

0174 Reduktion von Lachgas-Emissionen in der Abwasserreinigung

Programm zur Emissionsverminderung

Dokumentversion: final
Datum: 13.04.2023
Validierungsstelle SGS Société Générale de Surveillance SA

Gesuch

- Ersteinreichung (Art. 7 CO₂-Verordnung)
- erneute Validierung zur Verlängerung der Kreditierungsperiode (Art. 8b CO₂-Verordnung)
- erneute Validierung aufgrund einer wesentlichen Änderung (Art. 11 Abs. 3 CO₂-Verordnung)

Inhalt

1	Angaben zur Validierung	6
1.1	Verwendete Unterlagen	6
1.2	Vorgehen bei der Validierung	6
1.3	Unabhängigkeitserklärung	7
1.4	Haftungsausschlusserklärung	8
2	Allgemeine Angaben zum Projekt/Programm	9
2.1	Projektorganisation	9
2.2	Projektinformation	9
2.3	Beurteilung Gesuchsunterlagen	10
2.3.1	Formale Prüfung	10
3	Ergebnisse der inhaltlichen Prüfung des Programms	11
3.1	Angaben zum Programm	11
3.1.1	Projekt-/Programmmzusammenfassung, Typ und Umsetzungsform, Standort	11
3.1.2	Projekt-/Programmbeschreibung: Ausgangslage, Ziel und Technologie	11
3.1.3	Programmspezifische Aspekte	12
3.1.4	Projekt-/Programmbeschreibung: Referenzszenario	14
3.1.5	Projekt-/Programmbeschreibung: Termine	14
3.1.6	Abschliessende Beurteilung von Abschnitt 3.1 des Validierungsberichtes	15
3.2	Abgrenzung zu weiteren klima- und energiepolitischen Instrumenten und Vermeidung von Doppelzählung	16
3.2.1	Finanzhilfen	16
3.2.2	Abgrenzung zu Unternehmen, die von der CO ₂ -Abgabe befreit sind	16

3.2.3	Doppelzählungen aufgrund anderweitiger Abgeltung des ökologischen Mehrwerts	16
3.2.4	Abschliessende Beurteilung von Abschnitt 3.2 des Validierungsberichtes	17
3.3	Berechnung der erwarteten Emissionsverminderungen (ex-ante)	18
3.3.1	Systemgrenze, Emissionsquellen, Leakage	18
3.3.2	Einflussfaktoren	19
3.3.3	Ex-ante erwartete Programmmissionen/Emissionen von Projekten, Emissionen in der Referenzentwicklung und Emissionsverminderungen insgesamt	19
3.3.4	Dauerhaftigkeit der Speicherung von Kohlenstoff	21
3.3.5	Abschliessende Beurteilung von Abschnitt 3.3 des Validierungsberichtes	21
3.4	Nachweis der Zusatzlichkeit	22
3.4.1	Analyse der Zusatzlichkeit und Wirtschaftlichkeitsanalyse	22
3.4.2	Erläuterungen zu anderen Hemmnissen und übliche Praxis	24
3.4.3	Abschliessende Beurteilung von Abschnitt 3.4 des Validierungsberichtes	24
3.5	Aufbau und Umsetzung des Monitorings	25
3.5.1	Beschreibung der gewählten Nachweismethode	25
3.5.2	Ex-post Berechnung der anrechenbaren Emissionsverminderungen	26
3.5.3	Datenerhebung und Parameter	27
3.5.4	Prozess- und Managementstruktur	29
3.5.5	Abschliessende Beurteilung von Abschnitt 3.5 des Validierungsberichtes	29
3.6	Abschliessende Beurteilung	30
Anhang	31
A1	Liste der verwendeten Unterlagen	31
A2	Frageliste zur Validierung	33
	Clarification Request (CR)	33
	Corrective Action Request (CAR)	67

Gesamtbeurteilung Programmbeschreibung, Zusammenfassung und FAR

SGS wurde von der INFRAconcept AG beauftragt, für das Programm «0174 Reduktion von Lachgas-Emissionen in der Abwasserreinigung» eine erneute Validierung aufgrund einer wesentlichen Änderung (Art. 11 Abs. 3 CO₂-Verordnung) vorzunehmen. Das Programm ist seit dem 16.03.2018 aktiv (Umsetzungsbeginn erstes Projekt). Bisher wurde erst ein Projekt umgesetzt (ARA Altenrhein, in Betrieb seit dem 01.05.2021), und die erste Verifizierung ist erst in Vorbereitung.

Das geänderte Programm soll wesentlich erweitert werden, indem zusätzlich zu den bisher aufnahmefähigen Projekten vom «Typ A: Faulwasserstripping» drei weitere Projekttypen aufgenommen werden können, nämlich «Typ B: Dynamische Regelung und Off-Gasmessung (DynARA).», Typ C: Ersatz emissionsintensiver Nitrationsverfahren.» und «Typ D: Verbrennung von N₂O-haltiger Abluft.». Eine weitere wichtige Änderung betrifft die Umstellung der Methodik zur Bestimmung der Referenz- und Projektemissionen: Währenddem diese früher auf einer anlagenspezifischen Ermittlung der Referenzemissionen und der Anwendung eines dynamischen Parameters η_{Stripp} als Reduktionsrate aufbaute, basiert dieses neu nun auf unterschiedlichen Emissionsfaktoren für die Referenz- und die Projektemissionen (EF_R und EF_P), die im Prinzip für alle vier Anlagentypen eingesetzt werden können. Da unterdessen im Auftrag des BAFU neue wissenschaftliche Grundlagen zu Lachgasemissionen aus Abwasserreinigungsanlagen (ARA) ermittelt worden sind¹, welche auch in der nationalen Klimaberichterstattung Anwendung finden, können nun neu für gewisse Anlagentypen Standard-Referenzfaktoren angewendet werden, wodurch die Notwendigkeit anlagenspezifischer Langzeitmessungen vor Umsetzung der Massnahmen entfällt. Die Projektemissionen werden demgegenüber immer typen- und anlagenspezifisch ermittelt.

Basis der erneuten Validierung bildete die Programmbeschreibung mit unterstützenden Dokumenten. Aufgrund der Fragen und Präzisierungen der Validierungsstelle wurden die Programmbeschreibung sowie verschiedene unterstützende Dokumente korrigiert und ergänzt.

Bericht und Anhang beschreiben insgesamt 31 Befunde, darunter:

- 15 Aufforderungen zu Erklärungen (Clarification Request, CR)
- 12 Aufforderungen zu Korrekturmassnahmen (Corrective Action Request, CAR)
- 4 auf die Zukunft ausgerichtete Aufforderungen (Forward Action Request, FAR).

Alle CRs und CARs wurden zufriedenstellend zu einem Abschluss gebracht, die FARs werden am Ende dieses Kapitels erläutert.

Da die Problematik von Lachgasemissionen in ARAs sehr komplex ist, wurde neben der Dokumentprüfung auch eine Besprechung durchgeführt, an der die wesentlichen Fragen unter Beteiligung der involvierten Fachexperten von EAWAG und ETH besprochen wurden. Diese Besprechung vom 01.03.2023 bildete zusammen mit den umfangreichen Antworten auf die schriftlichen Fragen die Grundlage für das Urteil der Validierungsstelle, dass die Anforderungen an eine hinreichend genaue und verlässliche Quantifizierbarkeit der Emissionsverminderungen (Art. 5, Abs. 1, Bst. c, Ziff. 1 CO₂-Verordnung) hier erfüllt sind. Die Notwendigkeit einer wissenschaftlichen Begleitung im Sinne von Art. 5b der CO₂-Verordnung entfällt damit aus Sicht der Validierungsstelle. Da die Vollzugspraxis in Bezug auf diesen neuen Artikel noch nicht vollständig etabliert ist, gilt dieses Urteil allerdings vorbehaltlich der Zustimmung der Geschäftsstelle KOP des BAFU. Gemäss der validierten Programmbeschreibung haben die involvierten wissenschaftlichen Mitarbeiter von EAWAG und ETH nicht die Rolle einer wissenschaftlichen Begleitung im Sinne dieses Artikels 5b der CO₂-Verordnung, sondern diejenige von Fachexperten resp. einer fachlichen Begleitung im Rahmen der Programmorganisation.

¹ Gruber, W., Joss, A., Luck, M., Kupper, T., Bühler, M., & Bührer, T. (2021). Elaboration of a data basis on greenhouse gas emissions from wastewater management - Final report N2OklimARA. 2021

Die Aufnahmekriterien für die einzelnen Projekte werden grundsätzlich – mit gewissen Anpassungen für die neuen Projekttypen - aus der ersten Kreditierungsperiode übernommen. Sie stellen nach Einschätzung der Validierungsstelle sicher, dass nur Projekte in das Programm aufgenommen werden, welche die Anforderungen nach Artikel 5 CO₂-Verordnung erfüllen.

Die Validierungsstelle bestätigt hiermit, dass das folgende Programm mithilfe der Programmbeschreibung, aller notwendigen zusätzlichen Dokumente gemäss Anhang A1 und gemäss den Vollzugs-Mitteilungen UV-1315² (8. aktualisierte Ausgabe Juni 2022) und UV-2001³ (3. Ausgabe, Juni 2022) des BAFU validiert wurde:

0174 Reduktion von Lachgas-Emissionen in der Abwasserreinigung

Das Programm erfüllt aus Sicht der Validierungsstelle die Anforderungen an ein Programm zur Emissionsverminderung gemäss CO₂-Verordnung.

Für das Monitoring empfiehlt die Validierungsstelle die folgenden Forward Action Requests (FARs):

FAR 1 (R2023)
Aufgrund der Grösse und Komplexität der Projekte ist im vorliegenden Programm mindestens in folgenden Fällen ein Vor-Ort-Besuch durch die Verifizierungsstelle zu planen: <ul style="list-style-type: none">– mindestens ein Vor-Ort-Besuch für jeden umgesetzten Projekttyp,– mindestens ein Vor-Ort-Besuch bei Projekten, welche Emissionsreduktionen von mehr als 5'000 t CO₂e/Jahr erzielen.
FAR 2 (R2023)
Bei der Überprüfung der Wirtschaftlichkeit im Rahmen der ersten Verifizierung eines Projektes sind die tatsächlichen Investitionskosten zu belegen. Anschliessend sind jährlich die effektiven Betriebserträge und -kosten anzugeben. Weichen diese um mehr als 20% von den Annahmen der Wirtschaftlichkeitsanalyse ab, gilt dies als wesentliche Änderung des Projektes, und es ist aufzuzeigen, dass die Zusätzlichkeit auch mit den effektiven Kosten und Erlösen noch gegeben ist.
FAR 3 (R2023)
Für jeden Projekttyp muss, aufbauend auf dem Muster des Dokuments «230317_VorlageMonitoringdaten» in Anhang 5 der Programmbeschreibung, ein Monitoringfile erstellt werden. Die Korrektheit der Berechnungen in diesem File ist spätestens bei der ersten Verifizierung eines Projektes des entsprechenden Typs durch die Verifizierungsstelle zu überprüfen.

² www.bafu.admin.ch/uv-1315-d

³ www.bafu.admin.ch/uv-2001-d

FAR 4 (R2023)

Für jedes Projekt muss ein projektspezifisches Mess- und Datenerfassungskonzept erstellt werden, welches im Rahmen der ersten Verifizierung nach Aufnahme des Projektes im Programm durch die Verifizierungsstelle zu prüfen ist. Dieses muss vollständige Angaben zur Art der eingesetzten Messinstrumente, zu deren Anordnung (Schema) einschliesslich technischer Details wie Genauigkeit, Kalibrierung und Messintervall enthalten. Ebenso ist auch die Auswertung und Interpretation der Messdaten und die darauf aufbauende Berechnung anhand der vollständigen Formeln so zu beschreiben, dass sie durch den Verifizierer nachvollzogen werden kann. Ebenso ist ein Verfahren zu beschreiben, welches sicherstellt, dass im Falle von fehlenden Messdaten oder ausstehender Kalibrierung der Messgeräte konservative Annahmen getroffen werden, um eine Überschätzung der Emissionsverminderungen auszuschliessen. Weiter müssen im Konzept die Verantwortlichkeiten für die Messungen und Datenauswertungen klar definiert werden.

Die bei der ersten Registrierung erlassenen vier FARs sind entweder hinfällig geworden oder in die Programmmethodik aufgenommen worden, sodass deren Umsetzung sichergestellt wird, ohne dass sie neu erlassen werden müssen [FAR 1 (R19), FAR 2 (R19), FAR 3 (R19) und FAR 4 (R19)].

Informationen zur Validierungsstelle:

	Name, Telefon und E-Mail-Adresse	Ort und Datum:	Unterschriften
1. Fachexpertin	Thalia Meyer [REDACTED]	Felben-Wellhausen, 11.04.2023	[REDACTED]
2. Fachexperte	Christoph Leumann [REDACTED]	Zürich, 11.04.2023	[REDACTED]
Qualitäts- und Gesamtverantwortliche	Ingrid Finken [REDACTED]	Zürich, 13.04.2023	[REDACTED]

1 Angaben zur Validierung

1.1 Verwendete Unterlagen

Version und Datum der Programmbeschreibung	Version 6.2 vom 31.03.2023
Verwendete Liste der abgabebefreiten Unternehmen: Stand	nicht anwendbar

Weitere verwendete Unterlagen, auf denen die Validierung beruht, sind in Anhang A1 des Berichts aufgeführt.

1.2 Vorgehen bei der Validierung

Ziel der Validierung

- Überprüfung, ob Art. 5 (Anforderungen) und Art. 5a (Programme) der CO₂-Verordnung erfüllt sind.
- Prüfung, ob die Angaben zu den Projekten vollständig und konsistent sind
- Prüfung der Methode zur Ermittlung der erwarteten Emissionsverminderung
- Prüfung der Zusätzlichkeit, basierend auf den effektiven, aktuellen Verhältnissen
- Prüfung des Monitoring-Konzepts

Beschreibung der gewählten Methoden

Die Beurteilung des Projektes erfolgte nach den Vollzugs-Mitteilungen UV-1315 (8. aktualisierte Version 2022, kurz VoMi-KOP) und UV-2001 (3. aktualisierte Auflage 2022, kurz VoMi-VVS) des BAFU

Folgende Aspekte wurden mittels der Dokumentationen und Aufzeichnungen sowie Gesprächen mit relevanten Mitarbeitern geprüft:

1. Vollständigkeit und Konsistenz der Programmbeschreibung und der unterstützenden Dokumente
2. Rahmenbedingungen: Technische Beschreibung, Umgang mit Finanzhilfen, Doppelzählungen und Wirkungsaufteilung, Abgrenzung zu anderen Instrumenten / Massnahmen, Umsetzungsbeginn/Projektdauer/Wirkungsdauer, Aufnahmekriterien für Vorhaben innerhalb des Programmes
3. Erfüllung der Anforderungen an Programme gemäss Art 5a der CO₂-Verordnung
4. Korrektheit und Adäquatheit der Methode zur Quantifizierung der Emissionsverminderung / Konservativität der Annahmen
5. Korrektheit der Festlegung von Systemgrenzen und Referenzszenario
6. Angemessenheit des Verfahrens zum Nachweis der Zusätzlichkeit und Korrektheit der Inputdaten
7. Angemessenheit, Korrektheit und Vollständigkeit des Monitoring-Konzepts

Besondere Beachtung wurde den Aspekten gewidmet, die im Kapitel 7.4 «Erneute Validierung» in der VoMi-KOP beschrieben sind. Aspekte, die bei einer erneuten Validierung nicht mehr Gegenstand der Überprüfung sein können, zum Beispiel der Umsetzungsbeginn, wurden in der Checkliste als "n.a." gekennzeichnet und kommentiert.

Beschreibung des Vorgehens / durchgeführter Schritte

1. Einreichung Programmbeschreibung und unterstützende Dokumente (inkl. Beschreibung des Mustervorhabens) durch die Gesuchstellerin.
2. Dokumentreview, Prüfung des Programmes (inkl. Gegenprüfungen) und Beurteilung mittels Validierungscheckliste: Formulierung von CRs, CARs und FARs (4 Feedbackrunden)
3. Validierungs-Besprechung mit beiden Fachexperten der Validierungsstelle und den folgenden Vertretern der Programmbetreiberin an der EAWAG Dübendorf am 01.03.2023:
 - Dr. S. Binggeli, Inhaber INFRAconcept ag, Programmentwickler
 - ██████████, Mitarbeiter INFRAconcept ag (Teil der Besprechung per Video zugeschaltet)
 - ██████████, ETH Zürich, Dep. Bau, Umwelt und Geomatik, SR
Umweltingenieurwissenschaften
 - ██████████, EAWAG, Abteilung Verfahrenstechnik
 - ██████████ (Fachexperte speziell für N₂O-Messungen in ARAs, wissenschaftlicher Mitarbeiter EAWAG, Inhaber upwater AG)
4. Beantwortung der Fragen, Bereinigung von CRs und CARs / Vervollständigung der Dokumente durch die Gesuchstellerin (3 Runden)
5. Verfassen des Berichtes
6. Technisches Review
7. Qualitätssicherung

Beschreibung des Vorgehens zur Qualitätssicherung

Die SGS-interne Begutachtung der Berichte (Qualitätssicherung) erfolgt durch Fachexperten und Qualitätsverantwortliche, die beim BAFU als solche registriert sind. Dabei wird technischen und formellen Aspekten Rechnung getragen.

1.3 Unabhängigkeitserklärung

Der vom BAFU zugelassene interne oder externe Fachexperte der Stelle übernimmt für das vom BAFU als Validierungs-/Verifizierungsstelle zugelassene Unternehmen SGS Société Générale de Surveillance SA die Validierung dieses Programms 0174 Reduktion von Lachgas-Emissionen in der Abwasserreinigung.

Das Unternehmen sowie der zugelassene Fachexperte, der Qualitätsverantwortliche und der Gesamtverantwortliche der Validierungs-/Verifizierungsstelle (VVS) bestätigen, dass sie – abgesehen von ihren Leistungen im Rahmen der Validierung/Verifizierung – von den betroffenen Organisationen (insbesondere vom Auftraggeber der Validierung/Verifizierung und den Betreibern der einzelnen Projekten, sofern es sich um ein Programm handelt) sowie deren Beratern unabhängig sind (vgl. VoMi VVS, Kap. 4.1).

Um ihre Unabhängigkeit zu gewährleisten, verpflichtet sich die VVS dazu:

- keine Projekte oder Programme zu validieren oder Monitoringberichte zu verifizieren, an deren Entwicklung⁴ sie beteiligt war;
- bei der Validierung oder Verifizierung eines Projekts oder eines Programms keinen Fachexperten, Qualitätsverantwortlichen oder Gesamtverantwortlichen einzusetzen, der in irgendeiner Form an der Entwicklung desselben Projekts oder Programms beteiligt war;
- keinen Fachexperten, Qualitätsverantwortlichen oder Gesamtverantwortlichen bei der Verifizierung einzusetzen, der in irgendeiner Form bereits an der Validierung des Projekts oder Programms beteiligt gewesen ist;

⁴ Explizit, aber nicht abschliessend gelten die Erstellung von Gesuchsunterlagen sowie die Beratung von Erstellern von Gesuchsunterlagen als Beteiligung an der Entwicklung. Die Erstellung eines Monitoringberichts gilt ebenfalls als Entwicklung.

- keinen Fachexperten, Qualitätsverantwortlichen oder Gesamtverantwortlichen bei der Validierung einzusetzen, der in irgendeiner Form bereits an der letzten Verifizierung des Projekts oder Programms beteiligt gewesen ist;
- keine Validierungen und Verifizierungen für Auftraggeber durchzuführen, für die sie an der Entwicklung vom gleichen Projekttyp beteiligt war⁵;
- keine Projekte oder Programme für Auftraggeber zu validieren oder zu verifizieren, für die sie eine Beratung oder ein Audit bei der Festlegung von Zielen im Bereich der CO₂-Abgabebefreiung durchgeführt⁶ oder für die sie eine Beratung im Rahmen der EnergieSchweiz-Plattform PEIK durchgeführt hat⁷;
- die betroffenen Organisationen im Rahmen der Validierung und Verifizierung nicht zu beraten, sondern eine unabhängige Prüfung der Unterlagen durchzuführen. Insbesondere dürfen die betroffenen Organisationen nicht derart beraten werden, dass die Menge an anrechenbaren Emissionsverminderungen systematisch maximiert wird.

Die VVS stellt sicher, dass auch der beauftragte Fachexperte, der Qualitätsverantwortliche und der Gesamtverantwortliche sowie die von ihm mandatierten externen Fachexperten die vorangehenden Anforderungen erfüllen.

Der Fachexperte, der Qualitätsverantwortliche und der Gesamtverantwortliche der Validierungs-/Verifizierungsstelle bestätigen mit ihrer Unterschrift, dass sie – abgesehen von ihren Leistungen im Rahmen der Validierung/Verifizierung – vom Auftraggeber der Validierung/Verifizierung und seinen Beratern unabhängig sind.

1.4 Haftungsausschlusserklärung

Haftungsfragen regelt die SGS mit den Vertragspartnern in den Allgemeinen Geschäftsbedingungen (AGB).

⁵ Beispielsweise darf ein Unternehmen keine Validierung eines Projekts A des Projekttyps 1.1 für den Auftraggeber x durchführen, wenn es bereits das Projekt B des Projekttyps 1.1 für den Auftraggeber x entwickelt hat. Das Unternehmen dürfte hingegen ein Projekt C des Projekttyps 7.1 für den Auftraggeber x validieren.

⁶ Dies betrifft Unternehmen, die mit oder ohne einen Vertrag mit der EnAW oder der act Beratungsleistungen bei der Festlegung von Zielen im nonEHS-Bereich erbringen.

⁷ https://www.energieschweiz.ch/beratung/peik/?pk_vid=2971a58e1d8d53f7165288166561e246

2 Allgemeine Angaben zum Projekt/Programm

2.1 Projektorganisation

Gesuchsteller	INFRAconcept ag Sandrainstrasse 17 3007 Bern
Kontakt	Dr. Stefan Binggeli +41 31 511 5100 office@infraconcept.ch

2.2 Projektinformation

Beschreibung des Projekts/Programms

Auf kommunalen Kläranlagen mit Verfahren zur Nitrifikation bzw. Nitritation von Ammonium-Stickstoff oder zum Verbrennen von Klärschlamm können bedeutende Lachgasemissionen entstehen. Diese sind u.a. abhängig von der Stickstofffracht, der Auslegung der Nitrifikation, dem Wirkungsgrad der Denitrifikation, den Prozessbedingungen (anoxische / aerobe Phasen / Abwassertemperatur) und der Verbrennungstemperatur. Die Zusammenhänge sind komplex und die Emissionen starken täglichen und teilweise saisonalen Schwankungen unterworfen.

Das vorliegende Programm zielt darauf ab, gezielte Massnahmen umzusetzen und damit die Lachgasemissionen der Abwasserreinigung zu vermindern.

Projekttyp gemäss Projekt-/Programmbeschreibung

8.1 Vermeidung und Substitution von Lachgas (N₂O), meist Landwirtschaft

Angewandte Technologie

Die möglichen Technologien sind:

- Typ A: Faulwasserstripping
- Typ B: Dynamische Regelung und Off-Gasmessung (DynARA)
- Typ C: Ersatz emissionsintensiver Nitritationsverfahren (z.B. Anammox- anstelle von Sharon-Verfahren)
- Typ D: Verbrennung von N₂O-haltiger Abluft (regenerativ thermische Oxidation RTO)

2.3 Beurteilung Gesuchsunterlagen

2.3.1 Formale Prüfung

Checklisten-Punkt		n.a.	Trifft zu	Trifft nicht zu
2.3.1	Das Gesuch basiert auf den für das Projekt/Programm relevanten Grundlagen (Rechtsgrundlagen, Vollzugs-Mitteilung und ergänzende Dokumente).		x x	CR 1 CR 2
2.3.2	Das Deckblatt ist vollständig und korrekt ausgefüllt.		x	
2.3.3	Die Projekt-/Programmbeschreibung und die unterstützenden Dokumente sind vollständig und konsistent. Sie entsprechen den Vorgaben von Art. 6 CO ₂ -Verordnung.		x x	CAR 1 CAR 2
2.3.4	Der Gesuchsteller ist korrekt identifiziert		x	

Das Gesuch basiert auf den zum aktuellen Zeitpunkt gültigen Rechtsgrundlagen (CO₂-Verordnung vom 30. November 2012 (Stand am 15. Februar 2023), VoMi-Kop 8. Aktualisierte Version 2022).

Der Gesuchsteller hat das Programm selber entwickelt und deshalb nur die Kontaktdaten für den Gesuchsteller angegeben auf dem Deckblatt. Aus Sicht der Validierungsstelle ist das ausreichend.

Aufgrund der formellen Prüfung der Unterlagen wurden die folgenden Fragen/Korrekturforderungen gestellt:

- CR 1 Mit diesem CR wurde geklärt, dass die seit der ersten Validierung des Programmes in Kraft getretenen Änderungen der CO₂-Verordnung korrekt in die angepasste Programmbeschreibung aufgenommen worden sind (insbesondere Änderung vom 4. Mai 2022, AS 2022 311).
- CR 2 Mit CR 2 wurde geklärt, dass im vorliegenden Fall nach Einschätzung der Validierungsstelle keine Pflicht besteht, eine wissenschaftliche Begleitung im Sinne von Art. 5b der CO₂-Verordnung durchzuführen. Da die Vollzugspraxis in Bezug auf diesen neuen Artikel noch nicht vollständig etabliert ist, gilt dieses Urteil allerdings vorbehaltlich der Zustimmung der Geschäftsstelle KOP des BAFU. Gemäss der validierten Programmbeschreibung haben die involvierten wissenschaftlichen Mitarbeiter von EAWAG und ETH nicht die Rolle einer wissenschaftlichen Begleitung im Sinne dieses Artikels 5b der CO₂-Verordnung, sondern diejenige von Fachexperten resp. einer fachlichen Begleitung im Rahmen der Programmorganisation.
- CAR 1 Diese Korrekturforderung basierte auf dem Befund, dass in der ersten Fassung der revidierten Programmbeschreibung (V6.0) relativ viele Passagen geändert worden waren, ohne dass der Grund dafür angegeben worden war. Mit CAR 1 wurde verlangt, alle Änderungen entweder zu begründen, oder dann die Passagen aus der früher registrierten Programmbeschreibung (V5.1) wieder in die neue Fassung aufzunehmen. Nachdem dies erfüllt worden ist, kann die Validierungsstelle bestätigen, dass alle Änderungen korrekt und nachvollziehbar begründet sind.
- CAR 2 Bei diesem CAR ging es um formelle Korrekturen im gesamten Text (z.B. Änderung des Ausdrucks «Vorhabens» auf «Projekt» gemäss der Terminologie der neuen CO₂-Verordnung und Präzisierung der Aufgabebeschreibungen in Kapitel 5.4.)

3 Ergebnisse der inhaltlichen Prüfung des Programms

3.1 Angaben zum Programm

3.1.1 Projekt-/Programmszusammenfassung, Typ und Umsetzungsform, Standort

Checklisten-Punkt		n.a.	Trifft zu	Trifft nicht zu
3.1.1	Die Zusammenfassung (Abschnitt 1.1 der Projekt-/Programmbeschreibung) ist konsistent mit den weiteren Angaben im Bericht. ⁸		x	CR 6
3.1.2	Der Projekttyp entspricht nicht einem ausgeschlossenen Projekttyp (vgl. Anhang 3 CO ₂ -Verordnung).		x	

Mit CR 6 wurden verschiedene Detailfragen im Zusammenhang mit dem Parameter EF_R «Emissionsfaktor Referenzszenario von N₂O-N in der biologischen Stufe (Nitrifikation / Nitritation)» geklärt. Da diese unter anderem auch die Zusammenfassung betrafen, wird der CR hier schon aufgeführt. Inhaltlich behandelt wird er aber im Kapitel 3.3 «Berechnung der erwarteten Emissionsverminderungen».

Im Übrigen beschreibt die Zusammenfassung das Projekt korrekt, und sie ist konsistent mit den weiteren Angaben im Bericht, sodass keine weiteren CRs, CARs oder FARs erlassen werden mussten.

3.1.2 Projekt-/Programmbeschreibung: Ausgangslage, Ziel und Technologie

Checklisten-Punkt		n.a.	Trifft zu	Trifft nicht zu
3.1.3	Die Beschreibung der Ausgangslage (Ist-Situation ohne Projekt/Programm) ist verständlich, zutreffend und nachvollziehbar.		x x	CR 3 CR 4
3.1.4	Die Beschreibung des Projektes/Programms ist verständlich und nachvollziehbar und es ist ersichtlich, ob es sich um ein Projekt oder Programm handelt.		x	
3.1.5	Die angewandte Technologie entspricht dem aktuellen Stand der Technik ⁹ . (Bei einem Programm mit verschiedenen Technologien gilt der Punkt für alle angewandten Technologien.)		x x x x	CR 7 CR 8 CR 9 CR 10
3.1.6	Der in der Projekt-/Programmbeschreibung angegebene Projekttyp (vgl. VoMi-KOP Abschnitt 2.1 und Anhang L) ist richtig gewählt.		x	
3.1.7	Der Projekt-/Programmbeschreibung zeigt nachvollziehbar auf, inwiefern das Projekt/Programm die gesetzlichen Bestimmungen einhält (vgl. VoMi-KOP Abschnitt 2.3)		x	

⁸ Der Checklisten-Punkt soll erst am Ende der Validierung ausgefüllt werden, damit sichergestellt ist, dass im Falle von Änderungen im übrigen Berichtsteil (CAR) diese Änderungen konsistent übernommen worden sind.

⁹ Stand der Technik: s. auch Kap. 2.2 VoMi-KOP und Kap. 5 VoMi-VVS

Zu Ausgangslage, Ziel und Technologie wurden zuerst zwei das ganze Programm betreffende CRs gestellt:

- CR 3 Mit diesem CR wurde der Stand der bisherigen Umsetzung des Programmes geklärt. Bisher wurde erst ein Projekt umgesetzt (ARA Altenrhein, in Betrieb seit dem 01.05.2021), und die erste Verifizierung ist erst in Vorbereitung. Gewisse Erfahrungen aus dem bisherigen Monitoring liegen aber vor, und sie sind in die Anpassung der Monitoringmethode eingeflossen.
- CR 4 Mit CR 4 wurden viele Einzelfragen zum Umfang der Lachgasproblematik aus ARAs geklärt, sowie zur Frage, wie diese in der nationalen Klimaberichterstattung abgebildet werden. Die N₂O-Emissionen liegen bei kleinen Anlagen (<50'000 EWDIM) im Bereich von 500 – 5'000 tCO₂e/a, bei mittelgrossen Anlagen (50 – 100'000 EWDIM) von 2'000 – 10'000 tCO₂e/a und bei grossen Anlagen (>100'000 EWDIM) von 10'000 - 40'000 tCO₂e/a. Im aktuellen NIR (2022) wurden die N₂O Emissionen aus Kläranlagen noch mit dem Treibhauspotential von 298 (IPCC-Wert 2006) berechnet. Von den gesamten THG-Emissionen der Schweiz (2020: 43.4 Mio. t CO₂e) entsprechen die N₂O-Emissionen aus Kläranlagen 0.21% (resp. 92'750 tCO₂e/a). Die Erkenntnisse der erwähnten Studie (Gruber et. al. 2021) werden durch das BAFU bis im April 2023 in die Klimaberichterstattung aufgenommen. Die auf den neuen Erkenntnissen beruhenden wesentlich höheren Emissionsfaktoren werden dabei die niedrigere Einstufung des Treibhauspotentials (265 nach IPCC 2021) mehr als wettmachen. Nach Modellrechnungen der EAWAG werden die N₂O-Emissionen (2020) nach den neuen Vorgaben auf 1'830 tN₂O/a, resp. ca. 0.5 Mio tCO₂e/a ansteigen. Der Anteil an den gesamten Treibhausgasemissionen steigt damit auf über 1 %.

Anschliessend wurden spezifische Fragen zu jedem der vier Projekttypen resp. der dahinterstehenden Technologie gestellt, also:

- CR 7 Fragen bezüglich Technologie, Referenzszenario und Quantifizierung der Emissionsverminderungen bei Projekten mit der Massnahme A «Separate, physikalisch/chemische Faulwasserbehandlung (Stripping)»
- CR 8 Fragen bezüglich Technologie, Referenzszenario und Quantifizierung der Emissionsverminderungen bei Projekten mit der Massnahme B «Implementierung einer dynamischen Regelung (DynARA)»
- CR 9 Fragen bezüglich Technologie, Referenzszenario und Quantifizierung der Emissionsverminderungen bei Projekten mit der Massnahme C «Ersatz emissionsintensiver Nitritationsverfahren»
- CR 10 Fragen bezüglich Technologie, Referenzszenario und Quantifizierung der Emissionsverminderungen bei Projekten mit der Massnahme D «Thermische Behandlung der gesammelten Abluft mit RTO»

Die einzelnen CRs umfassen jeweils viele Einzelfragen, die alle kompetent und nachvollziehbar beantwortet wurden. Details dazu sind in der Frageliste ersichtlich. Neben den schriftlichen Antworten wurden offene Punkte auch an der Validierungs-Besprechung vom 01.03.2023 erörtert. Als Resultat dieser technologie-spezifischen Fragerunde wurden teilweise spezifische CARs formuliert, die in den späteren Kapiteln besprochen werden.

3.1.3 Programmspezifische Aspekte

Checklisten-Punkt		n.a.	Trifft zu	Trifft nicht zu
3.1.8	Haben die Projekte einen gemeinsamen Zweck (neben der Emissionsverminderung), auch wenn sie sich allenfalls in den Technologien unterscheiden? (Art. 5a Abs. 1 CO ₂ -Verordnung)		x	
3.1.9	Jede Technologie ist anhand eines (allenfalls fiktiven) Beispiels beschrieben. Zur Beschreibung		x	

	des Beispiels gehören auch die Systemgrenze, die Dauer der in dem Programm enthaltenen Projekte etc.			
3.1.10	Die Rollen der involvierten Akteure sind verständlich beschrieben.		x	CR 2
3.1.11	Der Prozess zur Anmeldung und Aufnahme der Projekte ins Programm ist klar beschrieben, und das Anmeldeformular ¹⁰ ist im Anhang zur Programmbeschreibung beigefügt.		x	
3.1.12	Die Aufnahmekriterien sind in der Programmbeschreibung vollständig aufgelistet und nummeriert.		x x	CR 5 CAR 3
3.1.13	In das Programm werden nur Projekte aufgenommen, welche die Anforderungen nach Artikel 5 CO ₂ -Verordnung erfüllen. (Art. 5a Abs. 1 Bst. c CO ₂ -Verordnung) Dieser Punkt ist bei den Aufnahmekriterien festgehalten.		x	
3.1.14	Es werden nur Projekte in das Programm aufgenommen, welche eine in der Programmbeschreibung festgelegte Technologie einsetzen. Dieser Punkt ist bei den Aufnahmekriterien festgehalten.		x	
3.1.15	In das Programm werden nur Projekte aufgenommen, mit deren Umsetzung noch nicht begonnen wurde (Art. 5a Abs. 1 Bst d CO ₂ -Verordnung). Dieser Punkt ist bei den Aufnahmekriterien festgehalten.		x	CAR 3
3.1.16	Projekte können nur in bestehende (=umgesetzte) Programme aufgenommen werden. Dieser Punkt ist bei den Aufnahmekriterien festgehalten.	x		
3.1.17	Die Projekte können erst nach ihrer Anmeldung beim Programm in das Programm aufgenommen werden. Dieser Punkt ist bei den Aufnahmekriterien festgehalten.		x	CAR 3

Im Rahmen der Prüfung der programmspezifischen Aspekte wurden die folgenden Fragen/ Korrekturforderungen gestellt:

- CR 2 Dieser CR, der bereits in Kapitel 2.3 erwähnt ist, betraf die Rolle der involvierten wissenschaftlichen Mitarbeiter von EAWAG und ETH in der Programmorganisation (keine wissenschaftliche Begleitung im Sinne dieses Artikels 5b der CO₂-Verordnung, sondern diejenige von Fachexperten resp. einer fachlichen Begleitung im Rahmen der Programmabwicklung).
- CR 5 Bei diesem CR ging es um die Klärung gewisser Details der Aufnahmekriterien (z.B. Kombinationsmöglichkeiten der Technologien A, B, C und D).
- CAR 3 Mit diesem CAR wurden einige wichtige Punkte bei den Aufnahmekriterien ergänzt oder präzisiert (z.B. Nummerierung der Aufnahmekriterien, Präzisierung der Anforderung «Anmeldung vor Umsetzungsbeginn», Detailkorrekturen der Anforderungen zum Additionalitätsnachweis und zur Wirkungsaufteilung im Falle von Finanzhilfen).

¹⁰ Falls die Anmeldung via ein online-Tool erfolgt, kann das «Anmeldeformular» auch aus Screenshots bestehen

Details dazu sind in der Frageliste ersichtlich.

3.1.4 Projekt-/Programmbeschreibung: Referenzszenario

Checklisten-Punkt		n.a.	Trifft zu	Trifft nicht zu
3.1.18	Sind verschiedene plausible Alternativen zum Projekt/Programm-Szenario dargestellt? (vgl. Abschnitt 5.2 VoMi-KOP)		x	
3.1.19	Ist das gewählte Referenzszenario die wirtschaftlich attraktivste Alternative, die mindestens dem Stand der Technik entspricht? Falls nicht die wirtschaftlich attraktivste Alternative als Referenzszenario angenommen wird, wird dies begründet.		x	

Zu diesem Punkt wurden keine CRs oder CARs gestellt.

3.1.5 Projekt-/Programmbeschreibung: Termine

Checklisten-Punkt		n.a.	Trifft zu	Trifft nicht zu
3.1.20	Der Umsetzungsbeginn ist korrekt festgelegt (Abschnitt 2.8.1 VoMi-KOP).		x	
3.1.21	Der Umsetzungsbeginn des Projekts/Programms liegt bei der Einreichung des Gesuchs nicht länger als drei Monate zurück (Art. 5 Abs. 1 Bst. d CO ₂ -Verordnung).		x	
3.1.22	Die Belege für den Umsetzungsbeginn sind konsistent mit den Angaben in der Projekt-/Programmbeschreibung ¹¹ .		x	CAR 4
3.1.23	Bei baulichen Massnahmen entspricht die Wirkungsdauer von Projekten oder von in einem Programm enthaltenen Projekten der standardisierten Nutzungsdauer der technischen Anlagen ¹² . (Anhang A2 VoMi-KOP)		x	CAR 1
3.1.24	Bei nicht-baulichen Massnahmen: Die Dauer des Projekts oder der in einem Programm enthaltenen Projekte entspricht der Wirkungsdauer.	x		
3.1.25	Der geplante Wirkungsbeginn ist aufgeführt.		x	
3.1.26	Beginn und Ende der Kreditierungsperiode sind korrekt aufgeführt, auch falls es sich um eine erneute Validierung handelt.		x	

¹¹Wenn der Umsetzungsbeginn zum Zeitpunkt der Gesuchseinreichung noch nicht stattgefunden hat, sind die Belege in der ersten Verifizierung zu überprüfen. In diesem Fall Antwort mit n.a. ankreuzen und eine Bemerkung zum geplanten Zeitpunkt anfügen. Zudem ein FAR formulieren, dass der Umsetzungsbeginn (inkl. Beleg dazu) in der Erstverifizierung zu prüfen ist.

¹²Vgl. auch Angaben in Kapitel 5, VoMi-VVS

3.1.27	Das Projekt/Programm ist noch nicht abgeschlossen.		x	
Nur für Programme				
3.1.28	Die Programmbeschreibung definiert den Umsetzungsbeginn des Programms und den Umsetzungsbeginn der Projekte richtig.		x	CAR 4
3.1.29	Die Wirkungskdauer der Projekte ist festgelegt (Art. 6 Abs. 2 Bst. j CO ₂ -Verordnung).		x	

Der Umsetzungsbeginn (16.03.2018) war bereits bei der Validierung des Programmes für die erste Kreditierungsperiode überprüft und für korrekt befunden worden. Die erste Kreditierungsperiode würde somit ohne wesentliche Änderung noch bis 15.03.2025 laufen.

Zu klären war nur noch die Frage, wenn die zweite Kreditierungsperiode in Kraft treten soll. Gemäss üblicher Vollzugspraxis des BAFU ist dies der Zeitpunkt, zu dem die wesentliche Änderung stattgefunden hat. Bei Programmen hat die Betreiberin einen gewissen Spielraum in der Festlegung der Massnahme, die als wesentliche Änderung gilt.

Da die Musterprojekte aber alle als reale Projekte im Programm aufgenommen werden sollen, aber tatsächlich aufgenommen werden sollen, tritt die wesentliche Änderung spätestens mit dem Umsetzungsbeginn des ersten Projektes in Kraft, das eine der neu aufgeführten Technologien einsetzt.

Mit CAR 4 wurde verlangt, dies zu korrigieren. Als Zeitpunkt der wesentlichen Änderung gilt der mit einer Bestellung belegte Umsetzungsbeginn des Musterprojektes C «Ersatz Sharon ARA Aire».

Im Rahmen von CAR 1 wurde ausserdem die Dauer der Projekte technologiespezifisch wie folgt festgelegt:

- Typ A: 33 Jahre
- Typ B: 15 Jahre
- Typ C: 33 Jahre (bzw. Restnutzungsdauer, da es um einen vorzeitigen Ersatz geht)
- Typ D: 20 Jahre

Dies entspricht der jeweiligen standardisierten Nutzungsdauer gemäss der VSA-Empfehlung «Investitionsvergleichsrechnung in der Abwasserentsorgung», Seite 18 [37], und ist damit aus Sicht der Validierungsstelle angemessen.

3.1.6 Abschliessende Beurteilung von Abschnitt 3.1 des Validierungsberichtes

Mit den erwähnten Auskünften und Korrekturen im Rahmen der CRs und CAR ist das Kapitel 1 «Angaben zum Programm» in der Programmbeschreibung durchwegs vollständig und korrekt.

Zu diesem Thema wurde der folgende FAR erlassen:

FAR 1 (R2023)
<p>Aufgrund der Grösse und Komplexität der Projekte ist im vorliegenden Programm mindestens in folgenden Fällen ein Vor-Ort-Besuch durch die Verifizierungsstelle zu planen:</p> <ul style="list-style-type: none"> – mindestens ein Vor-Ort-Besuch für jeden umgesetzten Projekttyp, – mindestens ein Vor-Ort-Besuch bei Projekten, welche Emissionsreduktionen von mehr als 5'000 t CO₂e/Jahr erzielen.

3.2 Abgrenzung zu weiteren klima- und energiepolitischen Instrumenten und Vermeidung von Doppelzählung

3.2.1 Finanzhilfen

Checklisten-Punkt		n.a.	Trifft zu	Trifft nicht zu
3.2.1	Die voraussichtlich zur Verfügung stehenden Finanzhilfen sowie „nicht rückzahlbaren Geldleistungen von Bund, Kantonen oder Gemeinden zur Förderung erneuerbaren Energien, der Energieeffizienz oder des Klimaschutzes“, bei welchen eine Wirkungsaufteilung notwendig ist ¹³ , sind ausgewiesen (Beitragshöhe und Herkunft) und mit Dokumenten im Anhang A2 der Projekt-/Programmbeschreibung belegt. (vgl. Abschnitt 6.2, VoMi-KOP)		x	
3.2.2	Der Sachverhalt und aktuelle Stand zum möglichen Erhalt der kostenorientierten Einspeisevergütung KEV ¹⁴ ist in der Projekt-/Programmbeschreibung beschrieben. Die Validierungsstelle hat dazu im Validierungsbericht Stellung bezogen. Dies insbesondere bezüglich der Konsequenzen, die ein allfälliger Bezug der KEV für das Projekt hätte (Wirkungsaufteilung, Wirtschaftlichkeit).	x		

Alle zu erwartenden oder zugesprochenen Finanzhilfen müssen deklariert werden. Geregelt ist dies in Aufnahmekriterium 3.2.

3.2.2 Abgrenzung zu Unternehmen, die von der CO₂-Abgabe befreit sind

Checklisten-Punkt		n.a.	Trifft zu	Trifft nicht zu
3.2.3	Das Projekt/Programm hat Schnittstellen zu Unternehmen, die von der CO ₂ -Abgabe befreit sind. Die Unternehmen sind mit ihrer Adresse aufgelistet und idealerweise die damit verbundenen erwarteten Emissionsverminderungen separat ausgewiesen.	x		

Das Programm zielt ausschliesslich auf die Vermeidung von Lachgasemissionen. Diese Emissionen sind nicht Teil der CO₂-Abgabe und daher gibt es entsprechend keine Schnittstelle.

3.2.3 Doppelzählungen aufgrund anderweitiger Abgeltung des ökologischen Mehrwerts

Checklisten-Punkt		n.a.	Trifft zu	Trifft nicht zu
3.2.4	Im Monitoringkonzept sind Massnahmen zur Vermeidung von Doppelzählungen aufgrund		x	CR 11

¹³ Vgl. Tabelle 6 VoMi-KOP

¹⁴ Vgl. <https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/foerderung/erneuerbare-energien/einspeiseverguetung.html>

	<p>anderweitiger Abgeltung des ökologischen Mehrwerts vorgesehen. (vgl. Art. 10 Abs. 5 CO₂-Verordnung und Abschnitt 2.9 VoMi-KOP)</p>			
3.2.5	<p>Die Massnahmen ermöglichen die effektive Vermeidung von Doppelzählungen aufgrund anderweitiger Abgeltung des ökologischen Mehrwerts.</p>		x	

Mögliche Schnittstellen zu bereits bestehenden Projekten zur Emissionsverminderung sind in Kapitel 2.3 der Programmbeschreibung sauber aufgelistet und diskutiert. Mit CR 11 wurden weitere Fragen dazu geklärt und die Programmbeschreibung entsprechend ergänzt.

Nach Einschätzung der Validierungsstelle besteht nun kein Problem mit möglichen Doppelzählungen.

3.2.4 Abschliessende Beurteilung von Abschnitt 3.2 des Validierungsberichtes

Mit den unter CR 11 erwähnten Massnahmen sind alle Aspekte zum Abschnitt 3.2 «Abgrenzung zu weiteren klima- und energiepolitischen Instrumenten und Vermeidung von Doppelzählung» geklärt und abgedeckt.

3.3 Berechnung der erwarteten Emissionsverminderungen (ex-ante)

3.3.1 Systemgrenze, Emissionsquellen, Leakage

Vgl. Abschnitt 5.1 VoMi-KOP und Kapitel 5 VoMi-VVS

Checklisten-Punkt		n.a.	Trifft zu	Trifft nicht zu
3.3.1	Die Emissionsverminderungen werden im Inland erzielt.		x	
3.3.2	Alle direkten Emissionen sind mit einbezogen (geografische Ausdehnung, technische Teile, investitionsbedingte Anpassungen).		x	
3.3.3	Alle indirekten Emissionen (innerhalb der Systemgrenze) sind thematisiert und mit einbezogen.		x	CR 12
3.3.4	Alle Leakage-Emissionen (Veränderungen ausserhalb der Systemgrenzen durch das Projekt/Programm) sind quantifiziert und miteinbezogen.		x	CR 15

Die Fragen bezüglich Systemgrenzen, Emissionsquellen und Leakage sind grundsätzlich in Kapitel 3.1 der Programmbeschreibung sehr sauber und nachvollziehbar behandelt. Nachvollziehbar begründet wird dort unter anderem, dass die indirekten CO₂-Emissionen aus dem Stromverbrauch vernachlässigbar sind, währenddem diejenigen aus dem Wärmeverbrauch je nach Technologie in der Grössenordnung von 10% der Referenzemissionen liegen können, sodass sie mitbetrachtet werden müssen.

Im Rahmen der Prüfung von Details zu diesem Thema wurden die folgenden Fragen/Korrekturforderungen gestellt:

- CR 12 Mit diesem CR wurde geklärt, dass die Massnahmen zur Lachgasvermeidung keinen massgebenden Effekt auf Methanemissionen in der ARA haben, sodass es korrekt ist, Methan ausserhalb des Betrachtungshorizonts zu lassen.
- CR 15 Mit diesem CR wurden der Gesuchsteller um die Einschätzung einer speziellen Situation gebeten, in der Leakage-Emissionen entstehen können. Es geht um den folgenden Spezialfall: Als Energiequelle für den Betrieb von Anlagen des Typs A, C oder D wird hauseigenes Klärgas eingesetzt, welches als erneuerbare Energiequelle grundsätzlich klimaneutral ist. Würde dieses aber stattdessen nach einer Aufbereitung in das Erdgasnetz eingespiessen werden, würde damit fossiles Erdgas ersetzt. Wie so oft bei der Einschätzung von Leakage-Fragen spielt es eine Rolle, wie weit man den Horizont über die Systemgrenzen hinaus ausdehnt: Auf den ersten Blick scheint es undiskutabel zu sein, dass es sich hier um ein Leakage-Problem handelt, denn das Biogas, welches im Projekt eingesetzt wird, fehlt für die Substitution von fossilem Gas. Bei einer ausgeweiteten Betrachtung würde das fehlende Biogas aber wiederum durch Einspeisung von ausländischem Biogas oder auch durch Zertifikate ersetzt. Die Validierungsstelle empfiehlt dem BAFU auf einen Einbezug dieses Leakageeffektes zu verzichten, um den Anreiz zu erhalten, die Wärme aus Biogas zu erzeugen statt aus Erdgas.

3.3.2 Einflussfaktoren

Vgl. Abschnitt 5.2 VoMi-KOP und Kapitel 5 VoMi-VVS

Checklisten-Punkt		n.a.	Trifft zu	Trifft nicht zu
3.3.5	Alle wesentlichen Einflussfaktoren sind identifiziert und beschrieben.		x	CAR11
3.3.6	Nationales, kantonales und kommunales Recht werden bei der Wahl der Referenzentwicklung und der Projektemissionen berücksichtigt, bspw. Mindestanforderungen von Bund, Kanton und Standortgemeinde.		x	CAR11
3.3.7	Das Projekt/Programm entspricht den geltenden Umweltvorschriften.		x	

Alle relevanten Einflussfaktoren werden in Kapitel 3.2 der Programmbeschreibung nachvollziehbar erläutert. Im CAR 11 wurde verlangt, die Angaben zum Einflussfaktor «Gesetzliche Vorschriften» zu erweitern und auch zur Frage der technologischen Entwicklung als Einflussfaktor Stellung zu nehmen, was korrekt umgesetzt wurde. Als wichtigste Erweiterung wurde der folgende Zusammenhang in das Kapitel aufgenommen: Sowohl die ganzjährige Nitrifikation als auch die Denitrifikationsleistung sind Bestandteil der kantonalen Einleitbewilligung resp. der Betriebsbewilligung. Die beiden Faktoren sind relevant für die Wahl des Standard-Emissionsfaktors zur Bestimmung der Referenzemissionen. Die kantonale Verfügung ist damit ein Einflussfaktor, der im Rahmen des Monitorings überwacht werden muss (vgl. dazu Kapitel 3.5).

3.3.3 Ex-ante erwartete Programmmissionen/Emissionen von Projekten, Emissionen in der Referenzentwicklung und Emissionsverminderungen insgesamt

Checklisten-Punkt		n.a.	Trifft zu	Trifft nicht zu
3.3.8	Die Annahmen zur Berechnung der erwarteten Emissionsverminderungen sind nachvollziehbar und zweckmässig. Das Konservativitätsprinzip wird eingehalten (vgl. Abschnitt 2.4 VoMi-KOP).		x x x x x	CR 6 CR 7 CR 8 CR 9 CR 10 CAR 5
3.3.9	Die erwarteten Emissionsverminderungen sind realistisch (vgl. Abschnitt 5.4 VoMi-KOP).		x x x	CR 6 CR 13 CAR 6
3.3.10	Das Projekt/Programm sieht Massnahmen vor, die gemessen an der Referenzentwicklung zu einer zusätzlichen Emissionsverminderung führen (Art. 5, Abs. 1, Bst. b, Ziff. 3 CO ₂ -Verordnung).		x	
3.3.11	Die Wirkungsaufteilung ist definiert und allfällige Belege sind von den betroffenen Akteuren unterschrieben. (Art der Wirkungsaufteilung vgl. Abschnitt 8.2 VoMi-KOP).		x	

3.3.12	Die Wirkungsaufteilung aufgrund von nichtrückzahlbaren Geldleistungen ist korrekt berechnet. (vgl. Abschnitt 8.2 VoMi-KOP).	x		
Nur für Programme				
3.3.13	Die erwartete Anzahl von Projekten, welche den Abschätzungen zu Grunde gelegt ist, ist angegeben.		x	CR 13

Aufgrund der Komplexität der Vorgänge bei der Bildung von Lachgas war die Frage der korrekten Ermittlung der Referenz- und Projektemissionen das zentrale Thema der Validierung, welches in zahlreichen CRs und CARs behandelt und an der Validierungsbesprechung vom 01.03.2023 eingehend besprochen wurde.

Eine zentrale Rolle spielte dabei CR 6:

Bei diesem CR ging es um die Korrektheit der Herleitung des Schlüsselparameter der vorliegenden Methodik EF_R «Emissionsfaktor Referenzszenario von N_2O -N in der biologischen Stufe (Nitrifikation / Nitritation)». Mit CR 6 wurden dazu viele Detailfragen beantwortet, die im Einzelnen in der Frageliste im Anhang nachgelesen werden können. Zusätzlich wurden im Rahmen von CR 7, CR 8, CR 9 und CR 10 die entsprechenden Fragen für jede der vier Technologien noch vertieft behandelt.

Mit dieser Information wurde dann an der Validierungsbesprechung mit den beteiligten Experten die folgende zentrale Frage behandelt:

- Können die Referenzemissionen mit den Standard-Emissionsfaktoren für unterschiedliche Anlagentypen hinreichend genau und konservativ quantifiziert werden? Falls ja: Unter welchen Bedingungen? Falls nein: Wie soll stattdessen vorgegangen werden?

Aufgrund dieser Validierungs-Besprechung ist die Validierungsstelle unter Würdigung der erwähnten wissenschaftlichen Grundlagen zum Schluss gekommen, dass die Evidenz zur Anwendung der folgenden zwei Standardfaktoren, die wie in CR 4 erläutert in Zukunft auch in das nationale Treibhausgasinventar aufgenommen werden, grundsätzlich ausreichend sind:

- Ganzjährige Denitrifikation: 0.4 % (Denitrifikationsrate > 65%)
- Ganzjährige Nitrifikation: 1.8 %

Die Schlussfolgerungen wurden dann in CAR 5 umgesetzt, in dem genau festgelegt wurde, unter welchen Bedingungen diese Standardwerte angewendet werden können.

Es handelt sich bei diesen Werten um den Median der gemessenen Jahresmittelwerte der entsprechenden Anlagengruppe. Im Mittel der Anlagen des entsprechenden Typs wird deshalb eine massive Fehleinschätzung der Referenzemissionen mit hinreichend grosser Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen. Im Einzelfall können die in einem Jahr auf einer Anlage gemessenen Werte allerdings auch erheblich von diesem Standardwert abweichen, wobei für einen Grossteil der Anlagen zu erwarten, dass der effektive Emissionsfaktor nicht mehr als +/- 30% um den Standardwert schwankt.

Allerdings wurde auch eine Anlage ohne ganzjährige Nitrifikation angetroffen, bei der N_2O -Emissionsfaktor bei weniger als 0.5% und somit massiv unterhalb des entsprechenden Standardwertes liegt, wobei es sich bei dieser Anlage gemäss Aussagen der beteiligten Experten um einen speziellen Bautyp handelt, nämlich um eine sogenannte Wirbelbett-Anlage. Aus diesem Grund wurde festgelegt, dass für solche Anlagen die Standardwerte nicht angewendet werden dürfen.

Ein ähnlich gelagertes Problem betrifft Anlagen, die über eine Denitrifikation mit einer Stickstoffelimination zwischen 65% und 70% verfügen. Gemäss den erwähnten Untersuchungen wurden auf beiden Anlagen in diesem Wirkungsbereich jährliche Emissionsfaktoren zwischen 0.2% und 0.4% festgestellt. Würden diese gemäss der im Treibhausgasinventar vorgesehenen Regel der Anlagengruppe «ganzjährige Nitrifikation» zugerechnet, würden die effektiven Referenzemissionen

deshalb massiv überschätzt, nämlich um einen Faktor 4.5 bis 9. Um dies zu verhindern, empfiehlt die Validierungsstelle deshalb, den Schwellenwert für eine «ganzjährige Denitrifikation» in Abweichung vom für das Treibhausgasinventar vorgesehenen Wert von >70% bei >65% zu belassen.

Nicht über einen Standardwert abgedeckt werden können die Emissionsfaktoren für Anlagen mit einer reinen C-Elimination, denn die Streuung für diesen Anlagentyp ist viel zu gross. Für diesen Anlagentyp werden deshalb zwingend anlagenspezifische Messungen verlangt.

Zusätzlich zu dieser zentralen Frage wurden im Zusammenhang mit den ex-ante-Berechnungen noch die folgenden CRs und CARs aufgestellt:

CR 13 Mit dieser CR wurden Fragen zum Potenzial des Programms (ungefähre Anzahl zu erwartender Projekte welchen Typs)

CAR 6 Mit diesem CAR wurde dann verlangt, die ex-ante-Berechnungen an diese Schätzung anzupassen. Die Anzahl Anlagen wurde dann auf der Basis einer groben Abschätzung angepasst und in der Programmbeschreibung dokumentiert.

Die Annahmen sind nun nachvollziehbar, und die Prognosen scheinen der bestmöglichen Schätzung zum heutigen Zeitpunkt zu entsprechen, auch wenn sie naturgemäss mit einer hohen Unsicherheit behaftet sind.

3.3.4 Dauerhaftigkeit der Speicherung von Kohlenstoff

Checklisten-Punkt		n.a.	Trifft zu	Trifft nicht zu
3.3.14	Für die Projekte zur Erhöhung der Senkenleistungen wird der Dauerhaftigkeit der Speicherung von Kohlenstoff nachgewiesen (vgl. Abschnitt 2.5 VoMi-KOP).	x		

3.3.5 Abschliessende Beurteilung von Abschnitt 3.3 des Validierungsberichtes

Mit den beantworteten Fragen und den erwähnten Korrekturen und Präzisierungen, die korrekt vorgenommen wurden, sind alle CRs und CARs aus diesem Abschnitt umgesetzt. FARs wurden dazu keine erlassen.

3.4 Nachweis der Zusätzlichkeit

3.4.1 Analyse der Zusätzlichkeit und Wirtschaftlichkeitsanalyse

Checklisten-Punkt		n.a.	Trifft zu	Trifft nicht zu
3.4.1	Die zur Wirtschaftlichkeitsanalyse verwendete Analysemethode ist korrekt.		x	CR 14
3.4.2	Die Formel zur Berechnung der Wirtschaftlichkeit ist vollständig und korrekt.		x	
3.4.3	Die Wirtschaftlichkeitsanalyse wird mit den in der VoMi-KOP vorgegebenen Annahmen (bspw. Kapitalzins) berechnet.		x	
3.4.4	Die weiteren Annahmen zur Berechnung der Wirtschaftlichkeit sind nachvollziehbar und zweckmässig.		x x	CR 14 CAR 7
3.4.5	Die Annahmen zur Berechnung der Wirtschaftlichkeit sind plausibel, dabei werden Unsicherheiten durch konservative Annahmen abgefangen.		x	CAR 7
3.4.6	Alle Unterlagen zur Prüfung von Daten, Annahmen und Parameter der Wirtschaftlichkeitsanalyse sind vorhanden.		x	CR 14
3.4.7	Die Berechnung der Wirtschaftlichkeit ist vollständig und korrekt.		x	CR 14
3.4.8	Unsicherheiten in der Berechnung der Wirtschaftlichkeit sind durch konservative Annahmen abgefangen.		x	CR 14
3.4.9	Sämtliche Finanzhilfen fliessen in die Wirtschaftlichkeitsanalyse ein.		x	
3.4.10	Es wurden zwei Berechnungsvarianten realisiert (mit und ohne Einrechnung von Bescheinigungen).		x	
3.4.11	Das Projekt/die in einem Programm enthaltenen Projekte sind ohne die Ausstellung von Bescheinigungen für Emissionsverminderungen nicht wirtschaftlich.		x	
3.4.12	Der Beitrag aus dem Erlös der Bescheinigungen leistet einen relevanten Beitrag zur Überwindung der Unwirtschaftlichkeit: Die in Kapitel 5 VoMi-VVS aufgeführten Mindestanforderungen sind erfüllt.		x	
3.4.13	Falls 3.4.12 nicht zutrifft resp. nicht anwendbar ist: Die Begründung, warum die finanzielle Zusätzlichkeit dennoch erfüllt ist, ist plausibel und nachvollziehbar.	x		
3.4.14	Die Sensitivitätsanalyse ist korrekt. (Alle Parameter, die einen signifikanten Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit haben, sind identifiziert und werden berücksichtigt.)		x	CAR 7

	(vgl. Abschnitt 6.3.2 VoMi-KOP und Kapitel 5 VoMi-VVS)			
3.4.15	Die Sensitivitätsanalyse ist robust (mindestens 10% Abweichung aller Hauptparameter, +/- 20% bei Baukosten grosser technischer Anlagen, +/- 25% bei Biogasanlagen). (vgl. Abschnitt 6.3.2 VoMi-KOP und Kapitel 5 VoMi-VVS)		x	CAR 7
3.4.16	Der Zusätzlichkeitsnachweis ist nachvollziehbar und überprüfbar.		x	
Nur für Programme				
3.4.17	Die Zusätzlichkeit der in dem Programm enthaltenen Projekte ist in der Programmbeschreibung: <ul style="list-style-type: none"> - entweder anhand <i>eines repräsentativen Projekts</i> belegt und stellt sicher, dass damit für alle Projekte, welche die Aufnahmekriterien des Programms erfüllen, Art. 5 und 5a CO₂-Verordnung erfüllt ist. Dies bedeutet, dass neue Projekte nicht mehr einzeln auf die Unwirtschaftlichkeit überprüft werden müssen. - oder bei den Aufnahmekriterien ist festgehalten, dass ein <i>individueller Nachweis der Unwirtschaftlichkeit für jedes Projekt</i> durchgeführt werden muss¹⁵, und das Projekt nur bei der so nachgewiesenen Zusätzlichkeit ins Programm aufgenommen werden kann. 		x	
3.4.18	Bei den Aufnahmekriterien ist festgehalten, ob für jedes Projekt ein individueller Zusätzlichkeitsnachweis notwendig ist.		x	

Im Rahmen der Prüfung des Zusätzlichkeitsnachweises wurden die folgenden Fragen/ Korrekturforderungen gestellt:

CR 14 Mit diesem CR wurden zunächst viele Detailfragen zum Wirtschaftlichkeitstool (Berechnungsfile «221912_Tool Wirtschaftlichkeitsanalyse») sowie zu dessen Anwendung anhand der vier Musterprojekte gestellt. Diese wurden alle beantwortet, und es bestätigte sich, dass die ursprüngliche Fassung noch Fehler und Inkonsistenzen enthalten hatte.

CAR 7 Mit diesem CAR wurde dann eine Überarbeitung des Tools und der damit durchgeführten Berechnung der Musterprojekte, sowie eine Überarbeitung des Kapitels 4 der Programmbeschreibung verlangt. Es wurde die Wirtschaftlichkeitsberechnung angepasst und die Sensitivitätsanalyse überarbeitet.

Im Hinblick auf eine korrekte Überprüfung der Wirtschaftlichkeitsanalysen im Rahmen der Verifizierung, und um sicherzustellen, dass allfällige wesentliche Änderungen an den Projekten korrekt ausgewiesen werden, wurde anschliessend der folgende FAR aufgestellt:

FAR 2 (R2023)
Bei der Überprüfung der Wirtschaftlichkeit im Rahmen der ersten Verifizierung eines Projektes sind die tatsächlichen Investitionskosten zu belegen. Anschliessend sind jährlich die effektiven Betriebserträge und -kosten anzugeben. Weichen diese um mehr als 20% von den Annahmen der

¹⁵ Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn einzelne der in dem Programm enthaltenen Projekte «gross» und individuell unterschiedlich sind, wie Biogasanlagen oder ganze Wärmeverbände als Projekte. Im Gegensatz zu diesen «grossen» Projekten ist ein repräsentatives Beispielprojekt für den Zusätzlichkeitsnachweis bei Heizventilen u.ä. einfach festzulegen.

Wirtschaftlichkeitsanalyse ab, gilt dies als wesentliche Änderung des Projektes, und es ist aufzuzeigen, dass die Zusätzlichkeit auch mit den effektiven Kosten und Erlösen noch gegeben ist.

3.4.2 Erläuterungen zu anderen Hemmnissen und übliche Praxis

Checklisten-Punkt		n.a.	Trifft zu	Trifft nicht zu
3.4.18 (4.2.1)	Die geltend gemachten Hemmnisse sind begründet.	x		
3.4.19	Die geltend gemachten Hemmnisse sind korrekt quantifiziert, d.h. monetarisiert und belegt (und keine aufwändige Bewilligungsverfahren, die fehlende Investitionsbereitschaft oder fehlende finanzielle Mittel, geringerer Gewinn oder tiefere Projektrendite).	x		
3.4.20	Die mit der Überwindung des Hemmnisses verbundenen Kosten betragen mindestens 10% der für die Projekt/Programmumsetzung gesamthaft budgetierten Mittel.	x		
3.4.21	Das Projekt oder die in einem Programm enthaltenen Projekte entsprechen nicht der üblichen Praxis. (Vgl. Abschnitt 6.4 VoMi-KOP)	x		

Nicht-monetäre Hemmnisse werden keine geltend gemacht. Es wird gezeigt, dass die Projekte nicht der üblichen Praxis entsprechen. Fragen und Korrekturforderungen gab es dazu keine.

3.4.3 Abschliessende Beurteilung von Abschnitt 3.4 des Validierungsberichtes

Mit den beantworteten Fragen und den erwähnten Korrekturen und Präzisierungen, die korrekt vorgenommen wurden, sind alle CRs und CARs diesem Abschnitt umgesetzt. Neu wurde die FAR2 (R2023) erstellt.

3.5 Aufbau und Umsetzung des Monitorings

3.5.1 Beschreibung der gewählten Nachweismethode

Vgl. Kapitel 7 VoMi-VVS

Checklisten-Punkt (Referenz auf Checkliste vom 25.8.2015 , soweit möglich)		n.a.	Trifft zu	Trifft nicht zu
3.5.1	Die Nachweismethode ist in Kapitel 5.1 der Projekt-/Programmbeschreibung verständlich beschrieben.		x	CAR 8
3.5.2	Die vorgesehenen Parameter sind geeignet und angemessen für den Nachweis der Emissionsverminderungen. Mit der gewählten Berechnungsmethode kann eine wesentliche Fehleinschätzung der ex-post Emissionsverminderung mit ausreichendem Grad an Sicherheit ausgeschlossen werden.		x	CAR 8
3.5.3	Die Berechnungsmethode und die verschiedenen gewählten Annahmen führen nicht zu einer Überschätzung der Emissionsverminderungen (vgl. Abschnitt 2.4 VoMi-KOP).		x	CAR 8
3.5.4	Falls das Projekt/Programm eine wissenschaftliche Begleitung umfasst, wird dies in Abschnitt 5.4 des Projekt-/Programmbeschreibung nachvollziehbar beschrieben.		x x	CR 2 CR 6
Nur für Programme				
3.5.5	Für den Fall, dass die Ermittlung der Emissionsverminderungen auf Daten beruhen, die mit Stichproben erhoben werden, ist die Art der Auswahl der Stichprobe beschrieben. Der Stichprobenumfang garantiert eine genügende Aussagekraft. Das Monitoringkonzept hält fest, wie im Monitoring vorgegangen wird, wenn die geplante Stichprobengröße nicht erreicht werden kann.	x		

Im Rahmen der Prüfung der Nachweismethode wurden die folgenden Fragen/ Korrekturforderungen gestellt:

CR 2 und CR 6:

Mit diesen CRs wurde geklärt, dass die Anforderungen an eine hinreichend genaue Quantifizierung der Emissionsverminderungen erfüllt sind, und dass somit keine wissenschaftliche Begleitung im Sinne von Art 5b der CO₂-Verordnung nötig ist (vgl. auch Kapitel 2.3 und 3.3).

CAR 8 Mit diesem CAR wurde verlangt, die Formeln für die ex-post-Berechnung vollständig ins das Kapitel 5.2 aufzunehmen, sowie einige Inkonsistenzen in den Formeln und Bezeichnungen der Parameter zu korrigieren.

3.5.2 Ex-post Berechnung der anrechenbaren Emissionsverminderungen

Checklisten-Punkt		n.a.	Trifft zu	Trifft nicht zu
3.5.6	Die Formeln zur Berechnung der erzielten Emissionsverminderungen sind vollständig und korrekt.		x	CAR 8
3.5.7	Die Emissionsverminderungen sind nachweisbar und quantifizierbar. (Art. 5, Abs. 1, Bst. c, Ziff. 1 CO ₂ -Verordnung)		x x	CR 2 CR 6
3.5.8	Bei Ersatzanlagen (z.B. Kesseleratz) werden nur die während der verbleibenden Restnutzungsdauer erzielten Emissionsverminderungen voll geltend gemacht werden. (vgl. Beispiel im Anhang A2 VoMi-KOP)		x	CAR 9
3.5.9	Die Annahmen für die Berechnung der erzielten Emissionsverminderungen berücksichtigen alle relevanten Unsicherheitsfaktoren und vermeiden eine wesentliche Fehleinschätzung der Emissionsverminderungen. (vgl. Kap. 7.2, VoMi-VVS)		x x x x x	CR 6 CR 7 CR 8 CR 9 CR 10
3.5.10	Alle in den Formeln verwendeten Parameter sind in Kapitel 5.3 der Projekt-/ Programmbeschreibung aufgeführt.		x	CAR 8
3.5.11	Die Wirkungsaufteilung aufgrund von nichtrückzahlbaren Geldleistungen ist korrekt berechnet. (vgl. Abschnitt 8.2 VoMi-KOP).		x	
3.5.12	Die Doppelzählthematik ist korrekt umgesetzt		x	
Nur für Programme				
3.5.13	Bei den Parametern ist klar unterschieden zwischen Parametern, die die Programmstruktur betreffen und Parametern, die die Projekte betreffen.		x	

Die folgenden CRs und CARs haben Bezug zur Prüfung und Bereinigung der Methode zur ex-post Berechnung der anrechenbaren Emissionsverminderungen:

CR 2, CR 6 und CAR 8: siehe oben.

CR 6, 7, 8, 9 10: Im Rahmen dieser Fragen wurde geklärt, dass die Annahmen für die Berechnung der erzielten Emissionsverminderungen für alle Anlagen- und Projekttypen die relevanten Unsicherheitsfaktoren berücksichtigen, und dass eine wesentliche Fehleinschätzung der Emissionsverminderungen vermieden wird.
(vgl. dazu Erläuterungen in Kapitel 3.3 und CR 6 im Anhang).

CAR 9 Mit diesem CAR wurde sichergestellt, dass bei einem vorzeitigen Ersatz von Anlagen (betrifft Massnahmen Typ C) nur die während der verbleibenden Restnutzungsdauer erzielten Emissionsverminderungen voll geltend gemacht werden.

Die Validierungsstelle empfiehlt an dieser Stelle die FAR3 (R2023):

FAR 3 (R2023)
Für jeden Projekttyp muss, aufbauend auf dem Muster des Dokuments «230317_VorlageMonitoringdaten» in Anhang 5 der Programmbeschreibung, ein Monitoringfile erstellt werden. Die Korrektheit der Berechnungen in diesem File ist spätestens bei der ersten Verifizierung eines Projektes des entsprechenden Typs durch die Verifizierungsstelle zu überprüfen.

3.5.3 Datenerhebung und Parameter

Checklisten-Punkt (Referenz auf Checkliste vom 25.8.2015 , soweit möglich)		n.a.	Trifft zu	Trifft nicht zu
Fixe Parameter				
3.5.14	Jeder fixe Parameter ist vollständig dokumentiert (Angaben zur Bezeichnung, Beschreibung, Einheit, Wert und Datenquelle sind ausgefüllt).		x	
3.5.15	Für die fixen Parameter werden, soweit vorhanden, die vorgegebenen Annahmen aus der VoMi-KOP (bspw. Heizwert, Emissionsfaktor) verwendet.		x	
Dynamische Parameter				
3.5.16	Alle dynamischen Parameter (künftige Messwerte) sind vollständig dokumentiert (Angaben zur Bezeichnung, Beschreibung, Einheit, Datenquelle und Erhebungsinstrument sind ausgefüllt)		x	
3.5.17	Das Erhebungsinstrument und die Auswertungsart der Messwerte sind für alle dynamischen Parameter geeignet für die Bestimmung der Emissionen.		x	CAR 5
3.5.18	Der Messablauf, die vorgesehene Kalibrierung oder Eichung, das Messintervall, die Genauigkeit der Messmethode und die für die Messungen und Messgeräte verantwortliche Person sind für alle dynamischen Parameter aufgeführt		x	CR 9
3.5.19	Die Messgenauigkeit ist angemessen.		x	
Plausibilisierung der Daten und Berechnungen				
3.5.20	Für als grundlegend identifizierte Parameter ist eine Plausibilisierung («Cross-Check») der Monitoringdaten mit Daten aus anderen Quellen vorgesehen (vgl. Abschnitt 7.2 VoMi-KOP).			
3.5.21	Die Art der Plausibilisierung der Monitoringdaten ist angemessen.		x	CAR10

3.5.22	Jeder Parameter, der zur Plausibilisierung von Messwerten verwendet wird, ist vollständig dokumentiert (Angaben zur Bezeichnung, Beschreibung, Einheit und Datenquelle sind ausgefüllt).		x	CAR10
Einflussfaktoren				
3.5.23	Die in Abschnitt 3.2 der Projekt-/Programmbeschreibung aufgeführten und für das Validierungsergebnis kritischen Einflussfaktoren sind vollständig beschrieben (Wirkungsweise auf Projektemissionen resp. Emissionen der Projekte des Programms oder die Referenzentwicklung).		x	CAR11
3.5.24	Die vorgesehene Anpassung der Referenzentwicklung ist beschrieben (wann und in welchen Fällen wird diese angepasst und wie).		x	CAR11
3.5.25	Die Datenquelle für jeden Einflussfaktor ist angegeben.		x	CAR11

Die folgenden CRs und CARs haben Bezug zum Thema «Datenerhebung und Parameter»:

- CAR 5 Dieser CAR behandelte die Schwierigkeit von Off-Gas-Messungen in offenen Belebtschlammanlagen, welche sowohl zur Ermittlung eines anlagenspezifischen Referenzfaktors als auch bei der Messung der Projektemissionen auftreten. Um die Repräsentativität solcher Messungen sicherzustellen, wurde die Vorgabe in die Programmbeschreibung aufgenommen, dass diese Messungen durch Fachpersonen nach dem Stand der Technik vorgenommen und ausgewertet werden müssen (vgl. Anhang A5 der Programmbeschreibung). Die Resultate sind in einem Messbericht zusammenfassend darzustellen. Der Messbericht enthält eine Beurteilung über die Repräsentativität der Messungen und des Betriebszustandes der Anlage.
- CAR 10 Mit diesem CAR wurde die Ergänzung von Plausibilisierungsmethoden verlangt, um alle Projekttypen abzudecken.
- CAR 11 Mit diesem CAR wurde verlangt, die Überprüfung von Einflussfaktoren zu erweitern.
- CR 9 Im Rahmen von CR 9 wurden ausserdem am Beispiel des in der Planung schon recht weit fortgeschrittenen Musterprojektes Typ D: RTO Abluft ARA Bern verschiedene Details zum Messkonzept (z.B. Anordnung, Art, Installation, Wartung, Kalibrierung der Messgeräte) erfragt.

Da sich zeigte, dass im Rahmen des Programmes die technischen Details bezüglich der notwendigen Messungen nicht ausreichend genau vorausgeplant werden können, wird dazu der folgende FAR erlassen:

FAR 4 (R2023)
Für jedes Projekt muss ein projektspezifisches Mess- und Datenerfassungskonzept erstellt werden, welches im Rahmen der ersten Verifizierung nach Aufnahme des Projektes im Programm durch die Verifizierungsstelle zu prüfen ist. Dieses muss vollständige Angaben zur Art der eingesetzten Messinstrumente, zu deren Anordnung (Schema) einschliesslich technischer Details wie Genauigkeit, Kalibrierung und Messintervall enthalten. Ebenso ist auch die Auswertung und Interpretation der Messdaten und die darauf aufbauende Berechnung anhand der vollständigen Formeln so zu beschreiben, dass sie durch den Verifizierer nachvollzogen werden kann. Ebenso ist ein Verfahren zu beschreiben, welches sicherstellt, dass im Falle von fehlenden Messdaten oder ausstehender Kalibrierung der Messgeräte konservative Annahmen getroffen werden, um eine Überschätzung der Emissionsverminderungen auszuschliessen. Weiter müssen im Konzept die Verantwortlichkeiten für die Messungen und Datenauswertungen klar definiert werden.

3.5.4 Prozess- und Managementstruktur

Checklisten-Punkt		n.a.	Trifft zu	Trifft nicht zu
3.5.26	Die Verantwortlichkeiten und Prozesse zur Datenerhebung und Datenarchivierung sind klar definiert und zweckmässig.		x	
3.5.27	Die Verantwortlichkeiten und Prozesse zur Qualitätssicherung/Qualitätskontrolle sind definiert und zweckmässig.		x	
3.5.28	Die Prozesse zur Informationsbeschaffung sind definiert und zweckmässig.		x	
Nur für Programme				
3.5.29	Der Prozess zur Verwaltung der Projekte (Rollen der Beteiligten, Koordination und Umsetzung, Anmelde- und Aufnahmeprozess) sind klar definiert.		x	
3.5.30	Der Prozess zur Erfassung und Speicherung der Monitoringdaten der verschiedenen Projekte ist definiert.		x	
3.5.31	Für Programme, bei denen sich das Monitoring auf eine beschränkte Auswahl von repräsentativen Projekten beschränkt: Die Kriterien für die Auswahl der Projekte sind angegeben und gewährleisten, dass mit diesen repräsentativen Projekten eine wesentliche Fehleinschätzung der effektiven Emissionsverminderung des Programms mit ausreichendem Grad an Sicherheit ausgeschlossen werden kann.	x		

Die Prozess- und Managementstrukturen sind vollständig und transparent aufgeführt. Zu diesem Abschnitt wurden keine CRs oder CARs aufgestellt.

3.5.5 Abschliessende Beurteilung von Abschnitt 3.5 des Validierungsberichtes

Mit den erwähnten CRs, CARs und den beiden FARs [FAR3(R2023) und FAR4(R2023)] sind alle wichtigen Aspekte dieses Abschnittes abgedeckt.

3.6 Abschliessende Beurteilung

Checklisten-Punkt		n.a.	Trifft zu	Trifft nicht zu
3.6.1	Allfällige Angaben im Kapitel «Sonstiges» der Projekt-/Programmbeschreibung sind verständlich. Aufgrund der Angaben besteht kein Handlungsbedarf hinsichtlich Monitoringkonzept oder Auflagen an die Erstverifizierung.		x	
3.6.2	Alle Anhänge sind vollständig aufgeführt und entsprechend dokumentiert. Alle Referenzen im Bericht sind überprüfbar, korrekt und eindeutig zugeordnet.		x	CAR12
3.6.3	Die Projekt-/Programmbeschreibung und die unterstützenden Dokumente sind vollständig und konsistent. Datum und Versionen der Dokumente ist am Schluss der Validierung nochmals überprüft worden.		x	CAR12
3.6.4	Die Angaben im Abschnitt 7.1 der Projekt-/Programmbeschreibung (Einverständniserklärung zur Veröffentlichung der Unterlagen) sind vollständig ausgefüllt.		x	
3.6.5	Die Angaben zum Projekt/Programm entsprechen den Vorgaben der CO ₂ -Verordnung. Falls es Abweichungen zu den Empfehlungen der GS KOP (insb. VoMi-KOP, VoMi-VVS) gibt, sind diese im Validierungsbericht im Kapitel «Zusammenfassung/Gesamtbeurteilung» hervorgehoben. Die VVS hat zudem dazu Stellung bezogen und bestätigt die Gleichwertigkeit der Abweichungen zu den Empfehlungen.		x	

Mit CAR 12 wurden schliesslich noch einige Literaturangaben ergänzt und wenige kleine Fehler ohne inhaltliche Relevanz korrigiert.

Nachdem alle CRs und CARs geschlossen werden konnten, kann die Validierungsstelle bestätigen, dass die Programmbeschreibung und die zugehörigen Dokumente vollständig und korrekt sind.

Anhang

A1 Liste der verwendeten Unterlagen

Projektbeschreibung

«2023_Programm_N2O_Abwasserreinigung_v6_2.docx», Version 6.2 vom 31.03.2023

Anhänge zur Projektbeschreibung

- A1. Unterlagen zu Angaben und Beschreibung des Programms inkl. Projekte (z.B. Technische Datenblätter, Belege für den Umsetzungsbeginn)
- A1.1 Anmeldeformulare
 - 230317_Anmeldeformular (Vorlage).pdf
 - 1_Altentrhein.pdf
 - A1.2 Projekt Typ A (anhand Projekt 1_ARA Altentrhein)
 - A 1.3 Musterprojekt Typ B
 - A 1.4 Musterprojekt Typ C
 - A 1.5 Musterprojekt Typ D
- A2. Unterlagen zur Abgrenzung zu weiteren klima- oder energiepolitischen Instrumenten (z.B. beantragte / erhaltene Finanzhilfen, Wirkungsaufteilung)
- 221912_Tool Wirkungsaufteilung.xls
- A3. Unterlagen zur Berechnung der erwarteten Emissionsverminderungen
- 230317_Rohdaten zu *erwarteten Emissionsminderungen.xls*
- A4. Unterlagen zur Wirtschaftlichkeitsanalyse
- 230331_Tool *Wirtschaftlichkeitsanalyse.xls*
- A5. Unterlagen zum Monitoring
- 230317_VorlageMonitoringdaten.xlsx
 - 230317_Messungen zur Bestimmung der Emissionsfaktoren in Belebungsbecken

Quellen

- 1 AVA Altentrhein Geschäftsbericht 2015.pdf
2 powerstep_deliverable_4_2_chapter N2O.pdf
2AR 160315 EAWAG N2O-Messung AVA.pdf
3 THG Bilanz AVA 2015_A N2O.pdf
5_8 ARA Opfikon FlyerNRueckgewinnung_200912410112.pdf
6 UV-1315-D_KOP2022.pdf
9 Wunderlin Pacal Mechanisms of N2O Production in Biological Wastewater Treatment.pdf
10 N2O Measurement Campaigns EAWAG.pdf
11 ICPP Guidelines_2019_Chapter_6_Wastewater.pdf
14 Daelman-2015-Seasonal and diurnal variability.pdf
15 Kosonen-2016-Nitrous Oxide Production at a Ful.pdf
16 Technischer Beschrieb - Stripping ARA Altentrhein - Variante - D_De.pdf
21 HelCOM.pdf
22 2013_Daelman_WST_CH4_N2O_Longtermstudy.pdf
23 Kläranlagen - Lachgas - 1704015_ReLaKO_Endbericht.pdf.pdf
24 Law-2012-N2O production rate of an enriched am.pdf.pdf
30 Gruber_et_al_Manuscript_ConfidentialDraft.pdf.pdf
31 Ammonium Stripping ALPHA Wassertechnik AG.pdf
33 Gruber_2021_N2OKlimARA.pdf
33a Gruber_2021_Estimation of countrywide N2O emissions.pdf
34 AuG_ARA_Hofen_211207.pdf
35 Koch-1999-Biologische Entstickung von Faulwasser-(published_version).pdf
36 cost-of-capital-study-2020.pdf
36a cost-of-capital-study-2022.pdf
37 Investitionsvergleichsrechnung.pdf

38 Schlussbericht_RTO-Pilotexperimente-araBern.pdf
40_Energie_auf_ARA.pdf
41 Rapport transformation Sharon to Anammox.pdf
42 Konzeptstudie_Lachgas_210408_Final.pdf
43 STEP_Aire_N2O_Sharon_2021_définitif.pdf
44 Vorprojekt_RTO-araBern.pdf
45 Preisentwicklung Ammoniumsulfat.xlsx
46_AquaGas_Artikel_Lachgas.pdf
47 Dissertation_WenzelGruber DISS. ETH NO. 27650.pdf
48_Lachgasemissionen ausARA aqua und gas 2022.pdf

Unterlagen zur Erst-Validierung und Registrierung

0174 VF Registrierung Projekt.pdf
0174_Kommunikation_mit_PE.xlsx
Validierung Lachgas ARA Bericht.pdf
Validierung Lachgas ARA Checkliste.pdf

A2 Frageliste zur Validierung

Clarification Request (CR)

CR 1	Erledigt	x
2.3.1	Das Gesuch basiert auf den für das Projekt/Programm relevanten Grundlagen (Rechtsgrundlagen, Vollzugs-Mitteilung und ergänzende Dokumente).	
Frage (20.02.2023)		
<p>Die CO₂-Verordnung (Stand 15. Februar 2023) ist seit der ersten Validierung des Programmes mehrfach revidiert worden. Insbesondere die Änderung vom 4. Mai 2022 (<u>AS 2022 311</u>) enthält eine bedeutsame Revision des 5. Abschnitts über Projekte und Programme zur Emissionsverminderung (Art. 5 bis Art. 13). Bitte erläutern Sie, ob resp. auf welche Weise diese Änderungen in die Anpassung der Programmbeschreibung eingeflossen sind.</p>		
Antwort Gesuchsteller (28.02.2023)		
<p>Die Revision der CO₂-Verordnung vom 15. Februar 2022 enthält insbesondere neue Bestimmungen über Projekte und Programme im Ausland sowie für die biologische und geologische Speicherung von Kohlenstoff. Beide Neuerungen sind für das Kompensationsprogramm P0174 ohne Bedeutung. Das Programm zielt auf die Reduktion der Lachgasemissionen aus der Abwasserreinigung im Inland ab.</p> <p>Relevante, neue Bestimmungen sind Folgende (Teilrevision der Verordnung über die Reduktion der CO₂-Emissionen, Erläuternder Bericht vom 4. Mai 2022):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Neu wird verdeutlicht, dass zu Beginn des Projekts die Unwirtschaftlichkeit über die Projektdauer dargestellt werden muss (Art. 5 Abs. 1 Bst. b Ziff. 1): Projekteigner müssen mit der Anmeldung die Vor-, resp. Bauprojektunterlagen einreichen. Auf Basis dieser Plandokumente wird auf Stufe Programm eine vereinheitlichte Wirtschaftlichkeitsbeurteilung (Benchmarkanalyse) über die gesamte Projektdauer vorgenommen. Die Wirtschaftlichkeitsbeurteilung über die gesamte Projektdauer war bereits in der Programmbeschreibung v5.1 enthalten und ist in der Abwasserwirtschaft Stand der Technik. - Bescheinigungen werden nur dann ausgestellt, wenn das Projekt die relevanten Bestimmungen und Normen einhält (Art. 5 Abs. 1 Bst. b Ziff. 4): Jeder Projekttyp erfordert bauseitige Massnahmen und entsprechend eine behördliche Baubewilligung. Die Einhaltung der relevanten rechtlichen Bestimmungen wird im Rahmen des Baubewilligungsverfahren (z.B. Einhalten der LRV-Immissionsgrenzwerte in Bezug auf NOX) geprüft. - Projekte und Programme dürfen nicht zu Mehremissionen aus anderen Quellen führen (Art. 5 Abs. 1 Bst. f): Die Leakage-Diskussion in Bezug auf den Anlagenbau sowie die Hilfschemikalien wurde bereits in der Version 5.1 eingehend erörtert. Die Projekte lösen keine zusätzlichen Emissionen aus anderen Quellen aus. Vielmehr wurden positive Effekte (z.B. Minderverbrauch von Strom oder Chemikalien) im Sinne eines konservativen Ansatzes bei der Berechnung der Emissionsminderungen nicht berücksichtigt. - Neu werden die Vorhaben als Projekte betitelt (Art. 5a Abs. 1 Bst. A): Wird noch im Programmwurf umgesetzt. - Wissenschaftliche Begleitung Art. 5b): Eine wissenschaftliche Begleitung soll mittelfristig Unsicherheiten bei der Quantifizierung der Wirkung vermindern. Die gesuchstellende Person ist frei bei der Wahl der wissenschaftlichen Begleitung, sofern die Anforderungen an die übliche wissenschaftliche Praxis erfüllt sind; dabei handelt es sich insbesondere um unabhängige Massnahmen oder Messungen und die kritische Auswertung der Ergebnisse sowie die Publikation der fachlichen Grundlage in einem in der Forschungsgemeinschaft bekannten Journal: Zu den Lachgasemissionen aus Kläranlagen wurde in den letzten vier 		

<p>Jahren intensiv geforscht (z.B. Wenzel Gruber et. al., Estimation of countrywide N2O emissions from wastewater using long-term monitoring data, Water Research X, 2021). Im Rahmen eines Forschungsauftrages des BAFU (NIR) wurden belastbare Grundlagen für die Berechnung der Referenzemissionen aus Kläranlagen geschaffen (Wenzel Gruber et. al., Elaboration of a data basis on greenhouse gas emissions from wastewater management - Final report N2OklimARA. Federal Office for the Environment (FOEN), 2021). Die in der Publikation vorgeschlagenen Emissionsfaktoren werden im NIR im Jahr 2023 aufgenommen. Die Messkonzepte für die Bestimmung von Referenz- oder Projektemissionen sind bekannt und werden mittlerweile durch unabhängige, spezialisierte Firmen, umgesetzt (z.B. Upwater ag, Hollinger ag). Eine eigentliche wissenschaftliche Begleitung mit erneuter Publikation der Resultate ist nicht erforderlich.</p> <p>- Die erwärmende Wirkung für Distickstoffmonoxid nach Anhang 1 der CO₂-Verordnug beträgt neu 265 tCO₂e statt 298 tCO₂e: Der neue Wert ist als fixer Parameter im Monitoringkonzept aufgenommen worden (vgl. Kap.5.3).</p>
<p>Fazit Validierer</p> <p>Die Fragen sind geklärt. Bezüglich der Frage, welche Änderungen relevant sind für das Programm, teilt die Validierungsstelle die Einschätzung der Gesuchstellerin. Der CR wird geschlossen.</p>

CR 2	Erledigt	x
2.3.1	Das Gesuch basiert auf den für das Projekt/Programm relevanten Grundlagen (Rechtsgrundlagen, Vollzugs-Mitteilung und ergänzende Dokumente).	
3.1.10	Die Rollen der involvierten Akteure sind verständlich beschrieben.	
3.5.4	Falls das Projekt/Programm eine wissenschaftliche Begleitung umfasst, wird dies in Abschnitt 5.4 des Projekt-/Programmbeschreibung nachvollziehbar beschrieben.	
3.5.7	Die Emissionsverminderungen sind nachweisbar und quantifizierbar. (Art. 5, Abs. 1, Bst. c, Ziff. 1 CO ₂ -Verordnung)	
<p>Frage (20.02.2023)</p> <p>Eine wichtige Neuerung der revidierten CO₂-Verordnung ist nach unserer Einschätzung die Möglichkeit, gestützt auf Art. 5b Projekte und Programme mit wissenschaftlicher Begleitung durchzuführen, wenn deren Wirkung nicht ausreichend genau quantifiziert werden kann. Im vorliegenden Fall wird der wissenschaftlichen Begleitung tatsächliche eine wichtige Rolle zugeschrieben. So wird z.B. in Kap. 1.4.5 eine fachliche Begleitung durch EAWAG und ETH Hönggerberg als Teil der Programmstruktur aufgeführt, mit Aufgaben wie Beurteilung der Monitoringkonzepte, Expertise zu Langzeitmessungen auf Stufe der Projekte, Expertise in der Festsetzung der Emissionsfaktoren und einem Review der Programmbeschreibung zur Überprüfung der wissenschaftlichen Korrektheit der angewendeten Modelle. Dies führt zu folgenden Fragen:</p> <p>a) Wurde der erwähnte Review der Programmbeschreibung bereits durchgeführt, oder ist dies erst im Rahmen der Überarbeitung während der Validierung vorgesehen?</p> <p>b) Trotz dem Beizug von wissenschaftlichen Experten liegt kein eigentliches Konzept für die wissenschaftliche Begleitung im Sinne von Art. 5b Abs. 2 CO₂-Verordnung vor. Warum nicht?</p> <p>c) Wären die bisher involvierten wissenschaftlichen Experten auch geeignet und verfügbar, um eine vollständige wissenschaftliche Begleitung im Sinne von Art. 5b Abs. 2 CO₂-Verordnung durchzuführen, falls sich dies als notwendig herausstellt? Oder würden dafür andere Experten angefragt?</p>		
Antwort Gesuchsteller (28.02.2023)		

- a) Die Programmbeschreibung v6.0 wurde durch die Fachexperten [REDACTED] (EAWAG und Upwater ag), [REDACTED] (EAWAG) und [REDACTED] (ETH Zürich) kritisch reviewed. Ihre Anmerkungen sind vollständig in die Programmbeschreibung aufgenommen worden. Insbesondere betrafen diese die Entstehungswege von N₂O, die Einflussfaktoren sowie die Feststellung der Referenz- und Projektemissionen. Aufgrund der Rückmeldungen wurde z.B. in den Projekttypen B und C eine permanente Messung der Projektemissionen im Monitoring verlangt. Ebenfalls wurde die Messdauer für die Bestimmung der Referenzemissionen bei Nitritions-Reaktoren (Projekttyp C) auf 4 Monate festgesetzt.
- b) Eine eigentliche wissenschaftliche Begleitung wäre bei der Erstregistrierung des Programms im Jahr 2018 sinnvoll gewesen. Die Referenzemissionen von Kläranlagen war damals nur ungenügend bekannt, weshalb das BAFU eine Studie in Auftrag gab. Fünf Jahre später sind die anzuwendenden Messmethoden hinreichend bekannt und werden durch verschiedene, unabhängige Anbieter auf dem Markt angeboten (z.B. Upwater ag als Spinoff der EAWAG). Im Rahmen des BAFU-Forschungsauftrages N2OklimARA (2017-2021) wurden Langzeitmessungen (12 Monate) bei 14 CH-Kläranlagen gemacht. Die publizierten Resultate bilden die Grundlage für das NIR. Die Messkampagne ist die international umfangreichste, publizierte Kampagne. Eine erneute Publikation weiterer Resultate scheint nicht zielführend.
- c) Die im Programm involvierten Fachexperten sind ausgewiesen und würden auch bei einer eigentlichen wissenschaftlichen Begleitung beigezogen. Seitens der Projekteigner sind sie in der Umsetzung involviert (Messung der Referenzemissionen Projekt ARA Aire, Typ C: [REDACTED], Umsetzung DynARA ARA Au, Typ B: [REDACTED], Messungen Pilot-RTO arabern, Typ D: [REDACTED]).

Fazit Validierer

Die Fragen sind kompetent und nachvollziehbar beantwortet worden. Aufgrund der Antworten und der Validierungs-Besprechung vom 01.03.2023 ist das Validierungsteam zur Überzeugung gelangt, dass im vorliegenden Fall die Wirkung der Projekte ausreichend genau quantifiziert werden kann, sodass Art 5b der CO₂-Verordnung nicht angewendet werden muss. Da die Vollzugspraxis in Bezug auf diesen neuen Artikel der CO₂-Verordnung noch nicht vollständig etabliert ist, gilt dieses Urteil allerdings vorbehältlich der Zustimmung der Geschäftsstelle KOP des BAFU. Gemäss der validierten Programmbeschreibung haben die involvierten wissenschaftlichen Mitarbeiter von EAWAG und ETH nicht die Rolle einer wissenschaftlichen Begleitung im Sinne dieses Artikels 5b der CO₂-Verordnung, sondern diejenige von Fachexperten resp. einer fachlichen Begleitung im Rahmen der Programmorganisation. Dies ist in der Programmbeschreibung (Kapitel 1.4.5 und 5.4) konsistent beschrieben. Der CR wird geschlossen.

CR 3	Erledigt	x
3.1.3	Die Beschreibung der Ausgangslage (Ist-Situation ohne Projekt/Programm) ist verständlich, zutreffend und nachvollziehbar.	
<p>Frage (20.02.2023)</p> <p>Das bisherige Programm ist ja seit 2018 umgesetzt: Das erste Projekt ist seit dem 16.03.2018 in Umsetzung und 01.05.2022 ist der Wirkungsbeginn. Im Hinblick auf die erneute Validierung stellen sich deshalb die folgenden Fragen:</p> <p>a) Welche weiteren Projekte sind seither angemeldet worden? Welche davon sind bereits in Umsetzung oder sogar schon in Betrieb?</p> <p>b) Wurde bereits ein Monitoringbericht erstellt? (Falls ja: Bitte beilegen)</p> <p>c) Wurde bereits eine Verifizierung gestartet oder sogar abgeschlossen (Falls ja, bitte Zeitplan angeben und allfälligen Verifizierungsbericht zusenden).</p> <p>d) Welche Erfahrung aus dem bisherigen Monitoring sind in die Überarbeitung eingeflossen? (Wir denken da vor allem an Aspekte wie Dokumentation der Projekte, Nachweis der Erfüllung der Aufnahmekriterien, Herleitung von projektspezifischen Emissionsfaktor EF_R, Messung der Monitoringparameter).</p>		
<p>Antwort Gesuchsteller (28.02.2023)</p> <p>a) Die Stripping-Anlage in Altenrhein ging am 1.5.2021 nach dreijähriger Bauzeit in Betrieb. Weitere Anlagen (z.B. ARA Birs) sind in der Konzeptphase. Die Branche wartet auf positive Erfahrungsberichte aus der ersten Anlage.</p> <p>b) und c): Der erste Monitoringbericht wird aktuell gerade für die Perioden 2021 und 2022 erstellt. Der Bericht wird im Mai 2023 in die Verifizierung gehen.</p> <p>d) Das Monitoring beruht auf der Ermittlung des dynamischen Parameters η_{Stripp} als Reduktionsrate der N_2O-Projektemissionen. Bei der Überarbeitung wurde der Reduktionsfaktor η_{Stripp} durch den Emissionsfaktor EF_P ersetzt. Zudem zeigt das Emissionsmodell N_2O_{KlimARA} keinen Bezug zur CSB-Fracht im Zulauf zur Kläranlage. Auf diesen Parameter wurde deshalb verzichtet. Zudem wurde auf die Möglichkeit eines standardisierten Reduktionsfaktors η_{Stripp} nach mehreren Anlagen verzichtet (Programmbeschreibung V5.1, Kap. 6.3.2, S.35). Die Projektemissionen müssen wie in den anderen Typen in jedem Fall gemessen werden. FAR 2 erübrigt sich dadurch, FAR 1 wurde fix in das Monitoring eingebaut. Für die Ermittlung des Wirkungsgrades der Stripping-Anlage genügt die Zulaufkonzentration und die produzierte Düngermenge. Auf die Messung der Ablaufkonzentration wurde deshalb verzichtet. Die laufende Auswertung der Daten aus dem Jahr 2021 und 2022 zeigt, dass die übrigen Monitoringparameter zweckmässig sind.</p>		
<p>Fazit Validierer</p> <p>Die Fragen sind geklärt. Die Antworten auf a) und b) zeigen, dass erste Erfahrungen aus dem Monitoring des ersten Vorhabens vorliegen, ab noch keine Erfahrung aus einer Verifizierung. Der CR wird geschlossen.</p>		

CR 4	Erledigt	x
3.1.3	Die Beschreibung der Ausgangslage (Ist-Situation ohne Projekt/Programm) ist verständlich, zutreffend und nachvollziehbar.	
<p>Frage (20.02.2023)</p> <p>In der Programmbeschreibung fehlen Angaben über die Grössenordnung der N₂O-Emissionen aus ARAs in der Schweiz, und zu deren Abbildung im nationalen Treibhausgasinventars NIR. Für die Validierungsstelle stellen sich dazu die folgenden Fragen:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Wieviel machen diese Emissionen gemäss Nationalem Treibhausgasinventar NIR in der Schweiz aus (Total an tCO₂e, Anteil an den N₂O-Emissionen der Schweiz sowie Anteil an den gesamten THG-Emissionen der Schweiz)? 2. Wieviele ARAs gibt es in der Schweiz insgesamt? 3. In welchem Umfang bewegen sich die N₂O-Emissionen einzelner ARAs (typische Werte für kleine, mittlere und grosse Anlagen, und Extremwerte für besonders hohe Emitenten)? 4. Gemäss der aktuellsten publizierten Fassung des nationalen Treibhausgasinventars NIR 2022 wurden die N₂O-Emissionen aus ARAs bis 2020 mit einem Emissionsfaktor von 3.2 g N₂O/Einwohner/Jahr und dem IPCC-Standardfaktor von 0.005 kg N₂O-N/kg N berechnet (S. 480). Gleichzeitig steht in Kapitel 7.5.6 (S. 483): «Long-term and representative measurements of N₂O emissions from wastewater treatment plants in Switzerland were ongoing. Results for estimating representative emission factors of N₂O for wastewater treatment are now available by Gruber et al. (2021) and it is planned to implement the findings in the next inventory and NIR.». Besitzen Sie Informationen darüber, ob und in welcher Form diese neuen Erkenntnisse effektiv in das NIR 2023 aufgenommen werden? 5. Besonders hoch sind ja gemäss neuerer Erkenntnis die N₂O-Emissionen bei Anlagen mit emissionsintensiven Nitritationsverfahren (z.B. «Sharon-Verfahren»), welche im Rahmen von Massnahme C ersetzt werden sollen (prognostizierte Referenzemissionen für das Musterprojekt von 35'500 t CO₂e). Ist bekannt, wie viele ARAs mit derart hohen N₂O-Emissionen es in der Schweiz gibt? Wurden diese hohen Emissionen aus einzelnen Anlagen im NIR bisher korrekt abgebildet? Und falls nein: Ist dem Gesuchsteller bekannt, ob dies nun geändert werden soll? 6. Besitzt der Gesuchsteller Informationen darüber, welche Auswirkungen diese Anpassungen durch neue Erkenntnisse im NIR zusammengenommen haben werden? Werden die für diesen Sektor im NIR rapportierten Treibhausgasemissionen wesentlich ansteigen? Falls ja: Wie stark? 		
<p>Antwort Gesuchsteller (28.02.2023)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Im aktuellen NIR (2022) wurden die N₂O Emissionen aus Kläranlagen noch mit dem veralteten IPCC-Wert 2006 berechnet. Das ergibt im Jahr 2020 N₂O-Emissionen von 355 tN₂O/a. Das entspricht 3.6% der im NIR ausgewiesenen N₂O-Emissionen. Von den gesamten THG-Emissionen der Schweiz (2020: 43.4 Mio. t CO₂e) entsprechen die N₂O-Emissionen aus Kläranlagen 0.21% (resp. 92'750 tCO₂e/a). 2. In der Schweiz gibt es Stand 2020 766 Kläranlagen mit einer Ausbaugrösse > 100 EW_{DIM}. 3. Die N₂O-Emissionen bewegen sich bei kleinen Anlagen (<50'000 EW_{DIM}) von 500 – 5'000 tCO₂e/a, bei mittelgrossen Anlagen (50 – 100'000 EW_{DIM}) von 2'000 – 10'000 tCO₂e/a und bei grossen Anlagen (>100'000 EW_{DIM}) von 10-40'000 tCO₂e/a. Die Emissionen hängen von der Stickstofffracht im Zulauf der Kläranlage und der Verfahrenstechnik ab. 4. Die Erkenntnisse der erwähnten Studie werden durch das BAFU bis im April 2023 in das NIR aufgenommen. Das Programm P0174 basiert auf den in der Studie publizierten Referenzemissionen. 5. Wir gehen davon aus, dass es in der Schweiz 3-6 Reaktoren mit emissionsintensiven Nitritationsverfahren (z.B. «Sharon-Verfahren») gibt. Messungen in einem ähnlichen Reaktor auf der ARA Bazenhaid im Jahr 2018 zeigten ebenfalls sehr hohe Konzentration, oft ausserhalb des Messbereichs. Aufgrund der Grösse des Reaktors sind hier aber deutlich geringere 		

<p>Emissionen zu erwarten. Dies dürfte auch bei den übrigen Reaktoren der Fall sein. Insgesamt existieren in der Schweiz 12 – 16 Nitrifikationsreaktoren. Generell wurden diese bisher im NIR nicht abgebildet. Das ist auch bei der Aktualisierung (vgl. Korrespondenz vom 1.3.2023) nicht vorgesehen. Die Emissionsthematik bei diesen Anlagen ist neu.</p> <p>6. Nach Modellrechnungen der EAWAG werden die N2O-Emissionen (2020) nach den neuen Vorgaben auf 1'830 tN2O/a, resp. 510'000 tCO2e/a ansteigen. Der Anteil an den gesamten Treibhausgasemissionen steigt auf über 1 %.</p>
<p>Zwischenfazit und Zusatzfrage Validierer (24.03.2023):</p> <p>Alle Fragen sind sehr kompetent und ausführlich beantwortet, und sie sind sehr wertvoll für die Einschätzung der gesamthaften Situation der Problematik. Zur Frage wegen des Treibhausgasinventars wurde der Gesuchsteller an der Validierungs-Besprechung vom 01.03.2023 nach einer Bestätigung des Sachverhalts von Seite des BAFU gefragt. Dies wurde gleichentags von Herrn Michael Bock, BAFU, bestätigt.</p> <p>Der CR wird noch offengehalten, weil im Zuge der Erstellung des Berichtes noch eine formelle Frage aufgetaucht ist:</p> <p>Der Name des Programmes wurde gegenüber früher geändert von «0174 Reduktion von Lachgas-Emissionen in der biologischen Abwasserreinigung» auf «0174 Reduktion von Lachgas-Emissionen in der Abwasserreinigung». Was ist der Grund dafür? Würde der alte Name auf gewisse Projekttypen nicht mehr passen, oder geht es nur um eine Kürzung des Namens?</p>
<p>Antwort Gesuchsteller (31.03.2023)</p> <p>In der ursprünglichen Version ermöglichte das Programm ausschliesslich die Reduktion von Lachgasemissionen aus der biologischen Reinigungsstufe (vgl. Abbildung weiter unten). Der neue Projekttyp B zielt auf die gleiche Verfahrensstufe. Mit den Projekttypen C und D können jedoch auch Lachgasemissionen aus anderen Verfahrensstufen reduziert werden (z.B. Faulwasserbehandlung oder Schlammverbrennung). Deshalb wurde die Programmbezeichnung angepasst.</p>
<p>Fazit Validierer</p> <p>Alle Antworten sind geklärt. Die Änderung des Namens muss der Geschäftsstelle-KOP des BAFU schriftlich mitgeteilt werden (z.B. im Rahmen der Einreichung der Programmbeschreibung). Der Befund wird geschlossen.</p>

CR 5	Erledigt	x
3.1.12	Die Aufnahmekriterien sind in der Programmbeschreibung vollständig aufgelistet und nummeriert.	
3.1.13	In das Programm werden nur Projekte aufgenommen, welche die Anforderungen nach Artikel 5 CO ₂ -Verordnung erfüllen. (Art. 5a Abs. 1 Bst. c CO ₂ -Verordnung) Dieser Punkt ist bei den Aufnahmekriterien festgehalten.	
<p>Frage (20.02.2023)</p> <p>Zu denjenigen Aufnahmekriterien, welche gegenüber der früheren Fassung der Programmbeschreibung teilweise geändert worden sind, stellen sich die folgenden Fragen:</p> <p>1. Bei der Zuordnung zu den im Programm definierten Massnahmen A-D heisst es: «Massnahmen A und B, sowie A und D können nicht kombiniert werden.». Warum wird dies speziell erwähnt? Heisst dies umgekehrt, dass alle anderen Kombinationen möglich sein sollen?</p> <p>Wäre zum Beispiel eine Kombination von B und D sinnvoll? Kann die Massnahme C überhaupt mit irgendeiner anderen Massnahme kombiniert werden?</p> <p>Bitte erstellen Sie eine Matrix der Kombinationsmöglichkeiten und zeigen sie auf, welche davon allenfalls sinnvoll sind. Falls es gar keine solchen Kombinationsmöglichkeiten gibt, wäre die</p>		

<p>Formulierung korrekt: «Die jeweiligen Massnahmen können nicht miteinander kombiniert werden.»</p> <p>2. Im Abschnitt Monitoring wurde das folgende Kriterium weggelassen: «Die vorhandene Verfahrenstechnik, die Messkette und das Labor ermöglichen eine Erfassung der erforderlichen Parameter gemäss Monitoringplan.» Weshalb? Es handelt sich nach der Auffassung der Validierungsstelle um ein wichtiges Kriterium.</p> <p>Die anderen Änderungen sind begründet und nachvollziehbar.</p> <p>Allfällige Korrekturen erfolgen in einem separaten CAR.</p>																									
<p>Antwort Gesuchsteller (28.02.2023)</p> <p>1. Die korrekte Aussage lautet: «Massnahmen Typ A und B, sowie A und C können nicht am selben Standort realisiert werden» (vgl. Programmbeschreibung S. 5). Dies hängt mit der korrekten Feststellung und Zuordnung der erzielten Emissionsminderungen zusammen. Massnahmen A und B können bei der Beurteilung der Projektemissionen nicht unabhängig beurteilt werden und sind deshalb ausgeschlossen. Eine Kombination der Massnahmen A und C führt zu keinen Emissionsminderungen und ist deshalb ebenfalls ausgeschlossen. Einige Kombinationen sind jedoch möglich, sie betreffen voneinander unabhängige Verfahrensstufen (z.B. Optimierung der biologischen Reinigungsstufe mittels Massnahme B und gleichzeitige Behandlung der Abluft aus einem Anammox-Reaktor mit Massnahme D).</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Typ A</th> <th>Typ B</th> <th>Typ C</th> <th>Typ D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Massnahme A</td> <td></td> <td>Nein</td> <td>Nein</td> <td>Ja</td> </tr> <tr> <td>Massnahme B</td> <td>Nein</td> <td></td> <td>Ja</td> <td>Ja</td> </tr> <tr> <td>Massnahme C</td> <td>Nein</td> <td>Ja</td> <td></td> <td>Ja</td> </tr> <tr> <td>Massnahme D</td> <td>Ja</td> <td>Ja</td> <td>Ja</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>2. Das Kriterium ist wichtig. Es wurde deshalb sinngemäss durch folgende zwei Aufnahmekriterien ersetzt: «Die für die Berechnung der durch das Projekt erzielten Emissionsminderungen notwendigen Parameter können In-situ gemessen werden» und «Das Labor der Kläranlage ist mit einem Messgerät nach dem Stand der Technik ausgerüstet und die entsprechenden Messungen für das Monitoring durchführen zu können.» In dem Sinn handelt es sich um eine Bereinigung, damit Aufnahmekriterien nicht doppelt aufgeführt werden.</p>		Typ A	Typ B	Typ C	Typ D	Massnahme A		Nein	Nein	Ja	Massnahme B	Nein		Ja	Ja	Massnahme C	Nein	Ja		Ja	Massnahme D	Ja	Ja	Ja	
	Typ A	Typ B	Typ C	Typ D																					
Massnahme A		Nein	Nein	Ja																					
Massnahme B	Nein		Ja	Ja																					
Massnahme C	Nein	Ja		Ja																					
Massnahme D	Ja	Ja	Ja																						
<p>Fazit Validierer</p> <p>Die Fragen sind geklärt. Die geringfügige Korrektur zu den Kombinationsmöglichkeiten (Punkt a) wurde in CAR 3 aufgenommen. Der CR wird geschlossen.</p>																									

CR 6	Erledigt	x
3.1.1	Die Zusammenfassung (Abschnitt 1.1 der Projekt-/Programmbeschreibung) ist konsistent mit den weiteren Angaben im Bericht. ¹⁶	
3.3.8	Die Annahmen zur Berechnung der erwarteten Emissionsverminderungen sind nachvollziehbar und zweckmässig. Das Konservativitätsprinzip wird eingehalten (vgl. Abschnitt 2.4 VoMi-KOP).	

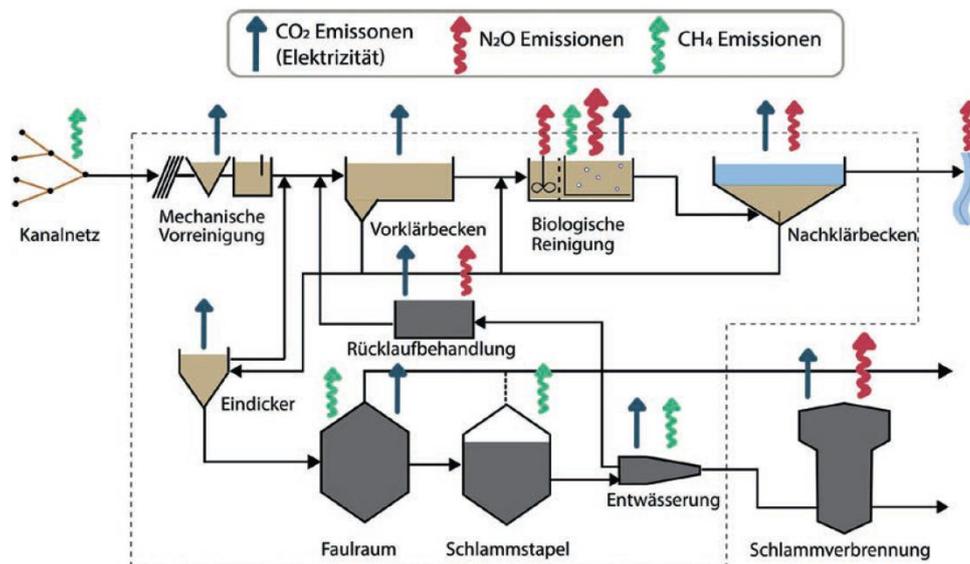
¹⁶ Der Checklisten-Punkt soll erst am Ende der Validierung ausgefüllt werden, damit sichergestellt ist, dass im Falle von Änderungen im übrigen Berichtsteil (CAR) diese Änderungen konsistent übernommen worden sind.

3.3.9	Die erwarteten Emissionsverminderungen sind realistisch (vgl. Abschnitt 5.4 VoMi-KOP).
3.5.4	Falls das Projekt/Programm eine wissenschaftliche Begleitung umfasst, wird dies in Abschnitt 5.4 des Projekt-/Programmbeschreibung nachvollziehbar beschrieben.
3.5.7	Die Emissionsverminderungen sind nachweisbar und quantifizierbar. (Art. 5, Abs. 1, Bst. c, Ziff. 1 CO ₂ -Verordnung)
3.5.9	Die Annahmen für die Berechnung der erzielten Emissionsverminderungen berücksichtigen alle relevanten Unsicherheitsfaktoren und vermeiden eine wesentliche Fehleinschätzung der Emissionsverminderungen. (vgl. Kap. 7.2, VoMi-VVS)
3.5.17	Das Erhebungsinstrument und die Auswertungsart der Messwerte sind für alle dynamischen Parameter geeignet für die Bestimmung der Emissionen.
<p>Frage (20.02.2023)</p> <p>Ein Schlüsselparameter der vorliegenden Methodik ist der Parameter EF_R «Emissionsfaktor Referenzszenario von N₂O-N in der biologischen Stufe (Nitrifikation / Nitritation) in Bezug auf die gesamte N-Fracht im Zufluss zur Reinigungsstufe.». Gemäss dem Konservativitätsprinzip (Art. 5 Abs. 1 Bst. c Ziff. 4 CO₂-Verordnung) dürfen die Berechnungsmethode und die verschiedenen gewählten Annahmen nicht zu einer Überschätzung der Emissionsverminderungen führen. Falls die Parameter nur mit einer gewissen Ungenauigkeit bestimmt oder gemessen werden können, ist diese Ungenauigkeit so zu berücksichtigen, dass die berechneten Emissionsverminderungen nicht überschätzt werden. Anhand der nachfolgenden Fragen soll geklärt werden, ob diese Bedingung hier erfüllt ist:</p> <p>a) Gemäss Kapitel 5.3.2 sollen für den Parameter entweder Standardwerte aus dem NIR oder anlagenspezifische Messungen genommen werden. Wie wird dabei entschieden, welche Methode im konkreten Fall zur Anwendung kommt? Und wie wird sichergestellt, dass im Zweifelsfall die konservativeren Werte zur Anwendung kommen und nicht diejenigen, mit denen mehr Emissionsverminderungen erzielt werden können? Warum wurde die Anweisung auf Seite 33 der früheren Programmbeschreibung vom 3.04.2019, welche ein klares Verfahren beschreibt, nicht in die neue Programmbeschreibung übernommen?</p> <p>b) Die vorgeschlagenen Standardwerte aus Untersuchungen der letzten Jahre (Quellen [33] und [33a]) zeigen enorme Unterschiede je nach Anlagenkategorie resp. Reinigungsziel der ARA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ganzjährige Denitrifikation: 0.4 % (Denitrifikationsrate > 65%) - Ganzjährige Nitrifikation: 1.8 % - C-Elimination: 4.3 % - Nitritationsstufe: Kein BAFU / IPCC Standardwert vorhanden (Einheit jeweils in % N₂O-N pro N-Fracht) <p>Sind alle ARA der Schweiz klar einer dieser Anlagenkategorien zuzuordnen? Bitte erläutern Sie die Kriterien genauer, nach denen dies geschehen soll!</p> <p>(Anmerkung: In Gruber et. al 2022¹⁷ heisst es: «Grundsätzlich besteht jedoch kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen den erhobenen EF (Jahresmittelwert) und typischerweise verfügbaren Anlagenkennzahlen». Die Klassierung gemäss dem erreichten Reinigungsziel der biologischen Reinigungsstufe (Kohlenstoffabbau, ganzjährige Nitrifikation/ Denitrifikation) kann dieses Problem nur lösen, wenn alle in Frage kommenden Anlagen wirklich unzweifelhaft einer der Kategorien zugeordnet werden können. Ein Problem sind die enormen Unterschiede der Werte: Ein Wechsel der Kategorie von «ganzjährige Denitrifikation» auf «ganzjährige Nitrifikation» verändert die Referenzemissionen und damit auch die Emissionsverminderungen um einen Faktor 4.5 (!). Unsicherheiten bei der Zuordnung von Anlagen stellen die Anwendbarkeit dieser Standardfaktoren in Frage, denn gemäss Kapitel 7.1 der VoMi-VVS muss eine Nachweismethode eine realistische und im Fall von Unsicherheiten konservative Abschätzung der anrechenbaren Emissionsverminderungen</p>	

¹⁷ Gruber, W., Niederdorfer, R., Bürgmann, H., Joss, A., von Känel, L., Braun, D., ... Morgenroth, E. (2022). Lachgasemissionen aus ARA. Reduktionsmassnahmen zeichnen sich ab. Aqua & Gas, 102(1), 14-22.

ermöglichen, sofern keine Messungen durchgeführt werden.)

- c) Entsprechen alle diese Anlagentypen/Reinigungszielen noch dem Stand der Technik zur Erfüllung der gewässerschutzrechtlichen Bestimmungen, oder besteht für gewisse Typen eine Pflicht zu Sanierung/Ausbau?
- d) Gemäss den Quellen [33] und [33a] stammen die Standardwerte aus einer Untersuchung, bei der 14 ARAs einem Langzeitmonitoring unterzogen wurden. Die Untersuchungen zeigten «eine starke Variabilität bezüglich der jährlichen Emissionsfaktoren (EFs) (0.1 bis 8% der Stickstofffracht)»¹⁸. Ausserdem scheint gemäss unserem Eindruck auch bei der hier vorgeschlagenen Anlagenklassierung der Zusammenhang keineswegs signifikant zu sein. Trotzdem werden nun aber Standardwerte vorgeschlagen, welche dem Median der N₂O-Emissionsfaktoren aus den Anlagen der entsprechenden Kategorie entsprechen. Damit müsste aber in rund 50% der entsprechenden Anlagen damit gerechnet werden, dass die Emissionsverminderungen überschätzt würden, wobei darunter auch Fälle mit einer massiven Überschätzung (>50% überschätzt) sein dürften. Gemäss den Anforderungen der CO₂-Verordnung¹⁹ müssen aber bei Unsicherheiten konservative Annahmen getroffen werden, welche sicherstellen, dass mit grosser Wahrscheinlichkeit keine Überschätzung der Emissionsverminderungen entstehen. Könnten aus den entsprechenden Studien auch Standardwerte abgeleitet werden, welche diesen Anforderungen genügen (z.B. 90% Wahrscheinlichkeit, dass es nicht zu einer Überschätzung kommt)? Falls ja: Wie hoch wären diese?
- e) Welche Kriterien sollen darüber entscheiden, ob anlagenspezifische Werte oder Standardwerte zur Anwendung kommen?
(Anmerkung: Das entsprechende Verfahren muss sicherstellen, dass im Zweifelsfall die konservativeren Werte zur Anwendung kommen und nicht diejenigen, mit denen mehr Emissionsverminderungen erzielt werden können. Die frühere Programmbeschreibung vom 03.04.2019 enthielt dazu in Kapitel 6.3.2 (S.33) eine klare Beschreibung. Eine solche ist auch nach der Änderung des Programmes wieder erforderlich).
- f) Welche der auf einer ARA entstehenden Lachgasemissionen sind in diese Emissionsfaktoren einbezogen? Bitte erläutern Sie dies anhand des nachfolgenden Schemas aus Gruber et. al 2022:



- g) In einer ähnlich gelagerten Untersuchung aus Österreich mit 8 Kläranlagen wurden tendenziell niedrigere Emissionsfaktoren zwischen 0.002 und 1.75 % (Median 0.14%) der Stickstofffracht festgestellt ([23], S. 243). Wie sind diese Unterschiede zu erklären?
- h) Besonders hoch sind gemäss den vorgelegten Untersuchungen die Emissionen bei der C-

¹⁸ Abstract von [33a], Übersetzung durch Validierungsstelle.

¹⁹ Quantifizierbarkeit nach Art. 5, Abs. 1, Bst. c, Ziff. 1 CO₂-Verordnung, konkretisiert in Kapitel 7.1 der VoMi-VVS

<p>Elimination (EF_R im Mittel 4.3%). Ist unsere Interpretation korrekt, dass dieser Wert gemäss [33] das Mittel aus lediglich zwei untersuchten Anlagen mit sehr weit auseinander liegenden Einzelwerten (8% und 0.1%) ist? Falls ja: Warum wird da überhaupt von einem anlagentypischen «Standardwert» gesprochen? Müsste man nicht eher sagen, dass es bei diesem Anlagentyp offensichtlich Einzelfälle mit sehr hohen Emissionen gibt, währenddem die Emissionen bei anderen Anlagen in der üblichen Grössenordnung weit unter 1% der gesamten Stickstofffracht liegen.</p> <p>i) Wie steht es um die Anlagen mit Nitritionsstufe? Was bedeutet die Angabe, dass es für diese Anlagen «keinen BAFU / IPCC Standardwert» gibt? Welches Modell kommt in diesem Fall zur Anwendung, um die N_2O-Emissionen solcher Anlagen abzuschätzen (z.B. für das Nationale Treibhausgasinventar)?</p>
<p><u>Anmerkung der Validierungsstelle:</u></p> <p>Anhand der Antworten wurde geklärt, ob im vorliegenden Fall die Referenzemissionen ausreichend genau und konservativ quantifiziert werden können, und in welchen Bereichen die Unsicherheiten zu gross sind. Die Sachlage wurde an der Validierungs-Besprechung am 01.03.2023 genauer erörtert, bevor definitive Schlussfolgerungen gezogen wurden. Je nach Resultaten wurden anschliessend mit CARs Korrekturen verlangt. Als Korrekturmöglichkeiten wurden z.B. die folgenden Möglichkeiten erwogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Festsetzung konservativerer Standardwerte - Verzicht auf die Anwendung von Standardfaktoren zu Gunsten von obligatorischen anlagenspezifischen Referenzmessungen (z.B. auch nur für bestimmte Anlagentypen/Reinigungsziele von ARAs) - Formelle Unterstellung der entsprechenden Quantifizierung unter die wissenschaftliche Begleitung (Kapitel 10.2 der VoMi-Kop: «Wissenschaftliche Begleitung und Monitoring des Projekts»). Dabei müssten für die Emissionen, die mit erheblichen Unsicherheiten behaftet sind, zunächst konservative Schätzwerte eingesetzt werden. Erst wenn im Rahmen einer wissenschaftlichen Begleitung die Unsicherheiten verringert werden konnten, könnten dann für die entsprechenden Parameter Werte verwendet werden, die zu mehr Emissionsverminderungen führen. - Kombination von mehreren der vorgeschlagenen Massnahmen.
<p>Antwort Gesuchsteller (28.02.2023)</p> <p>a) Kapitel 5.3.2 wurde im Hinblick auf die neu vorgesehenen Werte im NIR überarbeitet. Die Anweisung auf Seite 33 der früheren Programmbeschreibung vom 3.04.2019 beinhaltet unter Punkt 2 die Verwendung Schweizer Werte aus dem NIR, sollten solche dereinst vorliegen. Punkt 3 war als Zwischenlösung vorgesehen, bis die Ergebnisse aus dem N2OklimARA-Programm vorliegen. Diese Regelung wurde mit dem BAFU explizit getroffen (vgl. Validierungsbericht vom 15.6.2018). Die zwingende Kaskade, dass anlagenspezifische Messungen verwendet werden müssen, sofern solche vorliegen, könnte auch in die aktuelle Version übernommen werden. Die Werte werden mit einer Modifikation in das NIR übertragen: Die Grenze für ganzjährig denitrifizierende Anlagen wird seitens BAFU auf 70% festgelegt. Diese Anpassung müsste auch noch in der Programmbeschreibung vorgenommen werden.</p> <p>b) Ja, die Kläranlagen verfügen über eine kantonal verfügte Einleitbewilligung mit Auflagen zu der Reinigungsleistung und damit der Verfahrenstechnik. Eine ganzjährige Nitrifikation als Reinigungsanforderung ist kantonal verfügt. Erfüllt dies eine Kläranlage nicht, steigen die Lachgasemissionen an. Die Anwendung des Standard-Wertes würde demnach einem konservativen Prinzip entsprechen. Die Ermittlung der Denitrifikationsleistung ist Bestandteil der Eigenüberwachung der Kläranlagen sowie der behördlichen Aufsichtspflicht. Die erzielten Eliminationsleistungen sind in den kantonalen Überwachungsberichten (Jahresberichte) aufgeführt. Die Anlagen können dementsprechend eindeutig in eine der Kategorien eingeteilt werden. Im NIR wird die gleiche Systematik angewendet.</p> <p>c) Die klassierten Reinigungstypen entsprechen dem Stand der Technik und erfüllen die gesetzlichen Anforderungen.</p>

- d) Das BAFU-Projekt ist die grösste publizierte Messreihe weltweit, die nach wissenschaftlichen Kriterien die Lachgasemissionen auf Kläranlagen festgestellt hat. Die Festlegung des Medians bedeutet, dass gleich viele Anlagen über- wie unterschätzt werden. Das ist bei empirisch, auf Messungen basierenden Emissionsfaktoren, immer der Fall. Dennoch stimmt die Bilanz mit dem NIR und die Unsicherheiten der CH-Werte sind weltweit am geringsten.
- e) Das kaskadenartige Verfahren kann sinngemäss aus der Programmbeschreibung V5.1, S. 33 (ohne Punkt 3) übernommen werden.
- f) Die erwähnten Emissionsfaktoren berücksichtigen die N₂O-Emissionen aus der biologischen Reinigung und der Nachklärung. Rücklaufbehandlung, Schlammverbrennung und Emissionen aus dem Ablauf (Vorfluter) sind nicht enthalten.
- g) Die erwähnte Untersuchung in Österreich ist nicht vergleichbar. Die Resultate beruhen auf mehreren kurzen Messperioden (2 Wochen) je Anlage und sind nach neueren Erkenntnissen wissenschaftlich nicht belastbar: N₂O-Emissionen aus der biologischen Abwasserreinigung können nur mit Langzeitmessungen korrekt erfasst werden. Im EU-Raum gelten zudem höhere Anforderungen an die Stickstoffelimination, weshalb mehr Anlagen der Kategorie «Ganzjährige Denitrifikation» zugeordnet werden können. Die N₂O-Emissionen sind entsprechend tiefer.
- h) Anlagen mit C-Abbau haben mutmasslich sehr unterschiedliche Emissionen. Da diese Anlagenkategorie insbesondere die kleinen Anlagen betrifft, wurden diese für das NIR nicht breit getestet. Für das Programm könnte auf diesen Standardwert verzichtet werden, d.h. solche Anlagen müssten den EF_R mittels anlagenspezifischen Messungen belegen.
- i) Emissionen von Nitritationsstufen sind bekannt, wurden jedoch im Rahmen des N₂OklimARA-Forschungsauftrags nicht erfasst. Nitritationsreaktoren sind nur bei den Projekttypen C und D betroffen. Bei Projekten Typ D werden die Emissionsminderungen über die gesamte Wirkungsdauer gemessen. Bei Projekten Typ C müssen die Referenzemissionen über 4 Monate bestimmt werden, die Projektemissionen werden über die gesamte Wirkungsdauer gemessen. Die verkürzte Messdauer für die Ermittlung der Referenzemissionen (EF_R) begründet sich in der im Vergleich zur biologischen Reinigungsstufe viel kleineren saisonalen Variabilität der Lachgasemissionen (z.B. Messungen Anammox arabern 2021/22). Die Betriebszustände der Nitritationsreaktoren sind in Bezug auf die Abwasserzusammensetzung, die Stickstofffrachten und die Temperaturen wesentlich stabiler. Für das NIR sind diese Anlagen nur von untergeordneter Bedeutung, es gibt in der Schweiz weniger als 30 solcher Reaktoren.

Fazit Validierer

Wir danken für die ausführlichen Antworten und die wertvollen Informationen. Die obigen schriftlichen Antworten dienen als Grundlage für die Validierungs-Besprechung zwischen Programmentwickler, beteiligten Fachexperten und dem Validierungsteam. Erörtert wurde dabei die folgende Frage:

- Können die Referenzemissionen mit den Standard-Emissionsfaktoren für unterschiedliche Anlagentypen hinreichend genau und konservativ quantifiziert werden? Falls ja: Unter welchen Bedingungen? Falls nein: Wie soll stattdessen vorgegangen werden?

Dargestellt sind die zentralen wissenschaftsbasierten Entscheidungsgrundlage in der nachfolgenden Grafik aus Gruber et. al 2022:

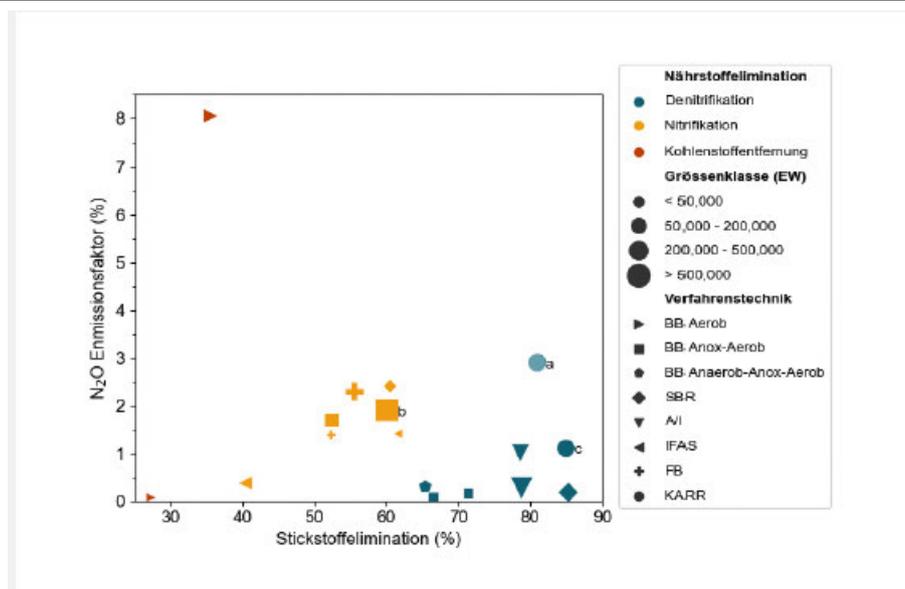


Fig. 3 N_2O -EF aus Langzeitmessungen des N2Oara-Projekts in Abhängigkeit von der Stickstoffelimination und unter Angabe des Nährstoffeliminationsziels, der Anlagengrösse und der Verfahrenstechnik. Resultate aus weiteren publizierten Langzeitmesskampagnen.

Aufgrund der Validierungs-Besprechung ist die Validierungsstelle unter Würdigung der erwähnten wissenschaftlichen Grundlagen zum Schluss gekommen, dass die Evidenz zur Anwendung der folgenden zwei Standardfaktoren, die wie in CR 4 erläutert in Zukunft auch in das nationale Treibhausgasinventar aufgenommen werden, grundsätzlich ausreichend sind:

- Ganzjährige Denitrifikation: 0.4 % (Denitrifikationsrate > 65%)
- Ganzjährige Nitrifikation: 1.8 %

Es handelt sich bei diesen Werten um den Median der gemessenen Jahresmittelwerte der entsprechenden Anlagengruppe. Im Mittel der Anlagen des entsprechenden Typs wird deshalb eine massive Fehleinschätzung der Referenzemissionen mit hinreichend grosser Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen. Im Einzelfall können die in einem Jahr auf einer Anlage gemessenen Werte allerdings auch erheblich von diesem Standardwert abweichen, wobei für einen Grossteil der Anlagen zu erwarten, dass der effektive Emissionsfaktor nicht mehr als +/- 30% um den Standardwert schwankt.

Allerdings wurde auch eine Anlage ohne ganzjährige Nitrifikation angetroffen, bei der N_2O -Emissionsfaktor bei weniger als 0.5% und somit massiv unterhalb des entsprechenden Standardwertes liegt, wobei es sich bei dieser Anlage gemäss Aussagen der beteiligten Experten um einen speziellen Bautyp handelt, nämlich um eine sogenannte Wirbelbett-Anlage. Es gibt somit eine einfache Möglichkeit um zu verhindern, dass es in derartigen Fällen zu einer massiven Überschätzung der Emissionsverminderungen kommen kann, nämlich die Vorgabe, dass für die entsprechenden Anlagen anlagenspezifische Messungen anstelle einer Anwendung des Standardwerte vorgeschrieben werden.

Ein ähnlich gelagertes Problem betrifft Anlagen, die über eine Denitrifikation mit einer Stickstoffelimination zwischen 65% und 70% verfügen. Gemäss den erwähnten Untersuchungen wurden auf beiden Anlagen in diesem Wirkungsbereich jährliche Emissionsfaktoren zwischen 0.2% und 0.4% festgestellt. Würden diese gemäss der im Treibhausgasinventar vorgesehenen Regel der Anlagengruppe «ganzjährige Nitrifikation» zugerechnet, würden die effektiven Referenzemissionen deshalb massiv überschätzt, nämlich um einen Faktor 4.5 bis 9. Um dies zu verhindern, empfiehlt die Validierungsstelle deshalb, den Schwellenwert für eine «ganzjährige Denitrifikation» in Abweichung vom für das Treibhausgasinventar vorgesehenen Wert von >70% bei >65% zu belassen.

Nicht über einen Standardwert abgedeckt werden können die Emissionsfaktoren für Anlagen mit einer reinen C-Elimination, denn die Streuung für diesen Anlagentyp ist viel zu gross. Für diesen Anlagentyp werden deshalb zwingend anlagenspezifische Messungen verlangt.

Des Weiteren wurde an der Validierungs-Besprechung vereinbart, dass das kaskadenartige Verfahren sinngemäss aus der früheren Programmbeschreibung V5.1, S. 33 (ohne Punkt 3) übernommen werden solle.

Alle Fragen sind damit geklärt. Die notwendigen Anpassungen werden in CAR 5 formuliert.

CR 7	Erledigt	x
3.1.5	Die angewandte Technologie entspricht dem aktuellen Stand der Technik. (Bei einem Programm mit verschiedenen Technologien gilt der Punkt für alle angewandten Technologien.)	
3.3.8	Die Annahmen zur Berechnung der erwarteten Emissionsverminderungen sind nachvollziehbar und zweckmässig. Das Konservativitätsprinzip wird eingehalten (vgl. Abschnitt 2.4 VoMi-KOP).	
3.5.9	Die Annahmen für die Berechnung der erzielten Emissionsverminderungen berücksichtigen alle relevanten Unsicherheitsfaktoren und vermeiden eine wesentliche Fehleinschätzung der Emissionsverminderungen. (vgl. Kap. 7.2, VoMi-VVS)	
<p>Frage (20.02.2023)</p> <p><u>Fragen bezüglich Technologie, Referenzszenario und Quantifizierung der Emissionsverminderungen bei Projekten mit der Massnahme A «Separate, physikalisch/chemische Faulwasserbehandlung (Stripping)»</u></p> <p>Themenbereich Technologie / Anwendbarkeit:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Kann diese Massnahme nur bei Anlagen mit unvollständiger, ganzjähriger Denitrifikation eingesetzt werden? Weshalb? b) Welche Alternativen zur Implementierung eines «Stripping» wären möglich? Könnte z.B. auf eine ganzjährige Denitrifikation umgestellt oder ausgebaut werden? Oder gibt es andere, weniger kostenintensive Möglichkeiten einer Lachgasvermeidung durch betriebliche Optimierung der Denitrifikation (z.B. kontinuierlicher statt diskontinuierlicher Betrieb oder «DynARA»)? Wie stünde es mit dem Kosten-/Nutzen-Verhältnis solcher Massnahmen im Vergleich zum «Stripping»? c) Mit wie vielen Projekten dieses Typs wird in etwa gerechnet (Grobschätzung ausreichend)? <p>Fragen zu Referenz/Alternativen beim Musterprojekten «ARA Altenrhein»</p> <ul style="list-style-type: none"> d) Gemäss Projektbeschrieb wurde die Umsetzung dieser Massnahme am 16.03.2018 begonnen, und die Anlage läuft seit dem 01.05.2021? Konnte die Anlage wie im ursprünglichen Projektbeschrieb realisiert werden? Bitte erläutern Sie, falls es wesentliche Änderungen z.B. bezüglich Technologie oder Dimensionierung der Anlage gab. e) Wie wird im Falle dieser ARA der Referenzfaktor EF_R von 1.8% begründet? Wurde hier der Standardwert eingesetzt? Und woher stammt der Wert 1.6% im File «221912_VorlageMonitoringdaten»? Ist dies der ermittelte anlagenspezifische Wert? Da 		

das Projekt gemäss der früheren Programmbeschreibung vor der wesentlichen Änderung realisiert worden ist, gilt hier dieser Wert.

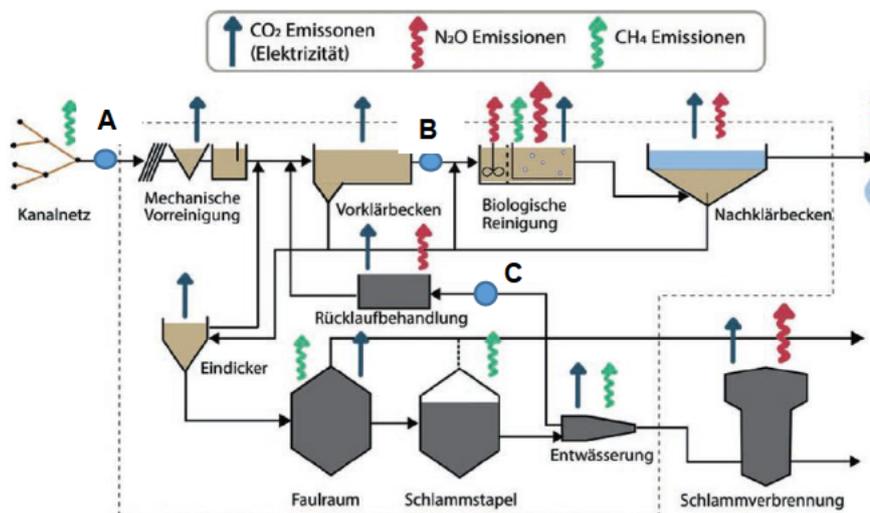
Fragen zu Messtechnik/Quantifizierung/Monitoring:

- f) Wurde die Monitoringmethode gegenüber der früheren Programmbeschreibung verändert? Falls ja: In welchen Punkten?
- g) Haben sich aus der bisherigen Erfahrung bei der Umsetzung des Monitoringkonzeptes Probleme ergeben?
- h) FAR 1 (R19) und FAR 2 (R19) betreffen das Monitoring dieses Anlagentyps. Sind diese FAR unterdessen integrierter Bestandteil der beschriebenen Monitoringmethode, oder sollen sie in Zukunft in abgeänderter Form umgesetzt werden (bitte um genaue Erläuterungen)?
- i) Warum wird in der Formel (11) der Stickstoff aus dem Dünger zum Gesamtstickstoff aus dem Zulauf addiert? Kann $F_{a,N}$ (Gesamt-Stickstofffracht Zulauf) nicht einfach vor der Abtrennung des Schlammes bestimmt werden? Dann wäre $F_{a,Dünger}$ darin eingeschlossen und müsste gar nicht addiert werden.
Falls es wirklich nötig ist, den Stickstoff-Zulauf in die Biologie und denjenigen in die Schlammhandlung separat zu messen, müsste der entsprechende Parameter im Zulauf der Schlammbehandlung gemessen werden. Bitte zeigen Sie anhand des Schemas in Kapitel 1.4.3, wo die Messpunkte angeordnet werden sollen. Anschliessend wird das Problem in einem separaten CAR weiterbehandelt.

Antwort Gesuchsteller (28.02.2023)

- a) Aus der Sicht von Emissionsverminderungen eignen sich Projekte Typ A primär für Anlagen mit einer unvollständigen Denitrifikation und einem grossen Faulwasseranfall. Bei Anlagen mit einer vollständigen Denitrifikation müssten mit anlagenspezifischen Messungen vorgängig die Referenzemissionen ermittelt werden.
- b) Eine Umstellung auf ganzjährige Denitrifikation erfordert wesentlich grössere Beckenvolumen. Eine solche verfahrenstechnische Umstellung wird in der Praxis nur im Rahmen einer umfassenden Erneuerung / Erweiterung umgesetzt. Die Anlage in Altenrhein verfügt zudem über ein kombiniertes Verfahren Belebtschlamm/Festbett. Eine dynamische Optimierung nach dem DynARA Verfahren wäre nicht möglich. Ein Stripping-Verfahren eignet sich aus wirtschaftlichen Gründen für Kläranlagen mit einem hohen Faulwasseranfall. Der Nachweis der Wirksamkeit der DynARA-Technologie konnte in dem Umfeld noch nicht erbracht werden.
- c) Angesichts der wahrscheinlich auslaufenden Kompensationspflicht und den langen Planungszyklen erwarten wir 2-3 neue Anlagen bis 2030.
- d) Der Projektbeschrieb basierte auf dem Bauprojekt. Die Anlage konnte gemäss dem Projektbeschrieb realisiert werden.
- e) Der ermittelte, anlagenspezifische EF_R für die Referenzemissionen beträgt auf der ARA Altenrhein 1.6%. Im Sinne des Vorgehens nach 6.3.2 der Programmbeschreibung v5.1 ist korrekterweise dieser Wert für die Berechnung der Referenzemissionen einzusetzen.
- f) Die Monitoring-Methode wurde im Vergleich zu der Version 5.1 in wenigen Punkten angepasst: Für die Beurteilung des Wirkungsgrades des Strippings genügt die Erfassung der zugeführten Menge Stickstoff, sowie der produzierten Menge Stickstoffdünger. Aufgrund der Messplanung liegen für alle Parameter mehr als 50 Messungen vor, auf Doppelspurigkeiten kann deshalb verzichtet werden. Zudem wurde der dynamische Parameter η_{Stripp} (Reduktionsrate der N_2O -Emissionen durch Stripping) durch den Parameter/Messwert Emissionsfaktor EF_P ersetzt. Neu müssen die Projektemissionen von allen zukünftigen Projekten in jedem Fall gemessen werden. Auf einen möglichen Standard-Reduktionsfaktor wie in der Programmbeschreibung vom 03.04.2019, S. 35

- vorgesehen, wurde verzichtet. Die Stickstofffracht bezieht sich auf den Zulauf der Kläranlage und nicht den Ablauf VKB.
- g) Vgl. Antwort zu Frage f)
- h) FAR 1 ist integrierter Bestandteil des Monitorings (vgl. Kap. 5.3.2, S. 31). Der Emissionsfaktor $EF_{P,TYP A}$ wird umgekehrt proportional zum Wirkungsgrad der Stripping-Anlage nach oben korrigiert. FAR 2 bezieht sich auf den ermittelten Reduktionsfaktor η_{Stripp} . Hier war vorgesehen, dass nach drei Anlagen ein Standard-Reduktionsfaktor als Mittelwert eingesetzt werden kann (vgl. Programmbeschreibung v5.1, S. 34). Diese Regelung erübrigt sich mit der modifizierten Monitoringmethode (vgl. Antwort zu Frage f)
- i) Genauere Abklärungen zeigen, dass es mit den Arbeiten zu N2O_{klim}ARA eine Klärung der Messpunkte im Vergleich zu der ursprünglichen Programmbeschreibung v5.1 gab. Die Referzemissionen in [33] und [33a] beziehen sich auf die Stickstofffracht im Zulauf zu der Kläranlage (Messpunkt A) und nicht im Zulauf zur biologischen Reinigung (Messpunkt B, dann wäre eine Addition erforderlich gewesen). Die Stickstoffmenge (Q , Konzentration) im Zulauf zum Stripping wird beim Punkt C erfasst. Eine Addition der Düngermenge ist dementsprechend nicht erforderlich.



Zusatzfrage Validierer zum Punkt i) (03.03.2023):

Etwas ist uns da noch immer nicht ganz klar: Da sich der Emissionsfaktor auf die Stickstofffracht bei A bezieht, müsste ja eigentlich auch beim Stripping während der ganzen Projektlaufzeit weiter die Stickstofffracht bei A bestimmt werden, um die Referzemissionen zu bestimmen. Wird die hier vorgeschlagene Messung bei C als Alternative dazu aus messtechnischen Gründen vorgeschlagen? Ein Ausweichen auf einen anderen Referenzpunkt für die Messung wäre nur zulässig, wenn garantiert wäre, dass dies konservativ ist.

Antwort Gesuchsteller Zusatzfrage (17.03.2023)

Das Monitoring-Konzept sieht vor, bei den Projekttypen A und B die Stickstoffkonzentration im Zulauf zu der Kläranlage (Messpunkt A) fortlaufend mit zeit- oder volumenproportionalen 24h Sammelproben zu erfassen (mind. 2 Messungen pro Woche). Die Messungen werden benötigt, um die Referzemissionen zu bestimmen. Erfolgt die Messung aus betrieblichen Gründen beim Messpunkt B können die ermittelten Frachten mit dem Standard-Wirkungsgrad der Vorklärung (10% gem. DWA – A131, 2016) auf der Anlagenzulauf korrigiert werden. Der Messpunkt C hat keinerlei Korrelation für die Ermittlung der Referzemissionen. Dieser wird nur benötigt, um den Wirkungsgrad der Stripping-Anlage zu ermitteln (Plausibilisierungsparameter).

Fazit Validierer und Zusatzfrage (24.03.2023):

Die Fragen sind kompetent und nachvollziehbar beantwortet worden. Die unter der Frage e) und in der Antwort auf die Zusatzfrage zum Punkt i) erwähnten Korrekturen sind vom Gesuchsteller bereits umgesetzt worden.

Die Antwort h) zeigt zusammen mit derjenigen aus CR 3 Punkt d), dass die bisherigen FARs aus der ersten Validierung nicht mehr neu erlassen werden müssen.

Bei der Evaluation der Antworten ist dazu nun nochmals eine Frage aufgekommen, denn in der Registrierung gab es ja nochmals zwei weitere FARs, die ebenfalls nur diesen Anlagentyp betreffen, nämlich:

- FAR 3 (R19): Anlagen, bei denen die Lachgas-Reduktionsrate gemessen wird, müssen unter 700 Meter über Meer liegen.
- FAR 4 (R19): Es ist beim NH₄-N-Strippung darauf zu achten, dass eine spätere P-Rückgewinnung nicht verunmöglicht wird, z.B. könnte der Einsatz von Chemikalien (Fällungsmitteln) oder technische Gegebenheiten die P-Rückgewinnung verunmöglichen.

Sind auch diese FARs irgendwie in die technischen Rahmenbedingungen aufgenommen worden, sodass sie nicht mehr erlassen werden müssen?

Antwort Gesuchsteller (31.03.2023):

Aus unserer Sicht ist FAR 3 ebenfalls hinfällig. FAR 3 beruht auf dem Prinzip, dass nach einigen Anlagen ein standardisierter Reduktionsfaktor ermittelt werden soll. Auf diese Möglichkeit wurde bei der vorliegenden Erweiterung des Programms verzichtet. FAR 3 soll Anlagen ausschliessen, die aufgrund der Höhenlage stärkeren Schwankungen der Abwassertemperatur ausgesetzt sind. Zusammen mit FAR 2 sollte damit die Vergleichbarkeit der gemessenen Reduktionsfaktoren gewährleistet werden.

FAR 4 zielt auf eine Verknüpfung von Verfahrensschritten, die grundsätzlich nicht gegeben ist. Die P-Rückgewinnung erfolgt aus der entwässerten/getrockneten Biomasse des Faulschlammes. Die Rückläufe des Faulwasserstripings werden zurück in die biologische Reinigungsstufe geleitet. Eine verfahrenstechnische Interaktion von Faulwasserstripping und P-Rückgewinnung ist nicht gegeben. Zielt FAR 4 jedoch darauf ab, dass Kläranlagen ihre Platzreserven für die P-Rückgewinnung nicht durch ein Faulwasserstripping aufbrauchen dürfen, kann der FAR belassen werden.

Fazit Validierer:

Auch die Zusatzfrage ist nun klar beantwortet. Die Antworten zeigen, dass die bisherigen FARs aus der ersten Validierung nicht mehr neu erlassen werden müssen, und zwar aus folgenden Gründen:

- FAR 1 (R19) wurde fix in das Monitoring eingebaut. In Kapitel 5.3.2. der Programmbeschreibung heisst es: *«Wenn die Messung über eine Umleitung des Faulwassers erfolgt (vollständige Substitution), sind die ermittelten Emissionsfaktoren proportional zum Wirkungsgrad des Stripings zu reduzieren (s.FAR 1, Validierungsbericht vom 15.6.2018). Bei einer sequentiellen Messung werden die Projektemissionen nach Inbetriebnahme der Stripping-Anlage kontinuierlich über 12 Monate gemessen. In diesem Fall beinhaltet der ermittelte Reduktionsfaktor den Wirkungsgrad der Stripping-Anlage bereits.»*. Für die Ermittlung des Wirkungsgrades der Stripping-Anlage werden in Kapitel 5.3.3 beschrieben
- FAR 2 (R19) ist hinfällig geworden, weil auf die Möglichkeit eines standardisierten Reduktionsfaktors η_{Stripp} nach mehreren Anlagen verzichtet wird und die Projektemissionen wie in den anderen Typen in jedem Fall gemessen werden.
- FAR 3 (R19) ist hinfällig geworden: FAR 3 beruht auf dem Prinzip, dass nach einigen Anlagen ein standardisierter Reduktionsfaktor ermittelt werden soll. Auf diese Möglichkeit wurde bei der vorliegenden Erweiterung des Programms verzichtet.
- FAR 4 (R19): Dieser FAR ist nach Einschätzung der Validierungsstelle eher sachfremd. Zur Sicherstellung der Anforderungen der CO₂-Verordnung ist er nicht zwingend. Ob er aus anderen umweltrechtlichen Gründen weiter erlassen werden soll, liegt im Ermessen des BAFU.

Der CR wird geschlossen. Der GS KOP wird empfohlen, die früheren FAR nicht erneut zu erlassen.

CR 8	Erledigt	x
3.1.5	Die angewandte Technologie entspricht dem aktuellen Stand der Technik ²⁰ . (Bei einem Programm mit verschiedenen Technologien gilt der Punkt für alle angewandten Technologien.)	
3.3.8	Die Annahmen zur Berechnung der erwarteten Emissionsverminderungen sind nachvollziehbar und zweckmässig. Das Konservativitätsprinzip wird eingehalten (vgl. Abschnitt 2.4 VoMi-KOP).	
3.5.9	Die Annahmen für die Berechnung der erzielten Emissionsverminderungen berücksichtigen alle relevanten Unsicherheitsfaktoren und vermeiden eine wesentliche Fehleinschätzung der Emissionsverminderungen. (vgl. Kap. 7.2, VoMi-VVS)	
<p>Frage (20.02.2023)</p> <p><u>Fragen bezüglich Technologie, Referenzszenario und Quantifizierung der Emissionsverminderungen bei Projekten mit der Massnahme B «Implementierung einer dynamischen Regelung (DynARA)»</u></p> <p>Themenbereich Technologie / Anwendbarkeit:</p> <p>a) Bei welchen Anlagentypen/Reinigungszielen ist diese Technologie anwendbar (C-Elimination, ganzjährige Nitrifikation, ganzjährige Denitrifikation)? Was für Unterschiede bestünden bei der Anwendung?</p> <p>b) Welche Alternativen zur Implementierung einer «DynARA» wären möglich? Könnte z.B. auf Anlagen ohne ganzjährige Denitrifikation eine solche eingeführt werden? Oder gibt es andere, weniger kostenintensive Möglichkeiten einer Lachgasvermeidung durch betriebliche Optimierung der Denitrifikation (z.B. kontinuierlicher statt diskontinuierlicher Betrieb)? Wie stünde es mit dem Kosten-/Nutzen-Verhältnis solcher Massnahmen im Vergleich zur «DynARA»?</p> <p>c) Kämen als Alternative zur «DynARA» auch andere bauliche Optimierungen in Frage, welche gleichzeitig die Stickstoff-Entfernung verbessern und die Lachgasemissionen reduzieren? Wie steht es da mit dem Kosten-/Nutzen-Verhältnis?</p> <p>d) Mit wie vielen Projekten dieses Typs wird in etwa gerechnet (Grobschätzung ausreichend)?</p> <p>Fragen zu Referenz/Alternativen beim Musterprojekten «ARA Au»</p> <p>e) Gemäss Projektzusammenfassung erfolgt der Einbau des Systems «DynARA» im Zuge einer Erweiterung durch eine 5. Strasse. Ist der Einbau einer optimierten Steuerung in solchen Fällen nicht ohnehin gängige Praxis?</p> <p>f) Wie wird im Falle dieser ARA der Referenzfaktor EF_R von 1.8% begründet?</p> <p>g) Verfügt diese ARA nicht über eine ganzjährige Denitrifikation mit einer Denitrifikationsrate > 65%? Und warum wird sie im Zuge der Erweiterung nicht auf dieses Reinigungsziel ausgebaut?</p> <p>h) Warum wird nur eine der bestehenden Strassen (Strasse 4) mit der neuen Technologie ausgestattet, und die anderen 3 Strassen nicht?</p> <p>i) Wie werden innerhalb der ARA Au die Grenzen zwischen dem Bereich gezogen, der mit dem System «DynARA» ausgestattet ist, und dem Bereich, der konventionell weiterläuft? Wie schätzen die am Programm beteiligten Fachexperten die Gefahr ein, dass</p>		

²⁰ Stand der Technik: s. auch Kap. 2.2 VoMi-KOP und Kap. 5 VoMi-VVS

Lachgasemissionen teilweise statt vermieden bloss verlagert werden von den mit «DynARA» ausgestatteten Strassen zu den bestehenden Strassen ohne «DynARA»?

Fragen zu Messtechnik/Quantifizierung/Monitoring:

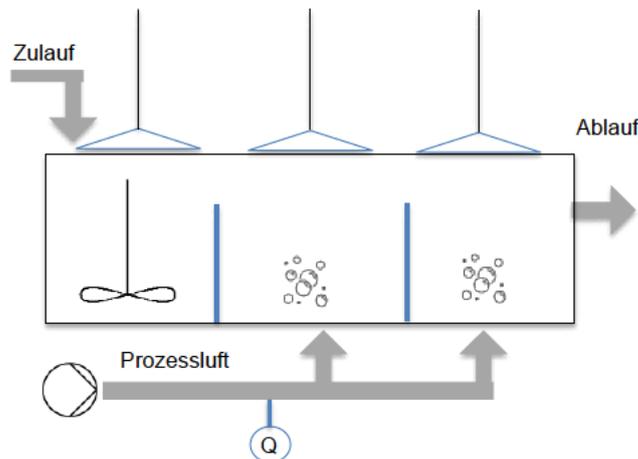
- j) Existieren Unterlagen (z.B. Schema der Messinstallation, Messresultate für Lachgas etc.) aus einer ARA, bei der bereits ein System «DynARA» eingesetzt wird?
- k) Wie wird sichergestellt, dass im gemessenen «Off-Gas» wirklich alle N₂O-Emissionen aus dem System erfasst werden? Kann ausgeschlossen, dass es zusätzliche, diffuse Emissionen gibt?
- l) Warum wird $\bar{Q}_{h, Abluft}$ im Falle der ARA Au in der Zuluft gemessen? Ist eine Messung in der Abluft (am gleichen Ort wie die Gasanalyse) nicht möglich? Falls nein: Wie kann ein systematischer Fehler ausgeschlossen werden?
- m) Gemäss Kapitel 1 des «Vorhabensbeschreibs» umfasst das System die Strassen 4 und 5, in Kapitel 5.2.3 heisst es aber, es gehe nur um die Messwerte der neuen 5. Strasse? Was ist korrekt? Die Systemgrenzen müssen im ganzen Projektbeschrieb konsistent sein.
- n) Wäre es in der ARA Au möglich, zur Überprüfung der Referenz und der Wirksamkeit der Massnahmen N₂O-Messungen im Off-Gas ohne Optimierung und mit Optimierung durchzuführen?
- o) Wäre es möglich, zur Überprüfung der Wirksamkeit in der ARA Au parallele N₂O-Messungen in den Strassen mit «DynARA» und in denjenigen ohne durchzuführen?

Antwort Gesuchsteller (28.02.2023)

- a) Die Technologie eignet sich für ganzjährig nitrifizierende Anlagen. Eine Anwendung bei Anlagen, die ausschliesslich C-Elimination betreiben ist nicht möglich. Anlagen mit ganzjähriger Denitrifikation (> 65% Eliminationsleistung) haben nur noch ein geringes Optimierungspotenzial, ausser anlagenspezifische Messungen zeigen höhere als erwartete N₂O-Emissionen.
- b) Die ARA -Leistung könnte durch den verfahrenstechnischen Ausbau zu einer ganzjährig denitrifizierenden Anlage ebenfalls verbessert werden. Dies erfordert jedoch einen bedeutenden Ausbau der Beckenvolumen und wird in der Praxis nur bei einer Gesamterneuerung /-erweiterung gemacht und der Kanton die höheren Reinigungsanforderungen verfügt. DynARA ist aktuell die kostengünstigste Technologie, um die Anlagenleistung zu verbessern und die Lachgasemissionen zu senken.
- c) Siehe b)
- d) Aufgrund der Komplexität und den langen Planungszyklen schätzen wir das Potential auf ca. 4-6 Anlagen bis 2030.
- e) Nein, die in DynARA angewendeten Messparameter sowie Steuer- und Regelsysteme entsprechen einer innovativen Technologie, die bei Kläranlagen üblicherweise nicht eingesetzt werden.
- f) Die ARA Au hat keine spezifischen Vorgaben zur Stickstoffelimination. Die mittlere Eliminationsrate lag im Jahr 2021 bei 50% (Kontrollbericht AfU Kt. St.Gallen). Die Anlage ist für Nitrifikation ausgelegt.
- g) Eine zwingende, weitergehende Stickstoffelimination ist in der GSchV z.Z. nicht vorgeschrieben. Die Kantone können je nach Situation weitergehende Massnahmen im Rahmen der Umsetzung des internationalen Abkommens zum Schutz der Nordsee verfügen. Bei der ARA Au ist das nicht der Fall.
- h) Die Strassen 4 und 5 sind exakt baugleich, weshalb eine Ausrüstung beider Strassen mit der DynARA Technologie betrieblich sinnvoll ist. In einer zweiten Etappe ist vorgesehen, auch die Strassen 1-3 nachzurüsten.
- i) Die Strassen 1-3, sowie 4 und 5 sind voneinander unabhängig. Optimierungsmassnahmen in den Strassen 4 und 5 haben keine Auswirkungen auf die Lachgasemissionen der Strassen 1-3. Die Strassen 1-3 sind bereits heute voll ausgelastet, weshalb der Ausbau mit einer 5. Strasse erforderlich ist. Eine Entlastung der 4. und 5. Strasse zugunsten der

<p>Strassen 1-3 würde die Ablaufqualität des gereinigten Abwassers gefährden (insbesondere Nitrit).</p> <p>j) Ja, der Pilotversuch der ETH Zürich auf der ARA Hofen ist hinreichend dokumentiert [34].</p> <p>k) Die Systematik der Messungen deckt sich mit den im Projekt N2OklimARA angewendeten System. Die Reaktoren sind voll durchmischt, mit Abluftmessungen je Reaktor werden sämtliche Emissionen erfasst.</p> <p>l) Das System ist im Gegensatz zu Festbetтанlagen (z.B. ARA Bern) oder Nitritationsreaktoren nicht abgeschlossen. Die Luftmenge kann ausschliesslich in der Zuluft erfasst werden.</p> <p>m) Das ist korrekt, es sollen die Strassen 4 und 5 ausgerüstet werden. Die Projektbeschreibung muss dahingehend angepasst werden.</p> <p>n) Ja, das wäre im Falle der ARA Au möglich. Die Strassen 4 und 5 könnten parallel mit und ohne Optimierung gefahren werden. Diese Konstellation ist jedoch nicht auf allen Anlagen möglich.</p> <p>o) Siehe n)</p>
<p>Zusatzfrage zur Frage l) (06.03.2023):</p> <p>Gemäss der Antwort auf die Frage l) handelt es sich bei der ARA Au um ein offenes System, bei der der Abluftstrom nicht gemessen werden kann. Für uns ist noch nicht nachvollziehbar, wie die Methode zur Bestimmung der Lachgasemissionen in diesen Fällen funktionieren soll. Die Methode im Anhang A5.2 der Programmbeschreibung geht davon aus, dass einerseits die N₂O-Konzentration in der Abluft und andererseits die Abluftmenge gemessen werden. Wenn anstelle dessen auch Messungen des Luft-Stroms im Zulauf in Kombination mit einer Messung der «Lachgaskonzentration in der Off-Gasmessung» möglich sein sollen, müsste die Methodenbeschreibung entsprechend erweitert werden. Es stellen sich dabei aber einige Fragen, die nicht trivial sind, z.B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wo soll überhaupt eine Messtelle «im Off-Gas» angebracht werden, wenn es sich nicht um konzentrierte sondern um diffuse Emissionen handelt? Gibt es dazu Erfahrungsbeispiele? (Falls ja: bitte beifügen). - Welcher Zusammenhang besteht überhaupt zwischen einer derartigen Konzentrationsmessung, welche nicht in einem messbaren Abluftstrom liegt, und der emittierten Gesamtmenge an Lachgas? Gibt es dazu Formeln, die zur Anwendung kommen können? (Falls ja, bitte in Anhang A5.2 aufnehmen und erläutern, auf welchen Annahmen sie basieren). - Welche Unsicherheiten bestehen bei einer derartigen Ermittlungsmethode (resp. Methode zur Abschätzung)? Kann sichergestellt werden, dass diese Unsicherheiten konservativ berücksichtigt werden? <p>Je nach Antwort auf diese Fragen muss in einem weiteren Schritt geklärt werden, welche Korrekturen nötig sind. Allenfalls muss die Methode zur Quantifizierung derartiger Anlagen auch grundlegend umgestellt werden, z.B. indem für sie bloss die Wirkungseffizienz der getroffenen Massnahmen durch einen Vergleich ohne Massnahmen / mit Massnahmen festgestellt wird ohne den Anspruch, die absoluten Lachgasemissionen erfassen zu können.</p>
<p>Antwort Gesuchsteller Zusatzfrage (17.03.2023):</p> <p>Die Systematik für die Erfassung diffuser Emissionen basiert auf einer wissenschaftlich anerkannten Methode. Diese sowie die erforderlichen Installationen sind in einer Publikation genau beschrieben (Joss, A., Gruber, W., Bühner, T., Feller, K., Biolley, L., von Känel, L., Braun, D. 2021. notos: multi-channel apparatus for monitoring off-gas in WWTPs, [47, Chapter 3]).</p> <p>Schematisch funktioniert die Methode wie folgt: Die Reaktorkompartimente in einer Belebtschlammanlage (vgl. Grafik unten) sind volldurchmischte Reaktoren, die über ein System mit Membranen oder Keramikscheiben von unten homogen mit Luftsauerstoff belüftet werden (bei grossen Anlagen bis 30'000 m³/h). Für eine volle Durchmischung sorgt die Belüftung oder ein eingebautes Rührwerk. Über den Reaktorkompartimenten wird eine Haube mittig positioniert. Für die korrekte Wahl der Anzahl Hauben ist ein systematischer Entscheidungsbaum vorhanden ([47], Figure 4.7, S.88). Damit ist sichergestellt, dass die Konzentration von N₂O in der Abluft korrekt</p>

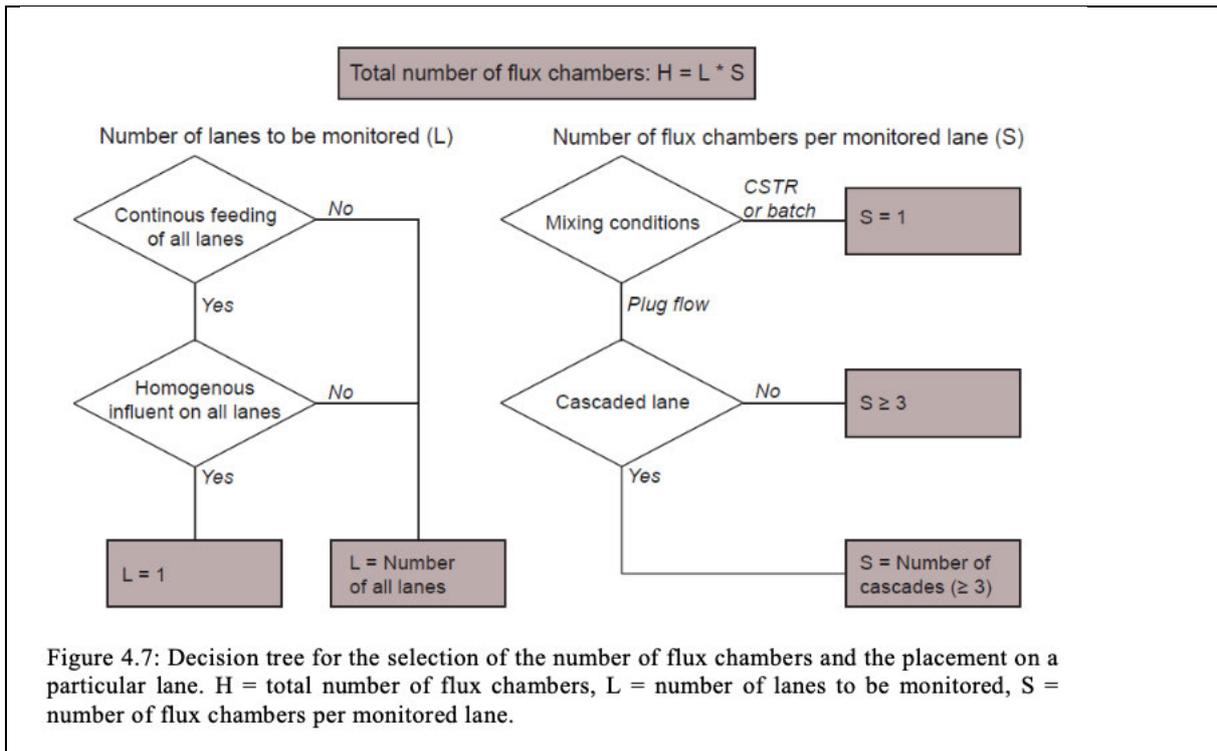
erfasst werden kann. Die Messung der einzelnen Kompartimente erfolgt hochauflösend im Minutentakt, die Luftproben werden über Messleitungen mittels einer kleinen Probenahmepumpe in den Analyzer geführt. Theoretisch können so bis 14 Messpunkte alle 15 Minuten erfasst werden [47]. Um die Emissionen zu bestimmen, muss die eingeblasene Luft auf der Zufuhrseite erfasst werden.



Die Messmethodik wurde im Rahmen der N2OKlimARA Kampagne bei 13 Schweizer Kläranlagen in Langzeitmessungen eingesetzt [33]. Für das Monitoring wird in Kap. 5.1. eine vergleichbare Messmethodik verlangt. Die Methodik entspricht damit derjenigen, die zur Ermittlung der Standard-Emissionsfaktoren im Rahmen des NIR eingesetzt wurde.

Die Formeln zur Berechnung der Emissionsfaktoren sind in [33a], Seite 3 und Anhang A5 («230317_Messungen zur Bestimmung der Emissionsfaktoren in Belebungsbecken.doc») publiziert. Im Rahmen des Programms wird darauf verzichtet, weitere Berechnungsformeln anzugeben. Die Ermittlung der Lachgasemissionen erfolgt durch spezialisierte Firmen, die für die korrekten Berechnungen (z.B. ppm -> mgN/Nm³) verantwortlich sind.

Die Genauigkeit der Methodik wurde von der EAWAG mit mehreren Vergleichsmessungen (z.B. homogener Reaktor mit 3 Messhauben im gleichen Reaktorkompartiment, geschlossener SBR Reaktor mit Abluftmessung und gleichzeitiger Haubenmessung sowie neu mit Drohnenüberflügen) überprüft. Die Resultate zeigen eine gute Übereinstimmung [47] (Drohnenflüge noch nicht publiziert).



Fazit Validierer

Die Fragen sind kompetent und nachvollziehbar beantwortet worden. Die Antwort auf die Zusatzfrage vom 06.03.2023 zeigt nachvollziehbar auf, dass die Lachgasemissionen auch bei offenen Systemen mit einer hinreichend genauen Methode gemessen werden können. Im Rahmen von CAR 5 wird sichergestellt, dass diese Anforderungen auch in die Messvorgaben einfließen. Der CR wird geschlossen.

CR 9		Erledigt	x
3.1.5	Die angewandte Technologie entspricht dem aktuellen Stand der Technik. (Bei einem Programm mit verschiedenen Technologien gilt der Punkt für alle angewandten Technologien.)		
3.3.8	Die Annahmen zur Berechnung der erwarteten Emissionsverminderungen sind nachvollziehbar und zweckmässig. Das Konservativitätsprinzip wird eingehalten (vgl. Abschnitt 2.4 VoMi-KOP).		
3.5.9	Die Annahmen für die Berechnung der erzielten Emissionsverminderungen berücksichtigen alle relevanten Unsicherheitsfaktoren und vermeiden eine wesentliche Fehleinschätzung der Emissionsverminderungen. (vgl. Kap. 7.2, VoMi-VVS)		
3.5.18	Der Messablauf, die vorgesehene Kalibrierung oder Eichung, das Messintervall, die Genauigkeit der Messmethode und die für die Messungen und Messgeräte verantwortliche Person sind für alle dynamischen Parameter aufgeführt		
Frage (20.02.2023)			

Fragen bezüglich Technologie, Referenzszenario und Quantifizierung der Emissionsverminderungen bei Projekten mit der Massnahme C «Ersatz emissionsintensiver Nitritationsverfahren»

Themenbereich Technologie / Referenz / Anwendbarkeit:

Bei dieser Massnahme geht es sich nicht um eine neue Technologie, sondern um den Ersatz von Anlagen mit besonders hohen Lachgasemissionen vor dem Ende ihrer geplanten Nutzungsdauer. Beim Musterprojekt, welches gemäss bisherigen Messungen Lachgas im Umfang von rund 35'500 t CO₂e emittiert, handelt es sich um die Faulwasserbehandlung einer ARA nach dem sogenannten «Sharon»- Verfahren. Die hauptsächlichen Fragen betreffen derartige Referenzanlagen:

- a) Gibt es neben dem «Sharon»- Verfahren noch andere sogenannte Nitritationsverfahren, welche zu derart hohen Lachgasemissionen führen? Falls ja: Welche?
- b) Entsprechen derartige Anlagen noch dem Stand der Technik? Werden sie heute noch gebaut? Oder, falls nein: Bis wann etwa?
- c) Ist bekannt, wieviele derartige Anlagen es in der Schweiz gibt?
- d) Wird damit gerechnet, dass noch weitere Projekte dieses Typs umgesetzt werden können? Falls ja: Wieviele?
- e) Seit wann ist bekannt, dass derartige Anlagen so hohe THG-Emissionen verursachen?
- f) Das Thema extremer Lachgasemissionen von Einzelemitenten ist ja seit rund 3 Jahren ein Politikum. Besteht nach dem Wissen der am Programm beteiligten Fachexperten die Aussicht, dass in näherer Zukunft die Sanierung derartiger Anlagen gesetzlich vorgeschrieben wird?
- g) Wenn für die Projekt- und Referenzemissionen keine Standardwerte vorhanden sind, müssen diese gemäss Kapitel 1.1 der Programmbeschreibung in einer Langzeitmessung über 12 (Typ A und B) bzw. 4 Monate (Typ C) anlagenspezifisch ermittelt werden. Warum wird ausgerechnet bei Massnahmen vom Typ C, wo ja besonders hohe Referenzemissionen ermittelt werden und die Gefahr einer Überschätzung der Emissionsverminderungen besonders hoch ist, eine 4-monatige Langzeitmessung als ausreichend repräsentativ für die Jahresemissionen angesehen?

Fragen zu Referenz/Alternativen beim Musterprojekt «Sharon ARA Aire»

- h) Sind die aus der Vorstudie [43] hergeleitete EF_R von 20% (!) für dieses Projekt und die daraus resultierenden Emissionen von 35'500 t CO₂e wirklich evident hergeleitet? Welche Unsicherheiten bestehen bei dieser Untersuchung noch?
- i) Könnte aus den bisherigen Messresultaten auch ein konservativer Referenzwert für die Jahresemissionen hergeleitet werden, der mit 90% Wahrscheinlichkeit nicht unterschritten würde?
- j) Wie gross sind die Schwankungen der Emissionen abhängig von Jahreszeit oder Betriebszustand des «Sharon-Reaktors»?
- k) Welcher Spielraum würde bei einem Weiterbetrieb des Sharon-Reaktors existieren für eine Lachgasreduktion durch Prozessoptimierungen? (vgl. dazu Mampaey K. E. (2016). Monitoring and modelling of N₂O emissions from innovative nitrogen removal processes. Ph.D. Thesis, Faculty of Bioscience Engineering, Ghent University, Belgium)?
- l) Wann wurde die bestehende Anlage nach dem Sharon-Verfahren gebaut. Wie lange ist die standardmässige Nutzungsdauer derartiger Anlagen? Wann ist das Ende derselben erreicht?
- m) Das Projekt besteht aus dem Bau einer Ersatzanlage nach dem Anammox-Verfahren. Entspricht diese Technologie dem Stand der Technik? Wurden auch andere technologische Alternativen geprüft? Was war ausschlaggebend für die Wahl der Technologie?
- n) Was würde unternommen, wenn der Ersatz der Anlage nach dem Sharon-Verfahren nicht über ein Klimaschutzprojekt abgewickelt werden könnte?

- o) Warum wird für dieses riesige Projekt kein Einzelprojekt mit einer eigenständigen Validierung gemacht, sondern die Erweiterung eines Programmes geplant, zu dessen Gegenstand ursprünglich die Sanierung von Anlagen mit emissionsintensiven Nitritationsverfahren nicht gehörte?
- p) Wurde mit der GS Kop des BAFU bereits geklärt, ob es von ihrer Seite irgendwelche Hinderungsgründe gibt für die Abwicklung eines derart grossen Projektes über ein Programm?

Fragen zu Messtechnik/Quantifizierung/Monitoring:

- q) Der Emissionsfaktor EF_P resp. die tatsächlichen N_2O -Emissionen müssen gemäss den Vorgaben während der Projektphase durch eine kontinuierliche Messung der Emissionen für jede Monitoringperiode ermittelt werden. Kann dies mit einer einzigen Messstelle im Abluftstrom des geplanten neuen Anamox-Reaktors abgedeckt werden?
- r) Wie wird sichergestellt, dass im gemessenen Gasstrom wirklich alle N_2O -Emissionen erfasst werden? Kann ausgeschlossen, dass es zusätzliche, diffuse Emissionen gibt?
- s) Wie lauten die Vorgaben für die Kalibrierung des Geräts zur N_2O -Messung? Existiert ein Konzept zur konservativen Korrektur von Messergebnissen, welche zu einer Unterschätzung der Projektemissionen führen?

Antwort Gesuchsteller (28.02.2023)

- a) Es sind dies potenziell alle Nitritations-Verfahren, die mit Zugabe einer C-Quelle betrieben werden.
- b) Die Anlagen entsprechen auch heute noch dem Stand der Technik sind weltweit in Betrieb.
- c) Eine genaue Zahl ist nicht bekannt, schätzungsweise sind 3 – 6 Anlagen mit potentiell hohen Emissionen in Betrieb.
- d) Wir gehen von ca. 3 Projekten bis 2030 aus, wobei die Anlage in Genf die Grösste ist.
- e) Die Erkenntnis ist neu (2022) und entstand im Rahmen einer Konzeptstudie zu der Regenerativ-thermischen Verbrennung von Lachgashaltiger Abluft aus der Abwasserreinigung.
- f) Der Fall Lonza ist anders gelagert. Dabei ging es um 600'000 tCO₂e/a, d.h. die 20-fache Menge des Reaktors in Genf. Angesichts der geringen Verbreitung dieser Reaktoren in der Schweiz und der Tatsache, dass der Reaktor in Genf der Grösste dieser Bauart ist, sind keine gesetzlichen Massnahmen zu erwarten.
- g) Nitritationsreaktoren unterliegen kaum saisonalen, sondern nur betrieblichen Schwankungen [46]. Die Temperatur des Faulwassers ist stabil, resp. wird durch Wärmetauscher auf das gewünschte Niveau gebracht. Der Faulwasseranfall ist über das Jahr hinweg konstant und die Beschickung kann gesteuert werden. Wissenschaftliche Resultate zeigen, dass der mittlere Emissionsfaktor aus Nitritationsreaktoren mit 50 Stichproben innerhalb des 95%-Vertrauensintervalls bestimmt werden kann [46, S.52]. Wir schreiben innerhalb des Programms für die Bestimmung der Referenzemissionen eine 4-monatige Messdauer vor. Die Messungen erfolgen dabei nicht stichprobenartig, sondern kontinuierlich (1-5 Minutenintervall). Damit ergeben sich 35'000 – 170'000 Datenpunkte. Die erwartete Genauigkeit übertrifft damit diejenige der erwähnten Studie.
- h) Die erwähnte Quelle [43] ist lediglich eine Dokumentation von einzelnen Stichprobenmessungen. Sie bietet eine Grundlage für eine erste Einschätzung der Emissionen. Seit 6.11.2022 läuft im Auftrag der SIG eine dauerhafte online Messung der eingeblasenen Luftmenge sowie der Lachgaskonzentrationen in der Abluft (Auftragnehmer Upwater ag). Die Auswertungen der ersten 3 Monate zeigen Emissionen in der gleichen Grössenordnung wie die Stichproben.
- i) Die Ermittlung der Referenzemissionen (EF_R) basiert auf einer wissenschaftlichen Auswertung von Langzeitmessungen [46]. Mittels einer Bootstrap-Methode konnte nachgewiesen werden, dass für die Bestimmung des Emissionsfaktors eines Nitritations-Reaktors mindestens 50 Stichproben erforderlich sind, um den Mittelwert mit einer

Genauigkeit von +/- 5% zu bestimmen. Die geforderte Messdauer von 4 Monaten übertrifft diese Stichprobe um ein Vielfaches, sowohl in Bezug auf die Anzahl Probetage (Faktor 3.5), als auch auf die effektiven Proben (Online-Messungen mit bis zu 1440 Messpunkten pro Tag). Aus wissenschaftlicher Sicht sind keine weiteren Massnahmen erforderlich, um die Genauigkeit der Bestimmung der Referenzemissionen zu erhöhen.

- j) Die Auswertung von Langzeitmessungen an zwei Standorten (arabern und ARA Thunersee) zeigte, dass die N₂O-Emissionen starke zeitliche Fluktuationen haben, jedoch keine Saisonalität ausweisen [46].
- k) Die Entstehungswege für N₂O sind nicht restlos geklärt, die vorhandenen Simulationsmodelle noch unvollständig. Die erwähnte Studie sagt dazu aus "...while the model adequately captured the off-gas N₂O dynamics throughout the monitoring campaign and the N₂O emissions were adequately predicted during the first two weeks of the monitoring campaign, the model was not able to predict actual N₂O emission for the third week of the monitoring campaign, which was underestimated by 50 %" [Mampaey K. E. (2016), S.164]. Die erwähnte Studie gibt keine schlüssigen Hinweise, wie die N₂O-Emissionen betriebsstabil reduziert werden könnten. Der Vorschlag, mit variablen Reaktorvolumen die anoxischen Phasen zu verkürzen, wird in der gleichen Studie relativiert: «However, the practical implementation might not be straight forward, as periods of high ammonium conversion rates are expected, which would increase the N₂O emissions" [Mampaey K. E. (2016), S.167]. Zielgrösse des Verfahrens ist sind nicht die Lachgasemissionen, sondern der Wirkungsgrad der N-Elimination. Ist dieser zu tief besteht die Gefahr, dass die Stickstofffracht in den Rückläufen zu hoch ist und in den Biostyr-Reaktoren zu erhöhten N₂O-Emissionen führen.
- l) Die Anlage ging 2012 in Betrieb, die betriebliche Nutzungsdauer entspricht der mittleren ARA-Lebensdauer, d.h. gemäss Empfehlung des Verbandes Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute 33 Jahre. Elektro-mechanische Komponenten werden gemäss HRM2 über 15 Jahre abgeschrieben. Solche Komponenten werden mit punktuellen Sanierungen weitere 15 Jahre bis zur Gesamtsanierung betrieben.
- m) Das Anammox-Verfahren gilt als Stand der Technik. Dabei zeigt die Erfahrung, dass einstufige Anammox-Verfahren anspruchsvoll im Betrieb sind. Deshalb werden vorwiegend zweistufige Anammox-Verfahren empfohlen, welche wesentlich betriebsstabiler sind. Damit kann die geforderte N-Eliminationsleistung zuverlässig erbracht werden (vgl. dazu A.Joss, E. Morgenroth et.al, Modifiziertes Anammox-Verfahren. Faulwasserbehandlung mit stabiler Prozessführung. Aqua und Gas 1/2023).
- n) Die Anlage würde bis zu einer Gesamtsanierung weitere 20 Jahre betrieben. Einzelne Komponenten (z.B. Pumpen, Schieber, Messsonden) würden bei einem Ausfall ersetzt.
- o) Die Forschungsarbeiten der EAWAG und der ETH haben seit der Erstregistrierung des Programms weitere Ansatzpunkte gezeigt, wo die N₂O-Emissionen auf Kläranlagen anfallen und wie sie vermindert werden können. Der Anspruch ist, diese Anstrengungen und Technologien mit einem Programm abdecken zu können. Das vereinfacht die Kommunikation. Zudem sind in der Schweiz weitere, kleinere potentiell emissionsintensive Reaktoren mit künstlicher C-Quelle in Betrieb, für welche die Hemmschwelle, ein eigenes Projekt zu entwickeln, zu hoch wäre. Die im Programm P0174 vorhandenen Ressourcen, Methoden und Kompetenzen decken die Erfordernisse des Projekttyps C vollständig ab: Gleiche Fachexperten, identische Messtechnik, gleiches Monitoringkonzept. Die Ausscheidung macht deshalb aus unserer Sicht keinen Sinn. Ein eigenständiges Projekt würde nach den gleichen Prinzipien wie der Projekttyp C aufgesetzt, ebenfalls wäre die Projektdokumentation identisch. Als erstes Projekt dieses Projekttyps wird zudem eine umfassende Verifizierung vorgenommen werden.
- p) Nein, diesbezüglich wurden keine Absprachen getroffen. Im Programm sind aber auch unter dem Projekttyp D grosse Projekte mit 10-40'000tCO_e/a möglich.
- q) Ja, der Reaktor ist abgedeckt und vollständig durchmischt. Die Probenahme erfolgt im

<p>Innenraum des Reaktors nahe der Wasseroberfläche.</p> <p>r) Vgl. Antwort q)</p> <p>s) Die Wartung und Kalibrierung der N₂O-Messgeräte erfolgt nach Vorgabe der Gerätehersteller. Je nach Fabrikat kann diese unterschiedlich sein. Mindestens erfolgt die Kalibrierung 1x pro Monat durch die Messung eines Referenzgases z.B. 1000ppm) sowie eines Nullgases (vgl. Kap. 5.3.3). Sind die Abweichungen grösser als +/- 5%, erfolgt eine Korrektur. N₂O-Messungen in gesammelter Abluft entsprechen dem Stand der Technik. Die Messung der N₂O-Emissionen aus offenen Belebungsbecken erfolgt nach einer wissenschaftlich anerkannten Methode [47]. Eine systematische Korrektur der Messergebnisse ist nicht zu begründen.</p>
<p>Fazit Validierer</p> <p>Die Fragen sind kompetent und nachvollziehbar beantwortet worden. Aufgrund der Antworten kommt die Validierungsstelle zum Schluss, dass auch der Projekttyp C geeignet ist zur Umsetzung von Projekten im Rahmen des vorliegenden Programms. Der CR wird geschlossen.</p> <p>An der Validierungs-Besprechung vom 01.03.2023 wurde die Gesuchstellerin ausserdem darauf hingewiesen, dass die Abwicklung von sehr grossen Projekten mit hohen Investitionssummen über ein Programm mit erheblichen Risiken verbunden sein kann, da die Eignung des Projektes zum Erhalt von Bescheinigungen für Emissionsverminderungen erst in der ersten Verifizierung nach dessen Realisierung geprüft und erst mit der Anerkennung der Verfügung über die ersten erzielten Bescheinigungen rechtskräftig wird.</p>

CR 10	Erledigt	x
3.1.5	Die angewandte Technologie entspricht dem aktuellen Stand der Technik. (Bei einem Programm mit verschiedenen Technologien gilt der Punkt für alle angewandten Technologien.)	
3.3.8	Die Annahmen zur Berechnung der erwarteten Emissionsverminderungen sind nachvollziehbar und zweckmässig. Das Konservativitätsprinzip wird eingehalten (vgl. Abschnitt 2.4 VoMi-KOP).	
3.5.9	Die Annahmen für die Berechnung der erzielten Emissionsverminderungen berücksichtigen alle relevanten Unsicherheitsfaktoren und vermeiden eine wesentliche Fehleinschätzung der Emissionsverminderungen. (vgl. Kap. 7.2, VoMi-VVS)	
3.5.18	Der Messablauf, die vorgesehene Kalibrierung oder Eichung, das Messintervall, die Genauigkeit der Messmethode und die für die Messungen und Messgeräte verantwortliche Person sind für alle dynamischen Parameter aufgeführt	
<p>Frage (20.02.2023)</p> <p><u>Fragen bezüglich Technologie, Referenzszenario und Quantifizierung der Emissionsverminderungen bei Projekten mit der Massnahme D «Thermische Behandlung der gesammelten Abluft mit RTO»</u></p> <p>Themenbereich Technologie / Anwendbarkeit:</p> <p>a) Bei welchen Anlagentypen/Reinigungszielen ist diese Technologie anwendbar (C-Elimination, ganzjährige Nitrifikation, ganzjährige Denitrifikation, emissionsintensive Nitritation)? Was für Unterschiede bestünden bei der Anwendung?</p> <p>b) Welche Alternativen zur Implementierung einer thermischen Behandlung der gesammelten Abluft mit RTO wären möglich? Könnte z.B. auf Anlagen ohne ganzjährige Denitrifikation eine solche eingeführt werden? Oder gibt es andere, weniger kostenintensive Möglichkeiten einer Lachgasvermeidung durch technische oder betriebliche Optimierung der</p>		

Denitrifikation (z.B. kontinuierlicher statt diskontinuierlicher Betrieb, DynARA)? Wie stünde es mit dem Kosten-/Nutzen-Verhältnis solcher Massnahmen im Vergleich zur thermischen Behandlung?

Fragen zu Referenz/Alternativen beim Musterprojekt «RTO Abluft ARA Bern»:

Das Projekt ist sehr gut dokumentiert, und die Dokumentation wirft keine Fragen auf. Da bei dieser Technologie die Emissionsverminderungen durch die Messung der Differenz der Lachgasmenge zwischen Zuluft und Abluft ex-post mit hoher Genauigkeit ermittelt werden können, sind die Anforderungen an die ex-ante-Bestimmung der Referenzemissionen geringer als in anderen Fällen.

Fragen zu Messtechnik/Quantifizierung/Monitoring:

- c) Existiert bereits ein Schema zur Anordnung der Messinstrumente? (Falls ja, bitte im entsprechenden Anhang beilegen)
- d) Existieren bereits Vorgaben zur korrekten Erfassung des Volumenstroms in Nm³, einschliesslich der dazu notwendigen Vorgaben zur Erhebung von Druck und Temperatur?
- e) Wie lauten die Vorgaben für die Kalibrierung der Geräte zur N₂O-Messung? Existiert ein Konzept zur konservativen Korrektur von Messergebnissen, welche zu einer Unterschätzung der Projektemissionen (oder einer Überschätzung der Referenzemissionen) führen?

Antwort Gesuchsteller (28.02.2023)

- a) Für den sinnvollen Einsatz der RTO-Technologie steht die Anlagekategorie (C-Abbau, nitrifizierend, ganzjährig denitrifizierend) der Kläranlage nicht im Vordergrund. Vielmehr werden bei Projektentscheidungen folgende Bedingungen beurteilt:
 - Die Reaktoren müssen abgeschlossen sein und die Abluft fassbar. Dies ist meist bei Nitritions-Reaktoren, Festbett resp. Biostyr-Anlagen gegeben.
 - Die Anlage emittiert bedeutende Mengen an N₂O (Kriterium der Wirtschaftlichkeit über den Verkauf von Bescheinigungen)
 - Massnahmen an der Quelle sind nicht möglich oder unwirtschaftlich.
- b) Auf einer offenen Belebtschlammanlage, SBR oder A/I-Anlage würde in erster Prio die DynARA-Technologie geprüft, da diese bedeutend wirtschaftlicher ist. Für Nitritions-Reaktoren, Festbett- resp. Biostyr-Verfahren ist diese Technologie jedoch nicht einsetzbar. Ein grundsätzlicher Umbau in eine ganzjährig denitrifizierende Anlage erfordert den Ausbau der Beckenvolumen. Das wird in der Praxis nur im Rahmen einer Gesamtsanierung / Erweiterung umgesetzt und ist in Bezug auf die Investitionen deutlich teurer.
- c) Es existiert ein vollständiges MSRL-Konzept. Die Anordnung der Messstellen liegen in der Zuluft zur RTO-Anlage sowie im Abgas (vgl. Projektbeilage 10). Festgestellt werden die N₂O-Emissionen und die Luftmengen. Die Messgeräte für die Erfassung der Volumenströme werden durch den Anlagenbauer geliefert. Die Konzentrationsmessung von N₂O erfolgt durch die spezialisierte Firma Upwater ag.
- d) Die korrekte Erfassung ist über die installierten Volumenstrom-Messgeräte im Industriestandard gesichert (vgl. Projektbeilage 10a, Seite 5: Deltabar S / Deltatop / Promag von ██████). Die Messgeräte liefern den Normvolumenstrom.
- e) Die Wartung und Kalibrierung erfolgt gemäss Vorgaben der Messgerätelieferanten. Die Messtechnologie in der Zuluft und im Abgasstrom ist etabliert. Die Wartung und Kalibrierung erfolgt mittels Wartungsvertrag mit dem Gerätelieferanten.
Die Referenz- und Projektemissionen werden online gemessen. Das Monitoring ist so ausgelegt, dass nur Tage ausgewertet werden, an denen sowohl die Zuluft, als auch der Abgasstrom erfasst wurde. Das Messintervall beträgt 3 Minuten. Nach unserer Auffassung sind die Emissionsminderungen damit genügend genau erfasst und benötigen keine Korrektur.

Fazit Validierer

Die Fragen sind kompetent und nachvollziehbar beantwortet worden. Um sicherzustellen, dass bei allen künftigen Projekten ein projektspezifisches Messkonzept erstellt wird, wird ein FAR erlassen. Der CR wird geschlossen.

CR 11	Erledigt	x
3.2.4	<p>Im Monitoringkonzept sind Massnahmen zur Vermeidung von Doppelzählungen aufgrund anderweitiger Abgeltung des ökologischen Mehrwerts vorgesehen. (vgl. Art. 10 Abs. 5 CO₂-Verordnung und Abschnitt 2.9 VoMi-KOP)</p>	
<p>Frage (20.02.2023)</p> <p>Im Zusammenhang mit der Schnittstelle zum Programm «0089 Programm zur Behandlung von methanhaltigen Abluftströmen auf kommunalen Kläranlagen» stellen sich die folgenden Fragen:</p> <ol style="list-style-type: none"> Hat die energetische Nutzung methanhaltiger Abluft wirklich keinen Einfluss auf die Lachgasemissionen? Falls nein: Bitte begründen und erläutern! Wird das Lachgas im Abluftstrom gar nicht erfasst, oder geht dieses unverändert durch die Verbrennungsanlage? Wird zugelassen, dass auf der gleichen ARA sowohl Massnahmen im Rahmen des Programms 0089 als auch solche im Rahmen des Programms 0174 umgesetzt werden? Falls ja: Ist geklärt, welche Massnahmen getroffen werden müssen, um Doppelzählungen, eine Verfälschung der Zusätzlichkeitsprüfung oder Leakageeffekte²¹ zu vermeiden? Sind Massnahmen denkbar, mit denen gleichzeitig Methan und Lachgas reduziert werden können (z.B. thermische Abluftbehandlung)? Falls ja: Soll die Möglichkeit bestehen, dass solche Massnahmen durch beide Programme gefördert werden, oder wird dies ausgeschlossen und der Betreiber muss sich für eine der zwei Programme entscheiden? 		
<p>Antwort Gesuchsteller (28.02.2023)</p> <ol style="list-style-type: none"> Im Schlammstapel und im Faulraum entstehen keine Lachgasemissionen (vgl. Abbildung unten). Im Faulgas sind entsprechend keine, resp. nur unbedeutende Lachgaskonzentrationen enthalten. Das Programm P0089 zielt auf die Nutzung der Abluft aus Faulraum, Schlammstapel und Schlammwässerung. Das Programm P0174 dagegen auf die Abluft auf Rücklaufbehandlungen und der Biologischen Reinigung. Eine gegenseitige Beeinflussung kann ausgeschlossen werden. <div data-bbox="331 1218 1220 1727" data-label="Diagram"> <p>The diagram illustrates the wastewater treatment process with associated emissions. It starts with 'Kanalnetz' (sewer network) leading to 'Mechanische Vorreinigung' (mechanical pre-treatment). The main biological treatment consists of 'Vorklärbecken' (primary clarifier), 'Biologische Reinigung' (biological treatment), and 'Nachklärbecken' (secondary clarifier). Sludge is managed through 'Eindicker' (thickener), 'Faulraum' (anaerobic digester), 'Schlammstapel' (sludge stack), 'Rücklaufbehandlung' (return sludge treatment), 'Entwässerung' (dewatering), and 'Schlammverbrennung' (sludge incineration). A legend at the top indicates: blue arrows for CO₂ Emissionen (Elektrizität), red wavy arrows for Na₂O Emissionen, and green wavy arrows for CH₄ Emissionen. Emissions are shown at various stages: CO₂ at mechanical pre-treatment, biological treatment, and sludge incineration; Na₂O at biological treatment and sludge incineration; CH₄ at biological treatment, sludge stack, and sludge incineration.</p> </div> <p style="text-align: right;">?</p> <ol style="list-style-type: none"> Massnahmen aus beiden Programmen sind zulässig. Die eingesetzten Systeme sind jedoch voneinander unabhängig (vgl. Antworten zu Frage a)). Leakage-Effekte über Massnahmen im Programm P089 können ausgeschlossen werden: Die verfahrenstechnische Interaktion zwischen der Schlammbehandlung, der Rücklaufbehandlung und der Biologischen Reinigung 		

²¹ Leakage kann zum Beispiel dann entstehen, wenn die Massnahmen des einen Programmes die Referenzemissionen des anderen beeinflussen, ohne dass dies korrekt berücksichtigt wird.

<p>erfolgt über das Schlammwasser sowie das Faulwasser. Beides ist unabhängig vom Grad der energetischen Nutzung der methanhaltigen Abluft.</p> <p>c) Die Verbrennung von Lachgas in einem BHKW wurde untersucht und wäre wahrscheinlich möglich. Nach Rücksprache mit Anlagenbetreibern haben wir diese Variante jedoch explizit nicht in unserem Programm aufgenommen. Die N₂Ohaltige Abluft fällt in grosser Menge fortlaufend an, die BHKW werden jedoch je nach Bedarf gesteuert (methanhaltiges Klärgas kann im Gegensatz zu N₂Ohaltiger Abluft im Gasometer gespeichert werden). Der Wirkungsgrad der thermischen Behandlung wäre unwirtschaftlich und die betrieblichen Risiken für die BHKW noch weitgehend unbekannt.</p>
<p>Zwischenfazit und Zusatzfrage Validierer (23.03.2023)</p> <p>Die Fragen zu Schnittstellen mit dem Programm «0089 Programm zur Behandlung von methanhaltigen Abluftströmen auf kommunalen Kläranlagen» sind geklärt.</p> <p>Zum Thema «Schnittstellen mit anderen Massnahmen» sind aber nochmals neue Fragen aufgekommen. In Kapitel 2.3 heisst es zu potenziellen Schnittstellen mit den Projekten «0159 N₂O-Vernichtung bei der Schlammverbrennung der ARA Rhein AG» und «0266 N₂O Minderung im Rauchgas der Klärschlammverbrennung ProRhenobasel»: «Falls eine der beiden ARA im Programm mitwirkt, müsste die durchschnittliche spezifische N₂O-Emission pro t KS (Parameter D_{RE}) neu geprüft und gegebenenfalls korrigiert werden. Das Programm stellt sicher, dass diese Anpassung im Projekt gemacht wird oder die zu hohen Emissionsverminderungen aus dem Projekt als Leakage im Projekt dieses Programms abgezogen werden.» Auf welche Weise soll dies sichergestellt werden? Wir haben dazu nichts Weiteres gefunden in der Projektbeschreibung.</p>
<p>Antwort Gesuchsteller (31.03.2023)</p> <p>Bei einer genauen Prüfung zeigt sich diese theoretische Interaktion in der Umsetzung als bedeutungslos: Eine potentielle Beeinflussung der pro Tonne Klärschlamm emittierten Menge Lachgas in der Schlammverbrennung (D_{RE}) ist nur beim Projekttyp A gegeben: Wird Klärschlamm nicht entwässert verbrannt, macht ein Projekttyp A keinen Sinn, d.h. der Klärschlamm kann zwar vor dem Verbrennen entwässert werden, die separate Behandlung des Faulwassers führt aber zu keiner wirksamen Entlastung der biologischen Reinigungsstufe (das Faulwasser wurde vorher mitverbrannt und nicht zurück geführt). Im Projektszenario resultieren daher keine tieferen Lachgasemissionen. Eine Aufnahme ins Programm würde verneint. Wird der Klärschlamm entwässert verbrannt und das Faulwasser in die Biologie zurück geführt, ergeben sich durch den Projekttyp A keine Änderungen im Verbrennungsprozess (D_{RE} bleibt unverändert).</p>
<p>Fazit Validierer</p> <p>Die Frage konnte geklärt werden.</p> <p>Eine weitere Korrektur wurde zusätzlich angebracht, weil bei den verschiedenen Projekten / Programmen zur Abwärmenutzung bei Kläranlagen die Wärmeentnahme nicht nur nach der ARA, sondern auch vor Einleitung stattfinden kann. Eine Wärmenutzung im Rohabwasser kann die Abwassertemperatur im Zufluss zur Kläranlage beeinflussen. Die möglichen Auswirkungen sind in Kapitel 3.2.1 der Programmbeschreibung wie folgt aufgenommen: <i>„Eine Beeinflussung der Abwassertemperatur durch eine Abwärmenutzung im Rohabwasser kann einen negativen Einfluss auf die Nitrifikationsleistung haben: Bei tieferen Temperaturen kann ein Verlust von nitrifizierenden Bakterien resultieren, was zu erhöhten Lachgasemissionen führt. Die vorhandenen Leistungsreserven der Kläranlage bestimmen jedoch die zulässige Wärmemenge, die genutzt werden darf. Durch die Wahl von Standard-Referenzemissionen, bzw. die Messung der effektiven Referenz- und Projektemissionen ist ein konservativer Ansatz gewährleistet. Eine Abwärmenutzung im Rohabwasser ist damit kein relevanter Einflussfaktor.“</i></p> <p>Mit den obigen Klärungen und dieser letzten Ergänzung wird der Befund geschlossen.</p>

CR 12	Erledigt	x
3.3.3	Alle indirekten Emissionen (innerhalb der Systemgrenze) sind thematisiert und mit einbezogen.	
<p>Frage (20.02.2023)</p> <p>Methanemissionen werden weder in der Referenz noch als Projektemissionen berücksichtigt. Zur Beurteilung, ob dies korrekt resp. konservativ ist, bitten wir um Beantwortung der folgenden Fragen:</p> <p>a) Welchen Einfluss hat das Stripping (Technologie A) auf die Methanemissionen?</p> <p>b) Welchen Einfluss hat die Implementierung einer dynamischen Regelung (DynARA) (Technologie B) auf die Methanemissionen?</p> <p>c) Welchen Einfluss hat der Ersatz des Nitritationsverfahrens (Technologie C) auf die Methanemissionen?</p> <p>d) Welchen Einfluss hat thermische Behandlung der gesammelten Abluft (Technologie D) auf die Methanemissionen?</p> <p>Anmerkung: Bei Technologien, die keinen Einfluss oder einen verminderten Einfluss haben, kann Methan tatsächlich weggelassen werden. Sollte jedoch eine in eine Projekt eingesetzte Technologie als Nebeneffekt die Bildung von Methan erhöhen, müssten die entsprechenden Emissionen berücksichtigt werden.</p>		
<p>Antwort Gesuchsteller (28.02.2023)</p> <p>a) Keine</p> <p>b) Keine</p> <p>c) Keine</p> <p>d) Positive Effekte, indem ggf. in der Abluft der biologischen Reinigung enthaltenes Methan thermisch verbrannt wird. Im Sinne eines konservativen Ansatzes wird dies jedoch nicht berücksichtigt.</p>		
<p>Fazit Validierer</p> <p>Die Fragen sind geklärt. Methanemissionen weder in der Referenz noch als Projektemissionen zu berücksichtigen, ist nach Einschätzung der Validierungsstelle korrekt resp. konservativ. Der CR wird geschlossen.</p>		

CR 13	Erledigt	x
3.3.9	Die erwarteten Emissionsverminderungen sind realistisch (vgl. Abschnitt 5.4 VoMi-KOP).	
3.3.13	Die erwartete Anzahl von Projekten, welche den Abschätzungen zu Grunde gelegt ist, ist angegeben.	
<p>Frage (20.02.2023)</p> <p>a) Bitte geben Sie an, mit wie vielen Projekten welchen Typs und welcher Grössenordnung bei den ex-ante-Berechnungen gerechnet wurde.</p> <p>b) Bitte erläutern Sie Ihre Überlegungen dazu unter Berücksichtigung Ihrer Branchenkenntnisse im Bereich von ARAs in der Schweiz.</p> <p>c) Wie schätzen Sie die Chance ein, dass wegen den attraktiven finanziellen Förderungen durch das Programm wesentlich mehr Projekte umgesetzt werden können? Wie hoch schätzen Sie das theoretische Potenzial der Technologie/Massnahmen ein?</p>		
Antwort Gesuchsteller (28.02.2023)		

<p>a) Bei der ex-ante Berechnung haben wir ausschliesslich Projekte berücksichtigt, von denen wir unmittelbare Kenntnis haben. Es sind dies Typ A (1), Typ B (2), Typ C (1), Typ D (3)</p> <p>b) Die ex-ante Berechnung ist sehr konservativ. Mittlerweile haben sich für jeden Projekttyp (z.B. Typ C: ARA Bazenheid, Typ B: ARA Mannenberg, Typ A: ARA Birs) weitere Anlagen bei uns gemeldet, die interessiert sind.</p> <p>c) Die finanzielle Förderung ist ein Schlüsselement für die Umsetzung weiterer Projekte. Die langen Projektzyklen (Konzept, Vorprojekt, Kreditgenehmigungen, Bauprojekt, Baubewilligungen, Realisation, Inbetriebnahme und Optimierung) sowie die hohe Auslastung der Planer sowie der Industrie führen zu zeitlichen Verzögerungen. Es gibt in der Schweiz 19 Festbetтанlagen mit 1.9 Mio. angeschlossenen Einwohnern. Diese Anlagen eignen sich für den Projekttyp D. 102 Anlagen mit mehr als 10'000 Einwohnern sind SBR / AI oder Belebtschlammanlagen mit Nitrifikation und keiner ganzjährigen Denitrifikation. An diese Anlagen sind 3.5 Mio. Einwohner angeschlossen und eignen sich für die Massnahme B. Auf 13 Anlagen sind Nitritationsreaktoren in Betrieb. Diese eignen sich entweder für Typ C oder D.</p>
<p>Fazit Validierer</p> <p>Fragen sind geklärt. Da die Schätzungen eher die untere Grenze des erwarteten Bereichs abdecken, wird mit CAR 6 eine Anpassung verlangt. Der CR wird geschlossen.</p>

CR 14	Erledigt	x
3.4.1	Die zur Wirtschaftlichkeitsanalyse verwendete Analysemethode ist korrekt.	
3.4.4	Die weiteren Annahmen zur Berechnung der Wirtschaftlichkeit sind nachvollziehbar und zweckmässig.	
3.4.6	Alle Unterlagen zur Prüfung von Daten, Annahmen und Parameter der Wirtschaftlichkeitsanalyse sind vorhanden.	
3.4.7	Die Berechnung der Wirtschaftlichkeit ist vollständig und korrekt.	
3.4.8	Unsicherheiten in der Berechnung der Wirtschaftlichkeit sind durch konservative Annahmen abgefangen.	
<p>Frage (20.03.2023)</p> <p>Zum Zusätzlichkeitsnachweis gibt es folgende Fragen:</p> <p>Allgemeine Fragen:</p> <p>a) Welche Anpassungen wurden im Berechnungsfile «221912_Tool Wirtschaftlichkeitsanalyse» gegenüber der Fassung der ersten Validierung vorgenommen? (Wichtige Änderungen bitte begründen.)</p> <p>b) Wie wird mit Investitionen umgegangen, die eine längere standardisierte Nutzungsdauer haben als 15 Jahre?</p> <p>c) Wie werden Restwert und Restlaufzeit von bestehenden Anlagen bei vorzeitigem Ersatz einbezogen?</p> <p>d) Ist sichergestellt, dass die Kosten jeweils durchwegs gleich ohne Mehrwertsteuer in die Berechnung einfließen?</p> <p>e) Ist sichergestellt, dass die jeweiligen Annahmen zu den Investitions- und Betriebskosten bei der ersten Verifizierung der entsprechenden Vorhaben anhand der effektiven Zahlen überprüft werden?</p> <p>Zu klärende Fragen anhand des Musterprojekts a:</p> <p>f) Wie sind die Investitionskosten im Feld C19 belegt?</p> <p>g) Allgemein: Warum gibt es keinen Verweis auf Nachweisdokumente zum Beleg der</p>		

eingesetzten Zahlen? Es wäre sehr hilfreich, wenn dies in das Excel-Tool aufgenommen würde.

- h) Warum stimmen Betriebsaufwand und Betriebserträge in «Beilage 9_IRR_Stripping_Altenrhein» nicht überein mit denjenigen in «Beilage 10 Betriebskosten»? Handelt es sich beim ersten um die Schätzungen vor Umsetzung des Projektes und bei den zweiten um effektive Kosten und Erlöse?
Falls ja: Werden die Abweichungen im vorliegenden Fall als wesentlich eingestuft oder nicht? Aufgrund welcher Kriterien? Wie wird vorgegangen, wenn wesentliche Abweichungen zwischen geschätzten und effektiven Kosten auftreten?

Zu klärende Fragen anhand des Musterprojekts b:

- i) Warum stimmen Betriebsaufwand und Betriebserträge in «Beilage 9_IRR_DynARA_MusterAnlage» nicht überein mit denjenigen in «5a Investitionen und BK»? Und warum existiert dieses ein zweites Mal unter dem Namen «Beilage 5a_Abgrenzung Betriebs und Investitionskosten».

Zu klärende Fragen anhand des Musterprojekts c:

- j) In diesem Fall ist der Verweis auf die Quelle (Beilage 4) zwar gut. Es gibt aber auch wieder Differenzen, die zu korrigieren oder zu erklären sind:
- Investitionskosten (o. MwSt) CHF 4'015'000, nicht CHF 4'324'000.
- Die Kosteneinsparungen von CHF 297'000.- sind zwar korrekt mit negativem Vorzeichen eingefügt. Daneben sind aber Strom (CHF 14'700), Wartungskosten (CHF 113'000) und Kosten für Analysen (CHF 36'000) nochmals aufgeführt. Die Gesamtbilanz der Betriebskosten im Projektfall abzüglich derjenigen im Referenzfall ist damit nicht korrekt.
- k) Der Posten «einmalige Abschreibung MSRL» ist zwar mit Beilage 3a einigermaßen nachvollziehbar belegt. Einige Fragen sind dazu aber noch offen: Was sind das genau für Anlagenteile, die noch nicht amortisiert sind? Wie alt sind sie, und welche Restlaufdauer hätten sie noch ohne Projekt?
- l) Wie wird die Lebensdauer der neuen Anlage von 15 Jahren begründet? Unter den Investitionen sind doch auch solche in Gebäudeteile mit einer standardisierten Nutzungsdauer länger als 15 Jahre?
- m) Wie kommt der sehr niedrige Preis für die Bescheinigungen von nur CHF 20.-/t CO₂e zu Stande? Ist der das Resultat aus Verhandlungen mit einem vorgesehenen Abnehmer? (Falls ja, bitte beilegen). Ist irgendwo festgehalten, dass die entsprechenden Verträge mit dem vorgesehenen Abnehmer dem Verifizierer zur Prüfung vorgelegt werden?

Zu klärende Fragen anhand des Musterprojekts d:

- n) Wie wird die Lebensdauer der neuen Anlage von 15 Jahren begründet? Unter den Investitionen sind doch auch solche in Gebäudeteile mit einer standardisierten Nutzungsdauer länger als 15 Jahre?

Anmerkung:

Im Rahmen der Validierung wird nur geprüft, ob das Verfahren geeignet ist um die Zusätzlichkeit der Projekte nachzuweisen. Die Fragen zu den Musterprojekten decken deshalb jeweils nicht alle relevanten Aspekte der Wirtschaftlichkeitsanalyse ab, sondern nur diejenigen, die bei einem bestimmten Projekt exemplarisch geklärt werden können. Die erneute Validierung ersetzt deshalb die im Rahmen der Verifizierung noch vorzunehmende Prüfung der Zusätzlichkeit der einzelnen Projekte nicht.

Antwort Gesuchsteller (28.02.2023)

- a) Im Rahmen der ersten Validierung wurde die Wirtschaftlichkeitsanalyse auf der Basis einer einfachen Kostenrechnung durchgeführt. Diese ist in der Version «221912_Tool Wirtschaftlichkeitsanalyse» ergänzend ebenfalls enthalten. Im Jahr 2022 stiegen die

Düngerpreise markant an. Um mögliche Erträge aus dem Verkauf besser abbilden zu können, wurde auf eine Benchmarkanalyse umgestellt. Zudem sind die Risiken im Bereich der CO₂-Kompensation hoch. Eine einfache Kostenbetrachtung greift betriebswirtschaftlich zu kurz. Es ist ein angemessener Risikozuschlag einzurechnen. Zudem wurde neu die Situation mit und ohne Bescheinigungen dargestellt. In der ursprünglichen Validierung wurde mit einer Nutzungsdauer von 33 Jahren gerechnet. Alle Vorhabentypen bedeuten jedoch vorwiegend Investitionen in EMSRL-Einrichtungen. Die betriebswirtschaftliche Abschreibedauer beträgt 15 Jahre.

- b) Vgl. Antwort zu Frage a)
- c) Der Einbezug der Restwerte basiert auf der Anlagebuchhaltung nach HRM2 des Projekteigners. Dies sind dementsprechend die effektiv zu tätigen, einmaligen Abschreibungen.
- d) Ja, als Kostenbasis liegen Bauprojekte, Dienstleistungsverträge und Auszüge aus der Erfolgsrechnung vor. Diese sind exkl. MwSt. Die Differenzen nach j) stammen aus der iterativen Programmentwicklung im Gleichschritt mit der Projektentwicklung (Konzept – Vorprojekt – Bauprojekt).
- e) Für die Anmeldung zum Programm müssen die Dienstleistungsverträge eingereicht werden. Damit sind die mindestens anfallenden Kosten gut dokumentiert. Für die erste Verifizierung kann die Bauabrechnung verlangt werden.
- f) Die Investitionskosten sind mit dem Werkvertrag vom 16.3.2018 belegt.
- g) Kann nachgebessert werden.
- h) Nein, die Datenbasis ist bei beiden Dateien identisch. In der Datei «IRR_Stripping_Altenrhein» sind die Minderaufwendungen für den Stromverbrauch als Auftragsminderung ausgewiesen, in der Datei «Beilage 10_Betriebskosten» als Ertragsposition.
- i) Die korrekte Datei ist «5a Investitionen und BK». Die Kopie entstand bei der Datenübermittlung an die Validierungsstelle. In der Datei «Beilage 9_IRR_DynARA_MusterAnlage» mussten noch Aufwandsminderungen in der Höhe von 57'000.- /a (Minderverbrauch Strom) berücksichtigt werden (vgl. Projektbeschreibung S. 9).
- j) *Das ist richtig, in der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurde der Wert inkl. MwSt. eingesetzt. Der korrekte Wert gem. Bauprojekt beträgt 4'015'000 CHF. Die Minderkosten beziffern sich korrekterweise auf 356'000 CHF.*
- k) Die Abschreibungen betreffen alle Anlageneile, die nicht bauseitig sind, d.h. Verkabelungen, Schaltschränke, Steuer- und Regeleinrichtungen, Messstellen, Verrohrungen, Absicherungen, Schieber, Pumpen, o.ä. Diese stammen aus dem Jahr 2012 und würden mit vereinzelt Sanierungen bis ins Jahr 2045 betrieben (33 Jahre = durchschnittliche Lebensdauer von Kläranlagen).
- l) Die Investitionen betreffen vorwiegend Komponenten nach k). Deren Abschreibedauer nach HRM 2 beträgt 15 Jahre.
- m) Der Preis für die Bescheinigungen beträgt 50 chf/tCO₂e bis zur Amortisation der Investitionen. Danach sinkt der Preis auf chf 10/tCO₂e. Das ergibt im Mittel einen Preis um chf 20/tCO₂e. Das Preismodell wurde mit dem Abnehmer so verhandelt.
- n) Eine RTO-Anlage ist hohen thermischen Belastungen ausgesetzt. Der Hauptteil der Investitionen betrifft mechanische Einrichtungen. Eine höhere Abschreibedauer scheint nicht zielführend.

Fazit Validierer

Die Fragen sind geklärt. Gewisse Ergänzungen/Korrekturen, die sich daraus ergeben, werden in CAR 7 weiterverfolgt. Auf projektspezifische Korrekturen wird verzichtet, denn diese müssen erst im

Hinblick auf die Prüfung der Projekte bei deren Erstverifizierung ausgeführt werden. Der CR wird geschlossen.

CR 15	Erledigt	x
3.3.4	Alle Leakage-Emissionen (Veränderungen ausserhalb der Systemgrenzen durch das Projekt/Programm) sind quantifiziert und miteinbezogen.	
<p>Frage (28.03.2023)</p> <p>Im Folgenden Fall können Leakage-Emissionen entstehen:</p> <p>Als Energiequelle für den Betrieb von Anlagen des Typs A, C oder D wird hauseigenes Klärgas eingesetzt, welches als erneuerbare Energiequelle grundsätzlich klimaneutral ist. Würde dieses aber stattdessen nach einer Aufbereitung in das Erdgasnetz eingespiessen, würde damit fossiles Erdgas ersetzt. Da die Nachfrage nach Biogas gross ist, tritt dieser Effekt wohl immer dann auf, wenn die Möglichkeit einer Einspeisung in ein Gasnetz besteht.</p> <p>Wie schätzt die Gesuchstellerin diese Problematik ein?</p>		
<p>Antwort Gesuchsteller (31.03.2023)</p> <p>Die Verfügbarkeit von erneuerbarer Energie aus Biomasse ist begrenzt. Deshalb führt jeder Einsatz zugunsten einer bestimmten Nutzung zu einem Substitutionseffekt. Dabei können aber auch andere, erneuerbare Energien zum Einsatz kommen. Im Programm P0055 «Anrechnung der Senkleistung von Schweizer Holz als CO₂-Kompensationsmassnahme» wird der Einsatz von einheimischem Holz als Baustoff gefördert. Dabei sinkt die Verfügbarkeit von Holz als Brennstoff und dieser muss durch andere Energiequellen substituiert werden. Im Programm P0055 wurde dafür keine Leakage angerechnet. Der Entscheid, welcher Energieträger zum Einsatz kommt, liegt letztendlich beim Verbraucher.</p> <p>Produktion und Verbrauch sind entsprechend getrennt zu beurteilen. Mit den Projekttypen C und D sinkt die Produktion von Biogas nicht. Als Verbraucher entscheidet sich der Anlagenbetreiber für den Einsatz fossiler oder erneuerbarer Energie und muss diese beschaffen. Der Entscheid basiert auf wirtschaftlichen Kriterien. Der Preis für Biogas liegt je nach Marktumfeld 20 – 50% über demjenigen für Erdgas. Würde mit dem Einsatz von Biogas eine Leakage angerechnet, reduzieren sich die Erträge aus dem Verkauf von Bescheinigungen um 10%. Da ohnehin die entsprechenden CO₂-Emissionen angerechnet würden, käme direkt das günstigere Erdgas zum Einsatz.</p> <p>Im Fall einer Biogasaufbereitung und -einspeisung bestehen Gaslieferverträge. Wird das Biogas vor Ort verwendet, muss der Vertragspartner in entsprechendem Umfang entschädigt werden. Im Fall der arabern / ewb beschafft damit ewb zusätzliche Biogaszertifikate. Diese zertifizierten Gaslieferungen machen heute bereits 70% der gelieferten Biogasmenge von ewb aus (Geschäftsbericht ewb 2021).</p>		
<p>Fazit Validierer</p> <p>Die vorgebrachten Argumente haben nach Ansicht des Validierungsstelle durchaus ihre Berechtigung. Wie so oft bei der Einschätzung von Leakage-Fragen spielt es eine Rolle, wie weit man den Horizont über die Systemgrenzen hinaus ausdehnt: Auf den ersten Blick scheint es undiskutabel zu sein, dass es sich hier um ein Leakage-Problem handelt, denn das Biogas, welches im Projekt eingesetzt wird, fehlt für die Substitution von fossilem Gas. Bei einer ausgeweiteten Betrachtung würde das fehlende Biogas aber wiederum durch Einspeisung von ausländischem Biogas oder auch durch Zertifikate ersetzt. Die Validierungsstelle empfiehlt dem BAFU auf einen Einbezug dieses Leakageeffektes zu verzichten, um den Anreiz zu erhalten, die Wärme aus Biogas zu erzeugen statt aus Erdgas.</p>		

Corrective Action Request (CAR)

CAR 1	Erledigt	x
2.3.3	Die Projekt-/Programmbeschreibung und die unterstützenden Dokumente sind vollständig und konsistent. Sie entsprechen den Vorgaben von Art. 6 CO ₂ -Verordnung.	
3.1.23	Bei baulichen Massnahmen entspricht die Wirkungsdauer von Projekten oder von in einem Programm enthaltenen Projekten der standardisierten Nutzungsdauer der technischen Anlagen ²² . (Anhang A2 VoMi-KOP)	
<p>Frage (03.03.2023)</p> <p>Das Validiererteam hat die Programmbeschreibung mit der bereits registrierten Fassung V5.1 vom 3. April 2019 verglichen. Neben der Ergänzung der neuen Teile (v.a. bezüglich der neuen Technologien) und den begründeten Änderungen (z.B. neue Emissionsfaktoren unter Berücksichtigung neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse) wurden auch Passagen gestrichen oder Änderungen vorgenommen, dessen Gründe für die Validierungsstelle nicht nachvollzogen werden können. Teilweise ist die Beschreibung dadurch eher weniger nachvollziehbar als die frühere Fassung. Da es sich hier um eine erneute Validierung aufgrund einer wesentlichen Änderung handelt, müssen alle Änderungen oder Weglassungen von der Validierungsstelle nachvollzogen und gutgeheissen werden.</p> <p>Bitte begründen Sie die Änderungen / Streichungen der folgenden Passagen, oder passen Sie diese zumindest sinngemäss wieder an die ursprüngliche Fassung an:</p> <p>Kapitel 2.3 «Projektstandorte»: Die Karte mit den vorgesehenen Projekten gehört hier nicht hin, da bei einem Programm ja noch viele neue Projekte dazukommen.</p> <p>Kapitel 1.4.3 «Technologie». Abschnitt «A Separate, physikalisch/chemische Faulwasserbehandlung»: Das Schema ist gegenüber der ursprünglichen Fassung geändert worden. Weshalb? Hat sich jenes als falsch erwiesen? Beim neuen Schema ist zu begrüssen, dass die Systemgrenzen erkennbar sind und die CO₂-Emissionen integriert. Was aber fehlt, ist ein Vergleich von Referenz- und Projektzustand wie in der alten Fassung. Weglassen der technischen Details zum Stripping und des genaueren Schemas aus der Quelle [8] ist in Ordnung.</p> <p>Kapitel 1.4.5 «Programmspezifische Aspekte»</p> <ul style="list-style-type: none"> - Abschnitt «Vorhaben»: Die Änderungen sind in Ordnung (Frage zur ganzjährigen Nitrifikation wird anderweitig behandelt) - Involvierte Akteure und Programmstruktur: Die INFRAconcept AG wird neu nicht mehr als «Programmbetreiberin» bezeichnet, sondern nur noch als «Programm-Koordinator». Weshalb? Ist sie rechtlich nicht mehr Programminhaberin und Empfängerin der Bescheinigungen für die Emissionsverminderungen? - Abschnitt «Aufnahmekriterien»: Fragen gemäss CR 5, Anpassungen gemäss CAR 3 <p>Kapitel 1.6 «Termine»:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Neu wird als Wirkungsdauer der einzelnen Projekte im Programm 15 Jahre angegeben, was der Standard-Nutzungsdauer gemäss VSA für vorwiegend elektro-mechanische Komponenten entspricht. Wie soll mit Investitionen vorgegangen werden, die sowohl aus elektromechanischen Bauteilen als auch aus baulichen Massnahmen bestehen? Für Stripping-Anlagen wurden in der früheren Programmbeschreibung 33 Jahre vorgegeben, und dies müsste für Anlagen dieses Typus auch weiterhin gelten. Ähnliches müsste für Massnahmen des Typs C gelten. Sinnvoll wäre somit eine Vorgabe wie: «Projektdauer x bis maximal y Jahre, abhängig von der 		

²²Vgl. auch Angaben in Kapitel 5, VoMi-VVS

Standard-Nutzungsdauer der Hauptbestandteile der Investition nach VSA». Was fehlt ist allerdings die Quelle für die Angabe «nach VSA».

Kapitel 3.2.1 «Generelle Einflussfaktoren»

- Weshalb wurde im Abschnitt «Biologische Prozesse» die Erörterung der starken saisonalen Schwankungen der Lachgasemissionen gestrichen? Sie ist wichtig für das Verständnis der Zusammenhänge.
- Der Passage «Sauerstoffkonzentration, Schlammalter und die Leistung der Denitrifikation können nur in sehr engen Grenzen verändert werden, um die gesetzlich geforderten Einleitbedingungen nicht zu gefährden. Als relevante Einflussfaktoren können diese deshalb ausgeschlossen werden. » kann der Validierer in dieser Form nicht zustimmen. Bitte weglassen oder anpassen, um sie mit folgenden Aussagen aus Gruber et al. (2021) in Einklang zu bringen:
Zitate: «Zusammengefasst deuten die Messergebnisse darauf hin, dass eine weitergehende Stickstoffelimination sowohl zu tieferen Nitritablaufwerten als auch zu tieferen Lachgasemissionen führt. Das heisst: Die Optimierung der N₂O-Emissionen auf ARA steht nicht in einem direkten Zielkonflikt mit der Ablaufqualität», und «Aus den durchgeführten Messkampagnen und Experimenten leiten sich zwei relevante Einflussfaktoren auf die N₂O-Emissionen ab: eine stabile Nitrifikation und die Denitrifikationsrate. Grundsätzlich hilft eine hohe Stickstoffeliminationsleistung, die N₂O-Emissionen zu senken. Im Gegensatz dazu führt eine instabile Nitrifikation zu hohen Emissionen. »
Was dagegen fehlt ist ein Hinweis, dass die Reinigungsleistung (z.B. Denitrifikation >70%) in einer Betriebsbewilligung oder einer anderweitigen von Anordnung des Kantons festgeschrieben werden kann, und dass diese befristet sein kann. Die in einer solchen Verfügung festgelegten Bedingungen gehören zu den Einflussfaktoren, die anlagenspezifisch zu prüfen und als Einflussfaktoren zu überwachen sind, und die deshalb auch in Kapitel 5.3.5 der Programmbeschreibung wieder aufgenommen werden müssen. Werden durch eine solche Verfügung neue Reinigungsziele festgelegt, muss geprüft werden, ob der Referenzfaktor noch gültig ist.
- Weglassen von Tabelle 4 ist in Ordnung, da stattdessen auf aktuellere Publikationen verwiesen wird. Bitte fügen Sie hier aber einen Hinweis auf Gruber et al. (2021) ein, da diese Publikation, welche die aktuellen Erkenntnisse sehr gut und verständlich beschreibt, im Literaturverzeichnis bisher fehlt.

Kapitel 3.4 „Projektemissionen/Emissionen der Vorhaben“ und “3.5 Referenzentwicklung“ Siehe CAR 8.

Kapitel 3.6 «Erwartete Emissionsverminderungen (ex-ante)

- Es fehlen die Angaben, mit wievielen Projekten im Programm bei den ex-ante-Berechnungen gerechnet wurde, analog zu S. 25/26 der früheren Programmbeschreibung.

Kapitel 4 Nachweis der Zusätzlichkeit

- Art und Umfang der wiedergegebenen Informationen sind in Ordnung. Inhaltliche Prüfung erfolgt separat

Kapitel 5 «Aufbau und Umsetzung des Monitorings

- Siehe CAR 5, CAR 8, CAR 10 und CAR 11. Nachher bitte vergleichen: Sollten in Kapitel 5.3.2 «Dynamische Parameter» dann noch Angaben fehlen, die früher im Kapitel 6.3.2 waren und noch gültig sind, dann bitte auch ergänzen.

Die übrigen Änderungen sind nachvollziehbar, oder sie werden in anderen CRs zum spezifischen Themenbereich behandelt.

Antwort Gesuchsteller (17.03.2023)

- Kapitel 2.3 «Projektstandorte»: Die Karte wird aus der Programmbeschreibung v6.1 entfernt.
- Kapitel 1.4.3 «Technologie». Abschnitt «A Separate, physikalisch/chemische Faulwasserbehandlung»: Nein, das Schema des Referenzzustandes in der Version 5.1 ist

weiterhin korrekt. Die Schematische Darstellung aller Projekttypen wurde vereinheitlicht und mit den Systemgrenzen ergänzt. Der Referenzzustand wird im Text erklärt, aber nicht schematisch dargestellt. Bei der schematischen Darstellung des Faulwasserstripping ergibt sich der Referenzzustand durch das Weglassen der Faulwasserbehandlung.

- Kapitel 1.4.5 «Programmspezifische Aspekte»: Die Rolle der Firma INFRAconcept ag hat sich nicht verändert. Die Bezeichnung wird an die Version v5.1 von 2019 angepasst.
- Kapitel 1.6 «Termine»: Die Wirkungsdauer der Projekte wird nach Vorgabe der VSA Empfehlung «Investitionsvergleichsrechnung in der Abwasserentsorgung» (VSA, 2017) [37] wie folgt angepasst:
 - Projekttyp A = 33 Jahre (analog Programmbeschreibung v5.1): : Mittlere, empfohlene Lebensdauer für Kläranlagen
 - Projekttyp B = 15 Jahre: Empfohlene Nutzungsdauer von elektromechanischen Komponenten.
 - Projekttyp C = 33 Jahre: Mittlere, empfohlene Lebensdauer für Kläranlagen
 - Projekttyp D = 20 Jahre: Empfohlene Nutzungsdauer für Gasanlagen. Die Lebensdauer für Gasanlagen charakterisiert am besten die Eigenheiten einer RTO. Auch Gasanlagen verfügen über thermische Prozesse mit hohen Temperaturen (BHKW).
- Kapitel 3.2.1 «Generelle Einflussfaktoren»: Das Kapitel wurde gekürzt, da im Vergleich zu der Programmbeschreibung v5.1 (2019) ein sehr viel besser dokumentiertes Verständnis der Prozesse und Emissionsfaktoren vorhanden ist. Die umfangreiche Diskussion der Einflussfaktoren war verknüpft mit der Frage der Repräsentativität der in Tabelle 4 enthaltenen Stichprobe. Der Hinweis auf die starke Saisonalität wurde in der Programmbeschreibung v6.1 wiederum ergänzt, ebenfalls die Zusammenfassung der Einflussfaktoren aus W. Gruber et. al. 2021: «Nach neuen wissenschaftlichen Erkenntnissen sind die beiden wichtigsten Einflussfaktoren eine stabile Nitrifikation sowie die Denitrifikationsleistung.» Der Einflussfaktor «gesetzliche Vorschriften» wurde ergänzt mit dem Einflussfaktor «kantonale Verfügung der erforderlichen Reinigungsleistung». Gruber, W. et. al. 2021 wurde im Literaturverzeichnis ergänzt [47].
- Kapitel 3.4 „Projektemissionen/Emissionen der Vorhaben“ und “3.5 Referenzentwicklung“: Siehe CAR 8.
- Kapitel 3.6 «Erwartete Emissionsverminderungen (ex-ante): Die Berechnungsgrundlagen finden sich in Anhang A5, mit Angabe der berücksichtigten Anlagen. Zum besseren Verständnis wird eine Übersichtstabelle in die Programmbeschreibung aufgenommen.
- Kapitel 5 «Aufbau und Umsetzung des Monitorings: In Kapitel 5.3.2 sind alle noch geltenden Parameter aus der Programmbeschreibung v5.1 (2019) aufgenommen.

Fazit Validierer

- Kapitel 1.3: OK
- Kapitel 1.4.3: Änderung gut begründet. OK
- Kapitel 1.4.5: OK
- Kapitel 1.6: OK.
- Kapitel 3.2.1: Änderung zu Vorversion gut begründet. Neue Anpassungen korrekt und nachvollziehbar, ebenso Kapitel 3.2.2. und Monitoring der Einflussfaktoren Kapitel 5.3.5. Das Literaturverzeichnis wurde zwar ergänzt und die Quellen sind sehr sauber zusammengetragen. Bitte aber auch noch diesen Artikel aufnehmen, da in der Validierung immer wieder auf ihn verwiesen wird, und da er einen sehr guten Überblick in die Thematik bietet:

Gruber, W., Niederdorfer, R., Bürgmann, H., Joss, A., von Känel, L., Braun, D., ... Morgenroth, E. (2022). Lachgasemissionen aus ARA. Reduktionsmassnahmen zeichnen sich ab. Aqua & Gas, 102(1), 14-22

<ul style="list-style-type: none"> - Kapitel 3.4: Siehe CAR 8. - Kapitel 3.6: Darstellung ist jetzt sehr gut und nachvollziehbar. - Kapitel 5: OK, aber Formeln müssen noch aufgeführt werden (siehe CAR 8).

CAR 2		Erledigt	x
2.3.3	Die Projekt-/Programmbeschreibung und die unterstützenden Dokumente sind vollständig und konsistent. Sie entsprechen den Vorgaben von Art. 6 CO ₂ -Verordnung.		
<p>Frage (03.03.2023)</p> <p>An der Programmbeschreibung sind die folgenden formellen Korrekturen vorzunehmen:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Seit der Revision der CO₂-Verordnung wird für die Bezeichnung der einzelnen Projekte im Programm nicht mehr der Ausdruck «Vorhaben» verwendet. Bitte passen Sie dies im gesamten Programmbeschrieb und den zugehörigen Dokumenten möglichst konsequent an. b) Da die Fachexperten im Programm involviert sind, soll das Kapitel 5.4 der Programmbeschreibung entsprechend ergänzt werden. 			
<p>Antwort Gesuchsteller (17.03.2023)</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Wurde umgesetzt. b) Die Aufgaben der Fachexperten wurden im Kapitel 5.4 wie folgt präzisiert. <i>«Die fachliche Begleitung übernimmt folgende Aufgaben im Rahmen des Monitorings</i> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Review der wesentlichen Änderungen der Programmbeschreibung in Bezug auf das Monitoring</i> - <i>Überprüfung der wissenschaftlichen Korrektheit der eingesetzten Methoden</i> - <i>Teilnahme an der Validierungsbesprechung</i> - <i>Bei Bedarf</i> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Expertise zur Bestimmung der Referenzemissionen</i> - <i>Expertise zum Monitoring der Projektemissionen»</i> 			
<p>Fazit Validierer</p> <p>Alle Korrekturen sind korrekt umgesetzt. Der CAR wird geschlossen.</p>			

CAR 3		Erledigt	x
3.1.12	Die Aufnahmekriterien sind in der Programmbeschreibung vollständig aufgelistet und nummeriert.		
3.1.15	In das Programm werden nur Projekte aufgenommen, mit deren Umsetzung noch nicht begonnen wurde (Art. 5a Abs. 1 Bst d CO ₂ -Verordnung). Dieser Punkt ist bei den Aufnahmekriterien festgehalten.		
3.1.17	Die Projekte können erst nach ihrer Anmeldung beim Programm in das Programm aufgenommen werden. Dieser Punkt ist bei den Aufnahmekriterien festgehalten.		
<p>Frage (03.03.2023)</p> <p>Die Aufnahmekriterien sind nicht nummeriert und in einzelnen Punkten nicht zweckmässig oder nicht ausreichend klar formuliert. Zu korrigieren sind die folgenden Punkte:</p>			

<p>a) Die Aufnahmekriterien müssen nummeriert werden. Die Nummer ist dann konsequent auch in den Beschrieben der einzelnen Projekte im Programm zu verwenden.</p> <p>b) Aufgrund der Antwort auf CR 5 sind noch die Kombinationsmöglichkeiten von Massnahmen anzupassen.</p> <p>c) «Der Umsetzungsbeginn hat noch nicht stattgefunden». Damit klar ist, auf welchen Zeitpunkt sich diese Aussage bezieht, muss das Kriterium lauten: «Der Umsetzungsbeginn hat zum Zeitpunkt der Anmeldung des Projektes im Programm noch nicht stattgefunden.»</p> <p>d) Im Aufnahmekriterium zur Zusätzlichkeit heisst es: «B. Mit Einrechnung der Erlöse aus dem Verkauf der Bescheinigungen erhöht sich der IRR <u>um mindestens 20%</u>». Eine relative Erhöhung der IRR ist nicht sinnvoll, da diese durch die Erlöse aus den Bescheinigungen auch von negativen Werten ins Positive wechseln kann. Stattdessen ist als Kriterium anzugeben, <u>um wieviele Prozentpunkt sich die IRR absolut betrachtet verbessern muss</u>. Gemäss VoMi-VVS, S. 26 gilt als Richtwert für einen relevanten Beitrag eine Verbesserung der IRR um 2 Prozentpunkte.</p> <p>e) Im Kriterium über Finanzhilfen heisst es: «Alle erwarteten oder zugesprochenen, nicht rückzahlbaren Finanzhilfen gemäss Subventionsgesetz sowie Zuschläge nach Art. 15b des Energiegesetzes sind deklariert.». Was fehlt ist der Umgang mit allfälligen Finanzhilfen. Zu ergänzen ist, dass 1) Allfällige Finanzhilfen in der Wirtschaftlichkeitsanalyse berücksichtigt sind, und 2) im Falle von relevanten Finanzhilfen der öffentlichen Hand eine Vereinbarung über die Wirkungsaufteilung unterzeichnet wurde.</p>
<p>Antwort Gesuchsteller (17.03.2023)</p> <p>a) Wurde entsprechend umgesetzt.</p> <p>b) Wurde entsprechend umgesetzt und kommentiert.</p> <p>c) Wurde entsprechend umgesetzt.</p> <p>d) Wurde entsprechend umgesetzt.</p> <p>e) Allfällige Finanzhilfen sind in der Wirtschaftlichkeitsanalyse bereits berücksichtigt. Die Teilnahmekriterien wurden entsprechend konkretisiert. Die Vereinbarung über die Wirkungsaufteilung wurde in den Aufnahmekriterien ergänzt.</p>
<p>Fazit Validierer</p> <p>Alle Korrekturen sind korrekt umgesetzt. Der CAR wird geschlossen.</p>

CAR 4	Erledigt	x
3.1.22	Die Belege für den Umsetzungsbeginn sind konsistent mit den Angaben in der Projekt/Programmbeschreibung ²³ .	
3.1.28	Die Programmbeschreibung definiert den Umsetzungsbeginn des Programms und den Umsetzungsbeginn der Projekte richtig.	
<p>Frage (03.03.2023)</p> <p>Als Beginn der zweiten Kreditierungsperiode wird der 01.04.2023 als Datum der wesentlichen Änderung angegeben. Falls die Musterprojekte im Programm aber tatsächlich aufgenommen werden sollen, tritt die wesentliche Änderung spätestens mit dem Umsetzungsbeginn des ersten Projektes in Kraft, das eine der neu aufgeführten Technologien einsetzt.</p>		

²³ Wenn der Umsetzungsbeginn zum Zeitpunkt der Gesuchseinreichung noch nicht stattgefunden hat, sind die Belege in der ersten Verifizierung zu überprüfen. In diesem Fall Antwort mit n.a. ankreuzen und eine Bemerkung zum geplanten Zeitpunkt anfügen. Zudem ein FAR formulieren, dass der Umsetzungsbeginn (inkl. Beleg dazu) in der Erstverifizierung zu prüfen ist.

Falls es neu Projekte (Typ B, C oder D) gibt, mit deren Umsetzung bereits begonnen wurde, muss das Datum entsprechend angepasst werden.

<p>Antwort Gesuchsteller (17.03.2023)</p> <p>Das Datum der ersten Vertragsunterzeichnung im Musterprojekt C ist der 2.2.2023 (vgl. Anhang 1.3, Projektbeilage 10). Die Termine in der Projektbeschreibung wurden entsprechend angepasst.</p>
<p>Zusatzfrage Validierer (24.03.2023)</p> <p>Um welche Art von Arbeit geht es bei der Bestellung in Projektbeilage 10 genau? (Im Beleg steht nur «Modernisation Sharon – Anammox». Der Betrag von 0.25 Mio CHF ist im Vergleich zu den veranschlagten 4 Mio CHF recht wenig. Wenn es sich aber wirklich um den ersten Auftrag für technische Arbeiten im Rahmen des Projektes gemäss Beilage 4 handelt, ist dies tatsächlich die erste massgebende Investition und somit der Umsetzungsbeginn. Kompatibel mit dem Zeitplan gemäss Beilage 4 wäre es jedenfalls, denn der Bauentscheid wäre dort im Januar 2023 vorgesehen).</p>
<p>Antwort Gesuchsteller (31.03.2023)</p> <p>Es geht hier um die frühzeitige Bestellung von zeitkritischen Komponenten, die wegen den globalen Lieferkettenproblemen eine ausserordentlich lange Lieferzeit haben. Es handelt sich um elektromechanische Komponenten zur Prozesssteuerung.</p>
<p>Fazit Validierer</p> <p>Die Antwort ist schlüssig, der Befund wird geschlossen.</p>

CAR 5		Erledigt	x
3.3.8	Die Annahmen zur Berechnung der erwarteten Emissionsverminderungen sind nachvollziehbar und zweckmässig. Das Konservativitätsprinzip wird eingehalten (vgl. Abschnitt 2.4 VoMi-KOP).		
3.5.9	Die Annahmen für die Berechnung der erzielten Emissionsverminderungen berücksichtigen alle relevanten Unsicherheitsfaktoren und vermeiden eine wesentliche Fehleinschätzung der Emissionsverminderungen. (vgl. Kap. 7.2, VoMi-VVS)		
3.5.17	Das Erhebungsinstrument und die Auswertungsart der Messwerte sind für alle dynamischen Parameter geeignet für die Bestimmung der Emissionen.		
<p>Frage (03.03.2023)</p> <p>Die Vorgaben in Kapitel 5.3.2 zum dynamischen Parameter EF_R sind wie folgt anzupassen: <i>Aufgrund der zum Zeitpunkt der erneuten Validierung 2023 existierenden wissenschaftlichen Grundlage mit Langzeitmessungen der Lachgasemissionen auf vielen ARAs, können für die folgenden zwei ARA-Anlagenkategorien Standard-Emissionsfaktoren verwendet werden, die ab der Ausgabe 2023 auch im Treibhausgasinventar der Schweiz angewendet werden:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Ganzjährige Denitrifikation: 0.4 % (Denitrifikationsrate > 65%)</i> ▪ <i>Ganzjährige Nitrifikation: 1.8 %</i> <p><i>Nicht anwendbar ist der Standardwert «ganzjährige Nitrifikation» für Wirbelbett-Anlagen oder Hybrid-Wirbelbett-Anlagen.</i></p> <p><i>Für alle anderen Anlagen, darunter beispielsweise solche, welche lediglich auf eine C-Elimination ohne ganzjährige Nitrifikation ausgerichtet sind, oder für emissionsintensive Nitrifikationsverfahren existieren keine Standardfaktoren, sodass der Emissionsfaktor auf der Grundlage von anlagenspezifischen Messungen zu bestimmen ist. Die entsprechenden Messungen müssen den folgenden Anforderungen genügen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Biologische Reinigungsstufe (Nitrifikation/Denitrifikation/C-Elimination): Messdauer 12 Monate, resp. ein ganzes Jahr</i> 			

- *Nitritionsstufe: Messdauer 4 Monate. Da in der Nitritionsstufe homogene Temperatur- und Frachtverhältnisse herrschen, ist diese keinen jahreszeitlichen Effekten ausgesetzt. Die erforderliche Messdauer kann deshalb kürzer angesetzt werden.*

Die Messungen müssen über geeignete Off-Gas Messungen durch Fachpersonen nach dem Stand der Technik vorgenommen und ausgewertet werden (vgl. Anhang A5.2). Anschliessend wird deren Repräsentativität durch die Verifizierungsstelle geprüft.

Sind für eine Anlage, welche grundsätzlich die Voraussetzungen zur Anwendung eines Standardfaktors erfüllen würde, ausreichende anlagenspezifische Messdaten vorhanden, um einen anlagenspezifischen Faktor zu bestimmen, muss dieser angewendet werden, unabhängig davon, ob er höher oder niedriger liegt als der entsprechende Standardfaktor.

Wird für eine Anlage entschieden, anstelle der Anwendung eines Standardfaktors Messungen zur Ermittlung eines anlagenspezifischen Faktors vorzunehmen, sind diese auch dann über die ganze Messdauer abzuschliessen, wenn sich die ursprünglichen Hypothesen (z.B. besonders hohe oder besonders niedrige N₂O-Emissionen) nicht bestätigen.

Antwort Gesuchsteller (17.03.2023)

Aufgrund der Diskussionen mit den Fachexperten anlässlich der Validierungsbesprechung vom 1.3.2023 stimmen wir mit den Anpassungen überein. Wir schlagen folgende Ergänzung vor: *Die Messungen müssen über geeignete Off-Gas Messungen durch Fachpersonen nach dem Stand der Technik vorgenommen und ausgewertet werden (vgl. Anhang A5). Die Resultate sind in einem Messbericht zusammenfassend darzustellen. Der Messbericht enthält eine Beurteilung über die Repräsentativität der Messungen und des Betriebszustandes der Anlage.*». Die Beurteilung der Repräsentativität der Messungen durch die Verifizierungsstelle ist Bestandteil ihrer Aufgabe. Sie kann jedoch den Betriebszustand der Anlagen zum Zeitpunkt der Messungen nicht mehr beurteilen.

Zwischenfazit und Zusatzfrage Validierer

Die Ergänzungen sind grundsätzlich korrekt aufgenommen worden. Die von der Gesuchstellerin vorgeschlagene Formulierung ist nach Ansicht der Validierungsstelle sinnvoll. Damit wird sichergestellt, dass die Messungen fachgerecht durchgeführt werden, dass deren Repräsentativität ausgewiesen wird, und dass dies auch durch den Verifizierer überprüft werden kann.

Die gleichen Anforderungen gelten aber auch für Offgas-Messungen zur Ermittlung der Projektemissionen in offenen Systemen (vgl. CR 8). Bitte deshalb auch im Kapitel 5.3.3 bei den Parametern EF_P und $C_{N_2O, Abluft}$ unter «Beschreibung Messablauf» folgende Passage und ev. noch weitere Erläuterungen aufnehmen:

«Wird die Lachgaskonzentration im Off-Gas einer offenen Belebtschlammanlage gemessen, müssen die Messungen durch Fachpersonen nach dem Stand der Technik vorgenommen und ausgewertet werden (vgl. Anhang A5). Die Resultate sind in einem Messbericht zusammenfassend darzustellen. Der Messbericht enthält eine Beurteilung über die Repräsentativität der Messungen und des Betriebszustandes der Anlage.»

Antwort Gesuchsteller (31.03.2023)

Wir sind mit der Präzisierung einverstanden und haben diese sinngemäss in Kap. 5.3.3 bei den Parametern EF_P und $C_{N_2O, Abluft}$ ergänzt: *«Erfolgt die Messung in einer offenen Belebtschlammanlage, müssen die Messungen durch Fachpersonen nach dem Stand der Technik vorgenommen und ausgewertet werden (vgl. Anhang A5). Die Resultate sind in einem Messbericht zusammenfassend darzustellen. Der Messbericht enthält eine Auswertung über den erzielten Emissionsfaktor EF_P sowie eine Beurteilung über die Repräsentativität der Messungen und den Betriebszustand der Anlage.»*

Fazit Validierer

Die Präzisierungen zu den Parametern EF_P und $C_{N_2O, Abluft}$ wurden in der Programmbeschreibung, Kapitel 5.3.3 korrekt ergänzt. Der Befund wird geschlossen.

CAR 7		Erledigt	x
3.4.4	Die weiteren Annahmen zur Berechnung der Wirtschaftlichkeit sind nachvollziehbar und zweckmässig.		
3.4.5	Die Annahmen zur Berechnung der Wirtschaftlichkeit sind plausibel, dabei werden Unsicherheiten durch konservative Annahmen abgefangen.		
3.4.14	Die Sensitivitätsanalyse ist korrekt. (Alle Parameter, die einen signifikanten Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit haben, sind identifiziert und werden berücksichtigt.) (vgl. Abschnitt 6.3.2 VoMi-KOP und Kapitel 5 VoMi-VVS)		
3.4.15	Die Sensitivitätsanalyse ist robust (mindestens 10% Abweichung aller Hauptparameter, +/- 20% bei Baukosten grosser technischer Anlagen, +/- 25% bei Biogasanlagen). (vgl. Abschnitt 6.3.2 VoMi-KOP und Kapitel 5 VoMi-VVS)		
Frage (03.03.2023)			
<p>Aufgrund der Antworten auf die Fragen von CR 14 sind am Verfahren zur Wirtschaftlichkeitsanalyse resp. in der entsprechenden Berechnungsvorlage die folgenden Ergänzungen oder Korrekturen vorzunehmen:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Flexibilität der Projektdauer in Abhängigkeit von der standardisierten Nutzungsdauer der hauptsächlichlichen Investitionen – Berücksichtigung des Restwerts von Investitionen, die am Ende der Projektlaufzeit erst teilweise abgeschrieben sind – Verfahren zur Festlegung allfälliger Ersatzinvestitionen während der Projektlaufzeit – Vorgabe, dass alle Kosten und Erlöse stets ohne Mehrwertsteuer eingegeben werden. – Aufnahme von Verweisen auf Quelldokumente in die Vorlage 			
Antwort Gesuchsteller (17.3.2023)			
<p>- Die Wirkungsdauer wurde neu in Abhängigkeit des Projekttyps definiert. Basis der Wirkungsdauern sind die standardisierten Nutzungsdauern gemäss VSA-Fachempfehlung «Investitionsvergleichsrechnung in der Abwasserentsorgung» (Stand 2017) [37]. Die VSA-Empfehlung entspricht weitgehend den Vorgaben des Harmonisierten Rechnungsmodells (HRM 2), welches in der Schweiz überwiegend eingeführt ist. Für die Projekttypen A und C gelten damit 33 Jahre Nutzungsdauer (mittlere Nutzungsdauer einer ARA). Für den Projekttyp B 15 Jahre (fast ausschliesslich elektromechanische Komponenten) und den Projekttyp D 20 Jahre (Gasanlage). Die Wirkungsdauer bei Projekten Typ C endet mit der Restnutzungsdauer der ersetzten Anlage.</p> <p><i>Seite 29: «Wirkungsdauer des Projekts: Die Wirkungsdauer der Projekttypen A, B und D entspricht der technischen Nutzungsdauer. Die Wirkungsdauer von Projekten Typ C entspricht der Restnutzungsdauer der ersetzten Anlage. Bei der Berechnung der Wirtschaftlichkeit werden die Restwerte am Ende der Wirkungsdauer berücksichtigt.»</i></p> <p>- Die Vorlage zur Berechnung der Wirtschaftlichkeit (Anhang 4, «230317_Tool Wirtschaftlichkeitsanalyse.xlsx») wurde mit dem Restwert von Anlagen, die nach dem Ende der Wirkungsdauer noch nicht abgeschrieben sind, ergänzt. Die IRR Berechnung wurde entsprechend angepasst und berücksichtigt die Restwerte.</p> <p>- Da die Nutzungsdauer gem. Fachempfehlung der Wirkungsdauer entspricht, resp. grösser ist, sind keine ordentlichen Ersatzinvestitionen während der Projektlaufzeit erforderlich.</p> <p>- In der Programmbeschreibung und im Excel- Tool wurde die Vorgabe «exkl. Mwst.» ergänzt.</p> <p>- Eine Spalte für Querverweise auf Belege wurde in dem Excel-Tool aufgenommen.</p>			
Zwischenfazit und Zusatzfrage Validierer (23.03.2023):			

Die erwähnten Punkte sind korrekt umgesetzt und das Tool sieht nun grundsätzlich gut aus, ausser bezüglich der Sensitivitätsanalyse. Dort gibt es noch die folgenden Inkonsistenzen, die noch zu korrigieren sind:

- Die Tabelle der zu variierenden Parameter im Kapitel «Sensitivitätsanalyse» stimmt nicht überein mit der tatsächlichen Umsetzung im Tool. Dort werden keine Einzelfaktoren variiert, sondern die Summenparameter "Investitionen", "Betriebserträge" und "Betriebskosten".
- Ausserdem werden im Tool die Parameter-Variationen gekoppelt durchgeführt, was im Endeffekt eine unrealistisch hohe Abweichung ergeben kann. Besser wäre Variation um 20%, dafür aber jeweils nur ein Parameter aufs Mal. (Werden für die Investitionskosten nach Realisierung die effektiven Kosten eingesetzt, muss dieser Parameter dann nicht mehr variiert werden).

Ausserdem wird zur Überprüfung der Wirtschaftlichkeit während der Betriebsphase der folgende FAR erlassen:

FAR 2 (R2023): Bei der Überprüfung der Wirtschaftlichkeit im Rahmen der ersten Verifizierung eines Projektes sind die tatsächlichen Investitionskosten zu belegen. Anschliessend sind jährlich die effektiven Betriebserträge und -kosten anzugeben. Weichen diese um mehr als 20% von den Annahmen der Wirtschaftlichkeitsanalyse ab, gilt dies als wesentliche Änderung des Projektes, und es ist aufzuzeigen, dass die Zusätzlichkeit auch mit den effektiven Kosten und Erlösen noch gegeben ist.

Antwort Gesuchsteller (31.03.2023)

Modellrechnungen unsererseits haben zwischen der Variation der Summenparameter um +10% resp. -10% (Max-Min Szenario) und der Variation der einzelnen Parameter um +/-20% keinen wesentlichen Unterschied in Bezug auf den IRR festgestellt. Aufgrund der besseren Transparenz und Nachvollziehbarkeit wurde die Methode jedoch wie von der Validierungsstelle vorgeschlagen angepasst. Die Sensitivität wird aufgrund der Variation nachfolgender Parameter beurteilt. Die Tabelle in der Programmbeschreibung auf Seite 30 wurde entsprechend angepasst:

Variierende Parameter	Massnahmentyp			
	A	B	C	D
Investitionskosten	•	•	•	•
Kosten Stromverbrauch	•	•	•	•
Kosten Wärmeverbrauch	•		•	•
Betriebsmittel (Säuren/Laugen/Methanol/.)	•		•	
Übrige Sachkosten	•	•	•	•
Personalkosten	•	•	•	•
Ertrag (z.B. Verkauf von Dünger)	•			
Minderaufwand (sofern vorhanden)	•	•	•	•

Fazit Validierer

Die Wirtschaftlichkeitsberechnung wurde angepasst und die Sensitivitätsanalyse überarbeitet, die Grundlagen der Wirtschaftlichkeitsberechnung sind nun nach der Ansicht der Validierungsstelle korrekt. Der Befund wird geschlossen die FAR2 (R2023) eröffnet.

CAR 8	Erledigt	x
3.5.1	Die Nachweismethode ist in Kapitel 5.1 der Projekt-/Programmbeschreibung verständlich beschrieben.	
3.5.2	Die vorgesehenen Parameter sind geeignet und angemessen für den Nachweis der Emissionsverminderungen. Mit der gewählten Berechnungsmethode kann eine wesentliche Fehleinschätzung der ex-post Emissionsverminderung mit ausreichendem Grad an Sicherheit ausgeschlossen werden.	
3.5.3	Die Berechnungsmethode und die verschiedenen gewählten Annahmen führen nicht zu einer Überschätzung der Emissionsverminderungen (vgl. Abschnitt 2.4 VoMi-KOP).	
3.5.6	Die Formeln zur Berechnung der erzielten Emissionsverminderungen sind vollständig und korrekt.	
3.5.10	Alle in den Formeln verwendeten Parameter sind in Kapitel 5.3 der Projekt-/Programmbeschreibung aufgeführt.	
<p>Frage (03.03.2023)</p> <p>a) In Kapitel 5.2 ist nur eine Formel angegeben: $ER_{Programm} = \sum ER_{Vorhaben,i} = \sum (E_{R,Vorhaben i} - E_{P,Vorhaben i}) \quad (20)$ Darauf folgt der Hinweis, dass die Emissionsverminderungen der einzelnen Projekte analog den Formeln für die ex-ante Berechnung ermittelt würden. Hier müssen aber alle Formeln angegeben werden, anhand derer die Emissionsverminderungen berechnet werden. Bitte also sämtliche Formeln (1) bis (13) aus den Kapiteln 3.4 und 3.5 hier nochmals wiederholen.</p> <p>b) Die Formel (11) muss korrigiert werden (vgl. CR 7). Falls der Parameter $F_{a,Dünger}$ nicht mehr im Monitoring benötigt wird, kann er allenfalls zur Plausibilisierung weiter erhoben werden.</p> <p>c) Die Bezeichnung aller Parameter, die sich auf den Stickstoffzulauf beziehen (insbesondere $F_{a,N}$ und $C_{N,Zu}$) muss konsistent angepasst werden (Zulauf zur ARA, nicht nur zur Reinigungsstufe).</p> <p>d) In Kapitel 5.3 oder im Anhang müssen zusätzlich Schemen beigefügt werden, wo die jeweiligen Messtellen zur Erhebung der Parameter einzurichten sind. Wird die Stickstofffracht nicht durch Messungen direkt im Zulauf der ARA bestimmt, sondern auf andere Weise erhoben (z.B. durch Messungen und Analysen nach dem Vorklärbecken), ist das Verfahren anzugeben, wie daraus die Eingangsfracht ermittelt wird (ev. Details im Anhang oder Verweis auf technische Vorgaben mit Quellenangabe). Sind die entsprechenden Umrechnungen mit Unsicherheiten verbunden, ist sicherzustellen, dass die Methode konservativ ist. Besteht die Gefahr, dass die Methode die Stickstofffracht zu hoch einschätzt, muss ein zusätzlicher Sicherheitsfaktor eingebaut werden.</p>		
<p>Antwort Gesuchsteller (17.03.2023)</p> <p>a) In Kapitel 5.2 ist nur eine Formel angegeben: Im Rahmen der ersten Validierung wurde explizit auf Wunsch der Validierungsstelle nur ein Verweis auf die Formeln in Kap. 3.4 und 3.5 aufgenommen. Die Formeln sind identisch. Eine Wiederholung erschwert die Lesbarkeit des Dokuments und erhöht potentielle Fehlerquellen.</p> <p>b) Der Parameter $F_{a,Dünger}$ ist wichtig und muss zur Plausibilisierung weiter erhoben werden. Er wird aber ins Kapitel 5.3.4 (Plausibilisierung) verschoben. Im Rahmen der N2OKlimARA-Forschungsarbeiten wurden die Emissionsfaktoren für die biologische Abwasserreinigung (Projekttypen A und B) immer auf den Anlagenzulauf bezogen. Diese Systematik wird im Monitoring übernommen. Eine Addition $F_{a,Dünger}$ in Formel (11) ist nicht mehr notwendig. Die Formel wurde korrigiert. Ebenfalls wurde das Excel-Tool für das Monitoring («230317_VorlageMonitoringdaten.xls») angepasst.</p>		

- c) Die Bezeichnungen aller Parameter, die sich auf den Stickstoffzulauf beziehen müssen konsistent angepasst werden: Hier ist eine Differenzierung notwendig: Die Messungen beziehen sich nur bei Projekten Typ A und B auf der Anlagenzulauf. Bei Projekten Typ C bezieht sich die Messung auf den Zulauf zur Nitritionsstufe. Eine entsprechende Konkretisierung wurde in Kap. 3.4/3.5/5.3.2 und 5.3.3 umgesetzt.
- d) In Kapitel 5.3 wurde ein entsprechendes Schema eingefügt. Die Korrektur der Messungen nach Vorgabe der DWA A 131 (2016) wurde in Kap. 5.3.3 aufgenommen. Die Korrektur entspricht dem Stand der Technik, weitere Faktoren sind nicht notwendig.

Zwischenfazit und Zusatzfragen Validierer (23.03.2023):

- a) Entgegen der früheren Praxis wird aktuell tatsächlich verlangt, dass in Kapitel 5.2 alle Formeln stehen, um die ex-post-Berechnungen durchzuführen, selbst dann, wenn es sich um Wiederholungen der früher angegebenen Formeln handelt. Dieses Kapitel wird dann auch in den Monitoringbericht kopiert. Damit wird sichergestellt, dass die Messparameter wirklich mit denen in den Formeln übereinstimmen. Bitte also die Formeln hier nochmals aufführen und nochmals prüfen, ob die Bezeichnungen aller Parameter wirklich überall konsistent verwendet wird.
- Auch Zwischenberechnungen, die trivial erscheinen, müssen aufgeführt werden, z.B. dass die N-Fracht durch Multiplikation der N-Konzentration mit der Abwassermenge bestimmt wird. Auch der Faktor EF_P wird ja nicht direkt gemessen, sondern aus den Parametern $C_{N_2O, Abluft}$ und $Q_{h, Abluft}$ abgeleitet und dann auf die N-Fracht referenziert, und auch da fehlen noch die verbindenden Formeln.
- Ausserdem scheint in den Formeln (3) und (12) auch noch ein inhaltlicher Fehler zu sein:
- Wenn die Einheit von $C_{N_2O, Abluft, t}$ in mg angegeben wird, und diejenige von $F_{N_2O, ab, dF}$ in kg, müsste der Faktor 10^{-6} sein und nicht 10^{-3} . Bitte nochmals prüfen und allenfalls bereinigen.
- b) Korrekt umgesetzt.
- c) Die Bezeichnung für F_{aN} als «Stickstofffracht im Zulauf zur Kläranlage (Typ A und B) oder im Zulauf zur Nitritionsstufe (Typ C)» in Kap. 3.4 und 3.5 ist korrekt und sehr gut nachvollziehbar. Zum Parameter EF_R weicht die Bezeichnung in Kap. 5.3.2 aber noch von derjenigen bei Formel (11) in Kap. 3.5 ab.

Korrekt umgesetzt. Da die Korrektur auf der Basis einer anerkannten Norm gemäss Stand der Technik erfolgt, kann sie ohne zusätzlichen konservativen Abzug angewendet werden. Bitte aber die Norm DWA A 131 (2016) noch in das Literaturverzeichnis aufnehmen. Dem Verifizierer muss dann anhand eines Auszugs aus der Norm gezeigt werden, dass die Umrechnung korrekt ist.

Antwort Gesuchsteller (31.03.2023)

- Norm DWA A 131 (2016) wurde im Literaturverzeichnis aufgenommen.
 - Die Bezeichnung des Parameters EF_R in Kap. 5.3.2 und in Formel (11) in Kap. 3.5 sind nun identisch.
 - Der inhaltliche Fehler der Formel wurde bereinigt (10^{-6} statt 10^{-3})
- Die Formeln zur ex-post Berechnung erzielter Emissionsverminderungen wurden in Kap. 5.2.1 eingefügt. Die Berechnung des Parameters $F_{N,a}$ wurde präzisiert. Der Emissionsfaktor EF_P wird im Rahmen der Abluftmessungen bestimmt. Diese müssen nach CAR 5 durch Fachpersonen erfolgen und in einem Messbericht dokumentiert werden. Innerhalb dieses Berichts wird auch der Emissionsfaktor EF_P berechnet. Basis dazu sind die Formeln in Anhang A5. Auf weitere Formeln wird verzichtet, die korrekte Berechnung liegt in der Verantwortung der ausgewiesenen Fachpersonen.

Fazit Validierer

Den Aufforderungen wurden nachgekommen und zudem wurde der Hinweis zum Anhang 5 erbracht, in welchem weitere Details zur Berechnung aufgeführt werden.

Der Befund wird geschlossen und die FAR 3 (R2023) eröffnet.

CAR 9		Erledigt	x
3.5.8	Bei Ersatzanlagen (z.B. Kesslersatz) werden nur die während der verbleibenden Restnutzungsdauer erzielten Emissionsverminderungen voll geltend gemacht werden. (vgl. Beispiel im Anhang A2 VoMi-KOP)		
<p>Frage (03.03.2023)</p> <p>Besteht die Massnahme eines Projektes im Programm aus einem vorzeitigen Ersatz einer Anlage, können nur die während der verbleibenden Restnutzungsdauer erzielten Emissionsverminderungen voll geltend gemacht werden.</p> <p>Die Programmmethodik muss so angepasst werden, dass diese Vorgabe berücksichtigt wird (z.B. Aufnahme der Anforderung bei den Aufnahmekriterien, Ergänzung des Anmeldeformulars um entsprechende Fragen, Berücksichtigung des Aspektes bei der Berechnungsmethode).</p>			
<p>Antwort Gesuchsteller (17.03.2023)</p> <p>Die Wirkungsdauer wurde bei Projekten Typ C auf die Restlebensdauer der zu ersetzenden Anlage begrenzt (Kap. 1.6). Die Analyse der Additionalität bezieht sich auf diese reduzierte Wirkungsdauer (Kapitel 4, S. 28 und Excel-Tool «230317_Tool Wirtschaftlichkeitsanalyse.xls»). Der am Ende der Wirkungsdauer verbleibende Restwert wird neu in der Berechnung des NPV und IRR berücksichtigt. Die Aufnahmekriterien wurden um Punkt 3.3 «Die Wirkungsdauer von Projekten Typ C entspricht der Restlebensdauer der zu ersetzenden Anlage. Das Jahr der Inbetriebsetzung muss ausgewiesen werden.» ergänzt. Das Anmeldeformular wurde um eine Frage (Frage 9) ergänzt und zugehörige Nachweisdokumente (z.B. Projektabrechnungen, Auszug Anlagenbuchhaltung oder Garantieabnahmeprotokolle) als erforderliche Beilage aufgeführt.</p>			
<p>Fazit Validierer</p> <p>Korrekt umgesetzt. Der CAR wird geschlossen.</p>			

CAR 10		Erledigt	x
3.5.21	Die Art der Plausibilisierung der Monitoringdaten ist angemessen.		
<p>Frage (03.03.2023)</p> <p>Im Kapitel 5.3.4 der Programmbeschreibung sind die folgenden Korrekturen vorzunehmen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Allgemein: Näher beschreiben, wie eine Plausibilisierung der entsprechenden Parameter anhand von anderen Messgrössen als den eigentlichen Messparametern möglich ist. - Verbrennungseffizienz N₂O (Menge N₂O im Abgas/ Menge N₂O in der Zuluft) als massgebende Grösse für Typ D neu aufnehmen. 			
<p>Antwort Gesuchsteller (17.03.2023)</p> <p>Die möglichen Plausibilisierungen wurden wie präzisiert:</p> <p>«Die Plausibilisierung erfolgt je nach Projekttyp über:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Vergleich der gemessenen Zulaufkraft $F_{N, zu}$ mit der Grösse der Kläranlage anhand technischer Richtwerte nach DWA A131 (2016) ▪ Beurteilung des Wirkungsgrades der Stripping-Anlage. Zielgrösse ist > 75%. ▪ Beurteilung des Wirkungsgrades der Lachgasverbrennung. Zielgrösse ist > 90%. ▪ Beurteilung der insgesamt in der RTO behandelten Menge Lachgas in Bezug auf die Betriebszeiten der RTO-Anlage. ▪ Beurteilung der gemessenen Lachgasemissionen in Bezug zu der massgebenden Stickstoffkraft im Zulauf (Zulauf ARA, Zulauf Nitritationsstufe). Vergleich des ermittelten Emissionsfaktors mit ähnlichen Anlagen in der Schweiz.» 			

Zudem wurde der Wirkungsgrad der Lachgasverbrennung sowie die Betriebszeiten der RTO als Messgrößen aufgenommen

Fazit Validierer

Die Plausibilisierungsmethoden sind nun vollständig und nachvollziehbar beschrieben, und sie decken alle Projekttypen ab. Der CAR wird geschlossen.
Der Gesuchsteller wird darauf hingewiesen, dass die Plausibilisierungsmethoden auch noch ergänzt werden können, wenn sich in der Praxis noch bessere Plausibilisierungsansätze zeigen sollten. Dies müsste dann einfach im Monitoringbericht beschrieben werden.

CAR 11		Erledigt	x
3.3.5	Alle wesentlichen Einflussfaktoren sind identifiziert und beschrieben.		
3.3.6	Nationales, kantonales und kommunales Recht werden bei der Wahl der Referenzentwicklung und der Projektemissionen berücksichtigt, bspw. Mindestanforderungen von Bund, Kanton und Standortgemeinde.		
3.5.23	Die in Abschnitt 3.2 der Projekt-/Programmbeschreibung aufgeführten und für das Validierungsergebnis kritischen Einflussfaktoren sind vollständig beschrieben (Wirkungsweise auf Projektemissionen resp. Emissionen der Projekte des Programms oder die Referenzentwicklung).		
3.5.24	Die vorgesehene Anpassung der Referenzentwicklung ist beschrieben (wann und in welchen Fällen wird diese angepasst und wie).		
3.5.25	Die Datenquelle für jeden Einflussfaktor ist angegeben.		
Frage (03.03.2023)			
a) Die jährliche Überprüfung des Einflussfaktor «Gesetzliche Vorschriften» ist zu präzisieren:			
<ul style="list-style-type: none"> - Bitte Beispiele von konkreten Gesetzen / Verordnungen aufführen, in denen am ehesten Vorschriften bezüglich der Lachgasemissionen von ARAs zu erwarten wären. - Neben dem Fall mit gesetzlichen Vorgaben ist auch das Vorgehen in folgendem Fall zu beschreiben: Es treten neue gesetzliche Vorschriften zu ARAs / Abwassertechnologie in Kraft, welche die N₂O-Referenzemissionen massgeblich beeinflussen (Beispiele: Pflicht zu einer ganzjährigen Nitrifikation oder einer ganzjährigen Denitrifikation für bestimmte Anlagentypen). - Ev. muss auch der Satz «Das Programm, sowie die bestehenden Vorhaben könnten bis zum Ende der Kreditierungsperiode des Programms Emissionsreduktionen geltend machen.» ergänzt werden. Grundsätzlich ist die Aussage korrekt, in gewissen Fällen wäre aber denkbar, dass die Emissionsverminderungen auch bei bestehenden Projekten reduziert werden müsste, z.B. indem nur noch der Anteil als Emissionsverminderung geltend gemacht werden könnte, der über die gesetzlichen Vorschriften hinausgeht. (Wird von der Validierungsstelle noch geklärt.) 			
b) Zusätzlich ist auch der Einflussfaktor «Stand der Technik» zu überwachen. Sollte im Laufe der Programmlaufzeit eine Pflicht zur Sanierung gewisser nicht mehr dem Stand der Technik entsprechender Anlagentypen in Kraft treten, wäre deren Ersatz nicht mehr zusätzlich. Entsprechende Projekte könnten somit nicht mehr im Programm aufgenommen werden, keine Emissionsverminderungen geltend machen.			
Darüber hinaus müssen noch zwei anlagenspezifische Einflussfaktoren in die Programmbeschreibung aufgenommen werden:			
c) Es ist jährlich im Monitoringbericht aufzuzeigen, ob die Anordnungen zur Reinigungsleistung durch den Kanton (z.B. Betriebsbewilligung, Verfügung oder andere Art von Anordnung)			

geändert haben. Werden neue oder geänderte Reinigungsziele angeordnet, muss geprüft werden, ob der bisherige Referenzfaktor noch gültig ist. Wird neu eine ganzjährige Denitrifikation mit einer Stickstoffelimination >65% verlangt, gilt ab dem Datum der Gültigkeit der entsprechenden Anordnung der verminderte Referenzfaktor für die entsprechenden Anlagen.

- d) Ausserdem ist im Monitoringbericht aufzuzeigen, wenn auf einer ARA, auf der ein Projekt umgesetzt wurde, eine Gesamterneuerung oder ein massiver Ausbau vorgenommen wurde, der das Reinigungsziel und damit den Referenzfaktor verändert. Dies gilt insbesondere dann, wenn durch den Ausbau einer Anlage neu eine ganzjährige Denitrifikation mit einer Stickstoffelimination >65% möglich gemacht wird.

Antwort Gesuchsteller (17.03.2023)

- a) Folgende gesetzliche Vorschriften sind unmittelbar relevant und wurden so in der Programmbeschreibung aufgenommen:
- Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG) vom 24. Januar 1991 (Stand am 1. Februar 2023): z.B. mögliche, verpflichtende Vorgaben zur Umsetzung von Massnahmen zur Reduktion von Treibhausgasen.
 - Luftreinhalte-Verordnung (LRV) vom 16. Dezember 1985 (Stand am 1. Januar 2023): z.B. mögliche Grenzwerte für Lachgasemissionen.
 - Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (Abfallverordnung, VVEA) vom 4. Dezember 2015 (Stand am 1. Januar 2023): z.B. mögliche Verpflichtung zur Rückgewinnung von Stickstoff.

Der Vollzug der Gewässerschutzgesetzgebung obliegt nach Art.48 GSchG den Kantonen. Sie vollziehen das Gesetz und erlassen die erforderlichen Vorschriften. Anhang 3 GSchV lässt den Kantonen bei der Festsetzung der Reinigungsanforderungen einen Handlungsspielraum aufgrund der lokalen Gewässersituation. Die Kantone verfügen die erforderlichen Reinigungsanforderungen. Für die Festsetzung der Referenzemissionen sind die in der Verfügung aufgeführten Anforderungen (ganzjährige Nitrifikation / ganzjährige Denitrifikation >65%) relevant. Bei geänderten Vorgaben gilt für die Umsetzung in der Regel eine Übergangsfrist von 10 – 15 Jahren. Sofern die Anlage in der Übergangsfrist nicht umgebaut wird (Anpassung der Verfahrenstechnik) können bis zum Ende der laufenden Kreditierungsperiode weitere Emissionsreduktionen mit unverändertem EF_R geltend gemacht werden. Anschliessend sind die Referenzemissionen anzupassen.

- b) Der Einflussfaktor «Stand der Technik» ist nach unserer Einschätzung mit den beiden Einflussfaktoren «Gesetzliche Vorschriften» und «Reinigungsanforderungen» abschliessend abgedeckt. Die Ausführungsverantwortung der Abwasserentsorgung obliegt den Gemeinden. Die Kantone verfügen nicht über die eingesetzten Technologien zur Abwasserreinigung. Im Einzelfall betreffen Verfügungen von Aufsichtsbehörden sicherheitsrelevante, periphere Einzelkomponenten (z.B. ESTI -> Starkstromanlagen, Abgase von Feuerungsanlagen). Diese haben aber keinen Bezug zu den eingesetzten biologischen Reinigungsverfahren.
- c) Die Anforderung ist mit dem Einflussfaktor «Kantonale Reinigungsanforderungen (anlagenspezifisch)» abgedeckt. Dieser wird in jedem Monitoringbericht geprüft.
- d) Ein neuer Einflussfaktor «Anpassung der Verfahrenstechnik (anlagenspezifisch)» wurde aufgenommen. Betrifft ein Umbau/ eine Erweiterung die Nitrifikation resp. Denitrifikation ist zu prüfen, ob die gewählten Referenzemissionen angepasst werden müssen (ganzjährige Nitrifikation / ganzjährige Denitrifikation >65%). Die neuen, angepassten Referenzemissionen gelten ab Inbetriebsetzung der neuen Anlage auch innerhalb einer Kreditierungsperiode. Die Regelung gilt auch für anlagenspezifisch gemessene Emissionsfaktoren.

Fazit Validierer

Die Überwachung der Einflussfaktoren im Rahmen des Monitoring ist nun vollständig, korrekt und nachvollziehbar beschrieben. Der CAR wird geschlossen.

CAR 12		Erledigt	x
3.6.2	Alle Anhänge sind vollständig aufgeführt und entsprechend dokumentiert. Alle Referenzen im Bericht sind überprüfbar, korrekt und eindeutig zugeordnet.		
3.6.3	Die Projekt-/Programmbeschreibung und die unterstützenden Dokumente sind vollständig und konsistent. Datum und Versionen der Dokumente ist am Schluss der Validierung nochmals überprüft worden.		
<p>Frage (03.03.2023)</p> <p>Bei der Überprüfung der Referenzen und der Anhang-Ddokumente wurden die folgenden Fehler und Inkonsistenzen entdeckt, die zu korrigieren sind:</p> <p>Quellen:</p> <p>6 BAFU_Projekte_und_Programme_zur_Emissionsverminderung_im_Inland: Das Dokument ist die Version Stand 2015 und nicht wie im Literaturverzeichnis angegeben die aktuelle Version 2022.</p>			
<p>Antwort Gesuchsteller (17.03.2023)</p> <p>Wurde korrigiert und in den Quellen abgelegt.</p>			
<p>Fazit Validierer</p> <p>Korrekt umgesetzt. Zusätzlich werden geringfügige Fehler, die keine inhaltliche Relevanz haben, dem Gesuchsteller direkt als Kommentare im Text der Programmbeschreibung geschickt.</p>			