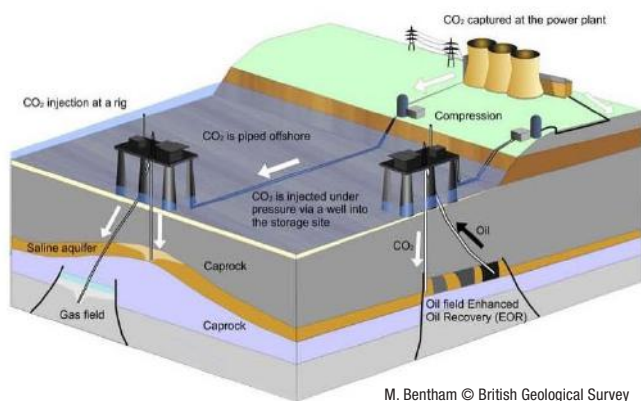




Der Klimawandel durch globale Erwärmung ist ein weltweit erkanntes Problem. Als Inbegriff der globalen Erwärmung gilt u. a. Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>), auch bekannt als Treibhausgas. Die Klimapolitik beschäftigt sich auf internationaler Ebene u. a. mit Strategien und Schutzmaßnahmen, um die Entstehung des Gases zu verringern oder sogar gänzlich zu vermeiden.



Um das ambitionierte Klimaschutzziel einer Reduzierung von CO<sub>2</sub> um 80 bis 95 % im Jahr 2050 in den Industrienationen zu erreichen, ist laut der [Internationalen Energie Agentur IEA](#) aus heutiger Sicht u. a. die Abscheidung und Speicherung von CO<sub>2</sub> (Carbon Capture and Storage = CCS) ein wesentlicher Baustein im Klimaschutz-Konzept. Das gilt auch für das alternative Konzept der „Carbon Capture and Utilization (CCU)“, mit einer Verwendung von CO<sub>2</sub> in chemischen Prozessen bzw. stofflichen Anwendungen. Doch nur selten besteht die Möglichkeit, CO<sub>2</sub> dort zu speichern oder weiterzuverwenden, wo es entsteht.



Daher muss das in industriellen Prozessen in großen Mengen erzeugte CO<sub>2</sub> zu großen Dauerlagerstätten transportiert werden. Für einen wirtschaftlich sinnvollen Transport sind Pipelines die richtige Wahl. Und hier kommt unser Mannesmann CO<sub>2</sub>ready®-Stahlrohr zum Einsatz – sicher und zuverlässig.

Weitere Informationen zur industriellen Entstehung, zu Technologien der Abtrennung, Speicherung und Nutzung von CO<sub>2</sub> finden Sie auf [unserer Webseite](#).



### Produktbeschreibung

Als einer der weltweit führenden Spezialisten für die Herstellung HFI-längsnahtgeschweißter Stahlrohre bieten wir mit unseren Mannesmann CO<sub>2</sub>ready®-Stahlrohre ein qualitativ hochwertiges Produkt.

In umfangreichen Versuchen, zum Teil im Rahmen von EU-geförderten multinationalen EU-weiten Projekten, hat die Mannesmann Line Pipe GmbH erfolgreich Werkstoffe von HFI-längsnahtgeschweißten Stahlrohren auf die Eignung unter den unterschiedlichsten Einsatzbedingungen geprüft. Speziell für Mannesmann CO<sub>2</sub>ready®-Stahlrohre konnten wir die Sicherheit und Zuverlässigkeit unseres Produktes bei dem von der „European Commission - Research Fund for Coal and Steel“ geförderten Projekt „SARCO2“ – [Requirements for safe and reliable CO<sub>2</sub> transportation pipeline \(SARCO2\) - Publications Office of the EU \(europa.eu\)](#) unter Beweis stellen.

Bei diesem Projekt hat die Mannesmann Line Pipe GmbH zusammen mit den renommierten Forschungseinrichtungen Salzgitter Mannesmann Forschung GmbH (Deutschland) und Centro Sviluppo Materiali S. p. A. (Italien, heute RINA S. p. A.) HFI-längsnahtgeschweißte Stahlrohre erfolgreich getestet.

Korrosionsversuche adressierten den Einfluss von Unreinheiten im Gas (z. B. Schwefelwasserstoff (H<sub>2</sub>S), Wasserstoff (H<sub>2</sub>), Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>), Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>) oder Stickstoff (N<sub>2</sub>)) und den Parameter beim Transport von CO<sub>2</sub>-Gemischen auf das grundsätzliche und örtlich lokalisierte Korrosionsverhalten. Unsere Rohre konnten auf ganzer Linie überzeugen, unter der Voraussetzung, dass sich durch unvorschriftsmäßige Betriebszustände nicht übermäßig viel Wasser im Gas befindet.

### Mannesmann CO<sub>2</sub>ready®-Rohre im Test

#### Korrosive Untersuchungen

Prozessbedingt existieren bei allen CO<sub>2</sub>-Abscheidungs-technologien in unterschiedlicher Menge und Art die bereits zuvor erwähnten Unreinheiten im Gas. Bei der Untersuchung wurden die korrosiven Eigenschaften unter verschiedenen Bedingungen bzw. Gaszusammensetzungen



aus diversen Abscheidungsarten wie Oxyfuel-, Post- oder Pre-Combustion Capture auf das grundsätzliche und örtlich lokalisierte Korrosionsverhalten getestet. Dabei wurden neben den unterschiedlichen Druck-, Temperatur- und Strömungsverhältnissen auch mögliche Prozessstörungen mit kritischeren Bedingungen berücksichtigt. So kann das CO<sub>2</sub>-Gasgemisch beispielsweise durch unvorschriftsmäßige Betriebszustände übermäßig viel Wasser enthalten. Dann könnte sich durch die vor allem im Oxyfuel-Verfahren vorhandenen Anteile NO<sub>2</sub> und SO<sub>2</sub> über die Bildung von Säure der pH-Wert zu niedrigeren Werten verschieben.

In Korrosionsversuchen konnten die Mannesmann CO2ready®-Rohre hinsichtlich Sicherheit und Zuverlässigkeit auf ganzer Linie überzeugen. Selbst ein kurzzeitiges Auftreten von freiem Wasser ist kein Problem, solange der Gehalt von säureproduzierendem Stickstoffdioxid und Schwefeldioxid oder von wasserstoffinduzierte Korrosionsmechanismen auslösender Schwefelwasserstoff nur in Spuren im Gas enthalten ist.



Versuchsaufbau für CO<sub>2</sub>-Korrosionsversuche (rotierender Käfig) und Autoklaven-Labor bei der Salzgitter Mannesmann Forschung GmbH

### Mechanische Untersuchungen

Beim Transport von Kohlenstoffdioxid durch eine Rohrleitung liegt das CO<sub>2</sub> als ein 2-Phasen-Gemisch (flüssig und gasförmig) im sogenannten superkritischen Zustand. Bei einem Bruch der Rohrleitung bedeutet dies, dass durch das Ausströmen des Mediums zunächst der Druck in der Leitung, wie bei einer Flüssigkeit, schnell sinkt. Durch den Übergang des flüssigen Anteils in gasförmiges CO<sub>2</sub> verringert sich die Dekompressionsgeschwindigkeit drastisch, gleichzeitig bleibt aber der Innendruck bis zur vollständigen Umwandlung der flüssigen Phase konstant (Plateau). Unreinheiten im CO<sub>2</sub> (z. B. aus den Abscheidungsprozessen) verstärken das noch. In Summe verringert sich so die Möglichkeit, dass ein sich im Rohr entlang der Leitung ausbreitender Riss durch die Verringerung des Innendrucks unter einer kritischen Schwelle zum Stillstand kommt.

Übliche Berechnungsmethoden und Modelle zum Design einer Leitung unter Innendruck berücksichtigen jedoch lediglich einphasige Substanzen, wie beispielsweise Erdgas. Daher wurden neben den Korrosionsversuchen auch die mechanisch-

technologischen Eigenschaften und das Verhalten beim Versagen einer CO<sub>2</sub>-Rohrleitung u. a. im Berstversuch an einer 220 m langen Testleitung ermittelt. Das ermöglichte die Beurteilung der Ausbreitung von (langlaufenden) Rissen unter Innendruck für die künftige Auslegung von CO<sub>2</sub>-Transportleitungen. In diesen mechanisch-technologischen Untersuchungen sowie dem Full-Scale-Berstversuch konnte das exzellente Zähigkeits- und Rissstopp-Verhalten der Mannesmann CO2ready®-Rohre erfolgreich nachgewiesen werden.



Berstversuch an einer CO<sub>2</sub>-Testleitung. CO<sub>2</sub>-Gemisch (94,0 % CO<sub>2</sub>) bei 127 bar, in der Werkstoffgüte X65, bei einer Abmessung von 610 x 13,7 mm, aus dem RFCS-geförderten Projekt „SARCO2“. Rissstopp im Stahlrohr nach wenigen Metern.

### Materialeigenschaften

Für Mannesmann CO2ready®-Stahlrohre können normalisierend gewalzte N-Stähle bis zur Güte X52/L360 oder als thermomechanisch-gewalzte TM-Stähle von der Güte X42M/L290M bis X70M/L485M eingesetzt werden. Beide Werkstoffkonzepte zeichnen sich gegenüber Stahlrohren in Standardqualität u. a. durch einen eingeschränkten Schwefel- und Phosphorgehalt aus. Hiermit wird ein höherer Reinheitsgrad erreicht, sodass weniger Angriffspunkte für eine Spannungsriss(SCC)- oder Wasserstoff-induzierte(HIC, SSC)-Korrosion bei Bildung einer wasserreichen Phase im CO<sub>2</sub>-Gas (ISO27913 erlaubt max. 200 ppm) existieren. Weitere Details zu den Eigenschaften finden sich im Technischen Standard „HFI-geschweißte Rohre für den Transport von Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>)“, den wir Ihnen auf Anfrage gern zu Verfügung stellen.

### Mannesmann Line Pipe GmbH

In der Steinwiese 31  
57074 Siegen, Germany

Tel.: +49 271 691-457  
Fax: +49 271 691-458  
E-Mail: nils.schmidt@mannesmann.com

[www.mannesmann-innovations.com](http://www.mannesmann-innovations.com)

[www.mannesmann-linepipe.com](http://www.mannesmann-linepipe.com)



**MANNESMANN. Das Rohr.**