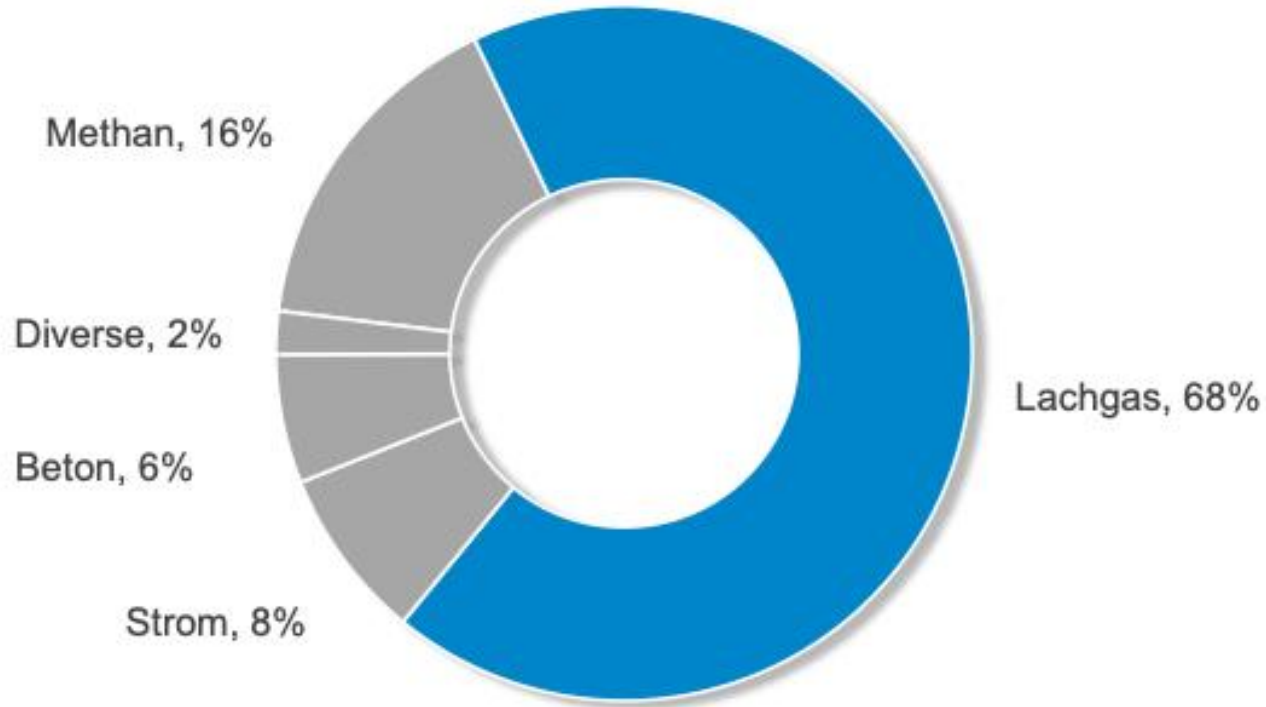




**Klimaneutrale ARA: Reduktion von Lachgasemissionen  
in der Abwasserreinigung**

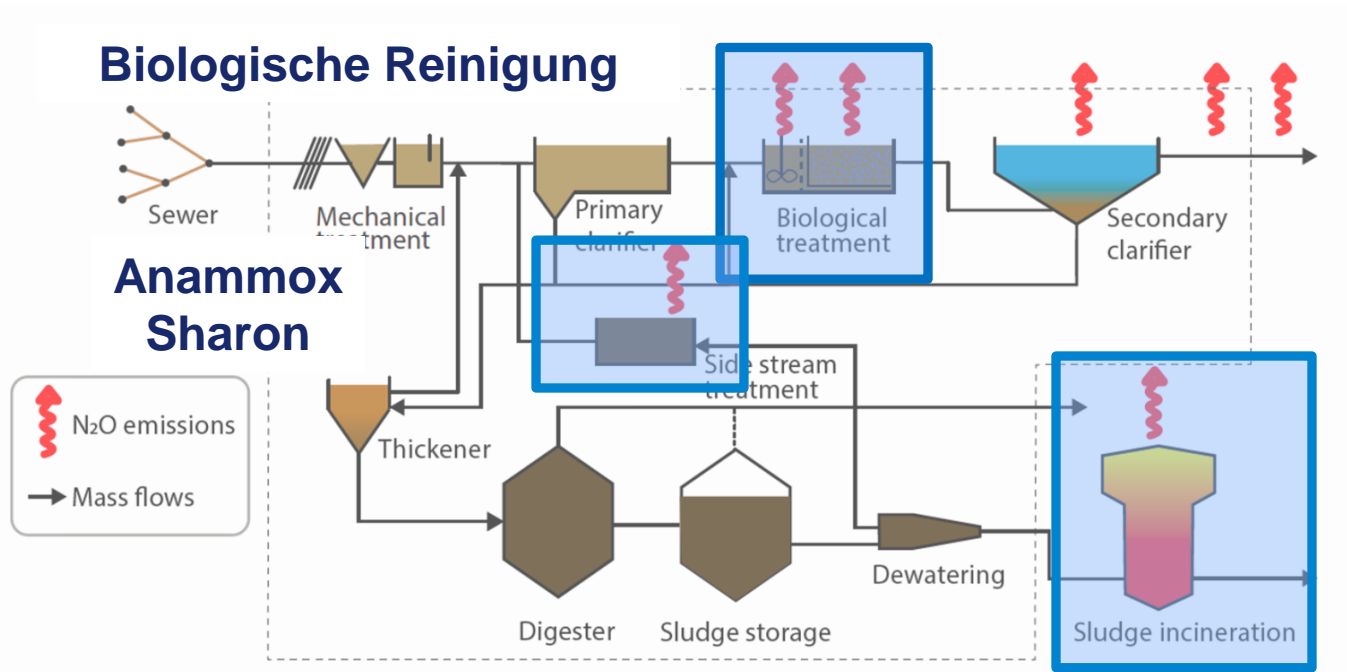
# Lachgas und ARA



Nicht biogene CO<sub>2eq</sub>-Emissionen



# Emissionsquellen



Quelle: Gruber, W. Long-term  $N_2O$  emission monitoring in biological wastewater treatment: methods, applications and relevance . DISS. ETH NO. 27650

## Schlamm-Verbrennung





# Übersicht Massnahmen

**Ansatz 1:  
Emissionen an der  
Quelle verhindern**



- **Typ A: Faulwasser-Stripping**  
(Düngerproduktion)
- **Typ B: Dynamische Regelung**  
(DynARA)
- **Typ C: Ersatz Sharon-Verfahren**



**Ansatz 2:  
Lachgas entfernen  
«End of Pipe»**



- **Typ D: Thermische Oxidation**  
(RTO)



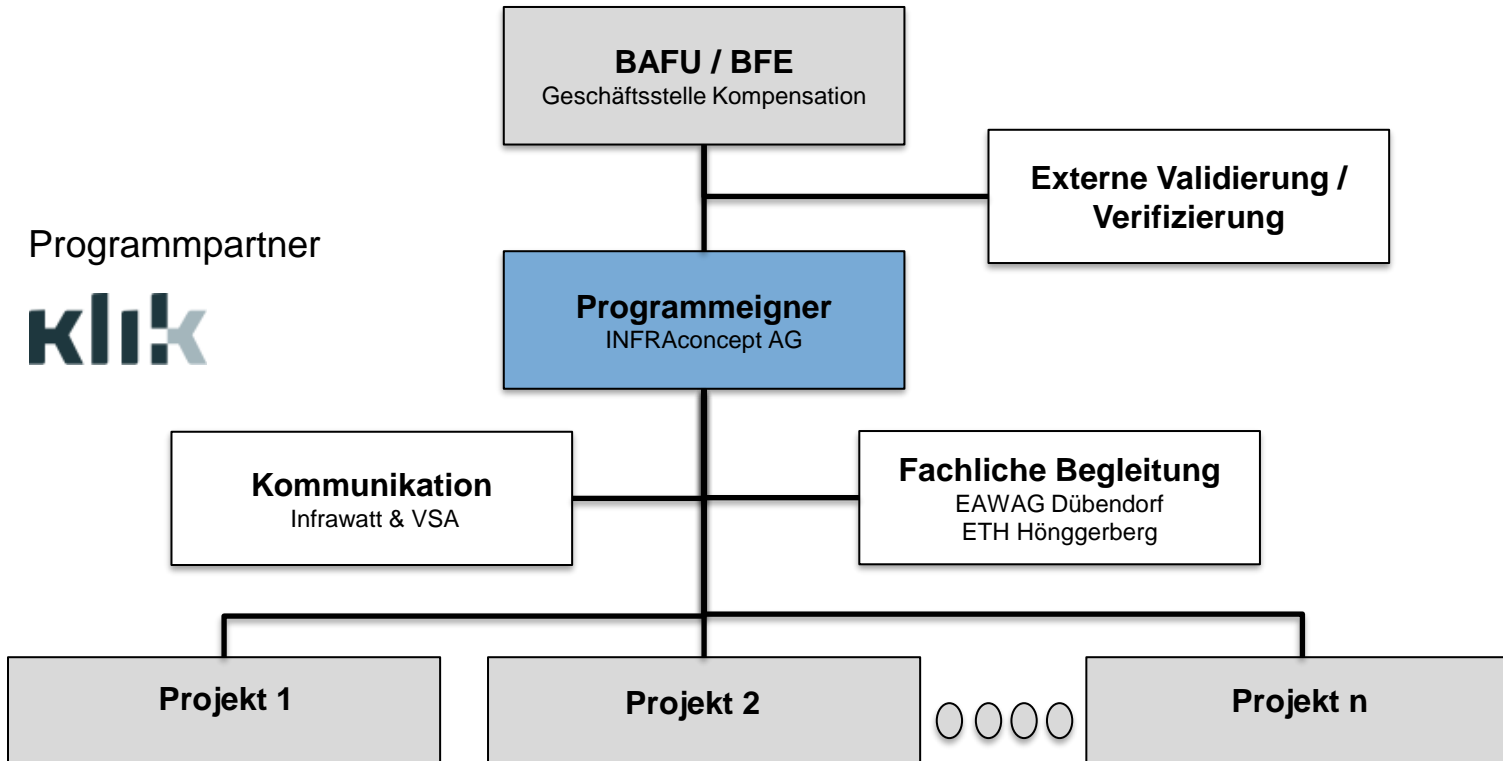
# Kompensationsprogramm 0174

## Vergütung pro Bescheinigung

- **Vorhabentypen A, B und D:**  
145 CHF / t bis die Investitionen amortisiert sind,  
danach  
100 CHF / t zur Deckung der Betriebskosten
- **Vorhabentyp C:**  
50 CHF / t bis die Investitionen amortisiert sind,  
danach  
10 CHF / t zur Deckung der Betriebskosten

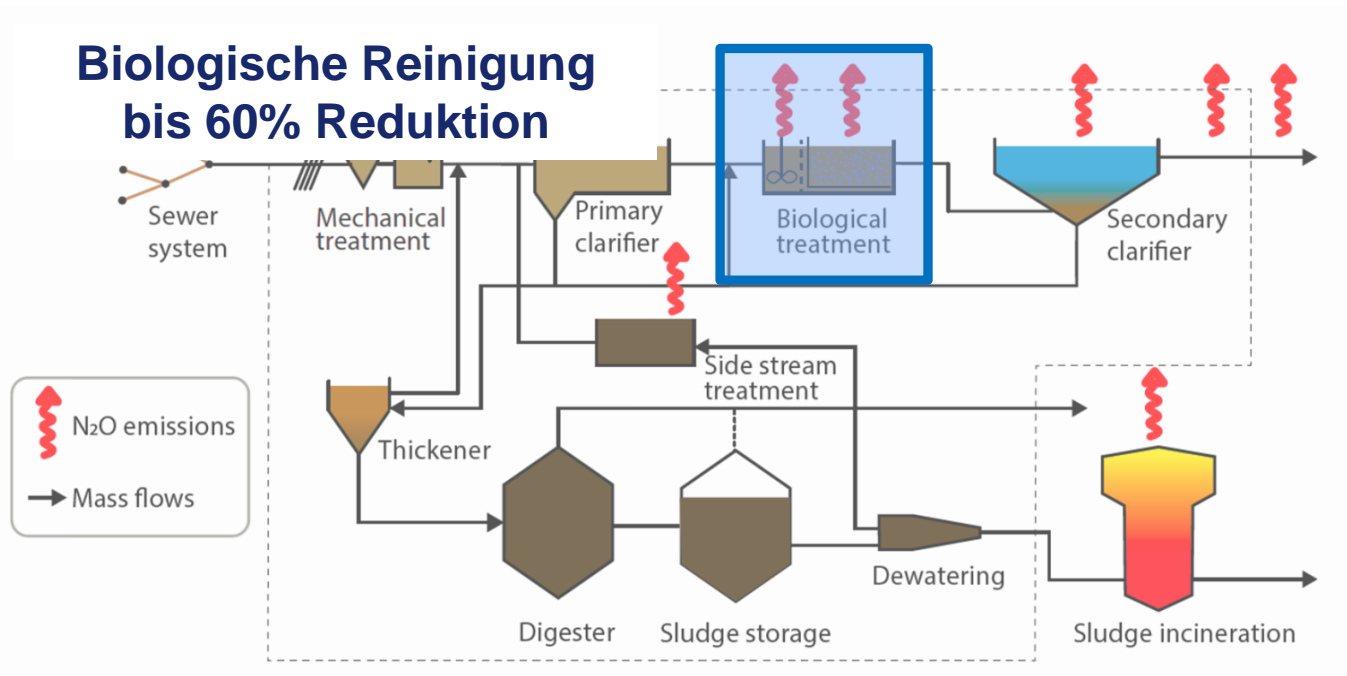


# Programmstruktur

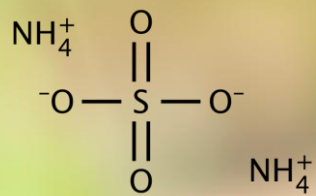


**klik**

# Typ A: Faulwasser-Stripping

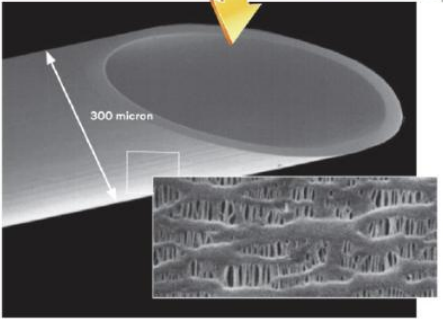
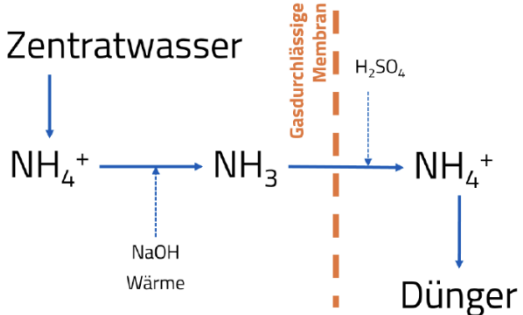
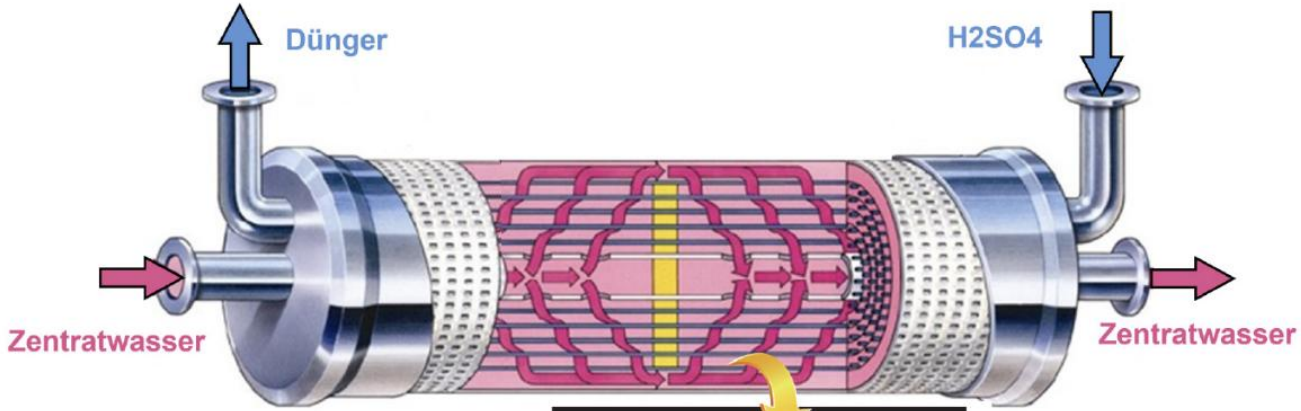


Quelle: Gruber, W. Long-term N<sub>2</sub>O emission monitoring in biological wastewater treatment: methods, applications and relevance . DISS. ETH NO. 27650





# Technologie



Kombiniertes Membran Verfahren





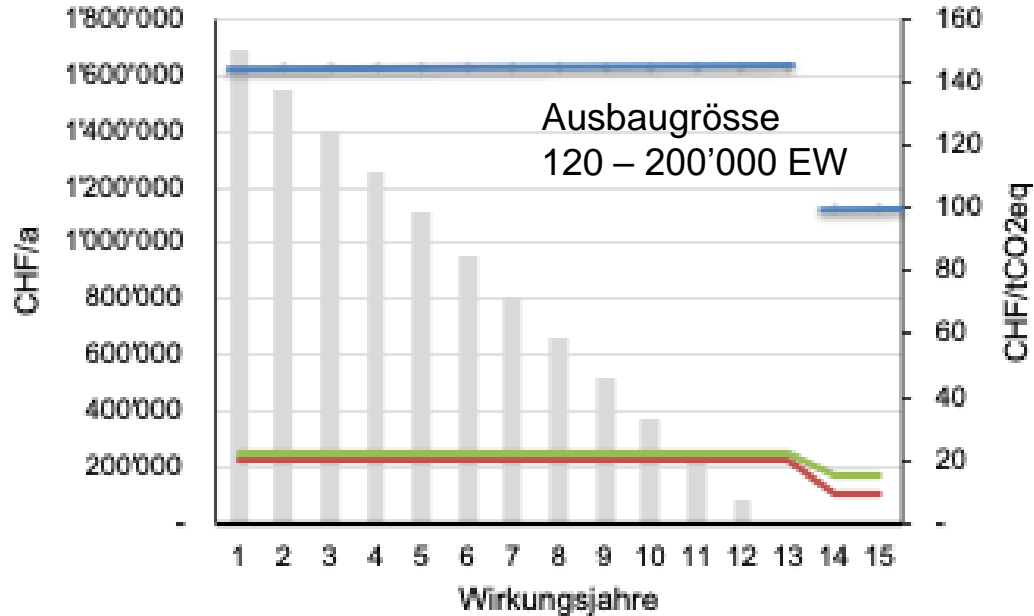
- Produkt: Flüssiger Ammoniumsulfat-Dünger
- Technologie vorhanden und marktreif
- Zwei Anlagen in Betrieb (Altenrhein, Yverdon)
- Nachfrage nach Dünger vorhanden



Kreislaufprinzip, aufwändige Verfahrenstechnik  
-> Geeignet für grosse Anlagen



# Preismodell KLIK (Stripping)



— Anlagevermögen

— Netto-Aufwand

— Erlös aus dem Verkauf  
(CHF/a)

Investition  
1.7 Mio. CHF

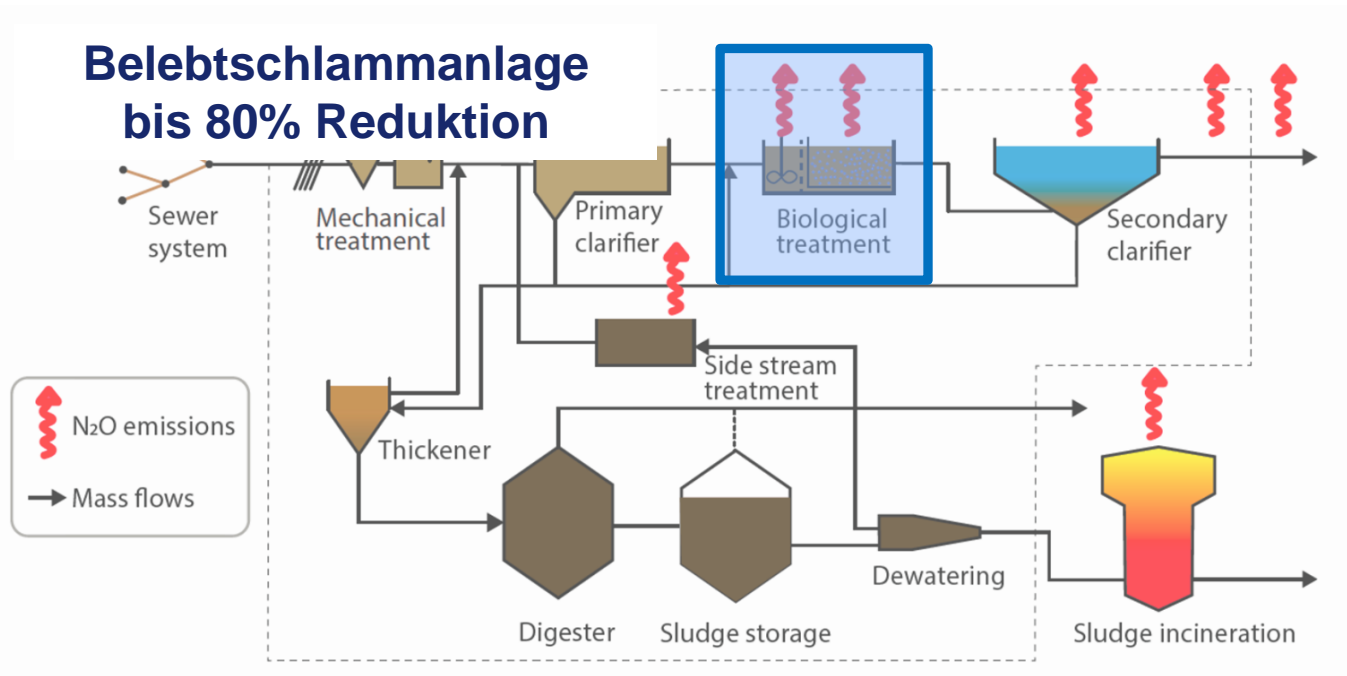
Betriebskosten  
180'000 CHF /a

Düngerverkauf  
75'000 CHF /a

Bescheinigungen  
230'000 CHF /a



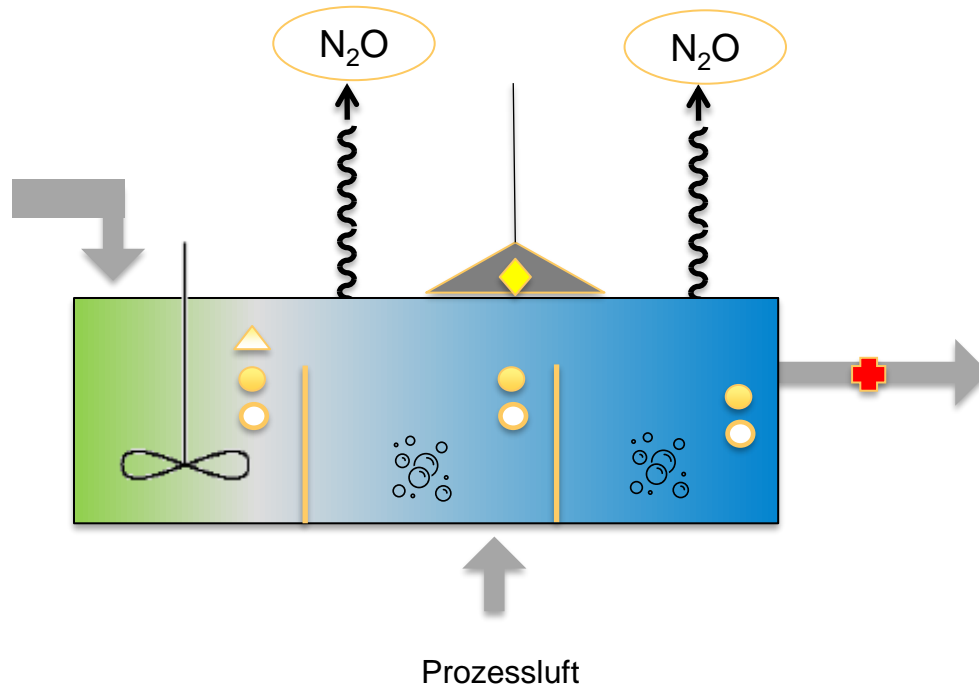
# Typ B: DynARA



Quelle: Gruber, W. Long-term N<sub>2</sub>O emission monitoring in biological wastewater treatment: methods, applications and relevance . DISS. ETH NO. 27650



# Prinzip DynARA



- Sauerstoffmessung
- ▲ Nitratmessung
- Luftmengenmessung
- ▵ Bivalente Zone
- ◆ N<sub>2</sub>O / O<sub>2</sub> Messung
- ✚ Ammoniummessung





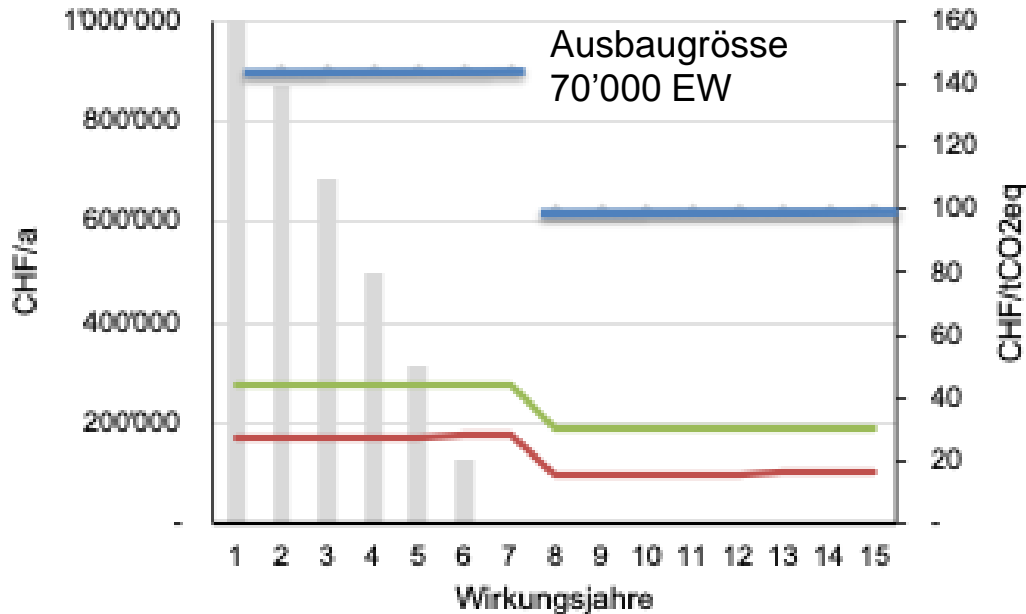
# Prinzip DynARA

- Off-Gas Messung ( $O_2$ ,  $N_2O$ )
- Zusätzliche Online-Analytik ( $NH_4$ ,  $NO_3$ )
- Belüftungssteuerung Kompartimente
- Lastfälle ARA Zulauf, Steuerung via Soft-Sensoren
- **Ziel:** Optimierung Denitrifikation, Reduktion Stromverbrauch





# Preismodell KLIK (DynARA)



— Anlagevermögen

— Total Aufwand

— Erlös aus dem Verkauf  
(CHF/a)

Betriebsaufwand  
140'000 CHF /a

Minderaufwand  
55'000 CHF /a

Ertrag Bescheinigungen  
275'000 CHF /a

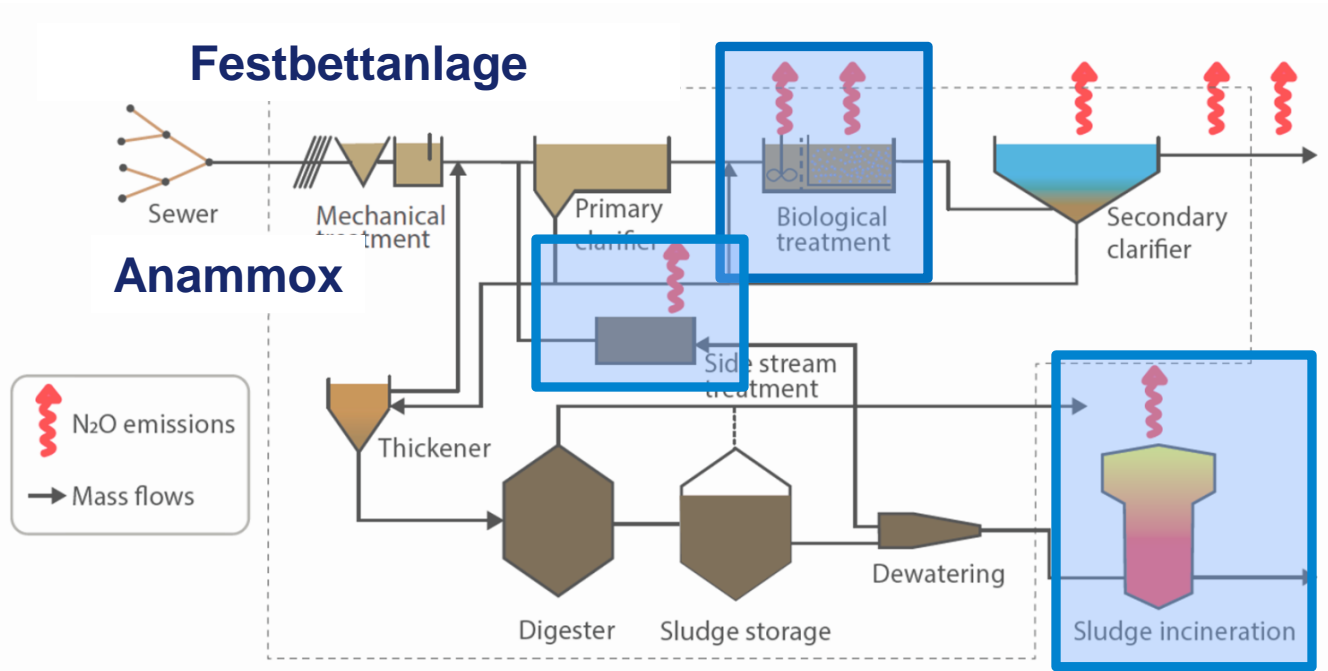
# Typ C: Ersatz Sharon-Reaktoren



- Ungünstige Verfahrenskombination (belüftete / unbelüftete Phasen)
- Zugabe C-Quelle
- Potentiell sehr hohe  $N_2O$ -Emissionen
- Ersatz mit 2-stufiger Anammox - Anlage

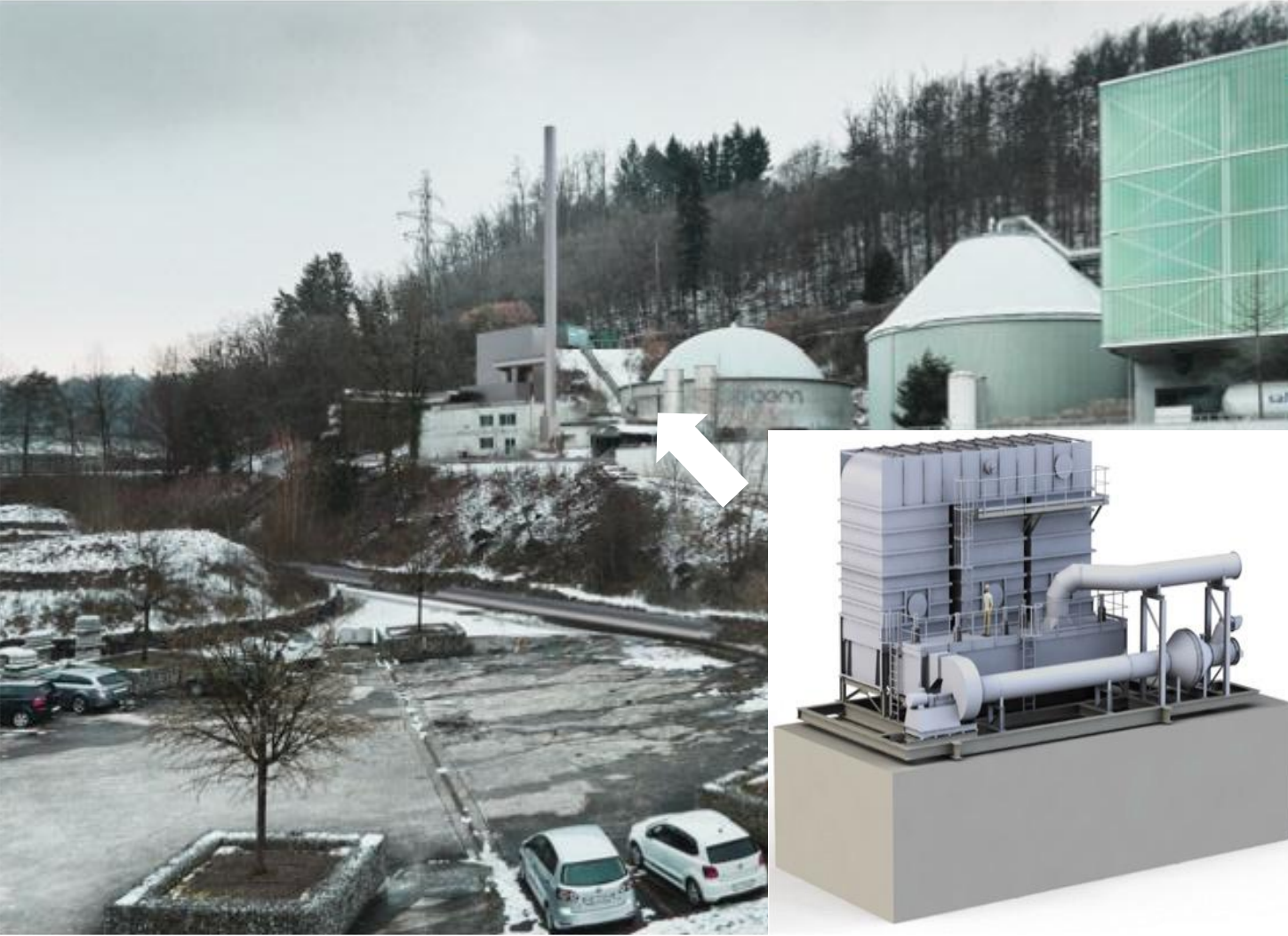


# Typ D: Thermische Oxidation



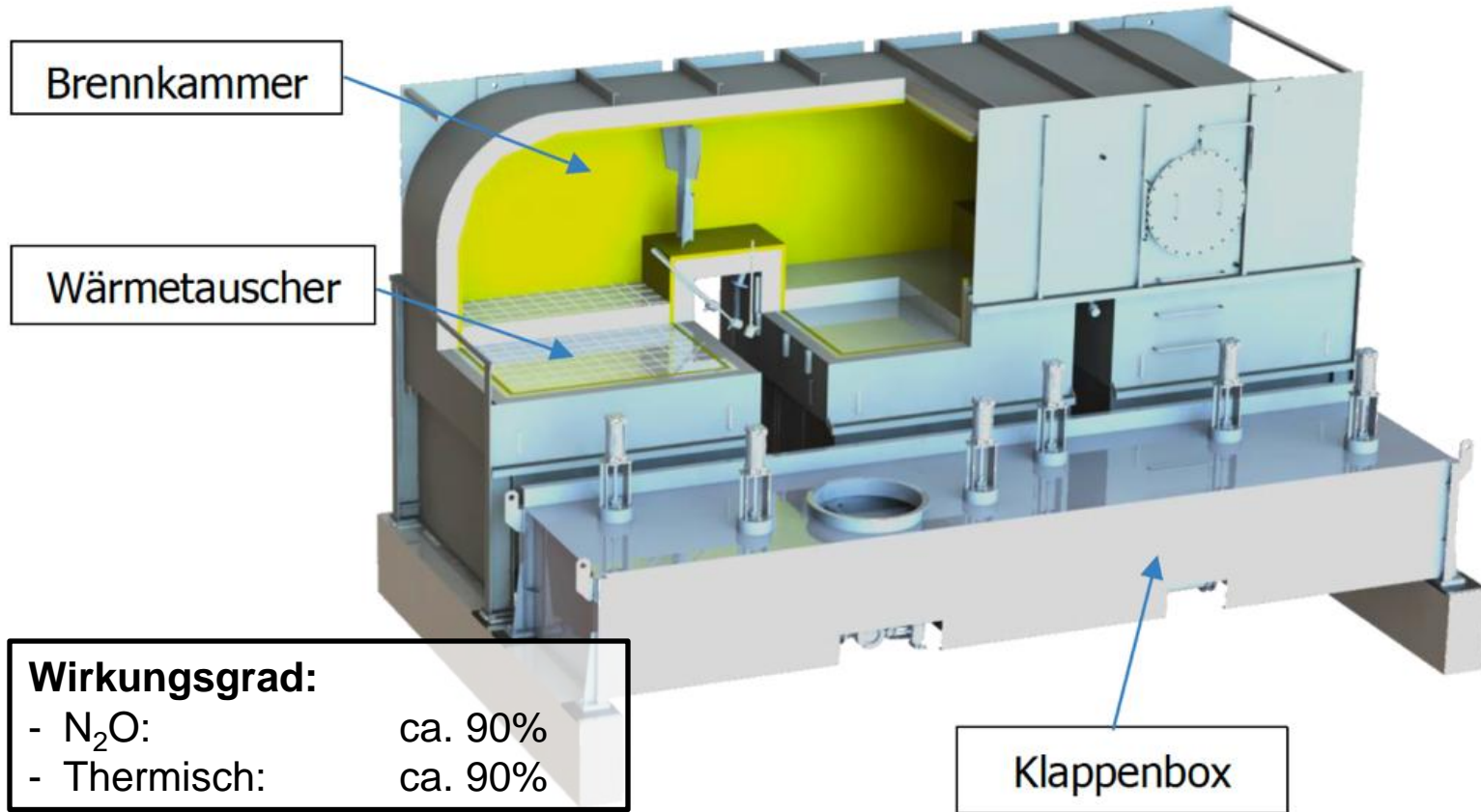
Quelle: Gruber, W. Long-term N<sub>2</sub>O emission monitoring in biological wastewater treatment: methods, applications and relevance. DISS. ETH NO. 27650

**Schlamm-Verbrennung**

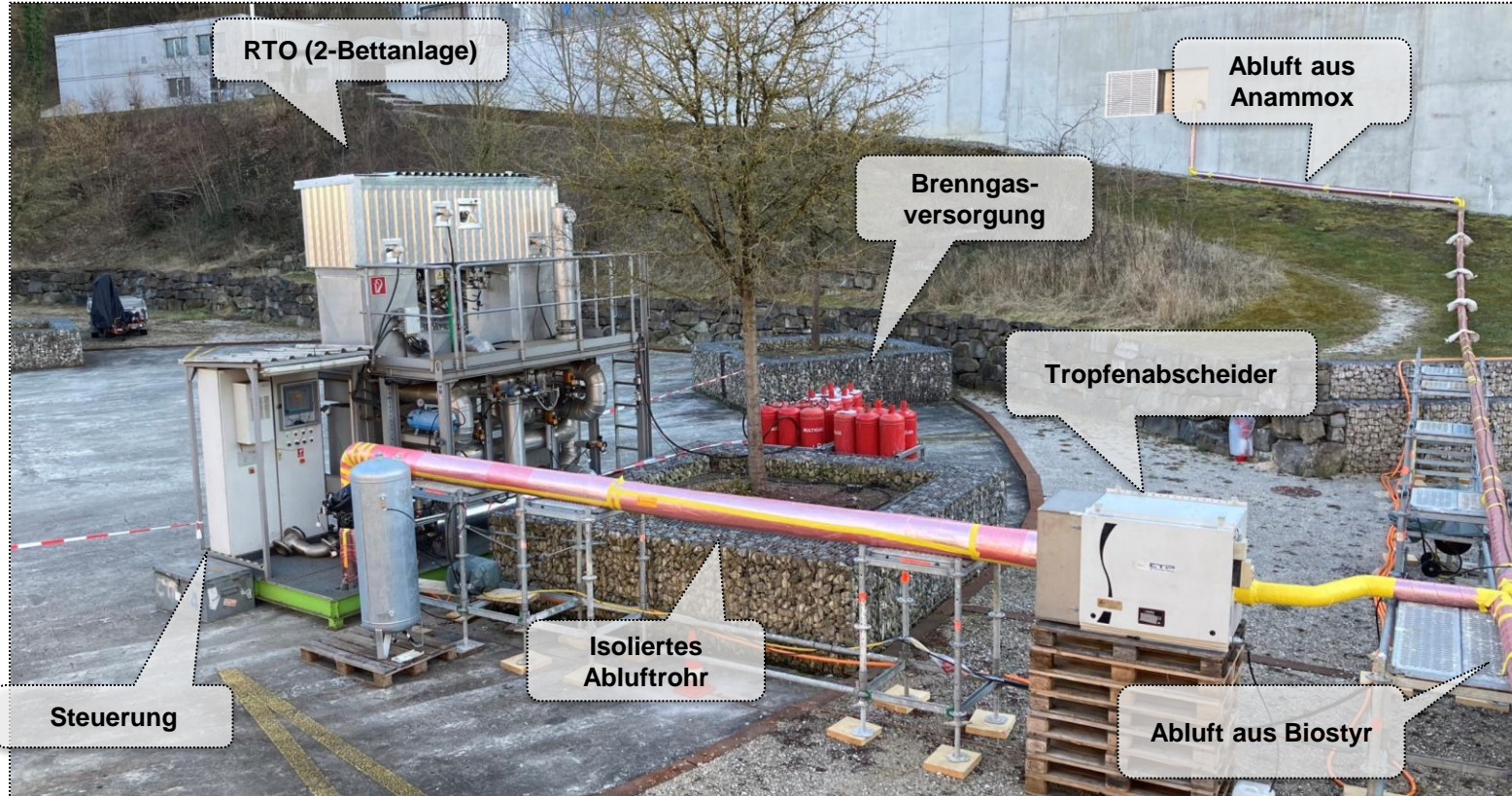




# Typ D: Thermische Oxidation



# Typ D: Thermische Oxidation



# Typ D (RTO) PayBack

REFERENZ		Referenz REAL	Konzept Faulwasserbehandlung			**Projekt arabern
<i>Dim. Abluftbehandlung</i>	<i>Nm<sup>3</sup>/h</i>	<i>22'000</i>	<i>1'000</i>	<i>1'000</i>	<i>3'000</i>	<i>31'000</i>
<i>Ausbaugrösse ARA</i>	<i>EW</i>	<i>270'000</i>	<i>100'000</i>	<i>200'000</i>	<i>400'000</i>	<i>500'000</i>
Investition	CHF	3'000'000	860'000	860'000	1'200'000	5'000'000
Betriebsaufwand	CHF/a	150'000	45'000	53'000	79'000	750'000
*Ertrag Bescheinigungen	CHF/a	970'000	150'000	300'000	610'000	1'450'000
<b>PayBack-Dauer</b>	<b>a</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>7</b>

\*145 CHF/ CO<sub>2</sub> eq

\*\*inkl. Gebäude



# Potential und Eignung

## Anlagen ohne ganzjährige Denitrifikation (<65%)

→ Stripping od. DynARA. Potential 700 – 4'000 tCO<sub>2</sub>/a

## Zweistufige Anammox-Anlagen

→ RTO. Potential 1'000 – 3'000 tCO<sub>2</sub>/a

## Sharon-Verfahren

→ Ersatz. Potential unterschiedlich

## Festbettanlagen, abgedeckte Belebtschlammanlagen, SVA

→ RTO. Potential 2'000 – 15'000 tCO<sub>2</sub>/a





# Anforderungen Monitoring

## Referenzemissionen

Stripping, DynARA

EF 1.8% oder 12-monatige  
Messkampagne

RTO

Laufende Messung der N<sub>2</sub>O-  
Emissionen

→ Ausgerüstetes Labor, Qualitätssicherung

→ Messung der N<sub>tot</sub> Frachten

## Projektemissionen

Stripping

12 monatige Messkampagne

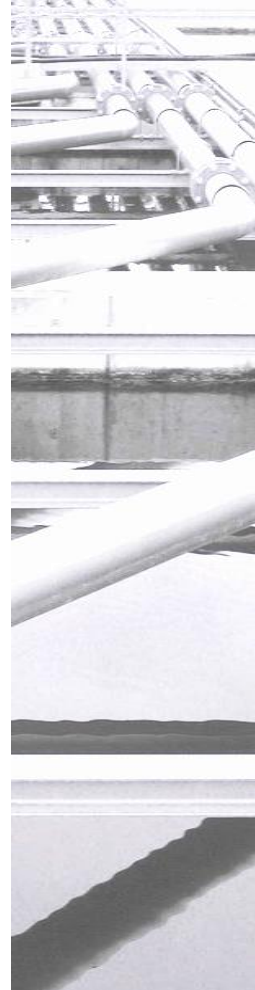
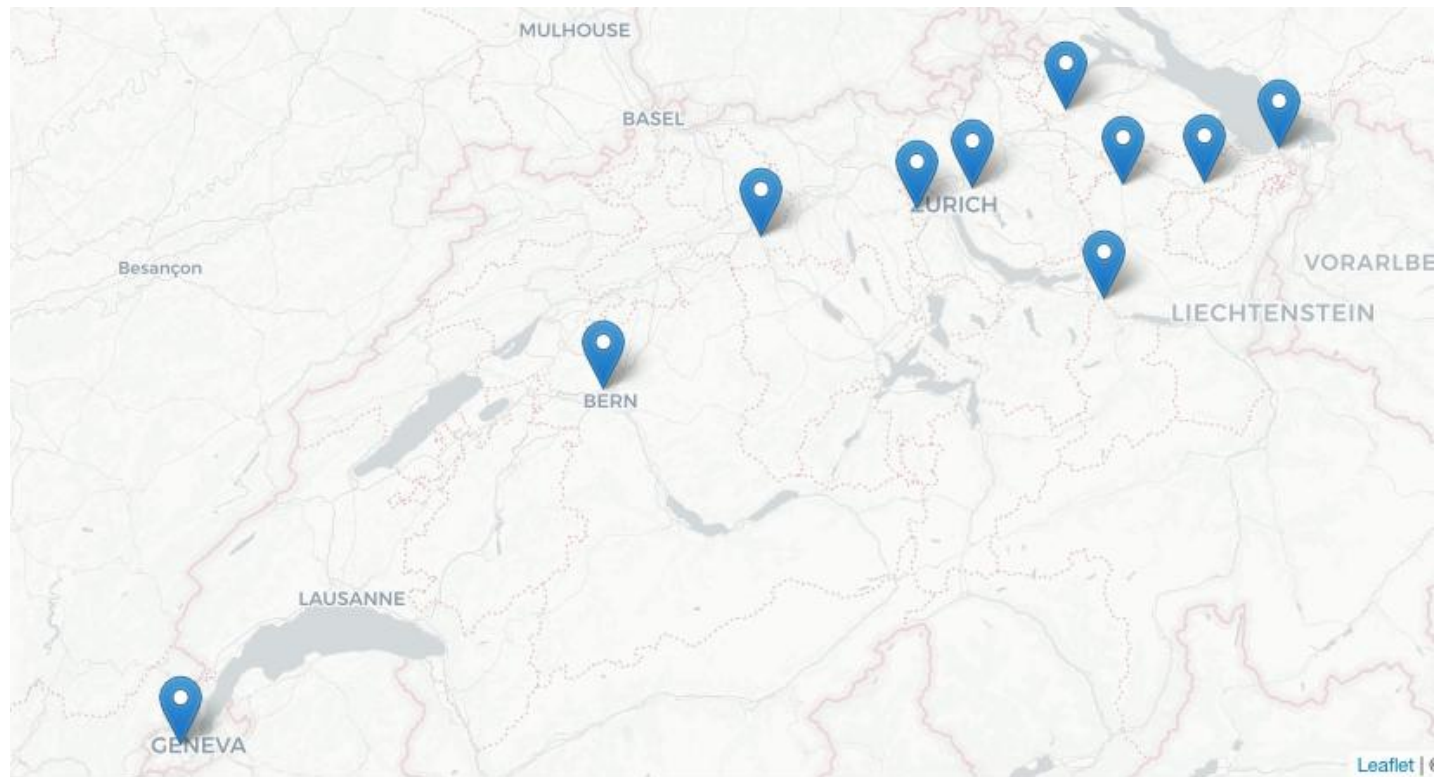
DynARA, RTO

Laufende Messung der N<sub>2</sub>O-  
Emissionen

**Jährlicher Messbericht**

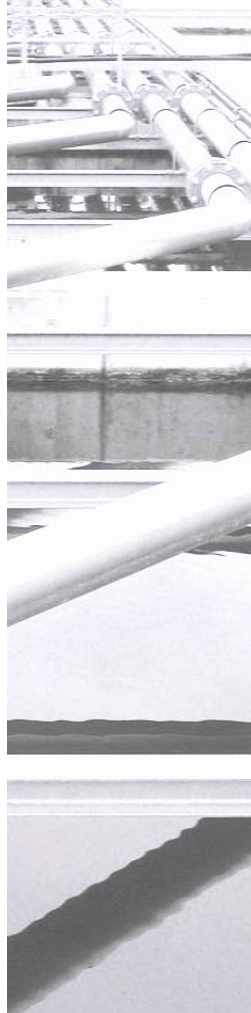
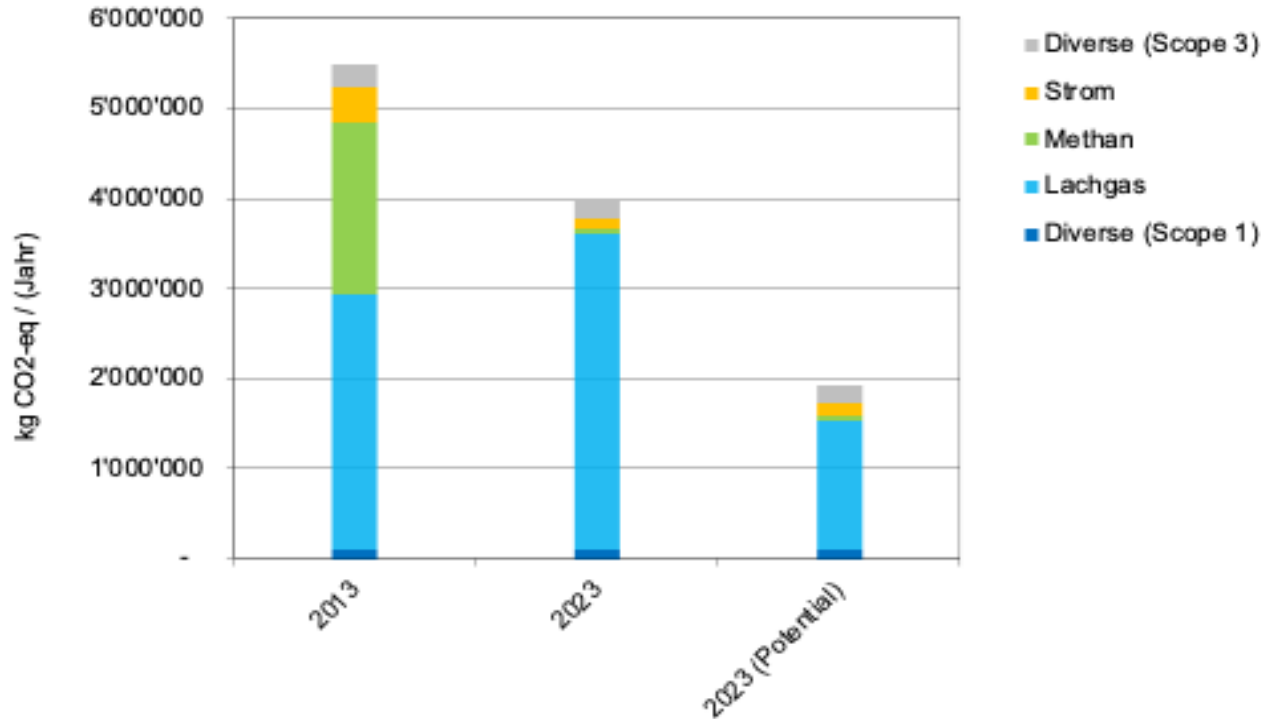


# Standorte



# Bemerkung zu Netto Null

THG-Emissionen 2013 – 2023 (ohne biogenes CO2)







**Interesse ?**  
**→ Anmeldung vor Erstinvestitionen erforderlich !**



# Thema Doppelzählung



Eidgenössische Departement für  
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

Bundesamt für Umwelt BAFU  
Administration

Bundesamt für Energie BFE  
Abteilung Energiewirtschaft

Geschäftsstelle Kompensation, 14.6.2023

## Faktenblatt Kommunikation zu «regionalen Bilanzen» und Kompensationsprojekten

Dokumentnummer: BAFU/237-01.1447927

Der Bundesrat hat am 28. August 2019 (EXE 2019.1855) beschlossen, dass die Schweiz ihre Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2050 auf Netto-Null senken soll. Auch Kantone, Gemeinden und Städte analysieren zunehmend, welches Emissionsziel sie sich für ihr Kantons-, Gemeinde- oder Stadtgebiet setzen wollen, beispielsweise «Netto-Null bis 2050» oder «Netto-Null bis 2030». Dafür bilanzieren sie ihre Treibhausgasemissionen und verwenden als Systemgrenze dieser «regionalen Bilanz» beispielsweise die Methodik der 2000-Watt-Bilanzierung. Diese umfasst die direkten und indirekten energiebedingten Treibhausgasemissionen aus der Energienutzung auf dem Territorium des entsprechenden Gebiets sowie aus dem Luftverkehr.<sup>1</sup>

Gleichzeitig müssen kompensationspflichtige Treibstoffimporteure einen Teil der verkehrsbedingten Emissionen ausgleichen, indem sie Projekte und Programme zur Emissionsverminderung (kurz «Kompensationsprojekte») im Inland umsetzen. Kompensationsprojekte werden auch in Gebieten umgesetzt, die eine eigene «regionale Bilanz» für ihr Gebiet erstellen. Es ist dementsprechend möglich, dass sich einerseits ein kompensationspflichtiger die Emissionsvermindernungen aus einem bestimmten Projekt als Kompensationsleistung anrechnet und dafür nationale Bescheinigungen erhält und andererseits das betroffene Gebiet die Emissionsvermindernungen in seiner «regionalen Bilanz» ausweist. Die Emissionsvermindernungen werden in diesem Fall doppelt ausgewiesen; dies auf der Basis unterschiedlicher Regularien und gegenüber unterschiedlichen Institutionen.

Beispielsweise evaluiert die Stadt Zürich derzeit, mit welchen Massnahmen und bis wann sie klimaneutral werden kann.<sup>2</sup> Hierzu wären insbesondere die Emissionen aus Gebäuden auf dem Stadtgebiet auf null zu reduzieren. Bereits heute fördert jedoch ein Kompensationsprojekt die Installation von automatischen Pelletheizungen, auch in der Stadt Zürich.<sup>3</sup> Pelletheizungen können somit sowohl Emissionsvermindernungen für die Erfüllung der Kompensationspflicht generieren, als auch die Emissionen aus Gebäuden der Stadt Zürich reduzieren.

<sup>1</sup> <https://www.infra.ch/infra/2020/-/netto-null-treibhausgasemissionen-stadt-zuerich>, Kurzfassung, Zürich, 05. September 2020, SMI, Grundgebäude, Zusammenfassung\_202018.docx (2. St. 0), verfügbar unter <https://www.smi.ch/p/infra/2020/08/05/infra/2020/-/netto-null-treibhausgasemissionen-stadt-zuerich> (Stand: 20.11.2023).  
<sup>2</sup> <https://www.stadt-zuerich.ch/infra/2020/08/05/infra/2020/-/netto-null-treibhausgasemissionen-stadt-zuerich>, Stand: 20.11.2023.  
<sup>3</sup> Kompensationsprojekt «028 Programm automatische Pelletheizungen bis 70kW<sub>th</sub>», Schwyz, <https://www.infra.ch/infra/2020/08/05/infra/2020/-/kompensationsprojekt-028-programm-automatische-pelletheizungen-bis-70kwth>, Stand: 20.11.2023 und <https://www.infra.ch/infra/2020/08/05/infra/2020/-/kompensationsprojekt-028-programm-automatische-pelletheizungen-bis-70kwth> (Stand: 20.11.2023).

«Der ökologische Mehrwert eines Kompensationsprojekts ist [...] mit dem Ausstellen von Bescheinigungen abgegolten. Dies schliesst die Berichterstattung des betroffenen Gebiets über die entsprechenden Emissionsvermindernungen und den Einschluss der Emissionsvermindernungen in einer «regionalen Bilanz» [...] nicht aus.»

