ENERGY

Erhebung des Potenzials der Kehrichtverwertungsanlagen der Schweiz

Für den Einsatz der CO2-Abscheidung (Carbon Capture)

Projektname	**Bewertungsraster CCS**
Projekt Nr.	**VBS138**
Empfänger	**Verband der Betreiber Schweizerischer Abfallbehandlungsanlagen** **Dr. Robin Quartier**
Dokumententyp	**Zwischenbericht**
Version	**0.1**
Datum	**12.02.2024**
Erstellt von	**Johann Lechthaler**
Geprüft von	**Andres Kronenberg**

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis 2

1. Ausgangslage 3

2. Methodik 3

3. Ergebnisse 4

3.1 Technische und infrastrukturelle Bereitschaft 4

3.2 Realisierungsrahmen 5

3.3 Zusammenfassende Botschaft 6

4. Anhänge 7

Abkürzungsverzeichnis

BAFU	Bundesamt für Umwelt
BECCS	Bioenergy with Carbon Capture and Storage
CAPEX	Capital Expenses
CCS	Carbon Capture and Storage
CCS ready	Bereitschaft zur Implementierung einer CC Technologie
EMI	Emissionen
HUB	Zentraler Knotenpunkt
KVA	Kehrichtverwertungsanlagen
OPEX	Operational Expenses
StFV	Störfallverordnung
UVEK	Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation
VBSA	Verband der Betreiber Schweizerischer Abfallverwertungsanlagen

1. Ausgangslage

In der Klimastrategie der Schweiz ist das Ziel der Netto-Null-Emissionen bis 2050 festgeschrieben. Dieses ambitionierte Vorhaben birgt die Herausforderung, dass selbst bei einer Transformation zu erneuerbar beheizten Gebäuden, dekarbonisiertem Verkehr und nachhaltiger Elektrizitätserzeugung in anderen Sektoren schwer vermeidbare Emissionen von rund 12 Mio. t CO_2 anfallen. Eine Schlüsselkomponente zur Emissionsminderung ist die gezielte Abscheidung von CO_2, insbesondere aus Kehrichtverwertungsanlagen (KVA). Dieser Ansatz sieht vor, 2 Mio. t fossiles CO_2 aus KVA und weitere 3 Mio. t aus Zementwerken und anderen Industrien mittels Carbon Capture and Storage (CCS) abzuscheiden.

Vor diesem Hintergrund steht auch die Entfernung von CO_2 im Fokus, die Abscheidung biogenen CO_2 in KVA sowie CCS bei Biomassekraftwerken (BECCS). Gemäss den Energieperspektiven 2050+ des Bundesamts für Energie sollen bis 2050 jährlich 7 Mio. t CO_2 durch CCS abgetrennt und gespeichert werden. Um diesen Weg zu beschleunigen, sieht die Branchenvereinbarung zwischen dem Bundesamt für Umwelt und dem Verband der Betreiber Schweizerischer Abfallverwertungsanlagen (VBSA) vor, dass bereits bis 2030 eine erste CCS-Anlage mit einer Abscheideleistung von 100‘000 t/a an einer KVA errichtet und betrieben wird. Die langfristige Strategie zielt darauf ab, die Abscheideleistung bis 2050 auf 3.6 Mio. t CO_2 pro Jahr zu erhöhen, was 90% der KVA-Emissionen entspricht.

2. Methodik

Diese richtungsweisende Massnahme wird in enger Zusammenarbeit zwischen dem VBSA und dem BAFU vorangetrieben. Gemäss der Branchenvereinbarung wird der Fortschritt zur Erfüllung der Massnahme durch das Erreichen von Zwischenzielen kontrolliert. Für das Zwischenziel 2023 wurde im Rahmen einer Potenzialanalyse aller Schweizer KVA neben den technischen Aspekten auch die individuelle Situation jeder KVA beleuchtet, um die Hemmnisse für eine Umsetzung der CCS-Technologie zu evaluieren und aufzuzeigen.

Aufgrund der unterschiedlichen Investitionszyklen wurden die KVA in der Schweiz unterteilt in solche, die die CCS-Bereitschaft (CCS ready) bereits in die Planung der Anlagenerneuerung integriert haben und in bestehende Anlagen, die zusätzliche Nachrüstungsmassnahmen erfordern. Zudem wurden die regulatorischen Rahmenbedingungen, die ausserhalb des Entscheidungs- und Ermessensspielraums der KVA liegen, als externe Bereitschaft zusammengefasst und die KVA entsprechend daraufhin überprüft.

Der Bericht fasst die wesentlichen Ergebnisse aus 27 Workshops mit spezifischen Einzelbetrachtungen und gemeinsamen Bestandsaufnahmen zusammen. Darüber hinaus wurden weitere CO_2-Emittenten und -Abnehmer identifiziert und damit Möglichkeiten für effiziente CO_2-HUBs aufgezeigt, die eine kombinierte CO_2-Verflüssigung und -Logistik ermöglichen. Dieser ganzheitliche Ansatz ist entscheidend, um das gemeinsame Ziel einer nachhaltigen CO_2-Abscheidung in Schweizer KVA zu erreichen.

3. Ergebnisse

3.1 Technische und infrastrukturelle Bereitschaft

Die Bereitschaft und der Realisierungsrahmen für Carbon Capture and Storage in Schweizer Kehrichtverwertungsanlagen gliedern sich in eine interne Bereitschaft, auf die die Betreiber Einfluss haben, und eine externe Bereitschaft, die ausserhalb des Einflussbereichs der Betreiber liegt.

Die interne Bereitschaft zur Umsetzung von CCS in Schweizer KVA zeigt einen deutlichen Fortschritt (siehe Abbildung 3-1). Im Rahmen der laufenden und anstehenden Erneuerungszyklen werden bereits 18 Anlagen mit dem Ziel der CC-Readiness geplant und umgebaut. Dies zeigt ein starkes Engagement der Betreiber, die kommende Anforderung der CO_2-Abscheidung proaktiv anzugehen und eine hohe technische Bereitschaft für die Integration von CCS-Technologien in neue und bestehende Anlagen zu gewährleisten. Die geplante Erneuerung von Anlagen impliziert eine Antizipation zukünftiger regulatorischer Anforderungen und eine entsprechende Vorbereitung auf technische Ausgestaltungen, um CCS effizient umsetzen zu können.

Für Anlagen, die im letzten Investitionszyklus noch nicht für die Integration von CCS-Technologien geplant wurden, ergibt sich hingegen ein zwingender Bedarf an Nachrüstungsmassnahmen. Bestehende Hemmnisse können hier durch die Förderung der technologischen Anpassungsbereitschaft der Anlagenbetreiber überwunden werden.

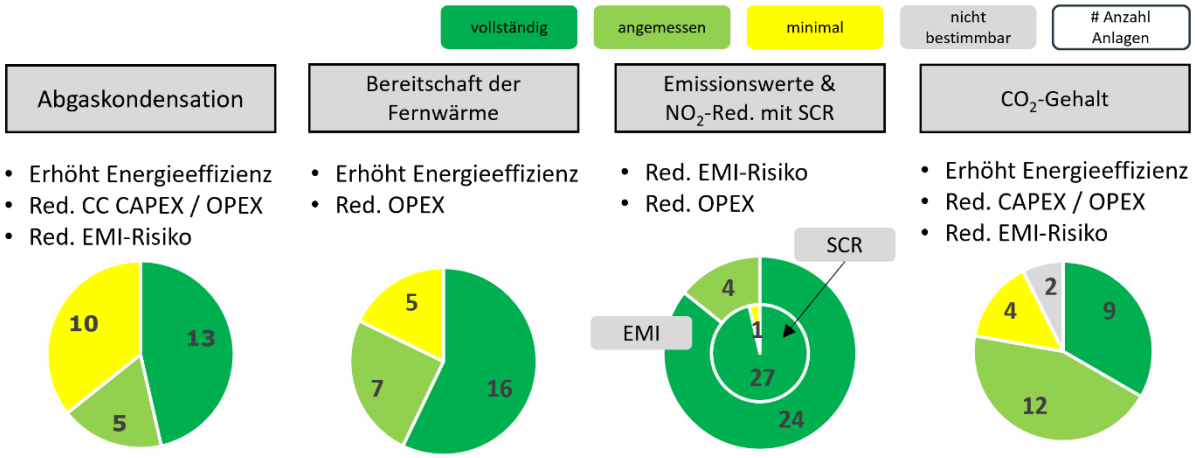

Abbildung 3-1: Massnahmenerfüllung für interne Bereitschaft für CCS.

Die externe Bereitschaft für CCS in der Schweiz hängt wesentlich von regulatorischen Rahmenbedingungen und infrastrukturellen Voraussetzungen ab (siehe Abbildung 3-2). Als wichtigste technische Hürde wird die CO_2-Logistik identifiziert, insbesondere die Transportmodalitäten per Bahn oder Pipeline. Die Entwicklung einer flächendeckenden CO_2-Logistik stellt sich als eine der vordringlichen Aufgaben aller Beteiligten dar, um langfristig eine effiziente Umsetzung der CCS-Technologie zu gewährleisten.

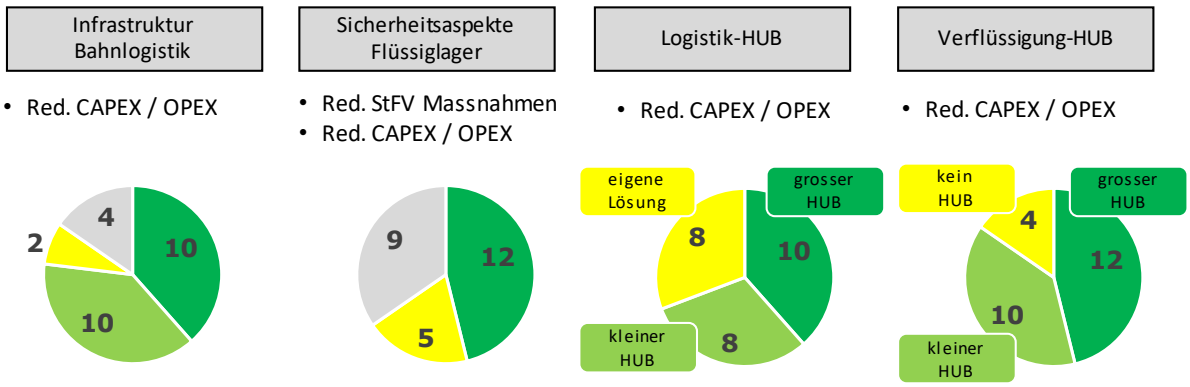

Abbildung 3-2: Massnahmenerfüllung für externe Bereitschaft für CCS.

3.2 Realisierungsrahmen

Der Zeitplan für die Adaption von CCS durch die Schweizer KVA (siehe Abbildung 3-3) gliedert sich in drei Phasen:

Die Pionierphase (heute bis 2032), in der innovative Betreiber CCS in die Planung ihrer neuen Anlagen integrieren, zeigt eine positive Startphase der CCS-Implementierung mit ausreichenden Abscheideleistungen gemäss Zielvorgaben.

Für die Wachstumsphase (bis 2042) zeichnet sich eine breite Einführung von CC ab, die durch städtische und regionale klimapolitische Ziele gefördert wird.

In der Spätphase (nach 2042) ist dagegen eine Tendenz zur Erfüllung von Emissionsreduktionen erst zum spätest möglichen Zeitpunkt zu erkennen, da eine Vorverlegung nicht in den Investitionszyklus der Anlagen passt und regionale Ziele kein schnelleres Handeln erfordern. Im Vergleich zum Energieperspektivenbericht 2050+ zeigt sich, dass ab 2045 ohne verbindliche Vorgaben oder finanzielle Anreize die Ziele möglicherweise nicht erreicht werden.

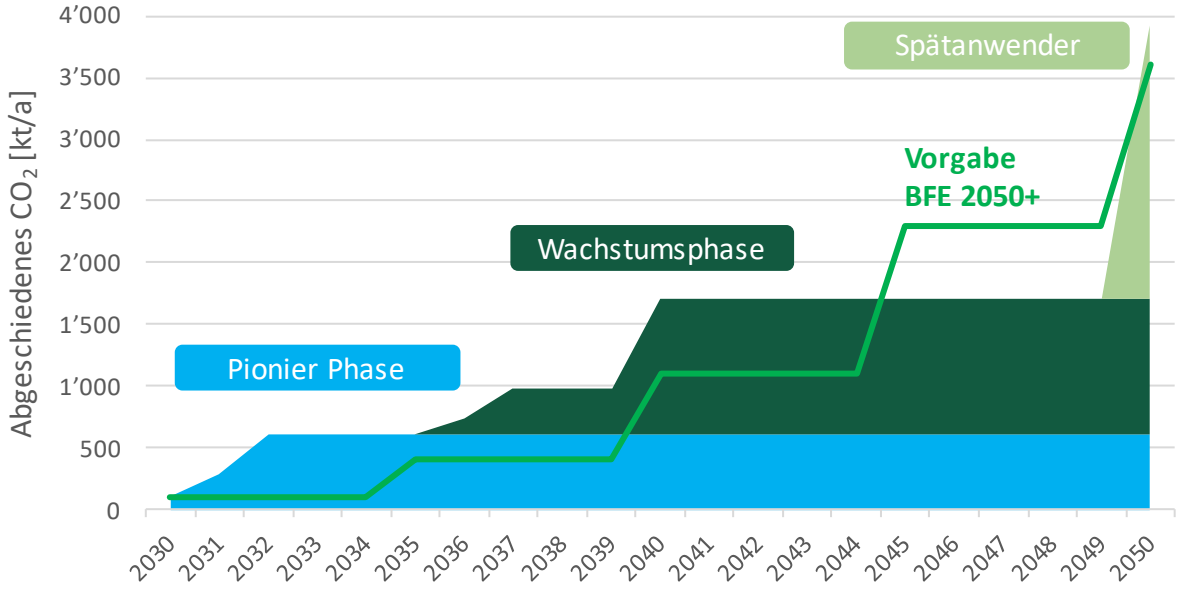

Abbildung 3-3: Ausbau der CO2-Abscheidungskapzität im Vergleich zu Energieperspektiven 2050+.

3.3 Zusammenfassende Botschaft

Die KVA sind bereit: Die Bereitschaft der Schweizer KVA zur Umsetzung von CC-Technologien ist hoch. Die Branche ist engagiert und handlungsbereit, was sich nicht zuletzt darin zeigt, dass mehr als die Hälfte aller Anlagen entweder «CC-ready» neu geplant oder erneuert werden. Dies bedeutet, dass eine Integration der CC-Technologie zu einem späteren Zeitpunkt aus technischer Sicht möglich ist. Die Anlagen, die von Anfang an CC-ready konzipiert werden, weisen zudem eine hohe Energieeffizienz durch höhere Fernwärmeauskopplung auf. Für Bestandsanlagen, die heute noch nicht für die neuen CC-Technologien ausgelegt sind, können die technischen Hürden im nächsten Investitionszyklus überwunden werden. Diese zusätzlichen Massnahmen zur Modernisierung und Nachrüstung älterer Anlagen zeigen das Engagement der Branche, einen wesentlichen Beitrag zur CO_2-Reduktion zu leisten.

Fehlende Rahmenbedingungen: Ungeachtet der technischen Bereitschaft stehen die KVA vor erheblichen Herausforderungen, die überwiegend ausserhalb ihres Einflussbereichs liegen. So fehlen derzeit eine übergeordnete und effizient organisierte Logistik für den CO_2-Transport sowie vertragliche Regelungen für die langfristige und sichere Speicherung des abgeschiedenen CO_2. Ebenso mangelt es an einem klaren Konzept zur Finanzierung der notwendigen Investitionen (CAPEX) und resultierenden Betriebskosten (OPEX), was Fragen zur Ausgestaltung der Abgaben und Erlöse aufwirft.
Ein weiterer struktureller Engpass ist der derzeit lückenhafte regulatorische Rahmen für den Umgang mit potenziellen Emissionen aus dem Aminprozess, der CO_2-Speicherung und dem Transport. Ohne eine klare rechtliche Grundlage bleibt die Umsetzung der CC-Technologie aufwändig und unabwägbar.

Bereitschaft der Technologie: Auf technologischer Ebene sind noch einige Fragen offen. Besonderes Augenmerk gilt den Abbauprodukten und Emissionen, die beim Aminprozess resultieren können. Hier sind weitere Vorarbeiten und die Übernahme von Lessons Learned aus grosstechnischen Anlagen im Ausland notwendig, um die Umweltauswirkungen zu minimieren und den Prozess zu optimieren. Darüber hinaus werden der Einsatz und die Ergebnisse von HPC-Pilotanlagen im Ausland, die im Teilstrom des KVA-Abgases betrieben werden, als interessante Alternative mit Entwicklungsbedarf für Grossanlagen verfolgt.

Unterstützung der Pioniere: Ein wesentlicher Faktor für den erfolgreichen Einsatz von CC-Technologien ist die Unterstützung der so genannten «First Mover», also der Anlagenbetreiber, die die neuen Technologien als erste einführen. Diese Pioniere benötigen politische und branchenweite Unterstützung, um bestehende Hemmnisse abzubauen. Ihre Erfahrungen sind sowohl für die technische Weiterentwicklung als auch für das regulatorische Umfeld wertvoll. Die Erfolge der Pioniere können als Blaupause für die zukünftige Umsetzung in CC-ready Anlagen dienen und einen positiven Multiplikatoreffekt für die gesamte Branche erzeugen.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass sich die KVA-Branche in der Schweiz aktiv auf den Einsatz von Carbon Capture vorbereitet. Während die technische Machbarkeit bereits in greifbare Nähe gerückt ist, sind es vor allem externe Faktoren wie fehlende Rahmenbedingungen und die notwendige Unterstützung von Pionieren, die den Fortschritt der Umsetzung beeinflussen. Durch eine konstruktive Zusammenarbeit von Politik, Wirtschaft und Forschung können diese Hindernisse jedoch überwunden und ein wichtiger Schritt in Richtung nachhaltiger Abfallwirtschaft und Klimaschutz geleistet werden.

4. Anhänge

Präsentation «CC auf KVA - Ergebnisse der Standortbewertung» im Rahmen des VBSA-Klimafonds

Faktenblätter aus Workshops: Potenzialerhebung KVA (Vertraulich - Nur für die interne Dokumentation bestimmt)