

H₂O-, H₂S- und O₂-Messungen für Anwendungen zur Abscheidung, Nutzung und Speicherung von Kohlendioxid (CCUS)

Die Vorteile auf einen Blick

- Zuverlässige H₂O-, H₂S- und O₂-Analyse in CO₂-Prozessen und Pipelines
- Hohe Anlagenverfügbarkeit durch langlebiges Design und bewährte Zuverlässigkeit
- Verbesserte Sicherheit, Prozesssteuerung und Qualitätsvalidierung an zentralen CCUS-Messstellen
- Genaue Echtzeitmessungen ohne Interferenzen
- Keine Verbrauchsmaterialien und sehr geringer Wartungsaufwand für niedrige Betriebskosten
- Einfache Installation und Inbetriebnahme mit Fernüberwachung für jahrelangen Hands-off-Betrieb
- Minimale Ausfallzeiten durch einfachen Vor-Ort-Service
- Kalibrierung rückführbar auf NIST
- Kompatibel mit ASTM-Testverfahren und weltweiten Zertifizierungen für Gefahrenbereiche

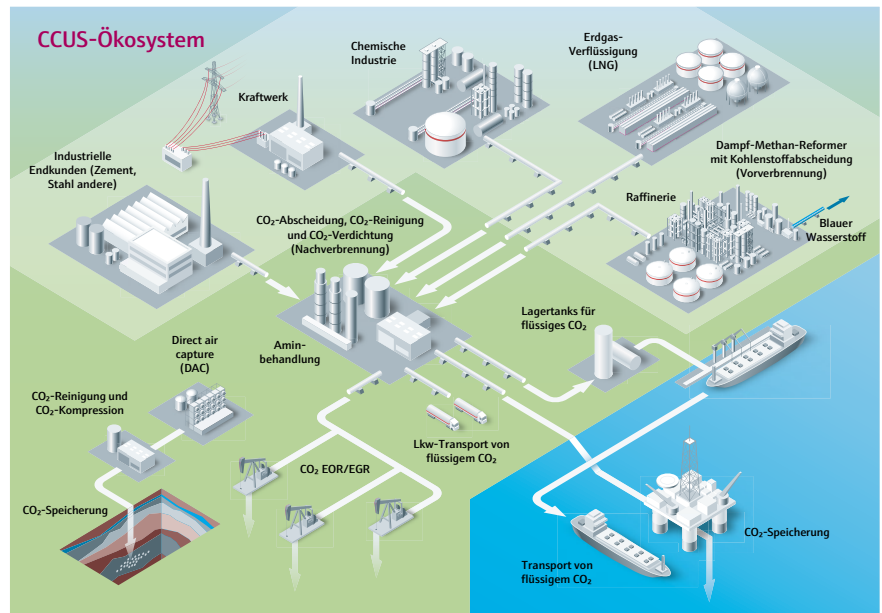


Abbildung 1: CCUS-Ökosystem

Die schnelle und zuverlässige Analyse von Feuchtigkeit (H₂O), Schwefelwasserstoff (H₂S) und Sauerstoff (O₂) in Kohlendioxidströmen ist von entscheidender Bedeutung, um die Sicherheit, Prozesskontrolle und Gasqualität für Anwendungen zur Abscheidung, Nutzung und Speicherung von Kohlendioxid (CCUS) zu gewährleisten.

Energiewende und CCUS

Um die Ziele des Übereinkommens der Vereinten Nationen über Klimaänderungen zu erreichen, sind innovative Messtechnologien erforderlich. Bis 2030 sollen die weltweiten Kohlendioxidemissionen um 45 % (im Vergleich zu 2010) gesenkt und bis 2050 auf Null reduziert werden. CCUS ist ein Ansatz, der dazu beitragen kann, diese Ziele zu erreichen. Bei CCUS wird CO₂ aus der fossilen Stromerzeugung oder aus industriellen Quellen abge-

schieden und zur Wiederverwendung oder zur dauerhaften geologischen Tiefenlagerung transportiert.

Herausforderungen bei CCUS-Messungen

CO₂-Pipelines können korrosionsanfällig sein, und das Vorhandensein von H₂O, H₂S und O₂ kann Korrosionsprozesse beschleunigen. Die Messung der Konzentration dieser Verunreinigungen hilft den Pipelinebetreibern, die Prozesse zur Kohlenstoffentfernung

zu steuern und sicherzustellen, dass das CO₂ den Qualitätsanforderungen entspricht.

Schnelle, zuverlässige Messwerte dieser Stoffe ermöglichen die Prozessvalidierung, die Einhaltung gesetzlicher Vorschriften und die Gewährleistung der Integrität von Pipelines.

Viele herkömmliche Messtechnologien verwenden Sensoren, die in direkten Kontakt mit CO₂-Strömen kommen und durch andere Gaskomponenten beeinträchtigt werden, wodurch es zu Fehlern, Interferenzen und Ausfällen kommt. Letztendlich liefern diese Analysegeräte oft unzuverlässige Messungen. Darüber hinaus verursachen sie lange Ausfallzeiten und sind kostspielig im Betrieb.

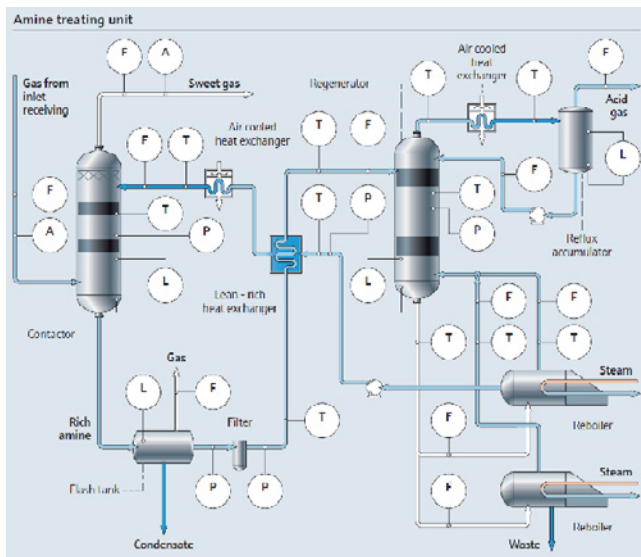


Abbildung 2: Aminwäsche mit Analysepunkten (A)

Kohlenstoffabscheidung und Qualitätsprüfung

Eines der wichtigsten Verfahren zur CO₂-Abscheidung ist die chemische Absorption mit Hilfe eines Amin-Behandlungsverfahrens. Die Amingaswäsche ist sehr effektiv bei der Entfernung von H₂S und der Abscheidung von CO₂. Wie in Abbildung 2 dargestellt, wird das Ausgangsgas gekühlt und in eine Kammer gepumpt, in der chemische „Wäscher“ die H₂S- und CO₂-Moleküle binden. Anschließend werden Hochleistungsanalysatoren eingesetzt, um eine wichtige Qualitätsprüfung des CO₂-Stroms durchzuführen. Damit wird sichergestellt, dass er den Spezifikationen und gesetzlichen Normen entspricht.

Die Anwesenheit von Sauerstoff kann die Leistung und Effizienz der Aminanlage beeinträchtigen. Er kann beispielsweise mit dem Aminlösungsmittel reagieren und dessen Fähigkeit, CO₂ zu absorbieren, verringern. Die Messung der Sauerstoffkonzentration ermöglicht es den Betreibern, den Prozess zu optimieren, um eine maximale Effizienz zu gewährleisten.

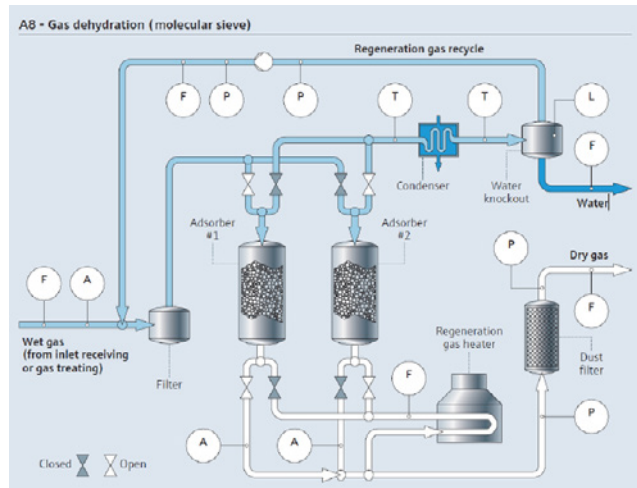


Abbildung 3: Analyse des Molekularsiebdehydrationsprozesses (A) Messpunkte

CO₂-Transport

Bevor das abgeschiedene CO₂ komprimiert und über Pipelines transportiert werden kann, muss es dehydriert werden. Die Dehydrierung ist erforderlich, um Korrosion und Eis-/Hydratbildung bei hohem Druck zu vermeiden. Üblicherweise werden dazu Verfahren wie die Glykol- oder Molekularsiebtrocknung verwendet. Um die Effizienz der Dehydrierung zu maximieren, ist eine genaue Feuchtigkeitsmessung erforderlich (Abbildung 3). Nach der Dehydrierung wird das gasförmige CO₂ komprimiert und verflüssigt, um es transportfähig zu machen. Auch hier ist eine zuverlässige Feuchtigkeitsmessung wichtig, um Kondensation und anschließende Korrosion in Kompressorstationen zu verhindern.

Während des CO₂-Transports sind Pipelines einem hohen Korrosionsrisiko ausgesetzt, wenn sie mit H₂O, H₂S, und O₂ in Kontakt kommen. Eine schnelle und kontinuierliche On-Line-Analyse ist erforderlich, um diese unerwünschten Verunreinigungen im CO₂-Strom aufzuspüren und die Integrität der Pipeline und des Prozesses aufrechtzuerhalten.

Recyceltes und gespeichertes CO₂

Komprimiertes CO₂ kann zur Verwendung in Produkten wie kohlenstoffhaltigen Getränken oder als Ausgangsstoff für chemische Reaktionen wiederverwendet werden. Ein weiteres herkömmliches Verfahren zur Wiederverwendung und Lagerung von abgeschiedenem CO₂ ist die Steigerung der Ausbeute von Erdölfeldern (Enhanced Oil Recovery – EOR). EOR-Verfahren sind sowohl aus wirtschaftlicher Sicht als auch im Hinblick auf den Klimawandel eine Win-Win-Situation. Die Injektion von recyceltem CO₂ in nahezu erschöpfte Ölfelder kann die Ölproduktion erheblich steigern. Der größte Teil des CO₂ bleibt unterirdisch gebunden und wird nicht in die Atmosphäre abgegeben. Um Korrosion und Vereisung zu verhindern, ist die zuverlässige Messung von H₂O und H₂S von entscheidender Bedeutung. Darüber hinaus kann die gesamte CO₂-Menge

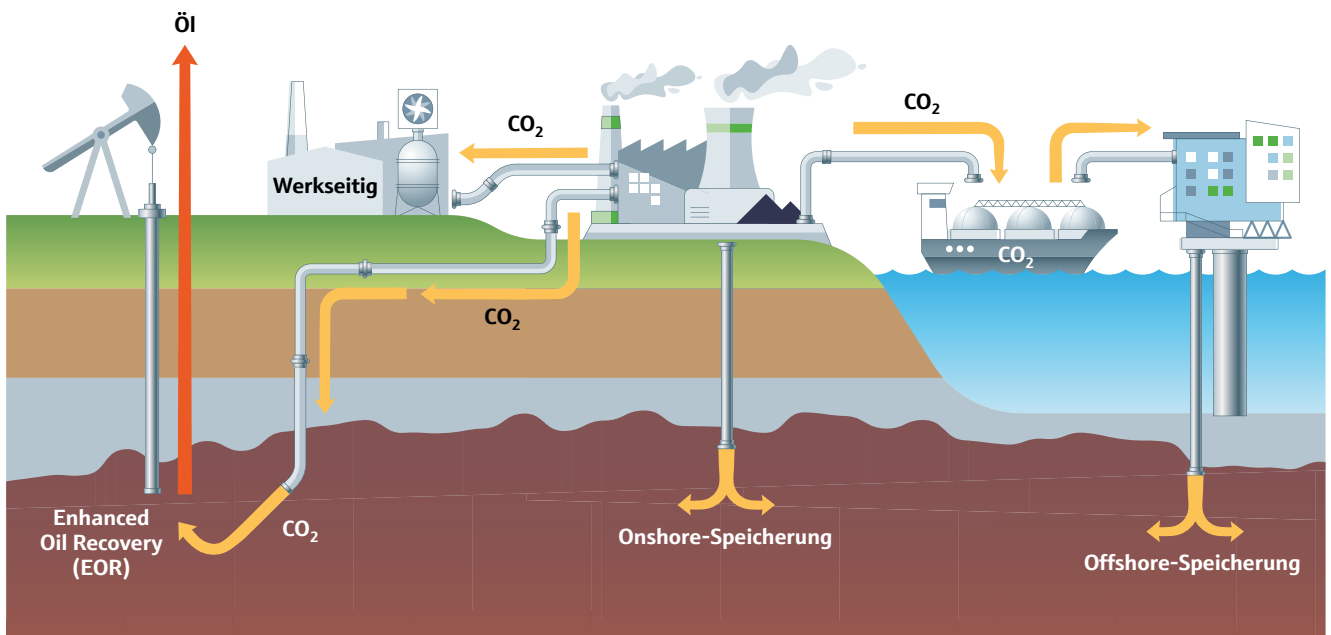


Abbildung 4: Anwendungen zur Speicherung und Wiederverwendung von CO₂

gemessen werden, um den Gehalt an Verunreinigungen wie Stickstoff und Wasserstoff zu bestimmen, die die Phaseneigenschaften in der Rohrleitung beeinflussen können (Abbildung 4).

Die Lösung von Endress+Hauser

Die TDLAS- (Tunable Diode Laser Absorption Spectroscopy) und QF-Analysatoren (Quenched Fluorescence) von Endress+Hauser haben sich bei zahlreichen CCUS-Anwendungen in Anlagen auf der ganzen Welt bewährt. Die laserbasierte Technologie ermöglicht kontaktlose Messungen in Echtzeit. TDLAS-Gasanalytoren von Endress+Hauser überwachen erfolgreich die Amin-Wäsche für die Kohlenstoffabscheidung und messen H₂S im CO₂-Strom mit hoher Präzision. Sie führen auch wichtige Qualitäts- und Feuchtigkeitskontrollen an Kompressoren oder bei Verflüssigungsprozessen durch, bevor das abgeschiedene CO₂ transportiert wird.

Während des CO₂-Pipeline-Transports führen diese TDLAS-Analysatoren eine Analyse in Echtzeit durch, während die QF-Analysatoren von Endress+Hauser durch die Erkennung von O₂-Lecks zur weiteren Vermeidung von Korrosion beitragen. Die TDLAS- und QF-Analysatoren von Endress+Hauser sind nachweislich schneller, genauer und stabiler als andere CCUS-Prozessmessungsalternativen, verursachen keine störenden Verunreinigungen und sind nahezu wartungsfrei.

Schlussfolgerung

Da sich die Energiequellen und Gasmische weiter verändern, wird die Infrastruktur zur Abscheidung, Nutzung, Speicherung und zum Transport von CO₂ weiterhin von entscheidender Bedeutung sein. Eine sich verändernde Vielfalt an Molekülen und Pipeline-Infrastrukturen sowie Fortschritte in der Prozessautomatisierung werden den Bedarf an Online-Gasanalysen in CCUS-Prozessen zur Verbesserung der Sicherheit, der Anlagenintegrität und der Qualitätskontrolle in den kommenden Jahrzehnten weiter erhöhen.

Technische Spezifikationen¹

Zielkomponente	H ₂ O in CO ₂	H ₂ S in CO ₂	O ₂ in CO ₂
Messprinzip	TDLAS (Tunable Diode Laser Absorption Spectroscopy)	TDLAS (Tunable Diode Laser Absorption Spectroscopy)	QF (Quenched Fluorescence)
Analysator	J22	JT 333, SS2100, SS2100a oder SS2100i	JT33 oder OXY5500
Prozessmessstelle	Nach der Trocknung, beim eichpflichtigen Verkehr, nach der Verdichtung und während des Transports	Nach der Entfernung des sauren Gases, an eichpflichtigen Übergabepunkten	Vor der sauren Gaswäsche, während des Transports
Typische Messbereiche	0 - 50 ppmv (Minimum) 0 - 6000 ppmv (Maximum)	0 - 10 ppmv (Minimum) 0 - 5 % Volumen (Maximum)	0 - 100 ppmv (Minimum) 0 - 20 % Volumen (Maximum)
Wiederholpräzision	± 1 ppmv oder 1 % vom Messwert (je nachdem, welcher Wert größer ist)	± 250 ppbv oder ± 2 % vom Messwert (je nachdem, welcher Wert größer ist) JT33: ± 100 ppbv oder ± 1 % vom Messwert	± 1 % vom Messwert
Aktualisierungszeit der Messung ²	< 5 Sekunden	< 5 Sekunden	Vom Benutzer wählbare 30 Sekunden (Standard) 3 Sekunden (Minimum)
Durchflussrate der Probe	0,5 - 1,0 slpm (1 - 2 scfh)	0,5 - 4,0 slpm (1 - 8,5 scfh)	0,5 - 1,0 slpm (1 - 2 scfh)
Validierung und Kalibrierung ³	Keine Kalibrierung erforderlich. Validierung durch gekühlten Spiegel, tragbares TDLAS oder binäres Kalibriergas	Keine Kalibrierung erforderlich. Validierung durch binäre Kalibriergasflasche mit Methan- oder Stickstoffhintergrund	Kalibrierung mit Nullgas (Stickstoff) und Kalibriergas (H ₂ O in Stickstoff)

¹ Für diese Anwendung gibt es verschiedene Produktmodelle mit unterschiedlichen Eigenschaften. Die vollständigen Produktspezifikationen finden Sie in den jeweiligen technischen Informationen (TI) oder auf www.endress.com.

² Die Gesamtreaktion des Systems hängt vom Durchfluss und der Probenmenge ab.

³ Weitere Informationen sind im Kalibrierzertifikat des Analysegeräts oder wenden Sie sich an Endress+Hauser, bevor Sie Validierungsmaterial beschaffen.