



Application Note AN-PAN-1003

Online-Analyse der Aminkonzentration in Kohlenstoffabscheidungsanlagen

Der Gehalt an Kohlendioxid (CO_2), einem natürlichen atmosphärischen Gas, ist durch menschliche Aktivitäten stark angestiegen. Als Treibhausgas speichert CO_2 Wärme. Hohe Konzentrationen in der Atmosphäre bedrohen allerdings Ökosysteme durch den Einfluss des Klimawandels und der Versauerung der Ozeane [1]. Industrieanlagen wie Kohlekraftwerke entwickeln Technologien zur Abscheidung von CO_2 aus dem Abgas (Rauchgas). Das abgeschiedene CO_2 kann für die Verwendung in anderen Bereichen umgewandelt werden. Diese Kohlenstoffabscheidungssysteme können der Industrie helfen, kohlenstoffneutrale oder sogar

negative Emissionen zu erreichen und so ihre Umweltauswirkungen zu verringern.

Diese Process Application Note beschreibt die Amin- und CO_2 -Analyse in der Absorptionslauge aus dem Carbon Capture and Sequestration (CCS)-Prozess in Carbon Capture-Anlagen (CCPs). Die aminbasierte Wäschertechnologie ist energieintensiv und verursacht erhebliche Betriebskosten. Daher ist die Optimierung der Aminaktivität unter Verwendung der Online-Analysentechnik ein entscheidender Schritt zur Senkung der Gesamtkosten und zur gleichzeitigen Messung der Effizienz der CO_2 -Abscheidung.

EINFÜHRUNG

Nach Angaben der Internationalen Energieagentur (IEA) werden die weltweiten energiebedingten CO₂-Emissionen im Jahr 2023 mit 37,4 Milliarden Tonnen (Gt) einen neuen Rekord erreichen [2]. Dieser Anstieg unterstreicht den entscheidenden Bedarf an wirksamen CCS-Technologien.

Bei CCS wird das Kohlendioxid beispielsweise aus Kraftwerken mit fossilen Brennstoffen aufgefangen, zu einer Lagerstätte transportiert und dort deponiert, wo es nicht wieder in die Atmosphäre gelangt. In der Regel in einer unterirdischen geologischen Formation. Das Ziel von CCS besteht darin, die Freisetzung großer Mengen CO₂ in die Atmosphäre zu verhindern. CCS ist

ein mögliches Mittel, um den Beitrag der Emissionen fossiler Brennstoffe zur globalen Erwärmung und zur Versauerung der Ozeane zu verringern.

Das am häufigsten eingesetzte Verfahren zur CO₂-Abscheidung nach der Verbrennung wird durch moderne Wäschertechnologien auf Aminbasis ermöglicht (Abbildung 1). Ein CO₂-reicher Gasstrom, wie z. B. das Rauchgas eines Kraftwerks, wird durch eine aminreiche Lösung „geblasen“. Das CO₂ wird beim Durchströmen der Lösung an die Amine gebunden, während die anderen Gase weiter durch den Rauchkanal strömen. Dies ist in Reaktion 1 dargestellt.

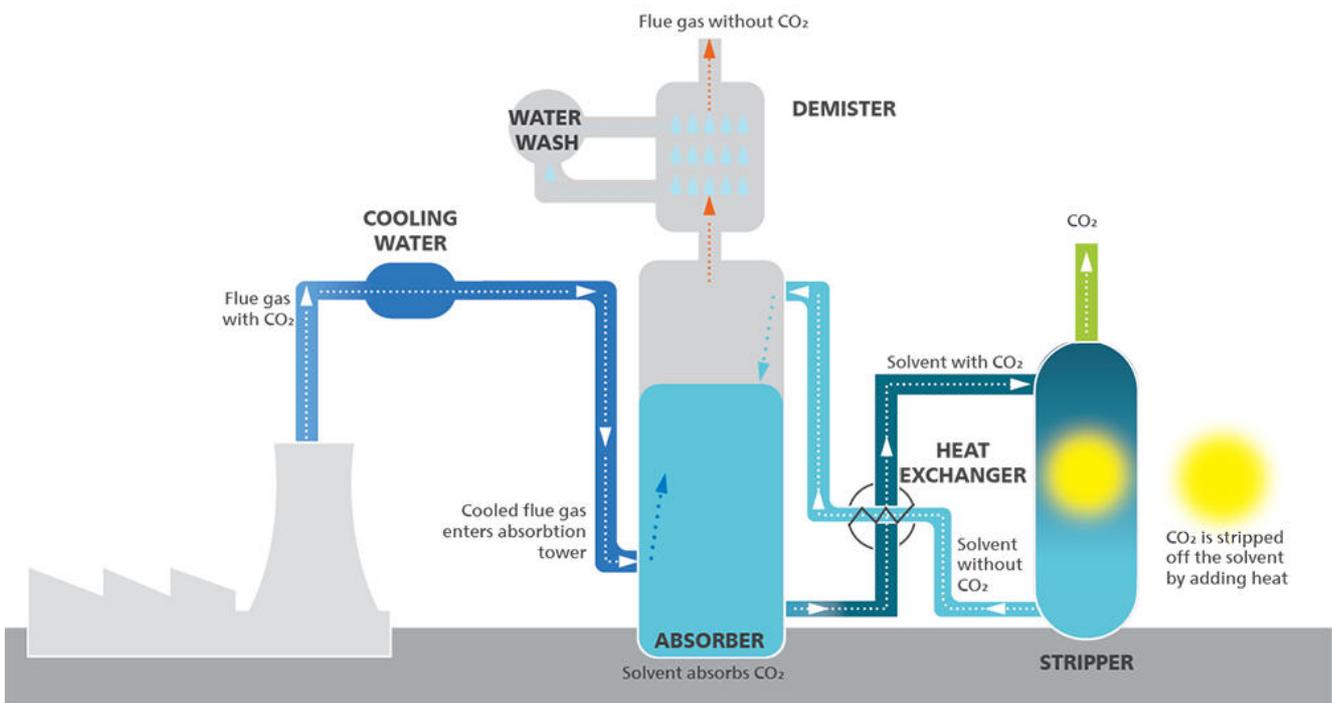
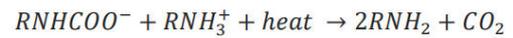


Abbildung 1. Darstellung einer Carbon Capture-Anlage (CCS)

Das CO₂ aus der gesättigten Aminlösung wird anschließend „eingefangen“ (Reaktion 2), und ist dann bereit für die Kohlenstoffspeicherung (Abbildung 2, Detailsansicht der CO₂-Absorption).



Reaction 1. Overall simplified carbon dioxide absorption reaction.



Reaction 2. Overall simplified amine regeneration reaction.

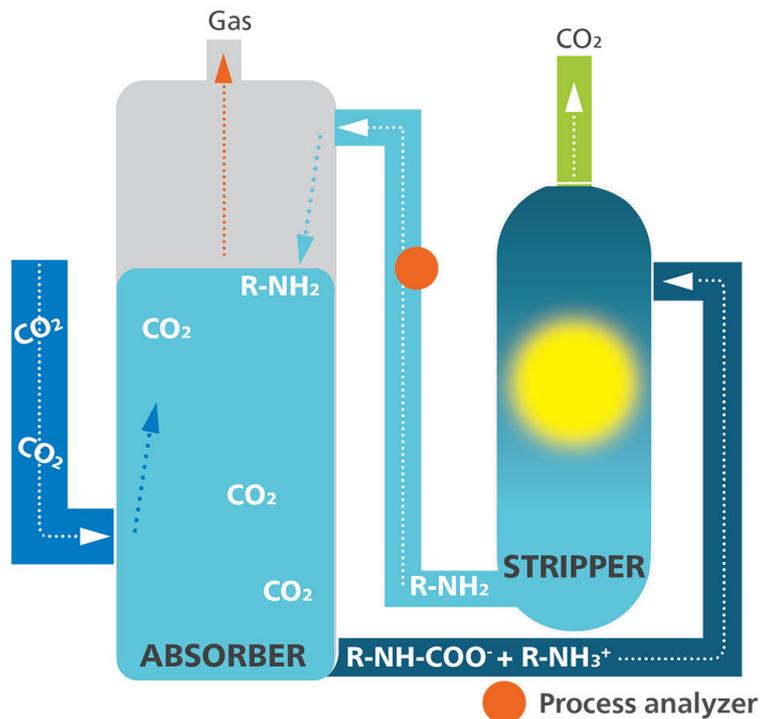


Abbildung 2. Darstellung der Funktionsweise des Kohlendioxid-Absorptionsprozesses in einer CCP mit Vorschlägen für den Standort der Online-Prozessanalyse.

Die bei der Kohlenstoffabscheidung verwendeten Amine können zwar recycelt werden, der Prozess selbst ist jedoch energieintensiv und verursacht erhebliche Betriebskosten. Die Optimierung der Aminaktivität ist daher von entscheidender Bedeutung. Diese Optimierung senkt nicht nur die Gesamtkosten, sondern hilft auch, die Effizienz der CO₂-Abscheidung zu messen. Traditionell wurde die CO₂-Abscheidungseffizienz auf

der Grundlage manueller Labortitrations aus Proben berechnet, die nach dem Stripper entnommen wurden. Diese Methode hat jedoch einige Einschränkungen. Sie liefert nur eine Momentaufnahme des Prozesses, was es den Betreibern erschwert, den Prozess kontinuierlich zu optimieren oder kurzfristige Abweichungen zu erkennen. Außerdem können bei der manuellen Probenahme einige Fehler auftreten.

Online-Prozessanalytoren helfen, diese Probleme zu überwinden. Durch die kontinuierliche Online-Messung der Aminkonzentration in der Absorptionslösung ermöglichen Online-Prozessanalytoren die Überwachung des Kohlenstoffabscheidungsprozesses in Echtzeit und verbessern so letztlich dessen Effizienz.

Für eine optimierte Kohlenstoffabscheidung ist die

Überwachung wichtiger Prozessparameter in nahezu Echtzeit entscheidend. Metrohm Prozessanalytik bietet eine leistungsstarke Lösung: den **2060 TI Process Analyzer (Abbildung 3)**. Dieser Multiparameter-Analysator ermöglicht die gleichzeitige Analyse von Aminen und CO₂ in der Laugenabsorptionslösung, die in Anlagen zur Kohlenstoffabscheidung verwendet wird.

APPLIKATION

Der 2060 TI Process Analyzer kann Säure-Base-Titrationen für Amine durchführen sowie freies und gesamtes CO₂ in Absorptionslösungen (Laugen (NaOH)) bestimmen. Er bietet außerdem eine automatische Reinigung und Validierung, was den

Wartungsaufwand und die Ausfallzeiten minimiert. Diese Methode wurde mit verschiedenen Absorptionslösungen getestet und ist mit Labortests kompatibel (**Tabelle 1**).

Tabelle 1. Zu überwachende Parameter nach dem Kohlendioxid-Stripping in einer CCS-Anlage.

Parameter	[%]
Amin	0–100
CO ₂	0–100

HINWEISE

Metrohm Process Analytics bietet weitere Lösungen für Kohlekraftwerke an, zum Beispiel die Korrosionsüberwachung mit dem **2060 IC Process Analyzer**. Dieser leistungsstarke Prozessanalysator ermöglicht die Bestimmung verschiedener Anionen, darunter Chlorid, Sulfat und Fluorid, die wichtige Indikatoren für Korrosionsprozesse in diesen Anlagen sind. Durch die kontinuierliche Überwachung dieser Ionen können Anlagenbetreiber vorbeugende Maßnahmen ergreifen, um die Korrosion zu minimieren und den sicheren und effizienten Betrieb ihrer Anlagen zu gewährleisten.

Darüber hinaus ist mit dem 2060 TI Process Analyzer (**Abbildung 3**) die kontinuierliche Online-Analyse von Spuren von Eisen und Kupfer im Wasser-Dampf-Kreislauf von Kraftwerken möglich. Die Analyse ermöglicht die frühzeitige Erkennung von Korrosionsprozessen und -spitzen und überwacht auch die Bildung und Zerstörung der schützenden Oxidschicht auf den Metalloberflächen.



Abbildung 3. Der 2060 TI Process Analyzer eignet sich für die Überwachung mehrerer Prozessparameter in Anlagen zur Kohlenstoffabscheidung (CCP).

FAZIT

Angesichts der zunehmenden Dringlichkeit, den Klimawandel zu bekämpfen, bieten Technologien zur Kohlenstoffabscheidung, wie die Wäsche auf Aminbasis, eine vielversprechende Lösung. Die Optimierung der Effizienz und dieser Systeme ist jedoch entscheidend.

Der 2060 TI Process Analyzer von Metrohm Process Analytics liefert Echtzeitdaten, die eine kontinuierliche

Prozessoptimierung und eine verbesserte Effizienz der CO₂-Abscheidung ermöglichen. Durch die Implementierung solcher fortschrittlichen Überwachungslösungen können Anlagen zur CO₂-Abscheidung eine optimale Performance sicherstellen und gleichzeitig einen wichtigen Beitrag zur Reduzierung der Treibhausgase in der Atmosphäre leisten.

REFERENZEN

1. Deaconu, A. Carbon Dioxide Capturing Technologies | EPCM.
2. *Executive Summary – CO₂ Emissions in 2023 – Analysis*. IEA. <https://www.iea.org/reports/co2-emissions-in-2023/executive-summary> (aufgerufen am 21.05.2024).

VERWANDTE APPLICATION NOTE

[AN-PAN-1038 Energieerzeugung: Analyse der m-Zahl \(Alkalität\) im Kühlwasser](#)

VORTEILE DER ONLINE-PROZESSANALYTIK

- **Vollautomatische Diagnose** – Automatische Alarme, wenn Proben außerhalb der technischen Spezifikationen liegen.
- **Höhere Leistung** durch Optimierung der Aminaktivität.
- **Vermeiden Sie unnötige Kosten** durch die gleichzeitige Messung mehrerer Prozessparameter.



CONTACT

Metrohm Deutschland
In den Birken 3
70794 Filderstadt

info@metrohm.de

KONFIGURATION



2060 Process Analyzer

Der 2060 Process Analyzer ist ein Online-Analysengerät für die Nass-Chemie, das sich für zahlreiche Anwendungen eignet. Dieser Prozessanalysator bietet ein neues Baukastensystem, das eine zentrale Plattform hat, den sogenannten „Basisschrank“.

Der Basisschrank besteht aus zwei Teilen. Der obere Teil enthält einen Touchscreen sowie einen Industrie-PC. Im unteren Teil befindet sich der flexible Nassteil, in dem die Hardware für die eigentliche Analyse untergebracht ist. Wenn die Kapazität des Nassteils aus der Grundausstattung nicht ausreicht, um eine analytische Herausforderung zu bewältigen, kann der Basisschrank auf bis zu vier weitere Nassteilschränke erweitert werden. So lässt sich sicherstellen, dass selbst für die anspruchsvollsten Anwendungen genügend Platz vorhanden ist. Die zusätzlichen Schränke lassen sich so konfigurieren, dass jeder Nassteilschrank zwecks Erhöhung der Betriebszeit des Analysengeräts mit einem Reagenzienschrank, der über eine integrierte (kontaktlose) Füllstandserfassung verfügt, kombiniert werden kann.

Der 2060 Process Analyzer bietet verschiedene nasschemische Methoden: Titration, Karl-Fischer-Titration, Photometrie, Direktmessung und Standardadditionsverfahren.

Zur Erfüllung aller Projektanforderungen (oder all Ihrer Bedürfnisse) sind auch Probenaufbereitungssysteme erhältlich, die eine stabile Analyselösung garantieren. Wir können jedes Probenaufbereitungssystem liefern, unter anderem zum Kühlen oder Heizen, Druckmindern oder Entgasen, Filtrieren und für vieles mehr.