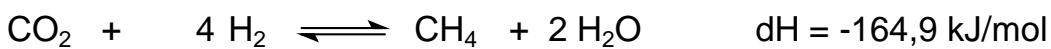




## Die Methanisierung (Sabatier-Reaktion)

Isabel Rubner, Marco Oetken

Im Zuge der Energiewende ist die von Paul Sabatier bereits 1902 erforschte (Nobelpreis 1912<sup>1</sup>) damals eher unbedeutende Methanisierungsreaktion zu unerwarteter Relevanz gelangt. Diese Reaktion kann ausgehend von Kohlenstoffmonoxid oder Kohlenstoffdioxid jeweils mit Wasserstoff erfolgen. Für den schulpraktischen Einsatz favorisieren wir die Methanisierung von Kohlenstoffdioxid mit Wasserstoff, da der Umgang und die Gewinnung des Kohlenstoffdioxids unproblematischer sind, als mit Kohlenmonoxid.



Heutzutage wird diese Reaktion als „Dreamreaction“ bezeichnet, da aus dem unerwünschten Kohlenstoffdioxid und (Solar-/Wind-)Wasserstoff leicht speicherbares Methan hergestellt werden kann. Diese Reaktion möchten wir experimentell vorstellen und Möglichkeiten aufzeigen, diese bedeutsame Reaktion auch im schulischen Rahmen zu realisieren.

Es handelt sich bei der Methanisierung um eine stark exotherme Gleichgewichtsreaktion, die jedoch eine gewisse Aktivierungsenergie erfordert. Folglich muss ein Katalysator zum Einsatz kommen, wobei Nickelkatalysatoren die geeignetsten sind. Die optimale Reaktionstemperatur dieser Reaktion liegt bei knapp 300°C [15].

Wir möchten nun einen Versuch vorstellen, mit dem es tatsächlich gelungen ist, diese bedeutsame Reaktion auch im schulischen Rahmen zu realisieren.

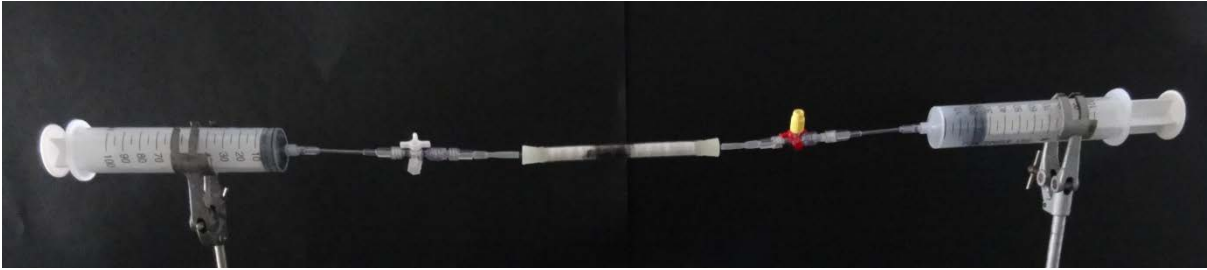
**Anmerkung:** Möchte man den Einsatz von Nickel vermeiden, so gibt es für den schulpraktischen Einsatz noch eine andere Variante. Der Versuch gelingt ebenfalls mit einem Platin-Palladiumkatalysator. Die Reaktion verläuft allerdings deutlich langsamer und die Ausbeuten liegen deutlich geringer.

### Versuch: Die Methanisierung

**Geräte und Chemikalien:** Stativmaterial, zwei Spritzen 100 ml, zwei Heidelberger Verlängerungen (kurz), zwei Ansätze für Heidelberger Verlängerung, zwei 3-Wege-Hähne, ein Injektstropfen, zwei kurze Schlauchstücke, Quarzrohr (l = 15 cm, d = 1,5 cm) mit Katalysator, zwei durchbohrte Silikonstopfen mit Glasröhrchen, Glaswolle/Sand, Kohlenstoffdioxid, Wasserstoff, Nickelpulver als Katalysator (Bezugsquelle: [www.carlroth.com](http://www.carlroth.com)), Brenner.

---

<sup>1</sup> P. Sabatier erhielt den Nobelpreis für seine Methode, organische Verbindungen bei Gegenwart fein verteilter Metalle zu hydrieren.



**Abb. 1: Versuchsaufbau zur Methanisierung**

*Durchführung:* Das Quarzrohr wird mit etwas Glaswolle und Sand schichtweise bis ca. 1 cm vor die Mitte des Rohres gefüllt. Nun füllt man ca. 2 cm Nickelpulver ein und gibt auch hier etwas Glaswolle hinzu, um die Durchlässigkeit des sehr feinen Nickelpulvers zu gewährleisten. Anschließend wird erneut schichtweise Glaswolle und Sand eingefüllt. Beide Enden des Quarzrohres werden mit einem durchbohrten Silikonstopfen mit Glasröhrchen verschlossen. Die gesamte Apparatur muss vor Reaktionsbeginn mit Wasserstoff bzw. dem Reaktionsgemisch gespült werden.

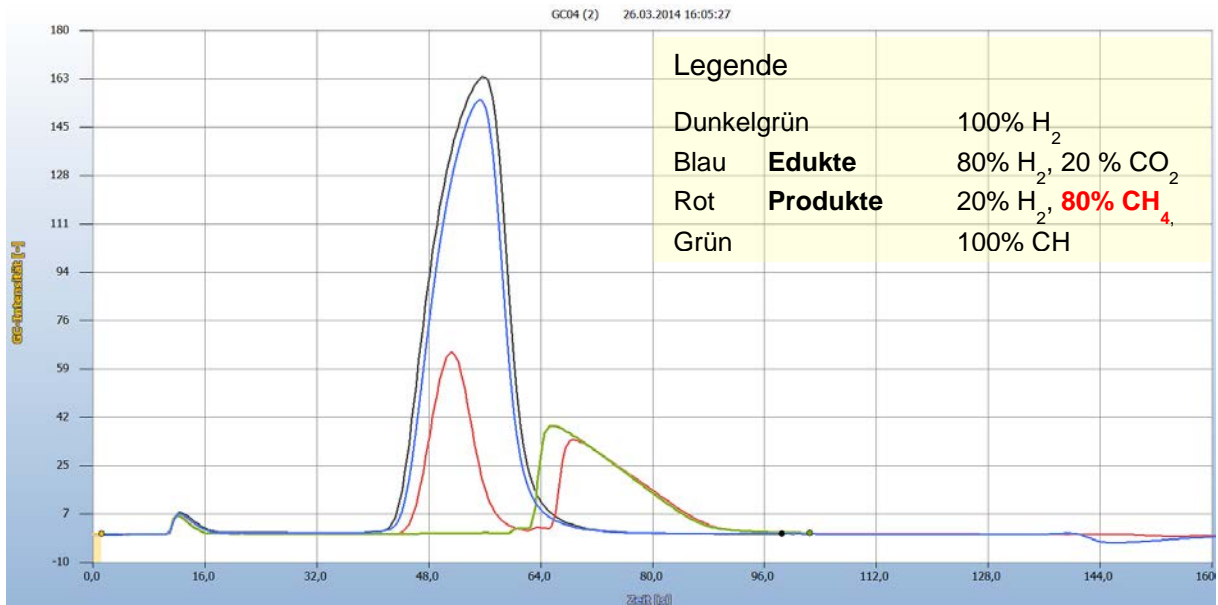
In eine 100ml Spritze werden im stöchiometrischen Verhältnis 80ml Wasserstoff und 20ml Kohlenstoffdioxid eingefüllt.

Anschließend wird der Katalysator mit dem Brenner moderat ca. 35 sec erhitzt, sodass er aufglüht. Man entfernt die Brennerflamme und wartet ca. 30 sec. Danach leitet man das Gasgemisch über. Diesen Vorgang wiederholt man mehrere Male und erhitzt dabei moderat weiter bis das Gasvolumen in der Spritze konstant bleibt.

*Beobachtung:* Es lässt sich eine Volumenkontraktion von 100ml auf ca. 20ml beobachten. In den Verbindungsschläuchen bzw. an den Spritzen lässt sich zudem beobachten, dass sich eine Flüssigkeit gebildet hat (Tröpfchenbildung).

*Auswertung:* Die exotherme Reaktion von Kohlenstoffdioxid und Wasserstoff liefert Methan und Wasser als Reaktionsprodukte. Die gebildete Flüssigkeit kann über den Wassernachweis mit Cobaldchloridpapier oder Watesmo-Papier als Wasser identifiziert werden.

Das entstandene Methan kann mittels GC-Analyse nachgewiesen werden. Falls kein reines Methangas als Referenz zur Verfügung steht, kann Stadtgas (Gasleitung) dienen, welches meist zu ca. 90% aus Methan besteht.



**Abb. 2: Gaschromatographische Auswertung der Ergebnisse**

Literatur:

Rubner, I., Hasselmann, M., Oetken, M.: Das „Power-to-Gas“-Konzept. Strategien zur Speicherung erneuerbarer Energien – Ein (fachdidaktischer) Baustein zur erfolgreichen Energiewende?. PdN-ChiS, 62 (7), 38 - 45 (2013)