

Departement Bau, Verkehr und Umwelt (BVU) Kanton Aargau
CCS und CDR Perspektiven Aargau
Faktenblatt CCS KVA

Zürich, 27. Juni 2025

Autoren INFRAS: Felix Weber, Moritz Reisser, David Giger, Jürg Füssler

Projektleitung BVU: Lisa Hämmerli, Lars Kistler

Übersicht

Potenzial [kt CO ₂ / a]	Kosten [CHF / t CO ₂]	Energiebedarf [MWh / t CO ₂]	Permanenz	CDR oder Reduktion?
300, davon 150* CDR	150-200	1.1	> 1000 Jahre möglich	Gemischt

Alle Abschätzungen sind mit Unsicherheiten verbunden. Die wichtigsten Annahmen sind am Ende des Faktdokumentiert. Alle Werte, Annahmen und Einschätzung stammen von INFRAS, ausgehend von den neusten haftlichen Erkenntnissen.

*Insgesamt kann durch die verfügbare Biomasse ein theoretisches CDR-Potenzial von rund 335kt CO₂eq erschlossen werden (für die Summe von BECCS, Pflanzenkohle, sowie biogene Brennstoffe in Zementwerken und KVA.). Der Anteil KVA wird dabei als relativ starr angenommen.



Grafik: adaptiert von Minx et al. (2017).

Beschreibung

In der Schweiz zählen Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA) zu den grössten Punktquellmittenten. Im Kanton Aargau sind drei Abfallverwertungsanlagen (KVA) in Betrieb: die KVA Buchs, die KVA Oftringen und die KVA Turgi. Diese Anlagen verwerten Haushalts- und Gewerbeabfälle thermisch. In der Regel besteht der Abfall rund zu 50 % aus fossilem und zu 50 % aus biogenem Material. Letzteres setzt sich aus Küchen- und Gartenabfällen zusammen. Die jährlich entstehenden 720 kt CO₂ sind daher ebenfalls jeweils ca. zur Hälfte fossil und biogen. Die Abscheidung und spätere Speicherung von CO₂ (CCS) kann dem Verbrennungsprozess nachgelagert werden, um die hohe CO₂-Konzentration im Abgas zu nutzen. Die Anwendung von CCS führt daher zu einem Reduktionspotenzial für die fossilen Quellen und einem CDR-Potenzial für die biogenen Quellen.

Da die Entsorgung der Abfälle gesetzlich vorgeschrieben ist und die anfallenden Abfälle thermisch behandelt werden müssen, sind die Emissionen pro Tonne fossilem Abfall technisch kaum weiter reduzierbar («schwer vermeidbar»). Das Abfallgemisch ist zudem selbstbrennend und braucht keine weiteren Brennstoffe, um die benötigten Temperaturen zu erreichen. Die Entwicklung der Restemissionen und den entsprechenden CCS-Potenzialen ist somit fast vollständig von der Abfallentwicklung abhängig.

Quantitatives Potenzial im Jahr 2050

Potenzial: Ca. 150 kt CO₂ / Jahr Reduktion durch CCS und 150 kt CO₂ / Jahr CDR durch CCS

Das zukünftige Potential für CCS und CDR in den KVA hängt von zwei Hauptfaktoren ab:

- 1) Die Abfallmenge, welche von Haushalten und Gewerbe produziert wird
- 2) Die Abfallzusammensetzung, wobei die fossilen und biogenen Anteile gemeint sind

Abschätzung unsicher:

Siehe «Annahmen» am Ende des Faktenblatts. Rasches Handeln, bestmögliche Rahmenbedingungen und grosse Investitionen in Technologie und Infrastruktur sind nötig.

Gegenwärtig sind keine grundlegenden Trends für diese beiden Faktoren zu beobachten. Das Bevölkerungswachstum kompensiert die Abnahme der Abfallmenge pro Kopf und die Zusammensetzung des Abfalls bleibt mit bereits gut etablierten Grünabfallentsorgungsstellen mehrheitlich unverändert. Das Kunststoffrecycling, welches mit der thermischen Verwertung von Plastik konkurriert, hat ebenfalls noch keinen merklichen Einfluss auf die Zusammensetzung. Für das Jahr 2050 wird deshalb eine ähnliche Abfallmenge und -Zusammensetzung wie heute angenommen.

Unter diesen Annahmen beläuft sich das aargauische Gesamtpotenzial durch CCS an KVAs auf etwa 300kt CO₂ / Jahr wovon die Hälfte, also 150 kt CO₂ als CDR anfallen würde.

Permanenz

>1000 Jahre

Die Permanenz hängt massgeblich davon ab, in welcher Form das abgeschiedene CO₂ gespeichert wird. Für die beiden plausibelsten Möglichkeiten, geologische Tiefenspeicherung und in Abbruchzement, kann jedoch eine Permanenz von >1000 Jahre angenommen werden.

Energiebedarf

300 GWh Wärme plus 20 GWh Strom / Jahr

Der Energiebedarf für die CO₂-Abscheidung in KVAs mit Aminwäsche ist wesentlich (ca. 1 MWh Wärme pro t CO₂ plus ca. 0.1 MWh Strom¹). Dies entspricht hochgerechnet auf das Gesamtpotenzial durch CCS gut 330 GWh / Jahr. Ein grosser Teil davon kann durch überschüssige Prozesswärme gedeckt werden, ein Teil geht jedoch auf Kosten der eigentlichen Energieproduktion für Fernwärme und Strom. Allerdings haben KVA-Betreiber langfristige Verträge mit Energiewerken, welche die erzeugte Wärme und Elektrizität bereits beanspruchen. Die für die CO₂-Abscheidung erforderliche zusätzliche Wärmeenergie müsste somit separat erzeugt werden, damit diese bestehenden Verträge erfüllt werden.

Logistikanforderungen

Für die skalierte Anwendung von CCS ist ein nationales und internationales Pipelinennetzwerk vonnöten, um die riesigen Mengen an abgeschiedenem CO₂ (zu den Lagerstätten) zu transportieren. Auf Kantonsebene ist daher ein Anschluss an dieses Netzwerk essenziell. Für die Schätzungen zu Potenzialen und Kosten, wird ein solches Pipelinennetzwerk angenommen.

Kosten im Jahr 2050

150-200 CHF / t CO₂

Die Kosten sind vielen Faktoren abhängig und werden von aktuellen Studien^{2,3} auf rund 150-200 CHF / t CO₂ inkl. Transport und Lagerung eingeschätzt. Die meisten Studien beziehen sich hierbei jedoch auf grössere Punktquellen (>100kt CO₂ / Jahr), weshalb für den hier vorliegenden Fall von höheren Kosten auszugehen ist.

Abschätzung unsicher:
Siehe «Annahmen» am
Ende des Faktenblatts.

¹ KVA Linth, Factsheet CCS: online: https://www.kva-linth.ch/fileadmin/user_upload/Factsheet_CCS.pdf (abgerufen Januar 2025).

² Eckle et al. (2021). Feasibility of a demonstrator for the carbon capture and storage value chain in CH with a waste to energy plant. Online: <https://www.aramis.admin.ch/Texte/?ProjectID=44583>

³ Albicker (dena) & Eichler (BAK), et al. (2023), «Carbon Capture & Storage (CCS) – Kostenschätzung für ein CCS-System für die Schweiz bis 2050». Dena und BAK im Auftrag des BAFU.

Weitere Vor- und Nachteile

- + Grundsätzlich ist die Anwendung relativ naheliegend, da KVA emissionsreiche Punktquellen mit hohem biogenen Anteil sind.
- + Im Vergleich zu anderen CCS-Anwendungen ist die Möglichkeit, die Finanzierung verursachergerecht (d.h. über die Abfallverursacher selbst) zu lösen, einfacher.
- + Die öffentliche Hand (der Kanton) hat mehr Möglichkeiten Einfluss zu nehmen im Gegensatz zu rein privatwirtschaftlichen Anwendungen von CCS.
- Geringe technologische Reife der vollständigen Umsetzung (d.h. grosse Mengen, inkl. Endlagerung des CO₂).
- Braucht sehr grosse initiale Investitionen für die Anschaffung.
- Eine entsprechende Transportinfrastruktur (Pipelines) wird benötigt, um Kostenersparnisse zu erreichen.

Einbettung ins Netto-Null-Ziel des Kantons Aargau:

Die Relevanz der CCS- und CDR-Technologien für den Kanton Aargau beurteilen wir anhand der folgenden Faktoren: quantitatives Potenzial, Einfluss / der Steuerbarkeit der öffentlichen Hand, Machbarkeit, Territorialprinzip und Unsicherheiten.

Stand heute gehen wir davon aus, dass CCS KVA zusammen mit BECCS und CCS Zement eine wichtige Rolle spielen wird, um die Restemissionen im Kanton Aargau zu reduzieren oder auszugleichen. Eine eher ergänzende oder unterstützende Rolle sehen wir bei CCS ARA, Pflanzkohle, Beschleunigter Verwitterung und DACCS. Eine geringe Relevanz dürften hingegen Technologien im Zusammenhang mit Wald- oder Bodenbewirtschaftung, Holzbau oder Ozeanen haben (siehe ergänzender Bericht, Kapitel 3.2.4).

Wichtigste Annahmen

Beschreibung	Risiko, dass die Annahme bis 2050 nicht erfüllt wird. (= Unsicherheit)	Auswirkungen, falls Annahme nicht erfüllt wird.
Lieferkette ist vollständig CO ₂ -neutral.	Sehr hoch	Gesamtpotenzial ↓
Anbindung an ein CO ₂ -Pipelinennetzwerk ist gewährleistet.	hoch	Kosten ↑, Gesamtpotenzial ↓
Für die Abscheidung wird Aminwäsche eingesetzt (anstelle von HPC oder Oxyfuel).	hoch	Energiebedarf ↘, Kosten ↘
Abfallmenge und Zusammensetzung bleibt ähnlich wie bisher.	mittel	Gesamtpotenzial unklar
Das CO ₂ wird vollständig in geologischen Reservoirien oder Abbruchzement gespeichert.	mittel	Permanenz ↓, Kosten und Energiebedarf unklar
Punktquellen für CCS sind nur in Ausnahmefällen kleiner als 50kt CO ₂ / Jahr.	mittel	Kosten ↑, Gesamtpotenzial ↑
Die Abscheidungsrate vom Abgas beträgt mindestens 90%.	tief	Gesamtpotenzial ↘