

Bericht 2024

zur Vereinbarung zwischen UVEK und VBSA betreffend die Reduktion der fossilen CO₂-Emissionen aus der Abfallverbrennung und Umsetzung von Technologien zur Abscheidung, Speicherung und Nutzung von CO₂ in Schweizer Kehrrechtverwertungsanlagen.



Erstellt vom Verband der Betreiber Schweizerischer Abfallverwertungsanlagen (VBSA) zuhanden von Bundesamt für Umwelt (BAFU) und Bundesamt für Energie (BFE)

Version 3, 15.07.2025

Inhaltsverzeichnis

Treibhausgas-Emissionen der Abfallentsorgung	3
CO ₂ - Emissionen aus Kehrrichtverwertungsanlagen (KVA)	3
Fossile CO ₂ -Emissionen aus KVA	4
Netto-CO₂ Emissionen aus KVA	7
Produktion von Strom	7
Produktion von Wärme	8
Rückgewinnung von Metallen aus Schlacke und Filterasche	9
Netto-Emissionen: Bewertung der Entwicklung	10
Vereinbarung 2022	11
Zwischenziel 2024 und 2025	11
Zwischenziel 2024	11
Zwischenziele 2025	12
VBSA-Klimafonds 2024	14
Anhang 1: Zusammenstellung aller im Bericht dargestellten Daten	15
Anhang 2: CCS Linth 2030	1

Änderungsnachweis

Version	Datum	Bezeichnung der Änderung	Verteiler
1	27.06.2025	Erstellung 1. Entwurf	VBSA / M. de Kaenel
2	30.06.2025	Überarbeitet nach Rückmeldung M. de Kaenel	BAFU / R. Ramer
3	15.07.2025	Überarbeitet nach Rückmeldung R. Ramer	BAFU / R. Ramer
	10.09.2025	Genehmigung der Version 3 durch R. Burkard (BAFU)	

Treibhausgas-Emissionen der Abfallentsorgung

Die Entsorgung von Abfällen verursacht Emissionen von Kohlendioxid CO₂, Methan CH₄ und Lachgas N₂O. CO₂ entsteht bei der Verbrennung von Abfällen, CH₄ entsteht beim anaeroben Abbau von kohlenstoffhaltigen Abfällen auf Deponien und in Kompostier- und Vergärungsanlagen. N₂O entsteht hauptsächlich bei der Behandlung von Abwasser sowie der Trocknung und Verbrennung von Klärschlamm.

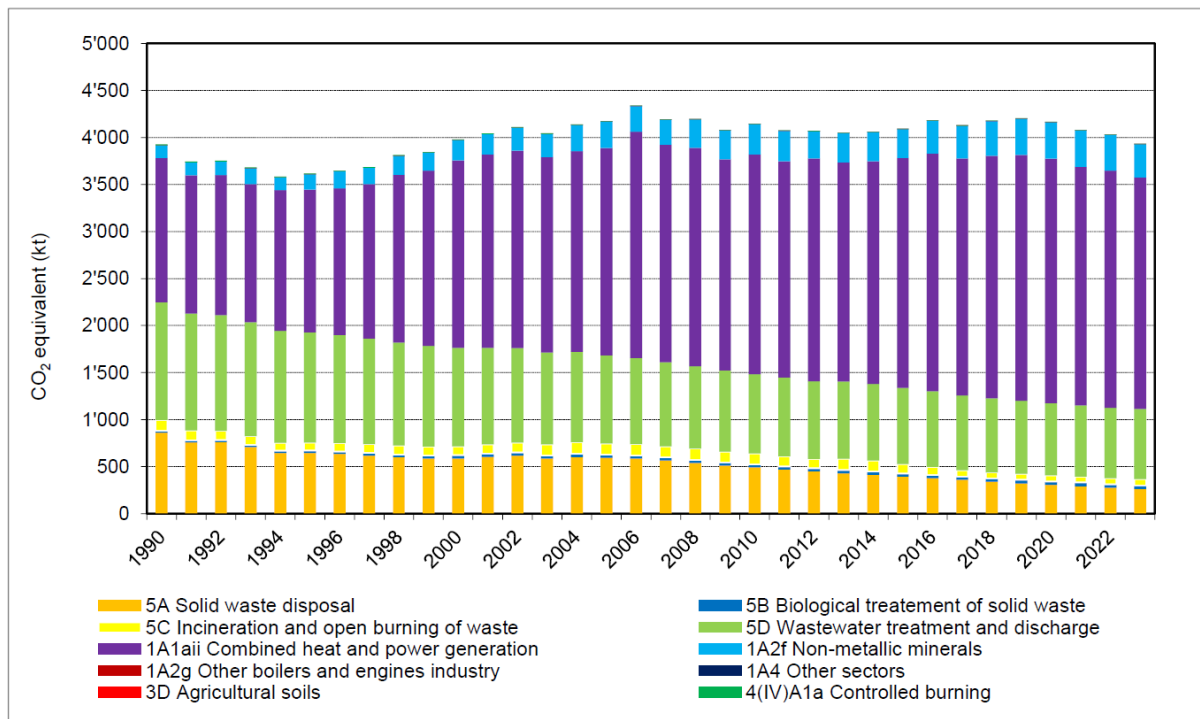


Abbildung 1: Treibhausgasemissionen der Abfallentsorgung in tausend Tonnen CO₂-eq. Quelle: Fig.7- 3, National Inventory Report of Switzerland submission 2025). Die Treibhausgasemissionen der Abfallentsorgung betragen insgesamt 2.84 Mio.t CO₂-eq in 2023. Davon stammen 2.13 Mio.t CO₂ aus der Verbrennung von fossilen Abfällen in KVA (Daten aus Tabelle 3-45 und 3-48, National Inventory Report of Switzerland submission 2025).

Mit 3'960 kt CO₂-eq. machen die Treibhausgasemissionen aus der gesamten Abfallentsorgung (inkl. Deponien, Zementwerke und Kläranlagen) in etwa 9.7 % der gesamten Treibhausgasemissionen der Schweiz aus (40'847 kt CO₂-eq). Die Treibhausgasemissionen der Abfallverbrennung in KVA machen circa. 5.2% aus.

CO₂- Emissionen aus Kehrrichtverwertungsanlagen (KVA)

Die CO₂-Emissionen aus der Verbrennung von Abfällen in KVA betragen gemäss Abbildung 1 ca. 2.1 Mio. Tonnen. In diesem Abschnitt wird dargestellt, wie und warum diese Emissionen entstehen.

Das schweizerische Umweltschutzgesetz (USG) schreibt vor, dass Abfälle für die Ablagerung so behandelt werden müssen, dass sie möglichst wenig organisch gebundenen Kohlenstoff enthalten (USG Art. 30c Abs.1). Organisch gebundener Kohlenstoff ist auf Deponien unerwünscht, weil er dort zur Bildung von Methan (CH₄) führt, einem Gas welches 28-mal¹ stärker klimawirksam ist als CO₂. Diese gesetzliche Bestimmung wird in der entsprechenden Ausführungsverordnung (Abfallverordnung, VVEA) mit einem Deponieverbot für Abfälle, die mehr als 2 Gewichtsprozent organischen Kohlenstoffes enthalten, umgesetzt (Anhang 5 Ziff. 5.2 VVEA).

¹ CO₂-Verordnung (SR 641.711), Anhang 1

Es gibt aber viele Abfälle, die weit mehr als zwei Gewichtsprozent Kohlenstoff enthalten: Siedlungsabfälle enthalten beispielsweise ca. dreissig Gewichtsprozent organischen Kohlenstoff, Klärschlamm und brennbare Bauabfälle (vorwiegend Altholz) noch mehr. Diese kohlenstoffreichen Abfälle dürfen nicht auf Deponien abgelagert werden. Es braucht zuerst eine Senkung ihres Kohlenstoffgehaltes.

Die einzige Möglichkeit, den Kohlenstoffgehalt des Abfalls zu senken, ist die Verbrennung, d.h. die Oxidierung des Kohlenstoffes (C) zum gasförmigen Kohlenstoffdioxid CO₂. Diese Tatsache widerspiegelt sich in Artikel 10 der Abfallverordnung, der eine Pflicht zur thermischen Behandlung für brennbare Abfälle vorschreibt. Den im Abfall enthaltenen Kohlenstoff in CO₂ umzuwandeln ist daher eine gesetzliche Pflicht. Die CO₂-Emissionen aus der thermischen Behandlung von Abfällen entstehen somit nicht als Konsequenz einer frei steuerbaren wirtschaftlichen Aktivität, sondern aus der Wahrnehmung eines gesetzlich vorgeschriebenen Entsorgungsauftrags.

Die KVA-Betreiber haben die Pflicht, die angelieferten Abfälle gesetzkonform zu behandeln. Sie müssen diese möglichst vollständig verbrennen, damit die Rückstände (Schlacke) höchstens zwei Gewichtsprozent unverbrannte Anteile, gemessen als gesamter organischer Kohlenstoff, enthalten (Art. 32 Abs.2 Bst. e VVEA). In anderen Worten, die KVA-Betreiber sind gesetzlich verpflichtet, den im Abfall enthaltenen Kohlenstoff möglichst vollständig in CO₂ umzuwandeln. Sie müssen in diesem Sinne die CO₂-Emissionen der KVA maximieren, um spätere, viel klimaschädlichere CH₄-Emissionen aus Deponien zu vermeiden.

Die CO₂-Emissionen, die bei der Verbrennung einer Tonne Abfall entstehen, hängen ausschliesslich vom Kohlenstoffgehalt des angelieferten Abfalls ab. Dieser Parameter kann nicht routinemässig gemessen und kann vom KVA-Betreiber nicht beeinflusst werden. Somit ist festzuhalten, dass der Betreiber einer KVA keinen direkten Einfluss auf die CO₂-Emissionen seiner Anlage hat.

Fossile CO₂-Emissionen aus KVA

Die CO₂-Emissionen werden in zwei Kategorien unterteilt: fossil, wenn der Kohlenstoff fossilen Ursprungs ist (Erdöl, Kohle, Erdgas) und biogen, wenn der Kohlenstoff pflanzlichen Ursprungs ist (Holz, Papier, Kautschuk, Baumwolle, usw.). Emissionen, welche durch die Verbrennung von biogenem Kohlenstoff entstehen, gelten als klimaneutral. Massgebend für die Treibhausgasbilanz ist nur der fossile Anteil der Emissionen.

Abfall ist ein heterogenes Gemisch, das sowohl fossilen als auch biogenen Kohlenstoff enthält. Der Anteil an fossilem Kohlenstoff in einem Gemisch kann mit einer Messung des Kohlenstoff-Isotops ¹⁴C ermittelt werden. Messungen der KVA-Abgase mit dieser Methode haben ergeben, dass der Anteil an fossilem Kohlenstoff im Abfall bei 48 % liegt². Damit sind nur 48 % der CO₂-Emissionen aus der Abfallverbrennung klimarelevant. Neuere Messungen zeigen einen Trend zu einem niedrigeren Gehalt an fossilem Kohlenstoff, möglicherweise aufgrund der zunehmenden Substitution von Plastik durch Karton in Verpackungsmaterialien und des steigenden Anteils von Holz im Bauwesen.

² Switzerland's Greenhouse Gas Inventory 1990-2023, National Inventory Document, Submission of 2025, Table 3-37

Es ist sehr umständlich, den gesamten Kohlenstoffgehalt im angelieferten Abfall zu messen. Da aber die Oxydation von C zu CO₂ Energie freisetzt, besteht eine empirische Korrelation zwischen dem Heizwert des Abfalls und seinem Kohlenstoffgehalt. Diese Korrelation lässt sich wie folgt ausdrücken:

$$C_{Total} \left[\frac{g}{kg} \right] = 264 + \left(H_u \left[\frac{MJ}{kg} \right] - 10 \right) \times \frac{98}{5} \quad (1)$$

Mit

- C_{Total} : Der Gehalt an organischem Kohlenstoff (fossil und biogen) des Abfalls in g C pro kg Abfall.
- H_u : der Heizwert des Abfalls in MJ pro kg, hergeleitet aus der gemessenen Dampfproduktion im Kessel der KVA.

Der Heizwert H_u von Abfall variiert zwischen 11 und 12 MJ pro kg (vgl. Abbildung 2). Setzt man diese Werte in der obigen Formel ein, ergeben sich Werte zwischen 283.6 und 303.2 g C pro kg für den gesamten Gehalt an organischen Kohlenstoff im Abfall.

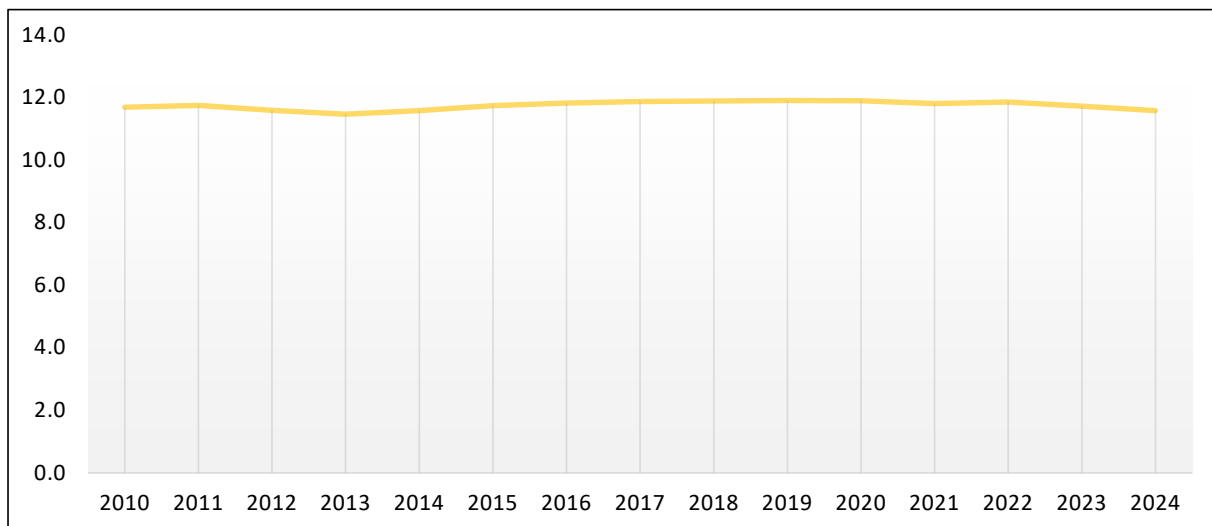


Abbildung 2: Heizwert H_u in MJ pro Kilo Abfall, Jahresmittelwert (2024: 11.58GJ/t) gewichtet nach Abfallmenge über alle KVA. Die numerischen Werte der dargestellten Daten sind in Anhang 1 zusammengestellt.

Wie oben erwähnt sind nur 48% des gesamten Kohlenstoffs fossilen Ursprungs:

$$C_{fossil} \left[\frac{g}{kg} \right] = 0.48 \times C_{Total} \left[\frac{g}{kg} \right] \quad (2)$$

Geht man von einer vollständigen Umwandlung des fossilen C in CO₂ aus (was mit einer Zunahme des Molekulargewichtes von 12 (C) auf 44 (CO₂) verbunden ist), kann man nun den Emissionsfaktor für fossiles CO₂ aus der Abfallverbrennung berechnen:

$$EF_{CO_2, fossil} \left[\frac{g}{kg} \right] = \left(0.48 \times C_{Total} \left[\frac{g}{kg} \right] \right) \times \frac{44}{12} \quad (3)$$

Liegt der Heizwert zwischen 11 und 12 MJ pro kg, ergeben sich Emissionsfaktoren zwischen 499 und 534 g fossiles CO₂ pro kg Abfall. Bei einer verbrannten Abfallmenge von 4 Millionen Tonnen entstehen demnach ca. 2.1 Millionen Tonnen fossiles CO₂. Diese Brutto-Emissionen an fossilem CO₂ werden aus dem Produkt von Emissionsfaktor und verbrannte Abfallmenge errechnet:

$$EF_{CO_2, fossil} \times M_v = EM^{Brutto}_{CO_2, fossil} \equiv EM^B \quad (4)$$

Mit:

- M_v : In den Schweizer KVA verbrannte Abfallmenge, in Tonnen Abfall pro Jahr (Abbildung 3)
- EM^B : Die Brutto-Emissionen der Schweizer KVA, in Tonnen fossiles CO₂ pro Jahr (Abbildung 7, orange Kurve)

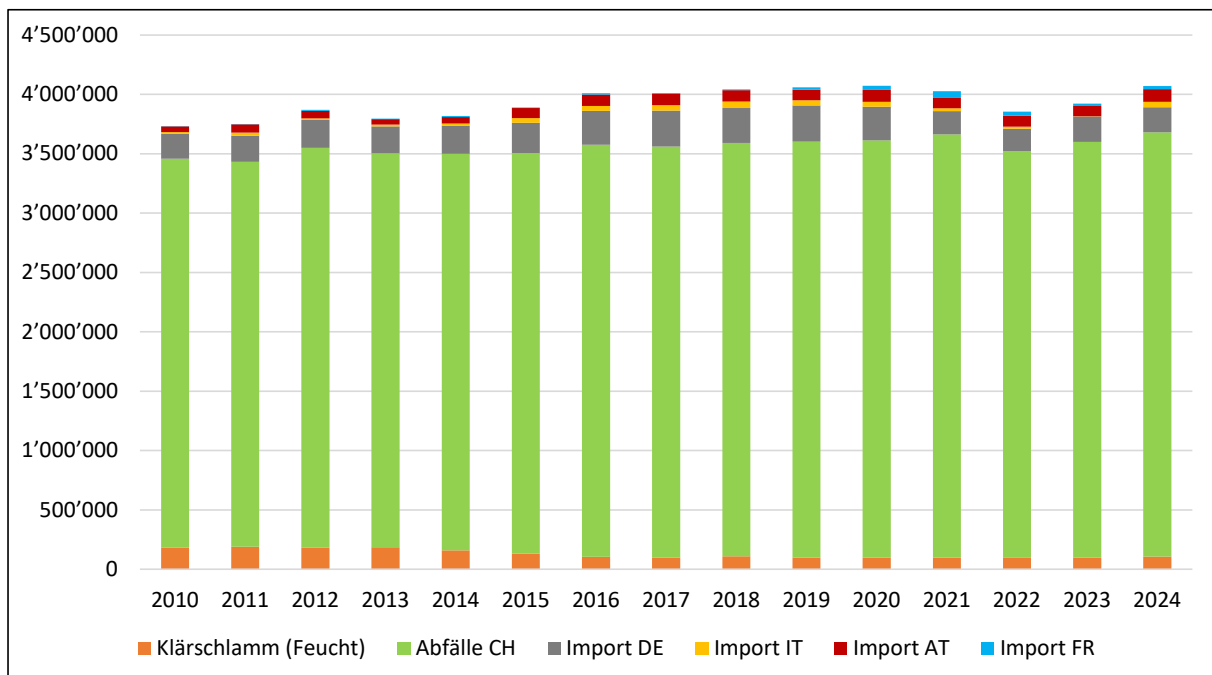


Abbildung 3: In den Schweizern KVA Verbrannte Abfallmenge M_v in Tonnen pro Jahr. Die numerischen Werte der dargestellten Daten sind in Anhang 1 zusammengestellt.

Mit der Definition aller Parameter von Gleichung 4 können die Brutto-Emissionen der Schweizer KVA, ausgedrückt in Tonnen fossilem CO₂ pro Jahr, auf Basis des Heizwerts und der verbrannten Abfallmenge berechnet werden.

Netto-CO₂ Emissionen aus KVA

KVA-Betreiber können in zwei Dimensionen zur Reduktion der CO₂-Emissionen beitragen:

- Substitution von CO₂-Emissionen bei Dritten
- Vermeidung von klimawirksamen Emissionen mittels CO₂-Abscheidung und dauerhafter Speicherung

Ausserdem können KVA-Betreiber mittels CO₂-Abscheidung und dauerhafter Speicherung die atmosphärische CO₂-Konzentration vermindern, wenn das CO₂ aus der Verbrennung vom biogenen Anteil des Abfalls entsteht.

Während die KVA-Betreiber ihre Substitutionsleistung (a) kontinuierlich verbessern, bereiten sie sich gleichzeitig auf die Einführung von CCS vor, wie in weiteren Abschnitten gezeigt wird.

Die Produktion von Wärme und Strom in den KVA und die Rückgewinnung von Metallen aus Verbrennungsrückstände (Schlacke und Filterasche) führen zu indirekten CO₂-Einsparungen durch Substitution von Primärenergie und emissionsintensiven primären metallischen Rohstoffen bei Dritten.

Die Netto-CO₂-Emissionen pro KVA ergeben sich folglich aus der Differenz zwischen den Brutto fossilen CO₂-Emissionen, den mit einem entsprechenden Emissionsfaktor gewichteten Elektrizitäts- und Wärmelieferungen an Dritte und den indirekten Einsparungen aus der Metallrückgewinnung:

$$EM^{Netto} CO_{2,fossil} = EM^B - EF_{ele} \times E_{ele} - EF_w \times E_{w,korr} - MRW_{met} \quad (5)$$

Produktion von Strom

Sämtliche Schweizer KVA sind mit einer Dampfturbine ausgerüstet und produzieren Strom aus der Wärmeenergie, die bei der Verbrennung des Abfalls freigesetzt wird. Die gesamte jährliche Stromproduktion aller Schweizer KVA ist in Abbildung 4 dargestellt.

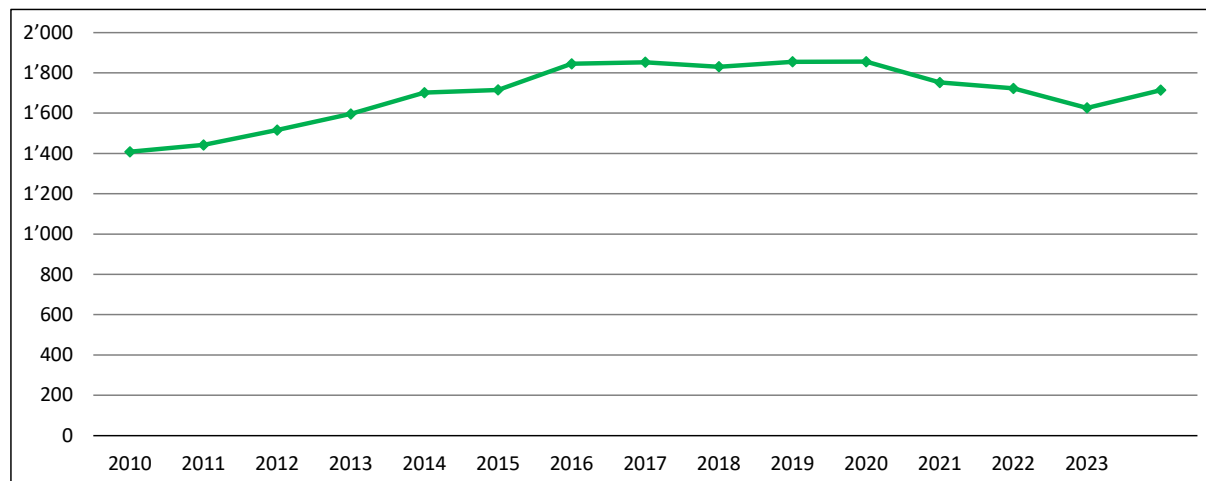


Abbildung 4: Stromproduktion aus KVA, in MWh. Die 29 Schweizer KVA produzieren seit Jahren mehr als 1.6 TWh Strom pro Jahr. Die numerischen Werte der dargestellten Daten sind in Anhang 1 zusammengestellt. Aufgrund mehrerer Havarien an den Dampfturbinen oder Generatoren, aber vor allem wegen der vollständigen Einstellung der Stromproduktion der Satom im Jahr 2023, bleibt die Stromproduktion seit 2020 zwischen 1.6 und 1.8 TWh.

Die Stromproduktion aus KVA führt zu CO₂-Emissionsvermindierungen, in dem der von den KVA bereitgestellte Strom nicht anderweitig beschaffen werden muss. Der vereinbarte Emissionsfaktor für substituierten Strom beträgt:

$$EF_{ele} = 29.6 \text{ kg CO}_2 / \text{MWh}$$

Die entsprechende CO₂-Menge wird gemäss Gleichung (5) von den Brutto-Emissionen abgezogen. Bei einer jährlichen Stromproduktion von 1.714 TWh (2024) ergibt sich eine jährliche Substitution von 50'731 t CO₂-eq. Der jährliche Abzug ist in Abbildung 6 dargestellt.

Produktion von Wärme

Sämtliche Schweizer KVA speisen Wärme in Fernwärmenetze ein. Viele produzieren auch Prozesswärme in der Form von Dampf für die Industrie. Der jährliche Wärmeabsatz (Heisswasser und Dampf) ist auf Abbildung 5 dargestellt, mit und ohne Witterungskorrektur.

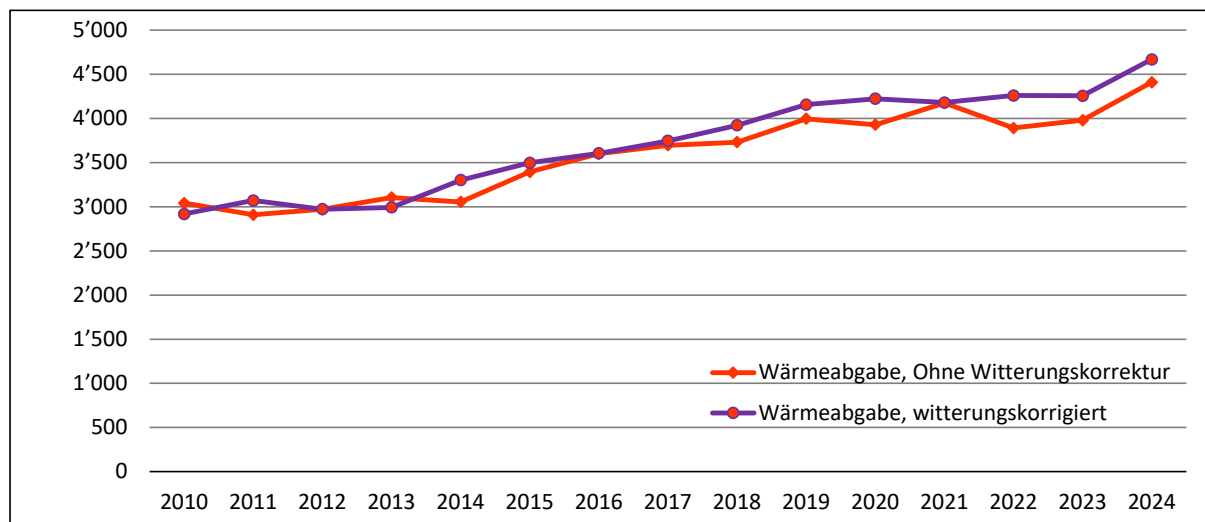


Abbildung 5: Wärmeabsatz der KVA in MWh, ohne und mit Witterungskorrektur. Die 29 Schweizer KVA produzieren über 4 TWh Wärme für Fernwärmenetze oder Industrieprozess pro Jahr. Die numerischen Werte der dargestellten Daten sind in Anhang 1 zusammengestellt. Im Jahr 2024 konnten sowohl die Wärme Lieferungen an Fernwärmekunden als auch die Dampflieferungen an Industriekunden gesteigert werden.

Die Nachfrage für Wärme in Fernwärmenetze hängt von der Witterung ab. Um den Einfluss der Witterung zu kompensieren, wird der Wärmeabsatz E_w gemäss folgender Gleichung korrigiert:

$$E_{w,korr} = \left(\frac{40\%}{FWB} + (1 - 40\%) \right) \times E_w \quad (6)$$

mit 40% der Anteil witterungsabhängige Wärme, und FWB der jährlich vom BAFU gerechnete Korrekturfaktor für die Witterung ³.

Die externe Nutzung der KVA-Abwärme führt zu CO₂-Emissionsverminderungen, in dem diese Wärme nicht mit fossilem Brennstoff erzeugt werden muss. Der vereinbarte Emissionsfaktor für substituierte Wärme beträgt

$$EF_w = 224.3 \text{ kg CO}_2 / \text{MWh}$$

Die resultierende witterungsbereinigte Emissionsverminderung betrug in 2024 1'047'315 t CO₂-eq. Die jährliche Entwicklung des Abzugs ist in Abbildung 6 dargestellt.

³ Vgl. Kapitel 1.3 «Witterungsbereinigung» in «Emissionen von Treibhausgasen nach CO₂-Gesetz und Übereinkommen von Paris», BAFU, April 2025. Bei den 40% witterungsabhängiger Wärme handelt es sich um einen geschätzten Durchschnitt über alle KVA. Der Anteil witterungsabhängige Wärmelieferung kann von KVA zu KVA stark variieren. Er ist zum Beispiel kleiner bei Anlagen, die hauptsächlich Prozessdampf für die Industrie bereitstellen.

Rückgewinnung von Metallen aus Schlacke und Filterasche

Die Metallrückgewinnung aus den Verbrennungsrückständen führt zu indirekten Emissionsverminderungen, indem die anderweitige Gewinnung und Herstellung der Metalle ersetzt wird.

$$MRW_{met} = EF_{met} \times M_{met} \quad (6)$$

Mit

- M_{met} [t]: Die Menge Metalle, die jährlich aus den Verbrennungsrückständen (Schlacke und Filterasche) rückgewonnen wird.
- EF_{met} [t CO₂ pro t Metalle]: der metallspezifische Emissionsfaktor (vgl. Tabelle auf nächste Seite).

Ein CO₂ -Abzug wird für die Rückgewinnung folgender Metalle gewährt: Eisen (Fe), Aluminium (Al), Kupfer (Cu), Stahl rostfrei, Zink (Zn), Blei (Pb), Gold (Au), Silber (Ag). Die vereinbarten Emissionsfaktoren für jeden Metall sind in folgender Tabelle aufgelistet.

	EF_{met} (t CO₂ pro t Metalle)
Eisen (Fe)	1.51
Aluminium (Al)	8.69
Kupfer (Cu)	1.35
Stahl rostfrei	4.15
Zink (Zn)	2.44
Blei (Pb)	1.39
Gold (Au)	1'0813.9
Silber (Ag)	469.4

Der resultierende CO₂ -Abzug ist zusammen mit den Abzügen für Wärme- und Stromabsatz auf Abbildung 6 dargestellt.

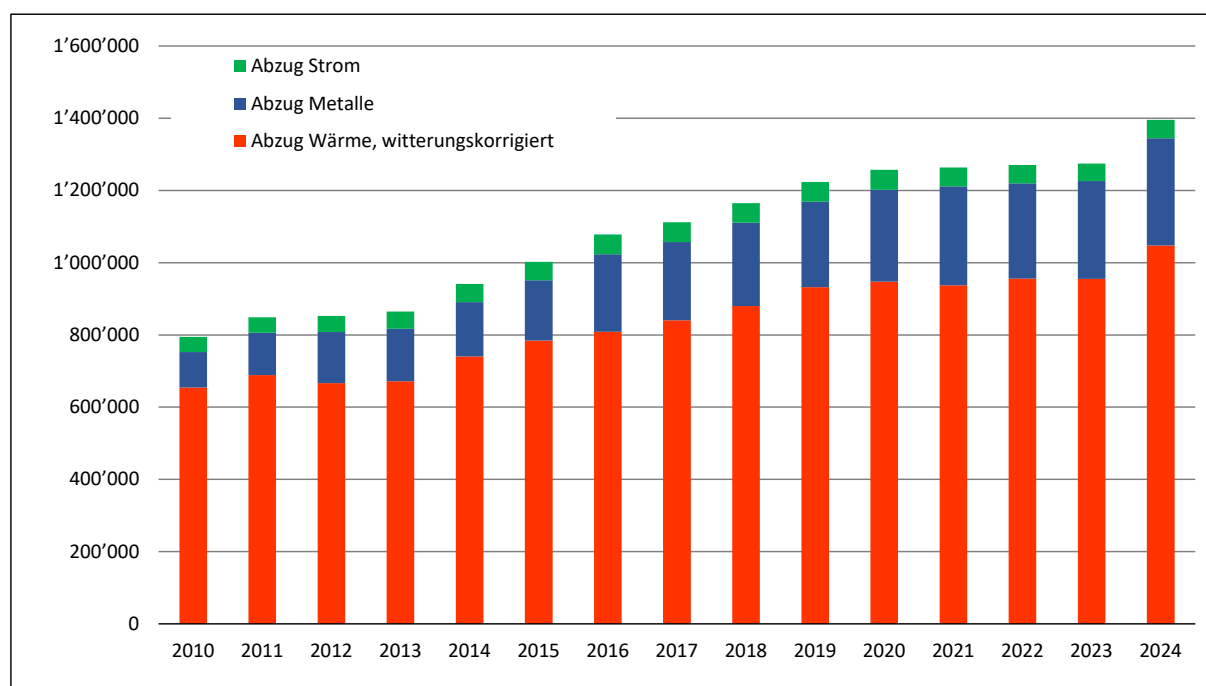


Abbildung 6: CO₂ -Abzüge aus der Produktion von Wärme und Strom sowie aus der Rückgewinnung von Metallen gemäss Gleichung (5), in Tonnen CO₂ pro Jahr. Die numerischen Werte der dargestellten Daten sind in Anhang 1 zusammengestellt.

Alle Faktoren der Gleichung (5) sind nun bestimmt und die Netto-CO₂-Emissionen können berechnet werden. Das Ergebnis ist auf Abbildung 7 dargestellt (blaue Kurve).

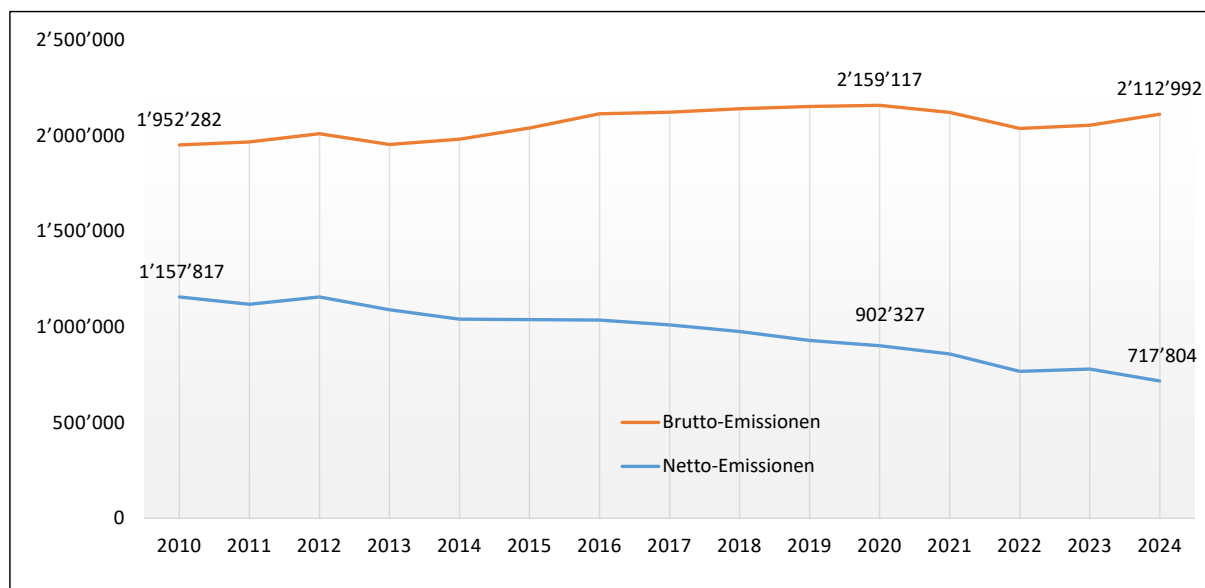


Abbildung 7: Brutto-CO₂-Emissionen EM^B sowie Netto-Emissionen EM^{Netto}CO_{2,fossil} gemäss Gleichung (5), in Tonnen CO₂. Zwischen 2010 und 2020 haben die Netto-Emissionen um 255'490t abgenommen. Die Abnahme der Netto-Emissionen setzt sich fort. Die Brutto-Emissionen sind proportional zu verwerteten Abfallmengen und entwickeln sich entsprechend. Die numerischen Werte der dargestellten Daten sind in Anhang 1 zusammengestellt.

Netto-Emissionen: Bewertung der Entwicklung

In der Vereinbarung von 2014 hatten sich die KVA verpflichtet, ihre Netto-CO₂-Emissionen bis 2020 gegenüber dem Jahr 2010 um 200'000 Tonnen sowie über den gesamten Zeitraum 2010–2020 kumuliert, um eine Million Tonnen zu reduzieren.

Mit Medienmitteilung⁴ vom 16. März 2022 stellte der Bund fest, dass die 2014 festgelegten Verminderungsziele unter Berücksichtigung der Witterung erreicht wurden.

Wie aus Abbildung 7 ersichtlich, haben die Netto-Emissionen zwischen 2020 und 2025 weiter stark abgenommen. Der Trend setzt sich fort, was in erster Linie auf die Steigerung der Wärmelieferungen der KVA zurückzuführen ist.

Die zukünftige Entwicklung der Bruttoemissionen hängt in erster Linie von der Menge des behandelten Abfalls ab. Aufgrund des Bevölkerungswachstums dürfte diese eher steigen. Eine ungünstige Entwicklung der Wirtschaft könnte aber der Effekt des Bevölkerungswachstums kompensieren.

Was die Entwicklung der CO₂-Abzüge betrifft, setzt sich die Ausbauphase der Fernwärmenetze fort, so dass der Abzug für den Wärmeabsatz voraussichtlich weiter steigen wird. Dagegen scheint die Stromerzeugung ein Plateau erreicht zu haben. Ein Anstieg des Strom-Abzuges ist deshalb nicht zu erwarten. Beim Abzug für Metallrückgewinnung besteht noch ein gewisses Potenzial, insbesondere bei der Sortierung von Nichteisenmetallen wie Zink, Kupfer, Silber und Gold. Angetrieben durch eine intakte Innovationsdynamik, dürfte der Abzug für die Rückgewinnung von Metallen weiter steigen. Dieser Anstieg wird durch die Menge des behandelten Abfalls begrenzt: Wenn die KVA weniger Abfall behandeln, geht auch die maximal rückgewinnbar Metallmenge zurück.

⁴ CO₂-Emissionen: Vereinbarung zwischen Bund und Kehrrechtverbrennungsanlagen, Medienmitteilung des UVEK vom 16.03.2022, <https://www.uvek.admin.ch/uvek/de/home/uvek/medien/medienmitteilungen.msg-id-87605.html>

Vereinbarung 2022

Der Bund und die Schweizer KVA-Betreiber haben 2022 die Vereinbarung zur Reduktion der CO₂-Emissionen der Branche erneuert. Die Vereinbarung wurde erneut zwischen dem Eidgenössischen Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) und dem Verband der Betreiber Schweizerischer Abfallverwertungsanlagen (VBSA) abgeschlossen. Diese neue Vereinbarung löst jene aus dem Jahr 2014 ab, die Ende 2021 auslief.

Die Vereinbarung 2022 verpflichtet die KVA-Betreiber dazu, bis 2030 mindestens eine Anlage zur CO₂-Abscheidung in Betrieb zu nehmen. Die Anlage soll eine minimale Nennkapazität von jährlich 100'000 Tonnen CO₂ aufweisen und so viel CO₂ abscheiden, wie es die Transport-, Speicherungs- und Nutzungsbedingungen zulassen. Gleichzeitig müssen die KVA-Betreiber die Grundlagen dafür legen, dass die CO₂-Abscheidung und Speicherung mittel- bis längerfristig im grossen Massstab eingesetzt werden kann. Die Vereinbarung gibt dafür jährliche Zwischenziele vor.

Mit der Vereinbarung 2022 verpflichtet sich der VBSA, für die Dauer der Vereinbarung - voraussichtlich 10 Jahre - im Durchschnitt eine Million Franken pro Jahr in die Entwicklung von Technologien und Systemen zur Abscheidung, Speicherung und Nutzung von CO₂ zu investieren.

Zwischenziel 2024 und 2025

Zwischenziel 2024

Das für das Jahr 2024 vereinbarte Zwischenziel lautet:

„Gestützt auf die Potenzialerhebung und für jede KVA: Erstellung einer Liste («Carbon Capture Roadmap») aller Massnahmen, die getroffen werden müssen, um diese KVA mit einer CO₂-Abscheidung für ihre gesamten CO₂-Emissionen auszurüsten. Erstellung einer Rangfolge der KVA nach ihrer Eignung für die Ausrüstung mit einer Anlage zur CO₂-Abscheidung.“

Wie die im Jahr 2023 durchgeführte Potenzialanalyse⁵ (Standortscreening) gezeigt hat, gibt es nur vier KVA, die vor dem Jahr 2035 eine CO₂-Abscheidung in Betrieb nehmen könnten.

	Jährliche Kapazität (t CO ₂)
EZI, KVA Horgen	40'000
KVA Linth	130'000
Satom	215'000
KHKW Hagenholz	365'000

Für die Erfüllung der Branchenvereinbarung (100'000t Abscheidekapazität in Betrieb bei 2030) kommen nur zwei KVA-Standorte in Frage: KVA Linth in Niederurnen (Kanton GL) und die Satom in Monthey (Kanton VS). Die KVA Horgen ist mit 40'000t Abscheidekapazität zu klein, um das Vereinbarungsziel zu erfüllen und die auf die KHKW Hagenholz geplante CO₂-Abscheidung soll erst 2035 in Betrieb gehen.

In Anbetracht der Tatsache, dass nur zwei Standorte zur Erfüllung der Branchenvereinbarung in Frage kommen, ist eine vertiefte Untersuchung der übrigen 27 anderen KVA-Standorten, nicht zweckmässig und verfrüht: Die Capture-Technologie entwickelt sich rasant und die heute empfohlenen Massnahmen werden in zehn Jahren höchstwahrscheinlich überholt sein.

⁵ Erhebung des Potenzials der Kehrichtverwertungsanlagen der Schweiz für den Einsatz der CO₂-Abscheidung (Carbon Capture), Johann Lechthaler, Ramboll, 12.02.2024, verfügbar unter <https://vbsa.ch/artikel/erhebung-potential-ccs-kva>

Dank den Vorarbeiten des CO₂-Kompetenzzentrum der Stiftung ZAR⁶ konnte für die CO₂-Abscheidung der KVA Linth bereits ein Vorprojekt abgeschlossen werden. Dieser umfasst die auf Abbildung 8 dargestellte Elemente.

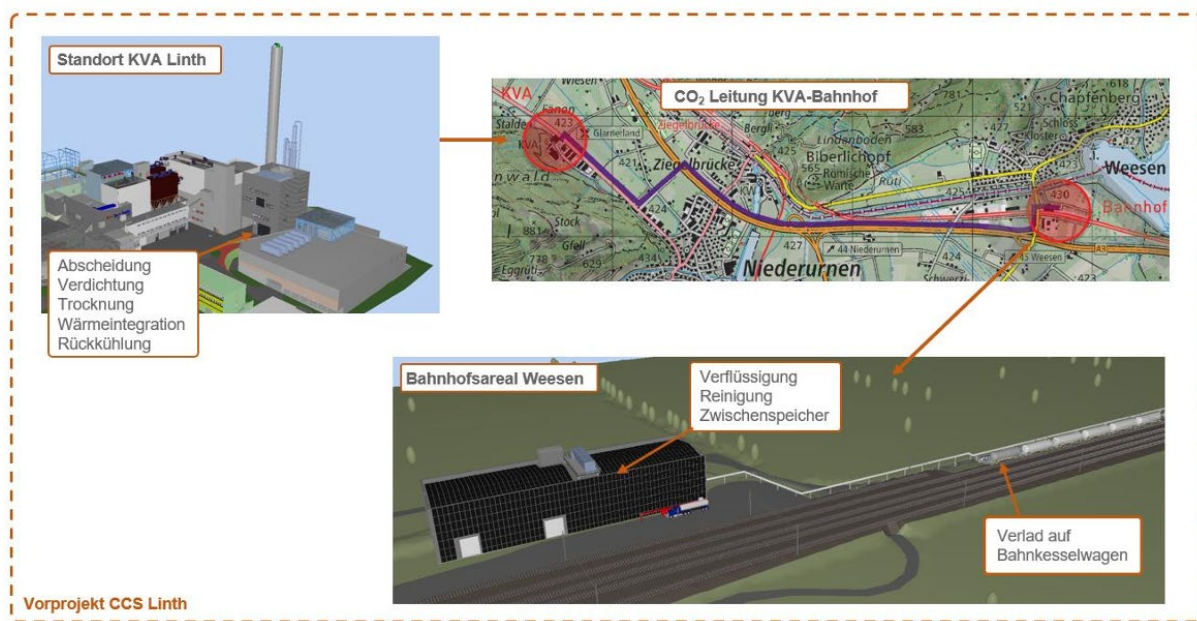


Abbildung 8: Die verschiedenen Elemente des Projekts CCS Linth 2030: Abscheidung am Standort der KVA Linth, Transport mit einer 6km lange Rohrleitung bis zum Verladebahnhof in Weesen, wo das CO₂ verflüssigt, gereinigt und zwischengespeichert wird. Quelle: Statusbericht 2024 des ZAR CO₂ Kompetenzzentrum, S. 30.

Der Abschluss des Vorprojektes erlaubt auch eine erste Schätzung der Investitionskosten (+/- 35%). Für das Hot-Potassium Carbonate (HPC) -Verfahren betragen diese 175 Mio. CHF, unter Berücksichtigung der Kosten bis und mit Bahnverlad.

Das Projekt der Satom ist weniger ausgereift, mit dem Vorprojekt aktuell in Erarbeitung. Dieses wird vom VBSA-Klimafonds finanziert. Die Ergebnisse werden im Herbst 2025 vorliegen.

Somit ist die Rangfolge der KVA nach ihrer Eignung für die Ausrüstung mit einer Anlage zur CO₂-Abscheidung folgende:

1. KVA Linth
2. Satom

Zwischenziele 2025

Nur wenn die Planungsarbeiten unverzüglich und ohne Unterbrechung fortgesetzt werden, ist eine Inbetriebnahme der Capture-Anlage im Jahr 2030 realistisch. Um keine Zeit zu verlieren hat der VBSA beschlossen, bereits die Zwischenziele für 2025 zu bearbeiten.

Die zwei für das Jahr 2025 vereinbarten Zwischenziele lauten:

„Gestützt auf die Rangfolge: Festlegung mindestens eines Standorts für die Erarbeitung eines Vorprojekts.“

«Erarbeitung einer Finanzierungslösung für die bis 2030 gemäss Ziffer 4.1 anzustrebenden Ziele.»

⁶ Veröffentlicht im Statusbericht 2024 des ZAR CO₂ Kompetenzzentrum, D. Marxer, S. Ringmann, C. Schriber, W. Furgler, download hier: https://www.zar-ch.ch/fileadmin/user_upload/Contentdokumente/CO2-Kompetenzzentrum/25_02_18_Taetigkeitsbericht_CO2_Kompetenzzentrum_2024.pdf

Um den sehr anspruchsvollen Zeitplan zu halten und die dazu erforderliche Fortsetzung der Planungsarbeiten beim Projekt CCS Linth 2030 zu gewährleisten, hat die Versammlung der KVA-Betreiber vom 12. Juni 2025 einstimmig beschlossen, das Projekt CCS Linth 2030 als Projekt zur Erfüllung der Branchenvereinbarung festzulegen. Somit ist das erste Zwischenziel 2025 erfüllt. Dieser Entscheid ist ein bedeutender Schritt und zeigt die Einigkeit und Entschlossenheit der Branche in der Umsetzung der Branchenvereinbarung.

Vor der Erarbeitung einer Finanzierungslösung muss das Finanzierungsziel festgelegt werden. Nach abgeschlossenem Vorprojekt wurden die Investitionskosten des Projektes CCS Linth 2030 auf 175 Mio. CHF geschätzt, mit der für Vorprojekte üblichen Ungenauigkeit von +/-35%. Das Finanzierungsziel wird somit auf 200 Mio. CHF festgelegt. Damit sollen die Investitionskosten des Projekt CCS Linth 2030 vollständig finanziert werden, ohne Aufnahme von Fremdkapital.

Kernelement der angedachten Finanzierungslösung ist der Carbon Capture-Zuschlag (CC-Zuschlag). Der CC-Zuschlag ist ein Geldbetrag, der pro Gewichtseinheit in einer Schweizer KVA angelieferten Abfalls (unabhängig von dessen Zusammensetzung und von deren abfallrechtlichen Klassierung) erhoben werden soll. Um Wettbewerbsverzerrungen zu vermeiden, soll der CC-Zuschlag von allen KVA der Schweiz gleichzeitig eingeführt werden. Um den Finanzbedarf des Projektes CCS Linth abdecken zu können, soll ab dem 1. Januar 2027 ein CC-Zuschlag von CHF 10.- pro Tonne Abfall erhoben werden. Bei den 4 Millionen Tonnen Abfall, die die Schweizer KVA jährlich angeliefert bekommen, werden somit 40 Mio. CHF pro Jahr eingenommen. Über 5 Jahren, bis im Jahr 2031, summiert sich der eingenommene Betrag auf 200 Mio. CHF, womit das oben genannten Finanzierungsziel erreicht wäre.

Die Erhebung des Carbon Capture-Zuschlags ist aus mehreren Gründen eine grosse Herausforderung:

Der CC-Zuschlag muss für Siedlungsabfall und Marktkehricht gleich hoch sein. Um missbräuchlichen Umklassierungen von Siedlungsabfall zu Marktkehricht oder umgekehrt zu vermeiden, muss der CC-Zuschlag gleich hoch sein für beide Abfallkategorien. Siedlungsabfall und Marktkehricht sind aber unterschiedlich reguliert: Der Annahmepreis für Siedlungsabfälle wird nach dem Verursacherprinzip festgelegt und muss auf der Grundlage der Behandlungskosten hergeleitet werden. Seine Höhe wird in einem stark kodifizierten Verfahren festgelegt, und muss nicht selten von einer politischen Instanz abgesegnet werden. Der Annahmepreis für Marktkehricht hingegen etabliert sich aufgrund von Marktmechanismen und wird in privatrechtlichen Verträgen zwischen Transporteuren und KVA festgelegt.

Die Rechtsgrundlage für die Einführung des CC-Zuschlags auf Siedlungsabfälle reicht nicht aus. Wie oben erwähnt ist die Festlegung des Annahmepreises für Siedlungsabfälle stark kodifiziert. In seiner Antwort auf die Interpellation Girod (24.3958) mit dem Titel «Solidarische Finanzierung von Carbon Capture auf Kehrichtverbrennungsanlagen» hat der Bundesrat festgehalten, dass das Art. 32a Abs. 1 USG eine einheitliche Erhöhung der Entsorgungsgebühren von allen Schweizer Kehrichtverbrennungsanlagen zulasse. Art. 32 a USG gilt aber nur für Siedlungsabfällen. Zudem hat sich der Bundesrat nicht ausdrücklich dazu geäußert, ob Art. 32a USG für sich allein eine genügende gesetzliche Grundlage ist, um KVA zur Erhebung des CC-Zuschlags zu *verpflichten* (zulässig ist nicht das Gleiche wie *pflichtig*). Möglicherweise muss also eine neue Rechtsgrundlage geschaffen werden. Der VBSA hat die Kanzlei WalderWyss mit einem entsprechenden Gutachten beauftragt.

Jede KVA hat eine andere Organisation, mit unterschiedlichen formellen Abläufen und Zuständigkeiten für die Festlegung der Annahmepreise und der Beschluss zur Erhebung des CC-Zuschlags. Der VBSA hat eine Umfrage bei seinen KVA-Mitgliedern gestartet, um eine Übersicht der unterschiedlichen Entscheidungsprozessen zu gewinnen.

Die Gleichbehandlung aller KVA muss gewährleistet sein. Aus der Realisierung des Projekts CCS Linth 2030 dürfen weder ungerechtfertigte Vorteile noch übermässige Nachteile für die KVA Linth entstehen. Diese Gleichbehandlung muss in allen Szenarien gewährleistet sein: z.B. im Falle eines späteren Einbezugs der KVAs ins Emissionshandelssystem oder im Falle der Einführung einer Pflicht zur CO₂-Abscheidung für KVA. Aus Sicht der KVA Linth muss das mit der Errichtung und Betrieb einer Pilotanlage verbundene Risiko solidarisch von allen KVA getragen werden. Die rechtlichen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen für CCS sind noch sehr instabil, was die langfristige Gewährleistung der Gleichbehandlung zu einer sehr grossen Herausforderung macht.

VBSA-Klimafonds 2024

2022 hat der VBSA einen zweckgebundenen Fonds, den VBSA-Klimafonds, geschaffen. Der VBSA-Klimafonds wird von allen KVA gespeist, in der Form eines ausserordentlichen Mitgliederbeitrag für KVA-Betreiber. Der VBSA-Vorstand stellt jährlich den Antrag zur Erhebung des ausserordentlichen Mitgliederbeitrags vor der Generalversammlung. Dabei legt er die Höhe des ausserordentlichen Beitrags so, dass die Summe der jährlich erhobenen ausserordentlichen Beiträge im Bereich von 1 Mio. CHF liegt. Diese Summe fliesst vollumfänglich dem VBSA-Klimafonds zu.

Für das Jahr 2024 wurde der ausserordentliche Mitgliederbeitrag für die KVA-Mitglieder von CHF 0.275 pro Tonne verbrannter Abfall von der Generalversammlung beschlossen.

Der VBSA investiert die Beträge des VBSA-Klimafonds in die Erreichung der Vereinbarungsziele. Die Richtlinien zur Verwendung des VBSA-Klimafonds legen das Entscheidungsverfahren über Finanzierungsanträge fest.

Die Richtlinien zur Verwendung des VBSA-Klimafonds sowie eine aktuelle Auflistung der finanzierten Projekte sind auf die Internetseite <https://vbsa.ch/uebersicht/co2?view> ersichtlich.

Die wichtigsten Projekte (über CHF 40'000.-), die 2024 durch den VBSA-Klimafonds mitfinanziert wurden, sind:

Projektbezeichnung	Beitrag VBSA-Klimafonds
CO ₂ Kompetenzzentrum ZAR (3/3)	CHF 200'000.-
CiTru, ETHZ	CHF 100'000.-
Hot Standby, Ryttec	CHF 47'500.-
Carbostore ULTRA, UniBE	CHF 45'000.-
CoolPIE, Swisstopo (1/3)	CHF 40'000.-

Weitere Informationen zu den (mit)finanzierten Projekten, inklusiv eine auditierte Buchhaltung des VBSA-Klimafonds, sind auf die Internetseite des Fonds <https://vbsa.ch/uebersicht/co2?view> zu finden.

Anhang 1: Zusammenstellung aller im Bericht dargestellten Daten

Die zum Bericht gehörenden Excel-Datei enthält auch anlagespezifische Daten.

Zusammenstellung aller im Bericht dargestellten Daten

Bezeichnung	Einheit	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Heizwert Hu von Abfällen in KVA	MJ pro kg Abfall	11.69	11.75	11.59	11.47	11.59	11.74	11.82	11.88	11.89	11.91	11.90	11.81	11.86	11.72	11.58
In den CH-KVA verbrannte Abfallmenge (gesamt)	t Abfall	3'732'303	3'748'128	3'869'788	3'794'613	3'816'753	3'889'161	4'010'006	4'011'025	4'041'685	4'059'376	4'071'644	4'026'665	3'854'935	3'920'802	4'070'174
Davon Klärschlamm (Entwässert)	t Abfall (Klärschlamm)	181'883	189'378	181'530	185'512	158'153	131'076	105'119	98'772	109'295	99'109	99'034	99'036	96'729	97'297	107'291
Davon Abfälle aus der Schweiz (ohne Klärschlamm)	t Abfall (CH)	3'276'739	3'242'971	3'368'380	3'318'502	3'341'384	3'374'718	3'470'786	3'461'748	3'481'760	3'501'751	3'513'414	3'562'561	3'424'662	3'501'276	3'572'198
Davon importierte Abfälle	t Abfall (Import)	273'681	315'779	319'878	290'599	317'216	383'367	434'101	450'506	450'630	458'516	459'196	365'068	333'544	322'228	390'685
Brutto CO ₂ -Emissionen aller CH-KVA	t fossiles CO ₂	1'952'282	1'967'945	2'010'490	1'955'286	1'982'297	2'040'917	2'115'023	2'123'146	2'141'049	2'153'681	2'159'117	2'122'618	2'038'709	2'054'736	2'112'992
Stromabsatz aller CH-KVA	MWh	1'408	1'442	1'517	1'596	1'702	1'715	1'845	1'852	1'831	1'855	1'855	1'752	1'723	1'626	1'714
Abzug: Emissionsminderung dank Stromabsatz	t CO ₂ -Equivalent	41'682	42'694	44'890	47'255	50'380	50'778	54'618	54'832	54'185	54'900	54'922	51'872	50'994	48'141	50'731
Wärmeabsatz aller CH-KVA	MWh	3'041	2'910	2'972	3'105	3'055	3'395	3'600	3'696	3'732	3'997	3'929	4'175	3'893	3'980	4'410
FwB: Witterungskorrektur-Faktor gemäss BAFU	(-)	1.112	0.878	0.999	1.099	0.832	0.930	0.996	0.967	0.886	0.909	0.842	0.997	0.809	0.852	0.872
Abzug: Emissionsminderung dank Wärmeabsatz	t CO ₂ -Equivalent	654'661	688'950	666'822	671'399	740'593	784'447	808'835	840'356	880'134	932'426	947'497	937'610	955'558	954'855	1'047'315
Menge rückgewonnene Eisenschrott	t pro Jahr	47'231	47'102	55'572	54'199	54'797	56'471	60'007	57'249	58'034	59'894	62'323	61'867	59'232	58'497	61'210
Menge rückgewonnene Nicht-Eisenmetalle	t pro Jahr	5'460	9'327	11'556	12'985	13'776	16'722	17'736	19'737	21'362	21'125	22'978	26'276	25'610	26'993	28'348
Abzug: Emissionsminderung dank Metall-Rückgewinnung	t CO ₂ -Equivalent	98'121	117'023	140'840	145'735	150'113	166'954	214'439	216'478	230'411	235'821	254'371	273'894	263'801	271'166	297'142
Netto CO ₂ -Emission, witterungskorrigiert	t CO ₂ -Equivalent	1'157'817	1'119'278	1'157'938	1'090'896	1'041'210	1'038'738	1'037'131	1'011'480	976'318	930'535	902'327	859'241	768'355	780'574	717'804

Spezifische Kennwerte pro Tonne Abfall	Einheit	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Brutto-Emissionen pro Tonne Abfall	t CO ₂ pro Tonne Abfall	0.523	0.525	0.520	0.515	0.519	0.525	0.527	0.529	0.530	0.531	0.530	0.527	0.529	0.524	0.519
Stromabsatz pro Tonne Abfall	MWh pro Tonne Abfall	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Wärmeabsatz pro Tonne Abfall	MWh pro Tonne Abfall	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Metalle-Rückgewinnung pro Tonne Abfall	kg Metalle pro Tonne Abfall	14.12	15.06	17.35	17.71	17.97	18.82	19.39	19.19	19.64	19.96	20.95	21.89	22.02	21.80	22.00
Netto-Emissionen, witterungskorrigiert, pro Tonne Abfall	t CO ₂ pro Tonne Abfall	0.310	0.299	0.299	0.287	0.273	0.267	0.259	0.252	0.242	0.229	0.222	0.213	0.199	0.199	0.176

Anhang 2: CCS Linth 2030