

Verdens mindste molekyle skal løse verdens største problem

Brint er et af de mest lovende brændstoffer i fremtiden. Nu har en tysk forskningsgruppe med dansk islæt fundet en teknik, der kan muliggøre dets implementering til hverdagsbrug.

Af Martin Nielsen, DTU Kemi, Center for Katalyse og Bæredygtig Kemi

Én ting er sikkert: Hvis vi skal vedligeholde vores samfunds høje levestandard, skal vi snart finde på alternative energisystemer til brugen af fossile brændstoffer. Inden for de næste par generationer vil udvindingen af nemt tilgængelig olie have nået sit maksimale niveau, og de fremtidige miljømæssige konsekvenser ved afbrændingen af de fossile ressourcer er enorme. Den eneste løsning på disse problemer er at udvikle et energisystem baseret på vedvarende energi, hvor især den såkaldte "hydrogenøkonomi" anses som særligt lovende.

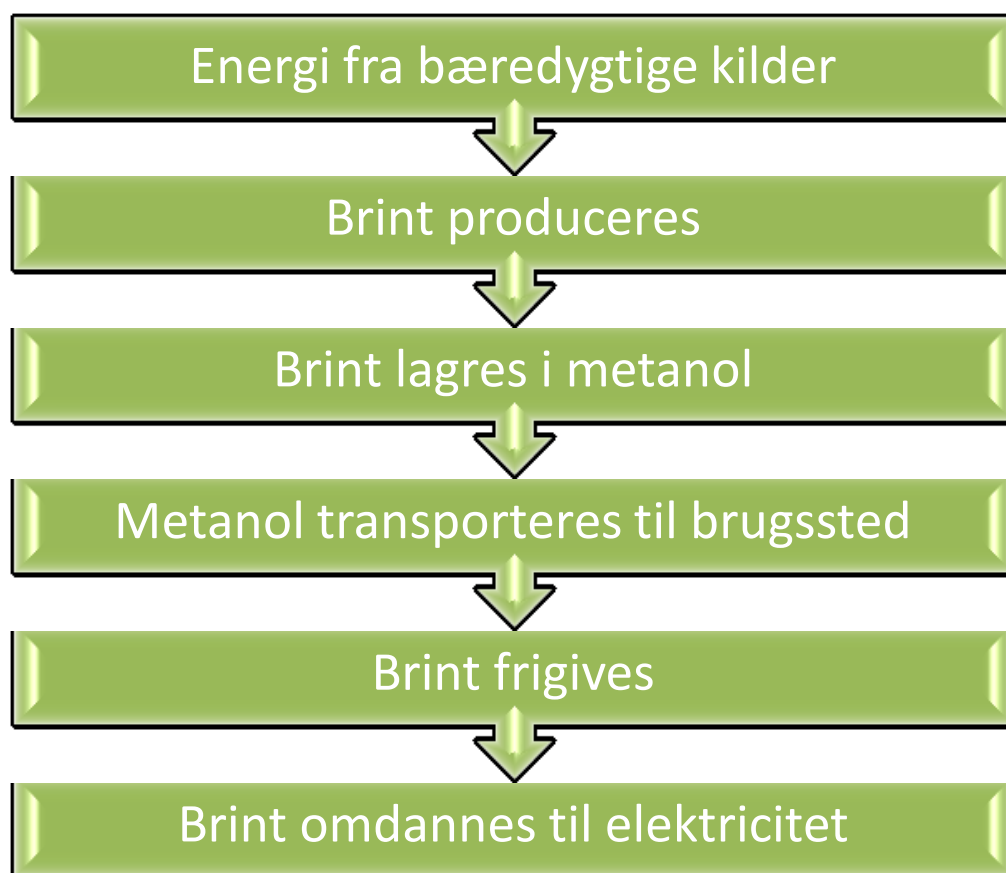
Det centrale brintmolekyle

Hydrogenøkonomien har brintmolekylet som omdrejningspunkt, hvor brint udvindes fra bæredygtige energikilder som biomasse eller vand vha. f.eks. sollys, vind, bølgekraft, osv. Brinten transporteres så til brugsstedet og omdannes dér til elektricitet i brændselsceller. Det foregår ved, at brint reageres med ilt. Herved genereres der

energi og vand gendannes som det eneste spildprodukt, hvilket gør system så attraktivt. Verdens mindste molekyle – brintmolekylet – er altså centralt i vores stræben på at løse nogle af samtidens allerstørste problemer globalt set.

Netop transporten af brinten udgør dog et stort problem for dette energisystem. Da det både er enormt brandfarligt og er en gasart der fylder meget når det skal transporteres, er man nødt til at lagre brinten.

Til dette har Nobelprismodtageren professor George A. Olah fra University of Southern California i USA foreslået den vel nok mest lovende procedure: At transportere brinten i form af metanol, som er dannet ved at reagere den med kuldioxid (den såkaldte "metanoløkonomi") [1]. Ved brugsstedet vil brinten så frigives fra metanol igen, hvormed kuldioxiden gendannes og kan bruges til at lagre en ny omgang brint (figur 1 og 2). Nogle



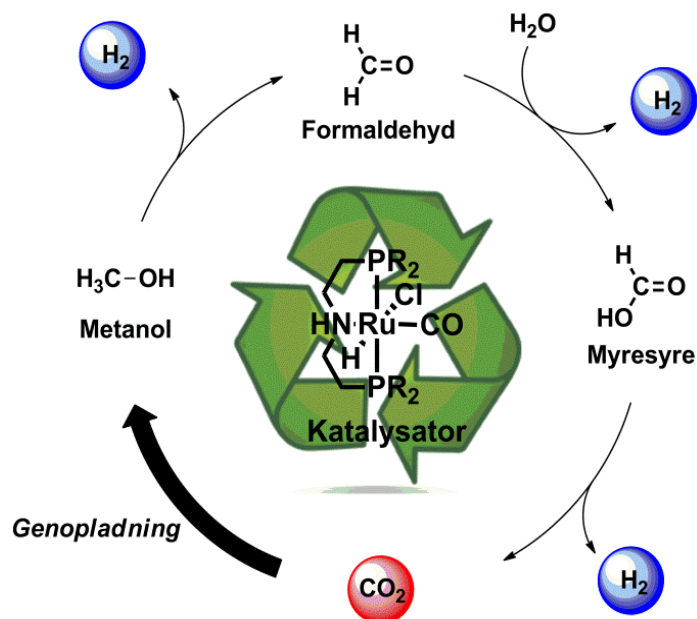
Figur 1. Simplificeret illustration af metanoløkonomien

af fordelene ved at bruge metanol som lagringsmiddel er, at det indeholder en høj mængde brint (12,6 vægt%) og er flydende ved stuetemperatur. Derudover er det langt mere sikkert at håndtere end brint.

En dansk katalysator

Eksisterende metoder til at få frigivet brint fra metanol er meget energikrævende, idet der bl.a. kræves temperaturer på over 200°C. Men der forskes intenst på at ændre dette. Vha. topmoderne metoder bliver det nemlig muligt at udføre processen ved temperaturer, som gør det langt mere energimæssigt rentabelt.

I en nylig artikel i Nature skrevet af professor Matthias Bellers forskningsgruppe ved Leibniz-Institut für Katalyse (LIKAT) i Rostock, Tyskland, demonstreres den første teknik til at udføre reaktionen ved under 100°C [2]. Faktisk er



Figur 2. Frigivelse af brint fra metanol katalyseres af en rutheniumkatalysator. Genopladningen af kuldioxid til metanol er ikke påvist med denne katalysator.

metoden så effektiv, at den er aktiv ned til 65°C . Systemet er baseret på en rutheniumkatalysator, som indeholder en såkaldt "ikke-uskyldig"-ligand. Sådan en ligand har egenskaber, der gør at den kan deltage aktivt i en kemisk reaktion på lige fod med selve metallet. Populært sagt kan den aflaste rutheniummetallet hvorved der opnås en meget mere effektiv katalysator. I dette tilfælde bruges liganden bis[(2-di-R-fosfino)ethyl]amin, som er en PNP-type ligand (PNP = fosfor, nitrogen, fosfor, R = isopropyl eller fenyl).

Om forfatteren

Martin Nielsen har i en 2-årig periode arbejdet som post. doc. for professor Matthias Beller ved LIKAT. Han er netop blevet ansat som postdoc på DTU Kemi, Center for Katalyse og Bæredygtig Kemi. Her skal han sammen med lektor Anders Riisager arbejde videre med grøn kemi på en bevilling fra Det Frie Forskningsråd, Teknologi og Produktion (FTP). Han skal bl.a. undersøge mulighederne inden for omdannelse af biomasse til industrielt brugbare kemiske råstoffer.

I løbet af den 2-årige bevillingsperiode skal han 1 år til Harvard University i USA, hvor han skal arbejde sammen med professor Theodore A. Betley. Professor Theodore A. Betley har for nylig udviklet nogle nye typer katalysatorer til aktivering af små molekyler. Håbet er, at disse katalysatorer i fremtiden kan give nye muligheder inden for biomasseomdannelse.

Derudover er der iværksat et samarbejde med professor James A. Dumesic på University of Wisconsin-Madison, i 6 måneder på en Sapere Aude: DFF-Ung Eliteforsker bevilling. Her skal omdannelsen af især sukkerarter til kemiske råstoffer vha. heterogene katalysatorer, undersøges. James A. Dumesic er en af verdens førende inden for dette felt, så det vil give ny brugbar erfaring og nyttig viden til det videre arbejde på DTU Kemi.

Martin Nielsen vil præsentere sit arbejde på Kemisk Forenings årsmøde d. 6. juni i år.

Overordnet set indikerer en række analyser, at reaktionen fra metanol til brint og kuldioxid foregår i tre trin (figur 2). Først omdannes metanol til ét brintmolekyle og formaldehyd. Dernæst reagerer vand med formaldehyd, hvorved myresyre og endnu et brintmolekyle dannes. Til sidst kolliderer myresyre til det tredje og sidste brintmolekyle og et kuldioxidmolekyle. Alle trinene er derved dehydrogenerings-reaktioner. Det postuleres at katalysatoren er involveret i alle tre trin. Der er altså derfor et krav om alsidighed i katalysatorens reaktionsevne.

Arbejdet er endnu ikke klar til at blive udviklet på industriel skala, men det giver forhåbninger om en snarlig fremtidig løsning til transporten af brint. Dermed vil der være et seriøst løsningsforslag til én af de videnskabelige og tekniske store udfordringer i udviklingen af metanoløkonomien. Dog mangler det vigtigste element stadig: at udvikle et effektivt system til brintproduktion ud fra vedvarende energikilder. Der forskes intenst inden for dette felt, og en optimistisk vurdering er, at vi inden for en 10-årig periode med god sandsynlighed vil begynde, at se de første eksempler på konkurrencedygtige metoder til at producere bæredygtig brint.

E-mail

Martin Nielsen: dr@nielsen.li

Referencer

1. Beyond Oil and Gas: The Methanol Economy, G. A. Olah, A. Goepfert, G. K. S. Prakash, Wiley-VCH (2009).
2. M. Nielsen, A. Alberico, W. Baumann, H.-J. Drexler, H. Junge, S. Gladiali, M. Beller, Nature, 495 (2013) 85-89.

Intelligent Chemistry

Gilson Trilution LC-MS Purification
Gilson PLC2020 Personal LC
Genevac Rocket Evaporator
Radleys DryCooler



Biolab A/S
Sindalsvej 29
DK-8240 Risskov
Telefon 8621 2866
Telefax 8621 2301
E-mail: sales@biolab.dk