

Vom Rauchgas zur Ressource: moderne Verfahren zur CO₂-Abscheidung im Überblick

Verfahren zur Abscheidung von CO₂ sind seit langem in unterschiedlichen Anwendungsfällen, z. B. in der Synthesegas-, Erdgas- und Biogas-Technik, etabliert. Intensiv erforscht, aber bislang in der industriellen Praxis nicht weit verbreitet, ist die CO₂-Abscheidung aus dem Rauchgas von Verbrennungsprozessen. Diese könnte in Zukunft zur Minderung von Treibhausgasemissionen stark an Bedeutung gewinnen. Eine potenzielle Zukunftstechnologie kann zudem die Gewinnung von CO₂ aus Luft sein, auch als Direct Air Capture (DAC) bezeichnet.

von: **Johannes Schwarze, Dr. Friedemann Mörs & Dr. Frank Graf** (alle: DVGW-Forschungsstelle am Engler-Bunte-Institut)

Am weitesten verbreitet sind Verfahren der Gaswäsche: Dabei wird das CO₂ in einer geeigneten Waschflüssigkeit physikalisch oder chemisch gebunden und bei erhöhter Temperatur oder vermindertem Druck wieder freigesetzt. Das heutzutage wichtigste chemische Gaswaschver-

fahren für CO₂ ist die Aminwäsche (Abb. 1).

Eine weitere Möglichkeit zur CO₂-Abscheidung bieten Membranverfahren. Dabei wird der Effekt genutzt, dass CO₂ die eingesetzten Membranen leichter durchdringen kann als Begleitgase wie Stickstoff und Sauerstoff. Als Triebkraft für den Prozess dient eine Druckdifferenz, die zwischen der Innen- und Außen-seite der üblicherweise in Form von Hohlfasern eingesetzten Membranen aufgebracht wird.

zeichnet (von engl. „Pressure Swing Adsorption“).

Mit Membran- und PSA-Verfahren lässt sich in einer einzelnen Prozessstufe nur eine begrenzte Trennleistung erzielen. Um bessere Trennleistungen zu erreichen, können mehrstufige Prozesse eingesetzt werden. Ebenfalls möglich ist die Kombination mit kryogenen Verfahren, bei denen CO₂ aus einem bereits vorkonzentrierten Gasstrom bei niedrigen Temperaturen und erhöhtem Druck als Flüssigkeit auskondensiert wird. Zu beachten ist, dass eine CO₂-Verflüssigung bei Partialdrücken von weniger als 5,2 bar nicht möglich ist, da es in diesem Fall bei der Abkühlung direkt zum Ausfall von festem CO₂ – auch als Trockeneis bezeichnet – aus der Gasphase kommt.

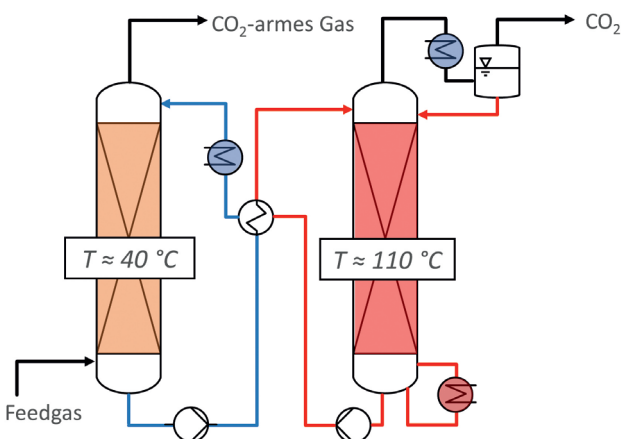


Abb. 1: Vereinfachtes Fließbild einer CO₂-Aminwäsche

Quelle: die Autoren

Ein wichtiges Kriterium für die Auswahl der für einen Anwendungsfall geeigneten CO₂-Abscheidetechnologie ist u. a., ob nutzbare Prozessabwärme am Anlagenstandort verfügbar ist. So benötigt eine moderne Rauchgas-Aminwäsche ca. 2,5 bis 3 Megajoule (MJ) thermische Energie pro kg abgeschiedenes CO₂. Weitere wichtige Kriterien sind erforderliche Abscheideleistung, erforderliche CO₂-Reinheit sowie Skalierbarkeit der Abscheideanlage.

Die CO₂-Abscheidung aus Rauchgas für CCS- oder CCU-Anwendungen bringt nicht nur ein neues Anwendungsgebiet, sondern auch neue Herausforderungen mit sich: Zum einen kann der Sauerstoff im Rauchgas viele Ad- und Absorben-

ten chemisch angreifen und zu Degradationserscheinungen führen. Zum anderen können Stickoxide (NO_x) und Schwefeloxide (SO_x), die im Rauchgas üblicherweise mit enthalten sind, in verflüssigtem CO₂ bereits in sehr niedriger Konzentration zum Ausfall von Schwefelsäuretröpfchen und somit zu erheblicher Korrosion führen. Ebenfalls problematisch kann die Mischung von CO₂-Strömen aus unterschiedlichen Quellen in einem Leitungsnetz sein: CO₂, das aus reduzierenden Gasen (z. B. Erdgas oder Biogas) abgeschieden wurde, kann Spuren von Schwefelwasserstoff (H₂S) enthalten. Dieses kann bei Kontakt mit oxidierenden Substanzen, die über CO₂ aus Rauchgas ins Leitungsnetz gelangen können, zu Schwefelsäure oder auch zu festem Schwefel reagie-

ren. Der Aspekt der Spurstoff-Reaktionen wird in der CO₂-Spezifikation für den Leitungstransport in der Neufassung der C 260 Berücksichtigung finden.

Auch wenn viele Technologien zur CO₂-Abscheidung schon lange etabliert sind: Durch neue Randbedingungen entsteht immer wieder neuer Forschungsbedarf – aktuell z. B. im Hinblick auf die Entwicklung neuer sauerstoffresistenter Waschlösungen und Vermeidung von Korrosion in verflüssigtem CO₂. Zudem besteht Entwicklungsbedarf bzgl. integrierter Gesamtprozesse, die auch der Problematik Rechnung tragen, dass Rauchgas-Kondensation vor der CO₂-Abscheidung zur Bildung eines schadstoffbeladenen Abwasserstroms führt.