

BIOGASANLAGEN HELFEN BEIM ERREICHEN DER KLIMAZIELE – PRAXISPROJEKTE

Um die Klimaziele des Bundes zu erreichen, kann CCUS – die Abscheidung und Nutzung bzw. dauerhafte Speicherung biogenen Kohlendioxids – einen wichtigen Beitrag zum Ausgleich unvermeidbarer Restemissionen, beispielsweise aus der Landwirtschaft oder Industrie, leisten. Schweizer Biogasaufbereitungsanlagen sind dafür prädestiniert, solche Emissionen zu kompensieren. Zwei Projekte im Kanton Aargau liefern wertvolle Erkenntnisse, die helfen, CCUS in der nahen Zukunft hochzuskalieren. Der CO₂-Kongress stellt diese und viele weitere CCUS-Projekte aus dem In- und Ausland in den Fokus – am 30. September im Casino Bern.

Cristina Antonini, VSG

Im Juni 2023 hat die Schweizer Stimmbevölkerung dem Netto-Null-Ziel bis 2050 mit der Annahme des Klima- und Innovationsgesetzes (KIG) mit 59,1% Ja-Stimmen zugestimmt. Es braucht konkrete Massnahmen, um diese Ziele zu erreichen. Denn neben einer Reduktion der Nutzung von fossilen Energieträgern können restliche Treibhausgasemissionen (sogenannt schwer vermeidbare Restemissionen) beispielsweise aus Kehr-richtverbrennungsanlagen, Zementwerken und der Landwirtschaft mit negativen Emissionen kompensiert werden. Zu diesen Negativemissionstechnologien gehört die Produktion von Bioenergie mit CO₂-Abscheidung und -Speicherung (BECCS). Unter den Begriff Bioenergie fallen alle Energieträger, die aus biologischen Rohstoffen entstanden sind und erneuerbar gewonnen wurden. Dazu gehören Rüstabfälle, Grüngut oder Abfälle aus der Landwirtschaft.

BIOGASANLAGEN SIND PRÄDESTINIERT FÜR BECCS

Bei BECCS handelt es sich um ein Verfahren, bei dem nach der Erzeugung des erneuerbaren Energieträgers (zum Beispiel Biomethan) das erzeugte CO₂ abgeschieden und dauerhaft gespeichert oder für andere Prozesse verwendet wird. Wird die nachhaltig erzeugte Biomasse genutzt und das daraus stammende

CO₂ permanent der Atmosphäre entzogen, entstehen sogenannte negative Emissionen.

Biogasaufbereitungsanlagen sind für erste BECCS-Wertschöpfungsketten besonders interessant. Das liegt daran, dass das Rohbiogas neben Methan einen erheblichen Anteil CO₂ enthält.

EFFIZIENTE CO₂-ABSCHEIDUNG

Damit das Biogas ins Netz eingespeist werden kann, muss es eine bestimmte Qualitätsstufe aufweisen. Um diese zu erreichen, wird das CO₂ bei der Aufbereitung des Rohbiogases abgetrennt. Der dabei entstehende CO₂-reiche Abgasstrom aus Biogasanlagen eignet sich sehr gut für die Abscheidung. Im

CCUS UND ÄHNLICHE ABKÜRZUNGEN

CCUS steht für *Carbon Capture, Utilization and Storage* (Kohlendioxid-Abscheidung, -Nutzung und -Speicherung). Es beschreibt den technischen Prozess, CO₂ aus Punktquellen oder direkt aus der Luft abzuscheiden und es entweder anschliessend weiterzuverarbeiten, um es einer Nutzung zuzuführen, oder es dauerhaft zu speichern.

ZENTRALE ABKÜRZUNGEN RUND UM CCUS

CCUS – Carbon Capture, Utilization and Storage

Der Oberbegriff für das gesamte System aus Abscheidung, Weiternutzung und dauerhafter Speicherung von CO₂.

CCUTS – Carbon Capture, Utilization, Transport and Storage

Eine Präzisierung und Erweiterung der CCUS-Abkürzung. Das explizite Einfügen des «T» betont, dass die Infrastruktur für den CO₂-Transport eine eigenständige technologische und ökonomische Säule der gesamten Kohlenstoff-Wertschöpfungskette ist. Ohne Transportnetzwerke können Abscheidungs- und Speicherorte nicht miteinander verbunden werden.

RÉSUMÉ

LES INSTALLATIONS DE BIOGAZ PEUVENT CONTRIBUER À LA RÉALISATION DES OBJECTIFS CLIMATIQUES

Outre une réduction des énergies fossiles, la réalisation de l'objectif «zéro émission nette» nécessite notamment des procédés permettant l'élimination, le stockage ou l'utilisation durables du CO₂. Les installations de traitement du biogaz constituent à cet égard des sources ponctuelles intéressantes. Cet article met en lumière les expériences de deux installations de biogaz dans le canton d'Argovie. Par ailleurs, la certification, la surveillance, le transport, le stockage et la commercialisation des crédits de suppression de CO₂ jouent un rôle décisif dans la réussite d'un dossier. L'expérience montre que des contrats d'achat à long terme, des chaînes logistiques efficaces, un cadre politique fiable et la mise en place d'une infrastructure dédiée au CO₂ sont déterminants.

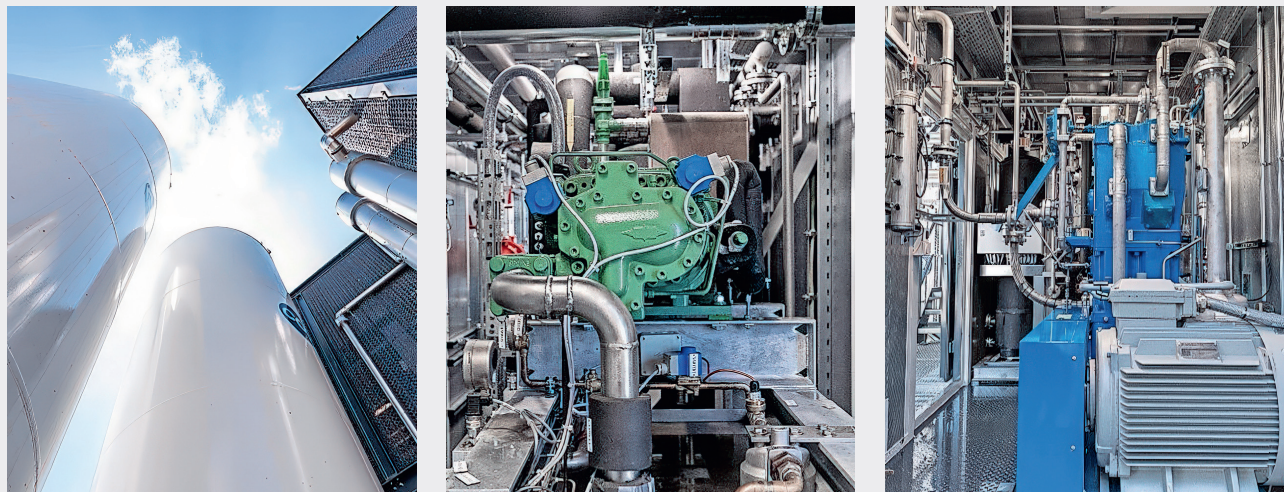


Fig. 1 CO₂-Abscheidung und Verflüssigungsanlage in Nesselbach. (Quelle: Präsentation CO₂-Seminar 19.02.2025, Philippe Lehmann, Geschäftsführer CO₂ Energie AG)

Gegensatz dazu sind Rauchgasströme aus industriellen Anlagen stark verdünnt. Dies, weil Abgase aus Verbrennungsprozessen aufgrund der eingesetzten Luft viel Stickstoff enthalten, dessen Abspaltung energieintensiv ist.

CCU-PROJEKT NESSELNACH

Die Biogasanlage Nesselbach verarbeitet rund 80 000 t Lebensmittelabfälle pro Jahr. Betrieben wird sie von der Eigentümerin *Recycling Energie AG*. Die Produktion von Rohbiogas liegt bei rund 1600 Nm³/h. Dieses wird unter anderem in der Aufbereitungsanlage der *Regionalwerke AG Baden* weiterverarbeitet. Daraus resultieren 35 GWh Biomethan pro Jahr, das in das Verteilnetz der *Regionalwerke AG Baden* eingespeist wird. Das Abgas der Biogasaufbereitung wiederum dient als CO₂-Quelle. Dafür wird das CO₂-haltige Abgas der Biogasaufbereitung einer Aufbereitungs- und Verflüssigungsanlage zuge-

leitet. Dort wird das CO₂ gereinigt, gefiltert sowie entwässert und danach auf etwa -24 °C heruntergekühlt, wobei es sich verflüssigt (Fig. 1). Das Potenzial der CO₂-Produktion beträgt bis zu 3500 t pro Jahr.

Die Recycling Energie AG und die Regionalwerke AG Baden haben die Zweckgemeinschaft *CO₂ Energie AG* gegründet, mit dem Ziel, CO₂-Projekte umzusetzen. Das in Nesselbach abgeschiedene CO₂ wird für industrielle Anwendungen, unter anderem in der Lebensmittelindustrie, verwendet. Aus diesem Grund wird das abgeschiedene CO₂ in Lebensmittelqualität geliefert. Es ersetzt bisher verwendetes fossiles CO₂, das im Vergleich rund dreimal günstiger ist.

Ein weiterer Vorteil der Abscheidung und Verflüssigung von CO₂ ist die Verringerung des Methanschlupfs: Der Methananteil im Abgas der Biogasaufbereitung wird dem Prozess wieder zugeführt und gelangt nicht in die Atmosphäre.

Für die CO₂-Aufbereitung und -Verflüssigung wurden Investitionen von rund 3 Mio. Franken getätigt. Die Wirtschaftlichkeit hängt jedoch nicht allein vom physischen Produktwert ab. Nach Angaben der Projektverantwortlichen spielen zusätzliche Erlöse aus Emissionsverminderungszertifikaten eine wichtige Rolle.

Neben der CO₂-Produktion konnten wichtige Grundkenntnisse im Bereich Projektplanung, Anlagenintegration und Betrieb gewonnen werden. Dieses Wissen bildet eine wertvolle Grundlage, die für weitere Projekte aus der Branche dienlich sein kann.

CCS-PROJEKT NIEDERWIL

Das gleiche Konsortium realisierte ein weiteres CO₂-Projekt. Für die Anlage in Niederwil wurden die Erfahrungen aus Nesselbach zu einem BECCS-Ansatz weiterentwickelt. Sie ist für eine Rohbiogasmenge von maximal 1000 Nm³/h ausgelegt. Das Rohbiogas stammt aus der Biogasproduktionsanlage in Nesselbach und wird über eine Leitung bis nach Niederwil transportiert (Fig. 2), wo es aufbereitet wird. Das reine Biomethan wird ins Gasnetz eingespeist.

Der CO₂-reiche Abgasstrom der Biogasaufbereitung liegt im Normalbetrieb bei ca. 350 Nm³/h, was einem Potenzial von bis zu 4500 t CO₂ pro Jahr entspricht. Beim Niederwiler Projekt wird

Kontakt: cristina.antonini@gazenergie.ch

CCS – Carbon Capture and Storage

Die Abscheidung von CO₂ an Punktquellen (z. B. Biogasanlagen, Zement- oder Stahlwerken) mit anschliessender dauerhafter Speicherung.

CCU – Carbon Capture and Utilization

Die Abscheidung von CO₂ und dessen anschliessende stoffliche Weiterverarbeitung (z. B. als Rohstoff für die Industrie oder synthetische Kraftstoffe).

BECCS – Bioenergy with Carbon Capture and Storage

Energiegewinnung aus Biomasse bei gleichzeitiger Abscheidung und Speicherung des dabei entstehenden CO₂ (gilt als Netto-CO₂-Senke).

CDR – Carbon Dioxide Removal

Methoden zur aktiven Entfernung von CO₂ aus der Atmosphäre, um negative Emissionen zu erzeugen.

DAC/DACCs – Direct Air Capture/Direct Air Capture and Storage

Direkte Filterung von CO₂ aus der Umgebungsluft mithilfe von Ventilatoren und Filtern, oft kombiniert mit dauerhafter Speicherung.

die gleiche Abscheidungs- und Verflüssigungstechnologie benutzt wie im Projekt in Nesselbach. Im Unterschied zu Nesselbach steht nicht die stoffliche Nutzung, sondern primär die dauerhafte Speicherung des abgeschiedenen CO₂ im Zentrum. Obwohl das CO₂ anderweitig eingesetzt wird, liefert die CO₂-Verflüssigungsanlage in Niederwil stets denselben hohen Reinheitsgrad, der ebenfalls den Anforderungen an Lebensmittelqualität entspricht. Die Biogasaufbereitungs- und CO₂-Verflüssigungsanlagen wurden wie geplant diesen Sommer in Betrieb genommen und werden in den kommenden Monaten ihre volle Leistung erreichen.

Eine Herausforderung besteht jedoch darin, dass für Schweizer BECCS-Projekte aktuell CO₂ aus inländischer und biogener Produktion zu spärlich vorhanden ist. Im Rahmen des Projekts in Niederwil ist eine grenzüberschreitende Transportkette vorgesehen. Die Planung der CO₂-Transportkette wird von der Firma *Airfix* übernommen. Das verflüssigte CO₂ wird in ISO-Containern mit rund 20 t Kapazität zunächst per Lastwagen nach Basel, anschliessend per Bahn nach Hamburg und weiter nach Esbjerg in Dänemark transportiert. Von dort soll es über die Infrastruktur des Speicherbetreibers *Ineos* zur Offshore-Speicherung *Greensand* in einem ehemaligen Ölfeld in der Nordsee gelangen. Die Projektpartner prüfen zusätzlich effizientere Logistikkonzepte, etwa die Bündelung von Containern an regionalen Umschlagplätzen oder direkte Ganzzüge, mit dem Ziel, die Transportkosten zu reduzieren.

REGIONALES CLUSTERING FÜR DEZENTRALE CO₂-QUELLEN

Schweizer Projekte sind kostenintensiv. Nach Angaben der Projektentwickler entfallen 30 bis 50% der Gesamtkosten auf den Transport zu den Speicherstätten. Standorte in Ländern mit direktem Zugang zu geologischen Speichern verfügen deshalb über strukturelle Kostenvorteile. Für die Schweiz ist daher eine effiziente Anbindung an europäische CO₂-Transport- und -Speicherinfrastrukturen von zentraler Bedeutung.

Eine mögliche Strategie besteht im Clustering dezentraler CO₂-Quellen. Aus verschiedenen Anlagen stammendes flüssiges CO₂ könnte an regionalen Hubs gesammelt und in grösseren Einheiten weitertransportiert werden. Beim Bahntransport werden beispielsweise Konzepte mit rund 60 ISO-Containern auf 30 Waggonen (gesamte Transportkapazität 1200 t) erarbeitet.

Aber auch die Bahnlösung ist begrenzt: Ab einer Million Tonnen CO₂ wird aus logistischen und wirtschaftlichen Gründen ein leitungsgebundener Transport bevorzugt.

POLITISCHE RAHMENBEDINGUNGEN UND MARKTHOCHLAUF

Die Skalierung von BECCS wird langfristig kaum allein durch den freiwilligen Kohlenstoffmarkt getragen werden können. Die Projektverantwortlichen in Niederwil und Nesselbach sehen deshalb eine zunehmende Bedeutung von Pflichtmärkten und verlässlichen politischen Zielpfaden. Insbesondere für Investitionen mit Betriebsdauern von 15 bis 20 Jahren ist Planungssicherheit über das Jahr 2030 hinaus erforderlich.

Förderinstrumente können weitere Pionierprojekte ermöglichen, lösen aber nicht alle strukturellen Probleme. Bei kapital- und betriebskostenintensiven CCS-Projekten ist insbesondere die langfristige Deckung der Betriebskosten relevant. Als mögliche Instrumente werden deshalb neben Investitions- und Betriebsbeiträgen auch Differenzverträge (*Carbon Contract for Difference*) diskutiert. Diese Verträge sind ein staatliches Förderinstrument, das Industrieunternehmen einen festen CO₂-Mindestpreis garantiert, Preisschwankungen ausgleicht und langfristige Planungssicherheit für Investitionen schafft. Gleichzeitig könnten verbindlichere Netto-Null-Fahrpläne und Zwischenziele für Negativemissionen eine planbare Nachfrage nach hochwertigen *Carbon Removal Credits* schaffen.

Ein breiter Markthochlauf dürfte zudem von grossen CO₂-Punktquellen abhängen: Werden CCS-Lösungen bei Zementwerken und Kehrlichtverwertungsanlagen umgesetzt, steigen die transportierten Volumen. Davon würden auch kleinere biogene Quellen profitieren, weil gemeinsame Transport- und Speicherketten besser ausgelastet und spezifische Kosten gesenkt werden können.

AUSBLICK UND FAZIT

Die Projekte Nesselbach und Niederwil zeigen zwei aufeinander aufbauende Entwicklungsschritte. Nesselbach demonstriert die praktische Aufbereitung und Verflüssigung von CO₂ aus einer Biogasaufbereitungsanlage und schafft betriebliche Erfahrungen für eine neue Wertschöpfungskette. Niederwil erweitert diesen Ansatz um die dauerhafte geologische Speicherung und damit um die Möglichkeit, zertifizierte negative Emissionen zu erzeugen.

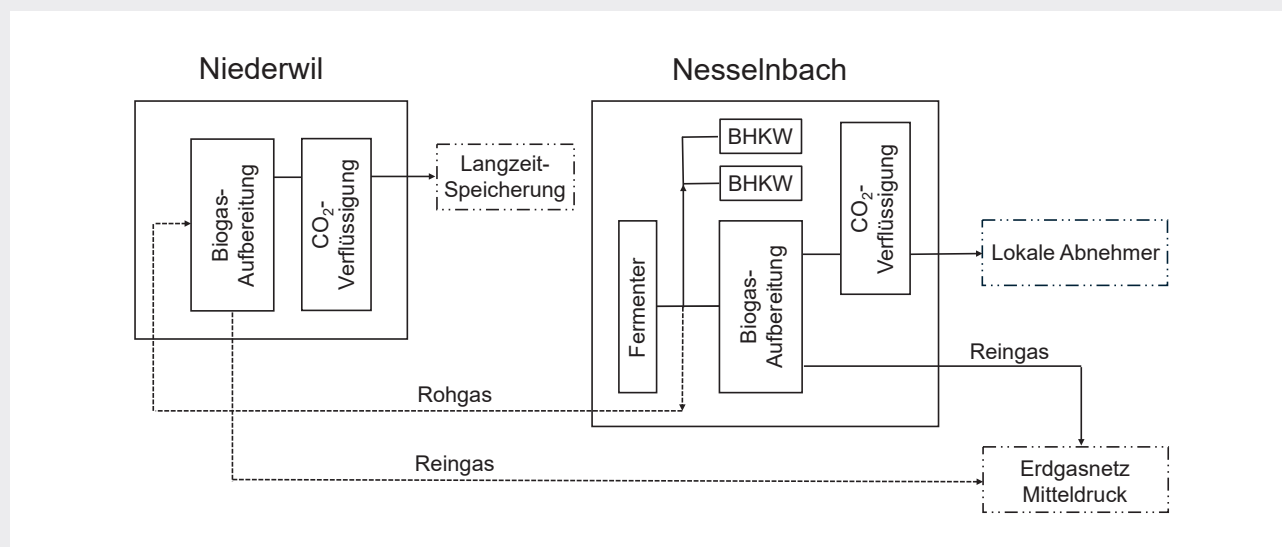


Fig. 2 Planung der Projekte Nesselbach und Niederwil mit CO₂-Abscheideanlagen.

Technisch verfügbare CO₂-Quellen allein führen jedoch noch nicht zu einem skalierbaren BECCS-Markt. Entscheidend ist das Zusammenspiel zuverlässiger Abscheidung, standardisiertem Monitoring, glaubwürdiger Zertifizierung, langfristigen Abnahmeverträgen sowie einer leistungsfähigen Transport- und Speicherinfrastruktur. Für Schweizer Projekte ist insbesondere die Logistik zu ausländischen Speicherstätten ein relevanter Kostenfaktor.

Die kommenden Jahre werden zeigen, wie schnell sich aus den heutigen Einzelprojekten eine integrierte CO₂-Wirtschaft entwickeln kann. Eine Bündelung von Mengen, der Aufbau gemeinsamer Logistikketten und verlässliche regulatorische Rahmenbedingungen können die Kosten senken und Investitionen absichern. Die bisherigen Praxiserfahrungen verdeutlichen zugleich, dass der Aufbau von technischem und organisatorischem Know-how frühzeitig erfolgen muss. Soll BECCS langfristig einen Beitrag zu Netto-Null leisten, müssen entsprechende Wertschöpfungsketten bereits heute entwickelt, erprobt und schrittweise skaliert werden.

CO₂-KONGRESS 2026: CCUS IM FOKUS

Der CO₂-Kongress, der durch die Schweizer Gasbranche organisiert wird, geht 2026 bereits in die dritte Runde und etabliert sich als feste Grösse im Veranstaltungskalender. Am 30. September 2026 trifft sich in Bern erneut die nationale sowie internationale Fachwelt zu Fragen rund um die Abscheidung, Nutzung, den Transport und die Speicherung von CO₂ (CCUS). Führende Expertinnen und Experten debattieren über kommende Schritte auf dem Weg zu Netto-Null und präsentieren konkrete Lösungen.

Datum 30. September 2026

Ort Casino Bern

Programm <https://co2-kongress.ch/de/programm/>

Anmeldung <https://co2-kongress.ch/de/anmeldung-2026/>

CO₂ Kongress
CCUS-Lösungen für die Schweiz
Mittwoch, 30. September 2026

Informationen und Anmeldung: 