



UMTEC

Institut für Umwelt- und Verfahrenstechnik

Das Institut für Umwelt- und Verfahrenstechnik UMTEC besteht aus vier Fachgruppen: Rohstoffe und Verfahrenstechnik, Wasser und Abwassertechnik, Luft und Geruch und Advanced Materials and Processes. Rund 20 Wissenschaftler und Ingenieure aus den Bereichen Maschinen- und Verfahrenstechnik, Umweltwissenschaften und Chemie betreuen die Forschungs- und Entwicklungsprojekte.

In der Fachgruppe Luft und Geruch bewerten wir Gerüche mittels Olfaktometrie, Probandenbegehung, Befragung und Geruchsidentifikation. Wir beurteilen Geruchsminderungsmaßnahmen und entwickeln neue Verfahren gegen übermäßige Gerüche.

Zur Emissionsreduktion von Luftschadstoffen entwickeln wir Abluftbehandlungsverfahren und führen Analysen und Ausbreitungs-Simulationen für Luftschadstoffe durch. Dazu greifen wir auf eine langjährige Erfahrung aus unseren Projekten mit Industrieunternehmungen und Umweltämtern zurück. Wir kombinieren die Erfahrungen mit den Ideen aus unterschiedlichen Fachdisziplinen.

Unsere Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter im Bereich Luft und Geruch sind Naturwissenschaftler und Ingenieure von der HSR Hochschule für Technik Rapperswil, der ETH Zürich oder anderen Hochschulen. Sie werden durch Zivildienstleistende, Praktikanten und Studierende unterstützt.

CO₂ abscheiden und deponieren

Carbonatisierung von Verbrennungsrückständen

Hintergrund und Zielsetzung

Um den Klimawandel zu stoppen und die globale Erwärmung zu beschränken, braucht es neben der Reduktion der CO₂-Emissionen auch Verfahren zum Abscheiden und Ablagern von CO₂ (Carbon Capture and Storage, CCS) aus der Luft. Für CO₂-intensive Industriezweige wie die Zement- oder Stahlproduktion dürfte CSS neben dem ökologischen Aspekt auch aus finanziellen Gründen interessant werden, weil damit zu rechnen ist, dass die CO₂-Emission in den kommenden Jahren mit substantziellen Lenkungsabgaben belastet wird.

Bestehende CCS-Verfahren sehen vor, dass das CO₂ aus der Atmosphäre oder den Abluftströmen von Punktquellen abgeschieden, komprimiert und im tiefen, geologischen Untergrund abgelagert wird. Obwohl es bereits Erfahrungen mit dem unterirdischen Speichern von Gasen gibt und grosses Speicherpotenzial vorhanden ist, sind die Verfahren kaum verbreitet. Die Gründe dafür liegen in den Mehrkosten, im enormen zusätzlichen Energieverbrauch, welcher vielerorts direkt mit CO₂-Emissionen einhergeht, und der geringen Akzeptanz der Bevölkerung gegenüber Endlagern.

Die Zielsetzung des vorliegenden Projekts liegt in der Evaluation von alternativen Methoden zur Abscheidung von CO₂ aus Abluftströmen sowie der anschliessenden, chemischen Bindung des abgeschiedenen CO₂ an einen Materialstrom. Im Vordergrund stehen dabei Materialien wie Kehricht- und Klärschlamm- sowie Betonabbruch. Zusätzlich sollen auch andere mögliche Speichermaterialien untersucht und bewertet werden. Für die verschiedenen Speichermaterialien sollen in Laborversuchen, das CO₂-Speicherpotenzial, die Verfahrenskosten und die durch das Verfahren verursachten CO₂-Emissionen abgeschätzt werden.



Fokus der Untersuchungen

Im technischen Kalkkreislauf bildet Calciumcarbonat (Kalkgestein) das Ausgangsprodukt. Durch das Brennen bei Temperaturen oberhalb 898 °C entweicht CO₂ und es bildet sich Calciumoxid (gebrannter Kalk, Branntkalk). In Verbindung mit Wasser wird anschliessend Calciumhydroxid gebildet. Das Calciumhydroxid nimmt CO₂ wieder aus der Luft auf und es bildet sich Calciumcarbonat.

Das Potenzial zur Speicherung von CO₂ liegt im sogenannten Abbinden des Calciumhydroxids. Durch die Verbrennung von Abfällen und Klärschlamm bilden sich Rückstände, die Calciumhydroxid enthalten und mit CO₂ beladen werden können, bevor diese auf einer Deponie landen. Neben den genannten Verbrennungsrückständen enthalten auch Betonbauten und – abbruch Calciumhydroxid, das potenziell mit CO₂ beladen werden kann.

Ergebnisse

In einem ersten Schritt wurde der Gehalt an Calciumhydroxid in den Verbrennungsrückständen aus einer KVA und aus einer Klärschlamm-Monoverbrennung bestimmt. Die Messwerte wurden anschliessend in eine theoretische CO₂-Aufnahmekapazität umgerechnet. Die so bestimmten Aufnahmekapazitäten lagen je nach Korngrösse und Material zwischen 1.2 und 6.5% des Eigengewichtes. Höhere Werte wurden mit gemahlene Rückständen erreicht, was sich durch die vergrösserte spezifische Oberfläche erklären lässt.

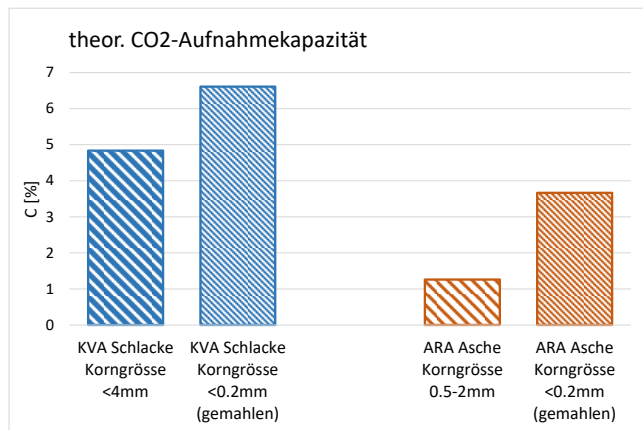


Abb. 1 theoretische CO₂-Aufnahmekapazitäten der untersuchten Verbrennungsrückstände

Anschliessend wurden Reaktorversuche einerseits mit feuchtem und andererseits mit aufgeschlammtem Material durchgeführt. Zur Bestimmung der nutzbaren Kapazität wurde ein Abgasstrom mit 10 Vol.% CO₂-Anteil simuliert und durch einen Reaktor geführt. Über einen nachgeschalteten CO₂-Sensor wurde die Austrittskonzentration am Reaktor aufgezeichnet und eine Massenbilanz erstellt.

Im Festbettreaktor trat eine scheinbare Sättigung der Verbrennungsrückstände bereits vor 0.5 g CO₂/kg Rückstand auf. Dies ist in erster Linie der Verklumpung des Materials und der ungleichmässigen Verteilung des Gasstroms im Reaktor geschuldet. Die geringe nutzbare Aufnahmekapazität wurde negativ bewertet. Der zusätzliche Energieaufwand fällt aber geringer aus als beim aufgeschlammten Verfahren.

Kontakt

Prof. Dr. Jean-Marc Stoll, Tel. 055 222 48 60 (Sekretariat)

HSR Hochschule für Technik Rapperswil ■ Institut für Umwelt- und Verfahrenstechnik UMTEC ■ Oberseestrasse 10 ■ CH-8640 Rapperswil

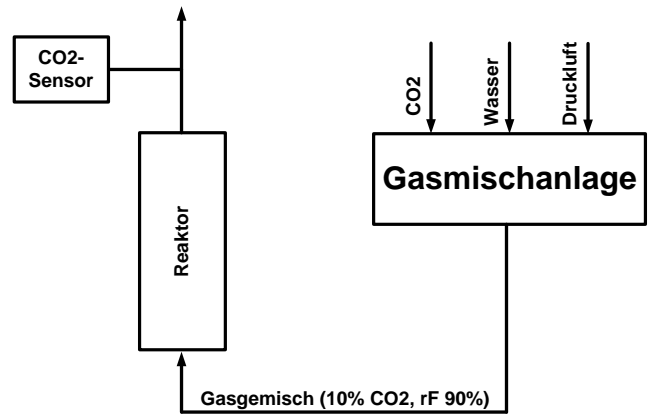


Abb. 2 schematischer Versuchsaufbau

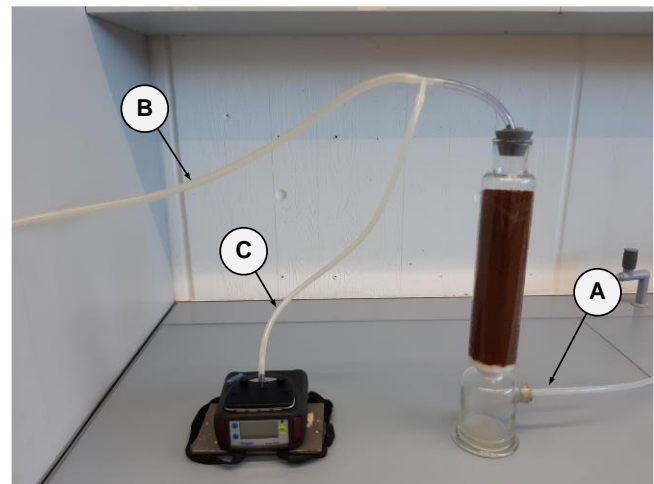


Abb. 3 Versuchsaufbau Festbettreaktor
A Anschluss Gasmischanlage, B Abzug,
C CO₂-Messgerät

Werden die Verbrennungsrückstände mit Wasser aufgeschlamm und der Abluftstrom anschliessend durch die Suspension geleitet, kann die theoretische Aufnahmekapazität besser ausgenutzt werden. Im experimentellen Massstab wurden Werte von 15 bis 35 g CO₂/kg Rückstand erzielt. Es wird erwartet, dass diese Werte durch eine Optimierung des Verfahrens noch gesteigert werden können.

Bei rund 750'000 Tonnen an Verbrennungsrückständen, die in Schweizer Kehricht- und Klärschlammverbrennungsanlagen anfallen, könnten so jährlich mindestens 11'250 Tonnen CO₂ aus Abgasströmen abgeschieden und zusammen mit den Rückständen deponiert werden. Diese Menge an CO₂ entspricht dem Jahresausstoss von über 2'400 Personen oder 45 Mio. Kilometer Autofahrt.

Fazit

Die Experimente bestätigten die vermutete CO₂-Aufnahmefähigkeit der untersuchten Verbrennungsrückstände. Im weiteren Verlauf der Forschungsarbeiten wird nun nach Möglichkeiten gesucht, diese Kapazitäten zu optimieren und technisch zu nutzen. Besondere Beachtung muss dabei dem Verhältnis zwischen Materialoberfläche und Feinkornanteil geschenkt werden. Zum einen soll die Oberfläche möglichst gross sein und auf der anderen Seite erschwert ein hoher Feinkornanteil das Handling.