

Hvad mener man ved ”Brintsamfundet”?

Af Erik Hennesø, Danish Power Systems

2. udgave, 2017

Som led i visionerne om renere teknologi og formindskelse af drivhuseffekten er der initiativer i gang for at anvende brint som brændstof for en væsentlig del af energisektoren. Brint er ikke en primær energikilde, men skal først fremstilles med hjælp fra andre energikilder. Selv om brintteknologien har åbenlyse miljømæssige fordele, skal den også være økonomisk bæredygtig for at vinde udbredelse, og både fremstilling, lagring, transport og anvendelse kræver mere forskning og udvikling, før dette mål er nået.

Hvorledes kan brint fremstilles?

Elektrolyse. På steder, hvor der er muligheder for at producere rigelig elektricitet, f.eks. på geotermiske kraftværker i Island og på områder med vandkraftreserver på Grønland, er det nærliggende at benytte overskudsstrømmen til brintfremstilling. Det samme er tilfældet i elnettet på steder og tidspunkter, hvor elproduktionen overstiger forbruget, f.eks. i forbindelse med vindmøller. For tiden udgør elektrolyse kun 4 % af den samlede brintproduktion.

Bioanlæg. Nogle bestemte algetyper har en afvigende fotosyntese, således at der dannes brint med en virkningsgrad helt op til 22 %. Også visse bakterier kan producere brint ved gæringsprocesser. Metoderne er dog stadig på laboratorieniveau.

En mere velkendt proces er forgasning af biomasse, hvor der dannes en blanding af gasarter, f.eks. 30 % brint, 20 % carbonmonoxid (kulilte, CO) og 10 % methan. Processen hører måske ikke direkte under brintteknologien, men er neutral med hensyn til drivhuseffekten.

Naturgas og andre fossile brændsler. Methan og andre kulbrinter kan med vanddamp reformeres til brint og carbondioxid (CO₂). Hvis de stammer fra fossile brændsler, hører de nok ikke med i ideen med ”brintsamfundet”, men kan dog gøre nytte i en overgangsperiode, indtil vedvarende energikilder kan klare opgaven.

Det ser dog også ud til at være muligt at genanvende opsamlet CO₂ med en elektrolyseproces, hvor det med vand danner methan og ilt. I så fald kan metanen reformeres (eller afbrændes direkte) på en miljøneutral måde.

Hvorledes kan man lagre og transportere brint?

Pipelines. Mange naturgasledninger vil kunne omstilles til brint. Kapaciteten er dog lavere end for methan, da brint har en lavere brændværdi. Man kan også tænke sig naturgas-brint-blandinger i eksisterende ledninger, men til mange anvendelser er det ikke muligt at justere om til en anden brændværdi.

Trykbeholdere. De nuværende trykflasker (200 – 300 bar) er klodsede og har ikke et særlig højt energiindhold pr. vægtenhed. Ved anvendelse af moderne kompositmaterialer er det muligt at sætte vægten ned, så de f.eks. bliver anvendelige til brændselscelle-drevne køretøjer.

Nedkøling. Flydende brint har en temperatur på -253 °C ved atmosfæretryk. Tankene skal være vel isoleret og forsynet med en afgasningsventil, da der til stadighed sker en fordampning. Afledningen skal naturligvis foregå til det fri eller til en effektiv udsugning. Sådanne tanke har været afprøvet i størrelser til biler, men vil være mest økonomiske i større anlæg, f.eks. til skibstransport mellem landene. Her kan der også installeres køleanlæg til genvinding af den fordampede brint.

Metalhydrider. Visse metaller og legeringer kan (som metalpulver) binde brint kemisk. Under bindingen dannes der varme, og til frigivelsen forbruges der tilsvarende varme. Ved at vælge en legeringstype, hvor tryk og temperatur matcher, kan man udnytte motorens eller brændselscellens spildvarme til at frigive brinten efterhånden som der er brug for den. Volumenmæssigt er lagringen overordentligt kompakt (den kan være mere kompakt end som flydende brint), men vægtemæssigt er den dårlig (få procent for de bedst egnede legeringer). Det opvejes delvist af, at beholderen på grund af moderate tryk kan have en lav vægt.

Andre måder. Brint kan også bindes på overfladen af grafit eller andre kulstofstrukturer, eventuelt kombineret med en moderat afkøling. En anden mulighed er at binde brinten kemisk, f.eks. fremstille methanol eller ammoniak, der på forbrugsstedet igen omdannes til brint. Der går en del energi (virkningsgrad) til spilde, men transporten er til gengæld simpel.

Hvorledes kan brint anvendes?

Brinten kan anvendes til produktion af elektricitet, til boligformål, til transport og i industrier på følgende måder:

Industrier. Mange industrier bruger brint som råmateriale eller hjælpestof og vil have gavn af en veludviklet distribution af brint.

Simple afbrænding. Brinten kan brændes til opvarmningsformål ligesom naturgas. Visionen er naturligvis at udnytte så meget af energien som muligt til mekanisk eller elektrisk energi som muligt og kun benytte spildvarmen til opvarmning.

Forbrændingsmotorer. Mange motorer, f.eks. benzinmotorer, vil kunne omstilles til brint. Fordelen vil være højere virkningsgrad samt renere miljø. I princippet er udstødningen ren vanddamp, dog vil der være lidt nitrogenoxider (NO_x) på grund af den høje forbrændingstemperatur.

Brændselsceller. Brændselsceller er elektriske batterier, der er karakteriseret ved, at de aktive materialer på elektroderne kan tilføres kontinuert. Ligesom i andre batterier bliver den kemiske proces opdelt i den reducerende del (katoden), hvor der tilføres luft eller ren ilt, og den oxiderende del (anoden), hvor brændstoffet er brint. Elektroderne er adskilt af en ionledende elektrolyt, der som regel er en membran. En enkelt celle giver normalt 0.5-1 Volt, og et batteri består derfor normalt af en stak celler, hvor den ene celledes katode er sammenbygget med næste celledes anode osv. Brinten kan evt. fremstilles på stedet i en tilknyttet reformer ud fra methanol, naturgas eller andre simple organiske forbindelser. I nogle af brændselscelletyperne kan reformeringen foregå direkte på elektrodeoverfladen (DMFC).

De vigtigste typer brændselsceller er Solid Oxide Fuel Cell kaldet SOFC, der arbejder ved 700 – 1000 °C, samt Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell kaldet PEMFC eller PEFC, som arbejder under 200 °C.

Gasturbiner. Brint kan brændes i gasturbiner med virkningsgrader op til 60 %. Indtil nu er der fortrinsvis demonstreret store anlæg (over 100 kW el), men der arbejdes også på mindre anlæg.

Hvordan er det med sikkerheden?

Brint er ikke farligere end naturgas eller benzin, men opfører sig anderledes. Dansk Teknisk Gas Center har udsendt en rapport og skriver bl.a. i konklusionen: ”Ved en sammenligning af brændslerne naturgas, propan, brint og benzin i køretøjer når man overraskende frem til, at brint mht. detonation er mere sikker end benzin og propan og naturgas. Omkring risiko for antændelse af udslip vurderes brint samlet set at være mindre sikkert, når der er tale om større udslip på grund af den lave tændenergi i et stort område. Når der er tale om små, langsomt sivende utætheder, vurderes brint at være mere sikkert end de øvrige brændsler på grund af brints opdrifts- og diffusionsegenskaber. Forudsat at der altid er en passende ventilation! Positive faktorer for sikkerheden under realistiske drifts- og uheldsforhold er brints stærke opdrifts- og spredningsegenskaber, relativt høje tændgrænse og detonationsgrænse. De negative faktorer for sikkerheden: lav tændenergi, stort antændelsesområde, høj flammehastighed og detonationsvillighed vurderes i gennemtænkte uheldsscenerier for mere eller mindre betydende.”

Hvordan er det med miljøet?

Fremstilles brinten ved elektrolyse eller biologisk, er systemet som helhed forureningsfrit, dvs CO₂ neutralt. Hvis brinten skal fremstilles ud fra naturgas, et olieprodukt eller kul, er der tale om to slags forurening:

1. De pågældende produkter indeholder kulstof, og for hvert kulstofatom vil der dannes et molekyle CO₂ (kuldioxid), som bidrager til drivhuseffekten, uanset om brændslet bliver brændt i et traditionelt kraftværk, i en bil eller via en brændselscelle. Der kan dog være fornuft i at bruge brændselsceller pga. den forbedrede virkningsgrad, således at der bruges færre gram brændstof til at producere en given mængde elektricitet.
2. Brændslerne kan indeholde urenheder, og ved reformeringen kan dannes carbonmonoxid (kulilte) og evt. nitrogenoxider (NO_x). Mængderne er dog normalt lavere end fra en forbrændingsmotor. Hvis reformeringen sker adskilt fra brændselscellen, kan man med en vis ret hævde, at sidstnævnte er forureningsfri, f.eks. vil det være en klar miljømæssig fordel i byområder at køre med elektriske biler drevet af brint via brændselsceller, selv om brændstoffet er fremstillet andetsteds med en vis forurening til følge.

Hvad kan Danish Power Systems (DPS) inden for brintteknologien?

De fleste omtalte teknologier ligger inden for DPS arbejdsområde, specielt skal fremhæves:

Elektrolyse. Med specielle katalysatorer kan virkningsgraden forøges.

Metalhydrid. DPS har undersøgt en række metalhydrider og i forsøgstanke studeret flow- og termiske forhold, hvorfra vi har dimensioneret tanke til brændselscelle-drevne elektriske biler.

Reformere. Der arbejdes både på naturgas-til-brint reformere og methanol-til-brint reformere.

Brændselsceller. DPS har udviklet en ny type PEMFC med en membran, som kan arbejde ved temperaturer op til 200 °C (i modsætning til den mest udbredte type med Nafion[®], som arbejder bedst omkring 80 °C). Dette giver en række fordele:

- Der er ingen befugtningsproblemer, som tilfældet er med Nafion-typerne.
- Ved 200 °C er brændselscellen tolerant for CO-koncentrationer op til mindst 3 %, hvor der ved 100 °C kræves rensning af reformer-fremstillet brint ned til ca. 10 ppm CO.
- Der kan opnås høje strømtætheder.
- Det er lettere at aflede varmen og anvende den til nyttige formål, f.eks. rumopvarmning.
- Brændselscellen kan sammenbygges med en methanol-til-brint reformer, som kan arbejde ved samme temperatur. Reformeren får da direkte den nødvendige varmetilførsel fra brændselscellens spildvarme, hvorved den totale virkningsgrad forøges.

Yderligere oplysninger

Danish Power Systems (DPS) er et privat udviklings- og produktionsfirma inden for kemi og elektrokemi med administration, testfaciliteter og produktion i Kvistgaard Syd for Helsingør, Danmark. Blandt andet har firmaet stor ekspertise angående membraner og elektroder til brændselsceller. Yderligere oplysninger kan fås på daposy@daposy.dk.

Biografi

Erik Hennesø er civilingeniør fra DTU og Ph.D. i elektrokemi (1976) og har 40 års industriel og universitetserfaring inden for batterier og brændselsceller. Han er en af stifterne af Danish Power Systems.

PS: Hvornår hedder det Brint?

Brint er (ligesom ilt og kvælstof) et godt dansk ord opfundet af H. C. Ørsted. I moderne kemisk nomenklatur er man gået over til de internationale betegnelser, men det vil være rimeligt at beholde betegnelsen brint for luftarten (H_2) og bruge betegnelsen hydrogen for grundstoffet i alle andre sammenhæng.