

CO₂- Speicherung als Problemlösung für Kohlekraftwerke?

In der Tageszeitung Kieler Nachrichten erschien am 11. 07. 07 ein Beitrag mit dem Titel: „Das saubere Kohlekraftwerk ist keine Illusion mehr“. Er vermittelt den Eindruck, als wenn die CO₂-Lagerung in den Untergrund nur noch eine Frage der Zeit sei und dass neue Kohlekraftwerke irgendwann mit CO₂-Abspaltungs- und -Verflüssigungsanlagen nachgerüstet werden können. Eine Nachrechnung bezogen auf das geplante Kieler 800 MW-Kohlekraftwerk zeigt aber den gewaltigen Aufwand, der dazu erforderlich ist und die Machbarkeit illusorisch erscheinen lässt.

Für den genannten Kohlebedarf von 1 800 000 t jährlich sind immerhin 18 Massengutfrachter laufend unterwegs mit einer Ladekapazität von 100 000 t . Jeder dieser Frachter hat eine Länge von ca. 200 Meter und benötigt mehrere Tage zur Entladung. Alle 3 Wochen legt dann ein neues Schiff an die noch zu errichtende Pier an.

Bei der Verbrennung von Steinkohle entstehen große Mengen von CO₂, die nur mit großem apparativem Aufwand vom Rauchgas abgetrennt werden können. Wie groß die Mengen dann sind, zeigt folgende Rechnung:

$C + O_2 = CO_2$. Das Einsetzen der atomaren Masse zeigt die Massenverhältnisse:
 $12\text{kg} + 16\text{kg} \times 2 = 44\text{kg}$,

bezogen auf 1kg C ergibt sich:

$1\text{kg C} + 2,667\text{kg O}_2 = 3,667\text{kg CO}_2$

Da Steinkohle zu 82 % aus Kohlenstoff besteht, verursacht die Verbrennung von 1kg Steinkohle $3,667 \times 0,82 = \underline{3,0 \text{ kg CO}_2}$!

Das geplante Kohlekraftwerk Kiel mit einer Leistung von 800 MW verbrennt 240 t Kohle pro Stunde und emittiert damit eine CO₂- Masse von

$m \text{ CO}_2 = 240 \times 1000 \times 3,0 = \underline{720.000 \text{ kg/h}}$

Bei der Dichte von 1,977kg/m³ ergibt sich ein CO₂-Volumen von :

$V \text{ CO}_2 = 720.000 / 1,977 = \underline{364.000 \text{ m}^3/\text{h}}$

Da es in der Umgebung Kiels keine ausgebeuteten Erdgaslagerstätten gibt, muß diese Menge CO₂ anderswo deponiert werden. Der Abransport kann über Hochdruckpipelines oder mit Hilfe von Flüssiggastankern erfolgen.

Die Flüssiggastanks müssen das CO₂ bei einem Druck von 6 bar bei einer Temperatur von minus 55°C aufnehmen können. In diesem Zustand ist das CO₂ noch flüssig (siehe CO₂- Zustandsdiagramm) und der Druck noch nicht zu hoch für die Tanks. Wegen der hohen CO₂-Produktion müssen die Tanks so groß sein, dass dafür auch neue Schiffsentwicklungen nötig sind.

Für eine Kapazität von 100 000 t sehen die Tankabmessungen ungefähr wie folgt aus: Der Durchmesser beträgt 30 m, die Länge 150 m und die Wandstärke 5 cm. Dazu kommen noch Stabilisierungsspannen und andere Verstärkungen. Das Gewicht beträgt etwa 10000 t.

Auf dem Kraftwerksgelände müssen als Vorratsbehälter mindestens 2 von diesen ebenfalls gekühlten und unter Druck stehenden CO₂- Tanks vorhanden sein, um die Schiffe schnell befüllen zu können. Einschließlich der Abtrennungs- und Verflüssigungsanlage ist dafür ein größeres Areal erforderlich als für das gesamte bisherige Kraftwerk.

Das dazugehörige Schiff hat etwa die gleiche Größe wie ein Kohlefrachter. Aber davon muss jede Woche eines beladen werden und insgesamt wird die 3-fache Anzahl benötigt.

Der Entladevorgang erscheint relativ sicher zu sein, wenn an die vorhandenen Rohrleitungen einer ausgebeuteten Erdgaslagerstätte angedockt werden kann. Die Speicherkapazitäten sind aber absehbar begrenzt. Großflächige Verpressungen sind wegen der vielen Bohrungen und der Dichtigkeitsanforderungen der Deckschichten erheblich unsicherer.

Zum Entladen sind Hochleistungspumpen erforderlich, die den CO₂-Druck von 6 bar auf ca. 200 bar erhöhen. Bei einer Entladezeit von 24 Std. muss eine Leistung von 24 000 kW aufgebracht werden.

Wenn das CO₂ durch Pipelines abtransportiert werden soll, muss diese erst einmal gebaut und es muss ein geeignetes Endlager gefunden werden. Dort muss die Menge von 364 000 m³/h laufend in den Untergrund gepumpt werden und erfordert eine erhebliche Leistung. Bei angenommenen 200 bar Druck muss folgende Verdichterleistung aufgebracht werden:

$$P_v = \frac{364000 \text{ m}^3/\text{h} \times 100000 \text{ N/m}^2 \times \ln(200/1)}{0,65 \times 3600 \text{ s/h} \times 1000 \text{ Nm/s/kW}} = 82400 \text{ kW} \quad (0,65 = \text{Verdichterwirkungsgrad})$$

Diese Leistung muß von der Nettoleistung des Kraftwerks abgerechnet werden und vermindert den Wirkungsgrad des Kraftwerks. Zum Ausgleich wird mehr Energie und damit mehr CO₂ erzeugt. Nach heutigem Stand der Technik beträgt der Mehraufwand 25 % der Gesamtleistung. Der Preis für den „Kohlestrom“ wird sich wegen des großen Aufwands für die CO₂- Abspaltung und -Lagerung mehr als verdoppeln.

Bei den großen CO₂-Druckbehältern und den Hochdruck Pipelines ist die Frage der Sicherheit von ausschlaggebender Bedeutung. Man muss sich darüber im Klaren sein, welche Auswirkungen ein Undichtwerden oder ein Platzen oder eine Schiffshavarie auf die Umgebung hätte. Der schlimmste Fall wäre wohl das Platzen eines 100 000 t- Druckbehälters.

Dabei würde das minus 55° kalte flüssige CO₂ zunächst ausströmen, die Umgebung vereisen und anschließend verdampfen. Alles Leben in diesem Bereich würde sofort abgetötet werden. Wenn das wieder gasförmig gewordene CO₂ die Umgebungstemperatur angenommen hat, nimmt es ein Volumen von 50 000 000 m³ ein. Da es schwerer als Luft ist, bleibt es am Boden und breitet sich aus. Wenn man eine 2 m dicke Schicht annimmt, bedeckt es eine Fläche von 5000 m x 5000 m. Innerhalb eines Bereichs von 25 km² werden dann alle Menschen und Tiere erstickt. Ein größerer Bereich wird mit dem noch weiter reichenden Gemisch aus CO₂ und Luft bedeckt und tötet je nach Konzentration weiteres Leben ab.

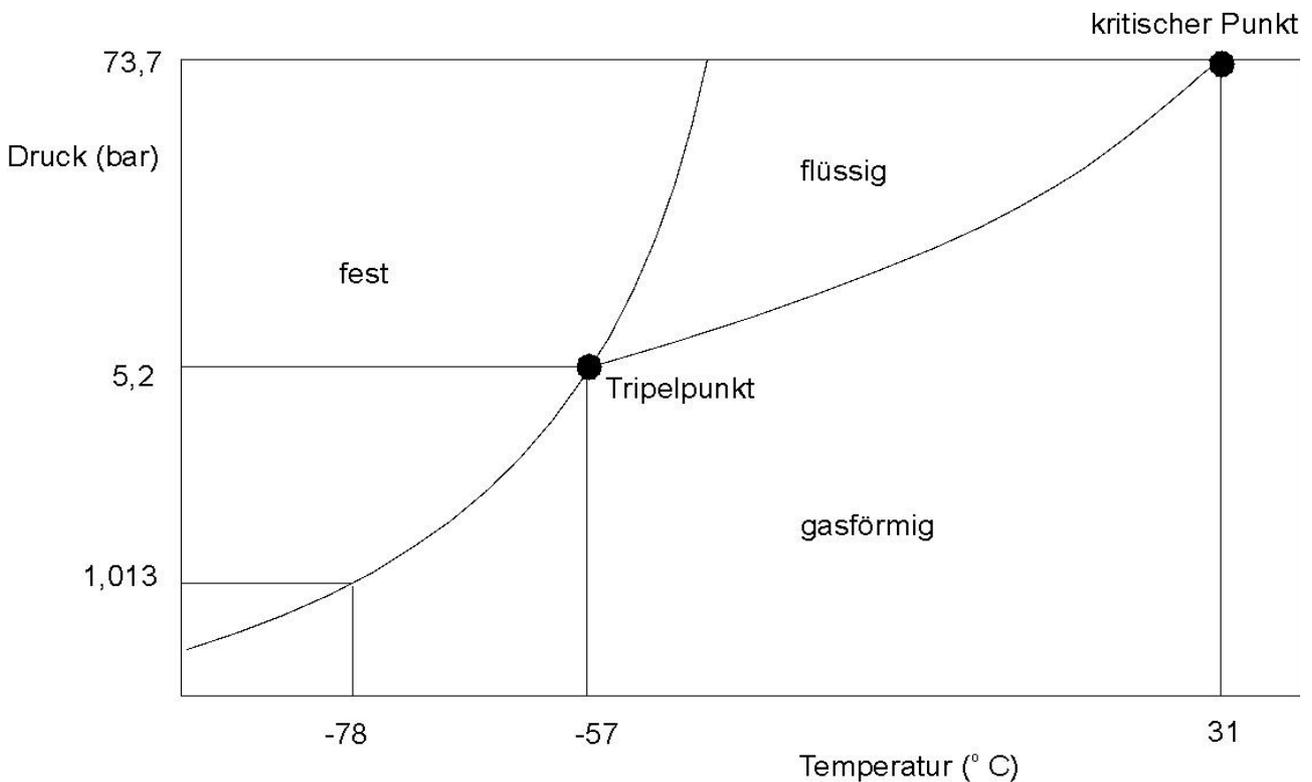
Aufgrund dieses Gefahrenpotentials sind die gleichen Sicherheitsvorkehrungen anzuwenden, wie sie auch für Atomkraftwerke gefordert werden. Terroranschläge mit Sprengstoffen oder mit gezielten Flugzeugabstürzen müssen mit geeigneten Maßnahmen verhindert werden.

Weniger gravierend würde sich ein Platzen einer CO₂- Pipeline oder ein Undichtwerden eines unter Druck stehenden unterirdischen Speichers auswirken. Die Schäden wären aber auch hier unabsehbar.

Ungeklärt ist die Frage der Dichtigkeitssicherheit von unterirdischen Speichern über die nächsten Jahrhunderte oder Jahrtausende. Eine Überwachung, insbesondere für Speicher unter dem Meeresgrund über lange Zeiträume ist unvorstellbar. Hier müssten ähnliche Sicherheitsstandards gelten wie für radioaktive Abfälle.

Die obige Nachrechnung sollte sich von jedem Naturwissenschaftler und Ingenieur nachvollziehen lassen. Sie beruht auf elementaren Stoffwerten von CO₂, die auch nicht durch aufwendige Forschungen geändert werden können.

Man muss sich fragen, warum immer wieder geglaubt wird, dass mit der CO₂-Speicherung das Problem gelöst ist und die mit fossilen Brennstoffen befeuerten Kraftwerke mit wenig Aufwand nachgerüstet werden können. Die eigentlichen Probleme werden natürlich von den Stromerzeugern nicht erwähnt, weil sie ein weiteres Argument gegen Kohlekraftwerke bilden. Umso wichtiger ist es, die Öffentlichkeit mit den Folgen von Kohlekraftwerks- Neubauten vertraut zu machen.



CO₂ – Zustandsdiagramm

Um CO₂ in den flüssigen Zustand überführen zu können, muss der Druck mindestens 5,2 bar bei einer Temperatur von minus 57°C betragen.

Bei höherem Druck kann auch die Temperatur steigen,
z. B. ist CO₂ bei 56bar noch bei 20°C flüssig.