

Foto: Bjørn Simonsen



# HYDROGEN OG BRENSELCELLER

– SENTRALE DELER AV ET FORNYBART ENERGISYSTEM

# Hydrogen og brenselceller – viktige deler av det fornybare energisystemet

Hydrogen er en av de viktigste brikkene i det store puslespillet som overgangen fra fossil til fornybar energi representerer. Sammen med brenselceller kan hydrogen brukes for både å minske miljøbelastningen og effektivisere energibruken. Produksjonen av hydrogen er også svært fleksibel, hvilket bidrar til å minske avhengigheten av enkelte energikilder.

Hydrogen er i likhet med elektrisitet en energibærer. Det betyr at hydrogen kan brukes til å lagre, transportere og levere energi. Flexibiliteten er stor siden hydrogen kan produseres fra alle typer energikilder. I dag produseres hydrogen hovedsakelig fra naturgass, men på sikt vil fornybar energi fra for eksempel vind, sol og biomasse være hovedingrediensene i hydrogenproduksjon.

Det som virkelig gjør hydrogen til en aktuell energibærer er brenselceller. Brenselcellene konverterer hydrogenets kjemiske energi til elektrisitet og varme. Restproduktet er rent vann. Videre er virkningsgraden i en brenselcelle svært høy sammenlignet med andre teknologier for konvertering av energi, enten brenselcellen er i en håndholdt lader, bil eller kraftverk.

I tillegg til at brenselceller som driver el-motorer kan erstatte forbrenningsmotorer i kjøretøy, kan de også sammen med hydrogen produsere elektrisitet og varme for bygninger og andre bruksområder. I Japan er det blant annet installert over 20.000 brenselceller som leverer strøm og varme til vanlige husholdninger.



*”Transnova skal bidra til å redusere CO2-utslipp fra transportsektoren. Vi støtter en rekke prosjekter som har som formål å utvikle nye transportteknologier basert på fornybar energi, og hydrogen er et viktig område i så måte. Her har Skandinavia et godt utgangspunkt for å gjennomføre tiltak lokalt og samtidig utvikle teknologi og kompetanse for et internasjonalt marked.”*

*Eva Solvi  
Leder, Transnova*

## Fakta om hydrogen

Hydrogengass består av molekyler med to hydrogenatomer, og har den kjemiske betegnelsen  $H_2$ . Hydrogen er både det vanligste og det letteste grunnstoffet i universet. Ved romtemperatur og normalt trykk er hydrogen i gassform. Energitettheten er høy per masseenhed, men lav per volumenhet. Sistnevnte gjør at det er krevende å lagre og transportere hydrogen på en effektiv måte. De vanligste måtene å lagre hydrogen på er enten ved å komprimere hydrogengassen til 200-700 bar, eller kjøle gassen ned til den blir flytende ved  $-253^\circ C$ ,  $20^\circ C$  fra det absolutte nullpunkt. En annen, og hittil lite brukt lagringsmetode, er bruk av såkalte metallhydrider. Et metallhydrid er en spesiell legering av metaller, som har den egenskapen at de absorberer hydrogen, litt på samme måte som en svamp trekker til seg vann. Alle lagringsteknologiene har sine fordeler og ulemper. De to førstnevnte krever en del energi, mens den siste medfører tunge systemer.

- Hydrogen er mer enn 14 ganger lettere enn luft og forsvinner raskt i åpne rom.

- Hydrogen brenner svært raskt og avgir verken røyk eller giftige utslipp

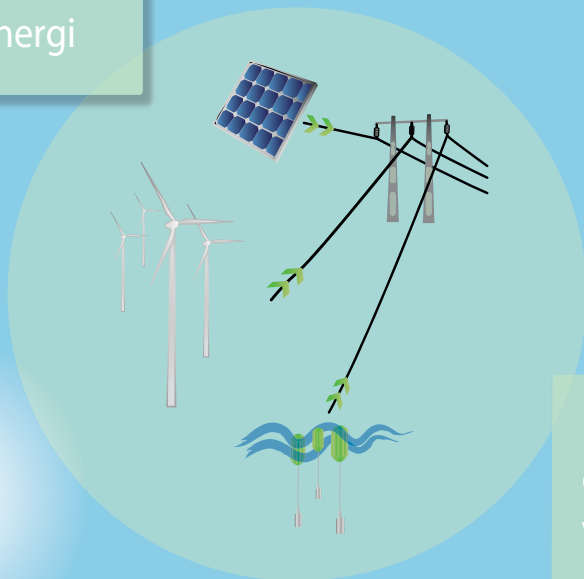
- Hydrogen er eksplosivt under visse forutsetninger og bør som alle andre typer drivstoff behandles på en korrekt måte.

Både når det gjelder portable enheter og faste installasjoner finnes det, eller er i ferd med å utvikles, konkurransedyktige hydrogen- og brenselcelleløsninger.

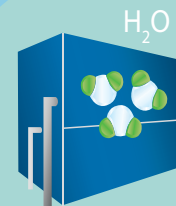
I dag brukes hydrogen først og fremst innenfor kjemisk industri, for eksempel til å fremstille ammoniakk. Et annet stort bruksområde er i raffinerier hvor hydrogen blir brukt til å produsere bensin og diesel fra råolje. I industrien har hydrogen vært benyttet i mer enn hundre år, og det finnes derfor mye erfaring knyttet til hvordan man skal behandle hydrogen på en sikker måte - et element som ofte glemmes når spørsmålet om hydrogen og sikkerhet kommer opp.

# Hydrogen - en fleksibel

Fornybar energi



Elektrolyse



Energi kan lagres som hydrogen og sendes tilbake til strømnettet ved behov



Hydrogenstasjon

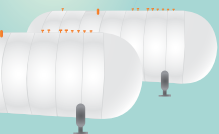
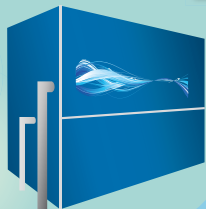


# ksibel energibærere

Gassifisering av biomasse



Reformering av bio- og naturgass (metangass)



Brukes til transport, stasjonære og mobile applikasjoner

# Slik produseres hydrogen

En stor fordel med hydrogen som energibærer er at det kan framstilles fra alle primære energikilder. I dag er den vanligste produksjonsmetoden dampreforming av naturgass/metan. En nyutviklet teknologi for dampreforming, som også inkluderer CO<sub>2</sub>-separering, er utviklet av IFE og testes ved Hynor Lillestrøms hydrogenstasjon som ligger i Akershus EnergiPark. Metangass fra en nedlagt søppelfylling i nærheten blir transportert i rør til fjernvarmesentralen som er hjertet i energiparken. Der brukes gassen hovedsakelig til å produsere varme, men altså også til hydrogen, som trykkes for å kunne brukes som drivstoff som kan fylles på stedet.

For å fremstille hydrogen på en miljøvennlig måte kommer man ikke utenom elektrolyse. Enkelt forklart innebærer elektrolyse at elektrisitet brukes for å splitte vannmolekyler til sine bestanddeler hydrogen og oksygen. Sammenlignet med dampreforming av naturgass er det utenfor Norges grenser en del dyrere å produsere hydrogen via elektrolyse, selv om begge teknologier har samme energitap på 30 – 40 %. Forskjellen ligger i elektrisitetsprisen, som er såpass lav i Norge at elektrolyse er konkurransedyktig i større skala. Elektrolysørene blir også stadig mer effektive, billige og mer fleksible, og teknologien antas derfor å få stor betydning i fremtidens fornybare energisystem, hvor hydrogen og elektrisitet vil utfylle hverandre som de dominerende energibærerene. Det finnes elektrolysører på de fleste hydrogenstasjonene i Norge i dag. Det fører til at man slipper å transportere drivstoff til stasjonene, slik man må gjøre på alle vanlige bensinstasjoner.

Hydrogen kan også oppstå som et biprodukt fra industrielle prosesser. Et eksempel på det er hydrogenstasjonen i Porsgrunn, som får hydrogen levert gjennom en tre kilometer lang rørledning fra INEOS sin klorfabrikk på Rafsnes.

## CCS og CCU

Når man produserer hydrogen ved dampreforming av metan, dannes det ett CO<sub>2</sub>-molekyl for hvert 4. hydrogengassmolekyl. Man kan separere og deponere denne CO<sub>2</sub>-gassen (CCS- Carbon Capture and Storage). Det er mye enklere å separere CO<sub>2</sub> fra dampreforming enn fra fra f.eks et gasskraftverk, der mesteparten av gassen man skal rense CO<sub>2</sub> fra er vanlig luft (6% av gassen er CO<sub>2</sub>, resten er nitrogen og oksygen). Det finnes også teknologiløsninger som konverterer metangassen til hydrogen og rent karbon. Slike prosesser kalles gjerne for CCU – «Carbon Capture and Use», da karbonet som blir produsert kan benyttes som et verdifullt råstoff i andre prosesser og produkter. Om man velger CCS eller CCU spiller mindre rolle, det viktigste er at hydrogen produsert fra metangass ikke medfører økte CO<sub>2</sub>-utslipp.





*“Skedsmo kommune ønsker å være pådriver for miljøvennlig transport. Vi har derfor som første kommune i Norge gått til anskaffelsen av en brenselcelle-hydrogenbil. På denne måten vil vi bidra til å øke andelen utslippsfrie kjøretøy, og legge til rette for utviklingen av en god infrastruktur for bruk av hydrogen til transport.*

*Ole Jacob Flæten  
Ordfører, Skedsmo*

## Hva koster hydrogen?

Prisen på hydrogen avhenger av prisen på råvaren hydrogenet fremstilles fra og prisen på den energien som benyttes. I tillegg må investeringskostnadene for produksjonsanleggene og hydrogenstasjoner tas med i beregningen. Når du fyller hydrogen på stasjonene som finnes i Norge i dag, betaler du en pris som er satt for å være tilnærmet lik den du betaler for bensin og diesel. Forskjellen er at du betaler per kilo i stedet for liter. Én kilo hydrogen er nok til å kjøre ca. 10 mil, og koster 90 kroner i 2013.

For øyeblikket er konvertering av natur- eller biogass den billigste måten å produsere hydrogen på i stor skala. Ut fra miljømessige og økonomiske hensyn bør hydrogenproduksjonen på sikt være basert på fornybar energi. Bruk av fossile energikilder gir uønskede utslipp, og det medfører ekstrakostnader å håndtere dette. Hydrogen produsert via elektrolyse ventes i tillegg å bli billigere grunnet forbedringer i elektrolyseteknologien og mulighet for å produsere i perioder med lave strømpriser. Hvis hydrogen brukes som mellomlager for energi fra energikilder med ujevn produksjon, som vind og sol, vil det kunne jevne ut strømprisene.

Når hydrogen fremstilles fra elektrisitet eller natur-/biogass, går ca. 30-40 prosent av energien tapt i konverteringsprosessen. Det er derfor en stor fordel å kunne bruke den energieffektive brenselcellen når energien i hydrogenet skal utnyttes igjen.

# Slik kan vi bruke hydrogen

## I transport

Hydrogen har en rekke bruksområder, blant annet som drivstoff for kjøretøy. Innen transportsektoren kan hydrogen minske miljø- og klimautslippene betydelig. Hydrogen som drivstoff har ikke andre utslipp enn ren vanndamp. En overgang fra bensin- og diesel- til hydrogenbiler vil dermed forbedre luftkvaliteten i byene våre betydelig. På samme måte som miljøpåvirkningen for elbiler er avhengig av hvordan man produserer strømmen, er den for hydrogenbiler avhengig av hvordan hydrogenet blir produsert og distribuert. En brenselcelle er omtrent dobbelt så effektiv som en forbrenningsmotor om den brukes i en vanlig bil. Det betyr at med samme energimengde kan en bil med brenselcelle kjøre omtrent dobbelt så langt som en bil med forbrenningsmotor. Moderne batterier har en enda bedre virkningsgrad enn brenselceller, men siden de tar lang tid å lade opp, veier mye, og tar stor plass utvikles det nå kun elbiler i småbilsegmentet.

## Slik fungerer en hydrogenbil

Den vanligste løsningen i hydrogenbiler er å ha et batteri og en brenselcelle som kompletterer hverandre. Sammen utgjør de en kombinasjon som gir samme høye komfort, kjørelengde og sikkerhet som i biler som går på fossile drivstoff.

Siden en hydrogenbil i praksis er en elbil hvor batteriet er byttet ut med en brenselcelle og hydrogentank er de svært stillegående. Når disse kjøretøytypene dominerer trafikken i fremtiden vil det gi svært

## Hydrogenkjøretøy kort oppsummert

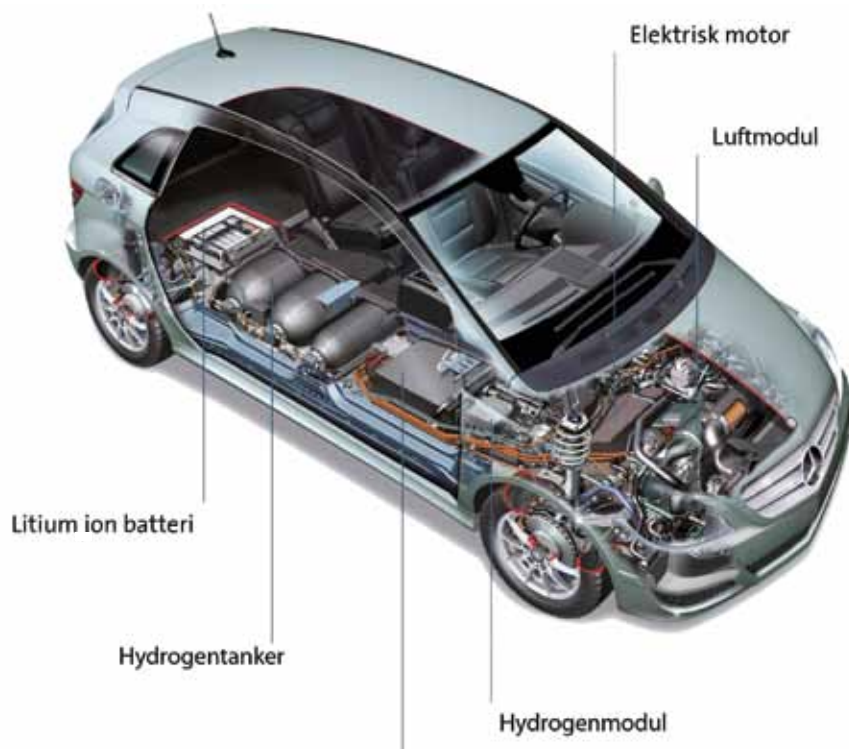
- Elektriske kjøretøy med brenselceller som drives med hydrogen. FCEV (Fuel Cell Electric Vehicle) er den kjøretøytypen som de internasjonale bilprodusentene ser som den langsiktige løsningen for persontransport.
- Hydrogenteknologien kan også brukes i busser, lastebiler og andre nyttekjøretøy
- Det tar bare fire minutter å fylle tanken
- Rekkevidden forbedres hele tiden og er i dag på nivå med bensinbiler
- Både kjøretøy og hydrogenstasjoner har vært gjennom nøye sikkerhetstester og innebærer ikke større risiko enn bruk av andre kjøretøyer og drivstoff
- Hydrogen komprimeres til 700 bar for fylling av personbiler og 350 bar for busser



*”Elbiler med brenselceller som drives av hydrogen har god rekkevidde og tankes raskt opp. De vil spille en sentral rolle i fremtiden, gitt at det kommer en god infrastruktur for hydrogen.”*

*Dr. Christian Mohrdieck,  
Director drive development fuel cell  
system, Daimler AG*

hyggelige konsekvenser for bymiljøet, både med tanke på luftkvalitet og støy. Flesteparten av de internasjonale bilprodusentene bruker store ressurser på å utvikle hydrogenbiler, og de første vil lanseres i markedet fra 2015. Frem mot 2020 vil gradvis flere bilprodusenter lansere hydrogenbiler, slik som utviklingen har vært med elbiler. Bilprodusentene har allerede testet flere generasjoner av hydrogenbiler i lange demonstrasjonsprosjekter med gode resultater, og flere modeller er nå teknisk modne for markedet. Den største utfordringen for en vellykket lansering av hydrogenbiler ser nå ut til å være tilgangen på hydrogenstasjoner.



*Illustrasjon fra Daimler:  
Mercedes-Benz B-klass, F-CELL.*

## Slik fylles en hydrogenbil

Å fylle en hydrogenbil er like lett som å fylle en vanlig bensinbil. Forskjellen er at fyllepistolen kobles på en mottaker i tankåpningen i stedet for å føres ned i tanken, ikke ulikt hvordan man fyller et dekk med luft. Som alle andre drivstoff har hydrogen en høy energimengde og det gjør at gassen må håndteres riktig for at den ikke skal utgjøre en fare. Ved riktig bruk er hydrogen faktisk mindre risikofyllt å fylle enn fossile drivstoff – det er for eksempel umulig å «søle» med hydrogen, da fyllepistolen låses fast i mottakerstykket på bilen før fyllingen begynner.

*”Akershus har forpliktet seg til å være et miljøpolitisk foregangsfylke. Vi har i flere år arbeidet for tidlig innføring av hydrogen for transport i Osloregionen og Norge. Dette omfatter stasjonsutvikling, kollektivtransport og utvikling av støtteordninger. Vi vil fortsatt være en pådriver i dette arbeidet!”*

*Nils Aage Jegstad  
Fylkesordfører, Akershus*

### Hydrogenstasjon for busser på Rosenholm i Oslo

Kollektivselskapet Ruter AS har gjennom prosjektene HyNor Oslo Buss og CHIC (Clean Hydrogen in European Cities) anskaffet en hydrogenstasjon, hvor hydrogenet produseres via elektrolyse og brukes som drivstoff til fem brenselcelle hydrogenbusser som går i vanlig rutetrafikk mellom Oslo og Akershus.





## Enkelt og trygt å fylle

Det har blitt utviklet en internasjonal standard for hydrogenstasjoner. Den gir rammer for hvordan en stasjon skal bygges opp, slik at man får sikker, enkel og trygg fylling for ulike hydrogenbiler, uansett hvor de kommer fra i verden.

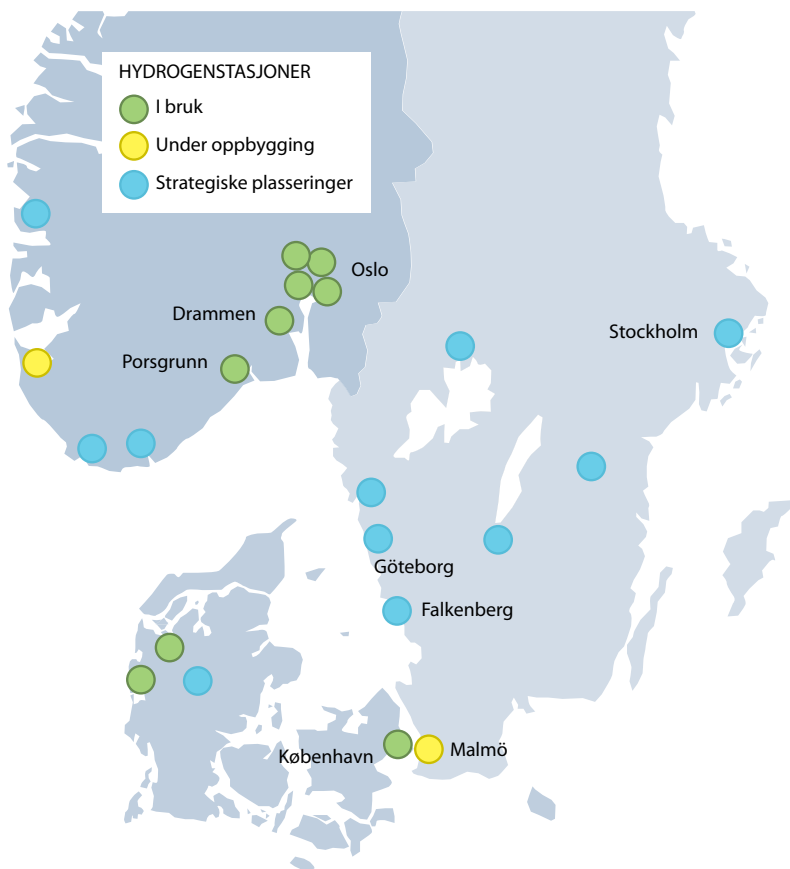
De hydrogenstasjonene som har blitt bygget hittil ser forskjellige ut. Det kommer delvis av at de har blitt bygget til test- eller demonstrasjonsformål, og det har også hatt en egenverdi å prøve ut ulike teknologier. En annen grunn er at hydrogenets styrke er at den kan produseres og distribueres på flere ulike måter, avhengig av hva som er mest hensiktsmessig i hvert enkelt tilfelle. Noen steder er hydrogenet et restprodukt fra kjemisk industri som føres i rørledning til stasjonen. Andre hydrogenstasjoner produserer hydrogenet lokalt ved hjelp av elektrolyse, og noen stasjoner får hydrogenet tilkjørt i trykktanker.

På de stedene i verden der oppbyggingen av hydrogenstasjoner har kommet lengst, i Tyskland, California og Japan, samarbeider myndighetene med ulike selskaper for å dele kostnadene og risikoen det medfører å etablere en helt ny teknologi for drivstoff-forsyning.

Hvilke aktører det blir som bygger opp fremtidens nettverk av hydrogenstasjoner er fremdeles åpent. Så langt har det vært representanter både for den globale drivstoffbransjen og andre gass- og energiselskaper. I enkelte tilfeller er det snakk om enkeltstående demonstrasjonsanlegg, mens andre selskaper har bygget en rekke stasjoner i flere land. I Norge og Danmark har nettverkene HyNor og Hydrogen Link koordinert lokale nettverk med aktører som sammen har bygget hydrogenstasjoner med ulike teknologier og ulik hydrogenforsyning.

*"I Norge har vi skaffet oss solid driftserfaring siden 2006 og vi vet hva som kreves for å sikre regulær drift på hydrogenstasjonene. I den kommende fasen ser vi behov for å skaffe erfaring med neste generasjons hydrogenstasjon – en hvor det kan tankes et hundretalls biler daglig.*

Ulf Hafselv  
Administrerende Direktør, HYOP AS



Januar 2013

## Scandinavian Hydrogen Highway Partnership

SHHP er et partnerskap som arbeider for å gjøre Skandinavia til en av de første regionene i Europa hvor hydrogen er allment tilgjengelig gjennom et grenseoverskridende nettverk av stasjoner. Foreløpig er det ni hydrogenstasjoner i regionen, og flere er under planlegging eller bygging. I tillegg til å etablere stasjoner, arbeider SHHP også med å få hydrogenkjøretøy til regionen gjennom tett kontakt med de ledende bilprodusentene på området. SHHP koordineres av HyNor, Hydrogen Link og Vätgas Sverige.

 Scandinavian Hydrogen Highway Partnership  
[www.scandinavianhydrogen.org](http://www.scandinavianhydrogen.org)

*“Samarbeidet vi har med våre naboland gjennom SHHP har både vært viktig og fruktbar, og vil fortsette å være viktig fremover. Hver for oss representerer vi relativt små markeder, men sammen er vi større, og vi har også kompetanse og industri som komplementerer hverandre. Kombinert med et sterkt miljøpolitisk engasjement muliggjør dette en tidlig introduksjon av hydrogen som drivstoff i Skandinavia.”*

*Bjørn Simonsen, HyNor*





*“I Hynor Lillestrøms anlegg i Akershus EnergiPark, produseres det hydrogen til brenselcellebiler. Vi benytter utelukkende fornybare energikilder, og demonstrerer blant annet teknologi fra IFE for reformering av deponigass, og fra Hystorsys for termisk komprimering av hydrogen ved bruk av metallhydrider.*

*Jan Carsten Gjerløw  
Daglig leder, Hynor Lillestrøm*

# Mange muligheter for hydrogen som energibærer

Kombinasjonen av hydrogen og brenselceller brukes ikke bare til kjøretøy. Teknologien har i flere år blitt testet og demonstrert for flere bruksområder for å se om den kan bli et økonomisk og miljømessig bedre alternativ enn løsninger med konvensjonell teknologi. På noen områder, som for eksempel reservekraft og gaffeltrucker, har det kommet kommersielle gjennombrudd og flere hundre tusen produkter har allerede blitt levert.

Telenettet er sårbart i forbindelse med stormer og andre forstyrrelser, og er et eksempel på hvordan hydrogen og brenselceller kan brukes som reservekraftsystem til basestasjoner og telefonsentraler. Hydrogen og brenselceller gir et mer miljøvennlig og stillegående system enn dieselaggregatene, som vanligvis brukes til disse oppgavene, og medfører lavere vedlikeholdskostnader og raskere responstid. Disse systemene er også mer robuste og tilbyr lengre backup-tid sammenlignet med batterier.

Off-grid er en betegnelse på energisystemer som ikke er avhengige av strømmettet. Hydrogen og brenselceller kan brukes i et frittstående energisystem for bosetninger som ikke er koblet på strømmettet, og hvor det vil være dyrt eller utelukket å koble seg til sentralnettet. 40% av verdens befolkning bor på slike steder, så behovet er enormt. Den tradisjonelle måten å få strøm og varme til slike steder er å bruke en dieselgenerator. I et frittstående energisystem med hydrogen kan energien komme fra sol eller vind, og lagres og brukes lokalt. Fordelen med hydrogen og brenselceller i denne sammenhengen er at det er en pålitelig teknologi, og at det i kombinasjon med en fornybar energikilde ikke gir noen utslipp.

*“For kraftforsyning til basestasjoner anser vi hydrogen og brenselceller som en mulig løsning for Nødnett, spesielt i tilfeller med krav til lengre reservestrømtid. Vi anser også brenselceller som den mest miljøvennlige løsningen for reservestrøm av de teknologier vi har vurdert.*

*Per Øistein Pedersen,  
Seniorrådgiver, Direktoratet for  
nødkommunikasjon*

## Energibæreren hydrogen

Hydrogen kan lagres, distribueres eller brukes lokalt, alt etter hvilke forutsetninger og behov som finnes.

Hydrogen kan spille en viktig rolle for storskala energilagring av fornybar kraft.

For å utnytte energien i hydrogen kreves det en konverteringsteknologi, og foruten brenselceller kan man



*”Avinor er en drivkraft i miljøarbeidet i luftfarten og bidrar aktivt til forbedring av bransjens samlede miljøprestasjon. Sammen med norske fagmiljøer utreder vi nå mulighetene for å benytte hydrogen som drivstoff til kjøretøyer og stasjonære installasjoner, på og i tilknytning til flyplasser. På denne måten ønsker vi å redusere utslipp av klimagasser fra flyplassdriften ytterligere.”*

*Tom Erling Moen  
Miljøsjef, Avinor*



Brenselcelletraktor på Fuhlsbüttel (Hamburg) flyplass. Foto: Michael Penner.

## Flyplasser interessante for hydrogen og brenselceller

På internasjonale flyplasser, som i Berlin og Hamburg, gjennomføres det forsøk med hydrogen og brenselceller for ulike formål. Også i Norge har det blitt utført en studie for å kartlegge mulighetene for å erstatte konvensjonell teknologi med hydrogen og brenselceller på Oslo Lufthavn Gardermoen. Studien viste at det finnes flere bruksområder hvor hydrogen kan erstatte diesel og/eller batterier. I tillegg til bilene og bussene som brukes utenfor flyplassen, finnes det også bagasjetraktorer, servicevogner, gaffeltrucker samt lette kjøretøy som brukes innendørs som kan drives med hydrogen. Stasjonære enheter som strømaggregater og transportbånd kan også drives av kombinasjonen hydrogen og brenselceller.

bruke en forbrenningsmotor eller en gassturbin.

Hydrogen og brenselceller kan også gi varme og strøm til bygninger.

For gaffeltrucker, varehåndtering, og backup-systemer er teknologien allerede kommersiell.

# Brenselceller utnytter energien effektivt

En brenselcelle er en teknologi som på en effektiv måte kan omgjøre hydrogenets kjemiske energi til elektrisitet og varme. Restproduktet er ren vanndamp. Virkningsgraden i en brenselcelle er høy (ca. 60%), og kompenserer i stor grad for energitapet som er tilknyttet produksjonen av hydrogenet. Visse typer brenselceller kan også drives med naturgass/biogass eller metanol, og har da samme fordeler; mindre lokale utslipp og mye høyere virkningsgrad enn forbrenningsmotorer. Det utvikles også brenselceller til mobile enheter som erstatning for batterier, eller i håndholdte ladere. Fordelen er da en lengre driftstid enn med batterier, samt at man ikke er avhengig av strømnettet for lading.

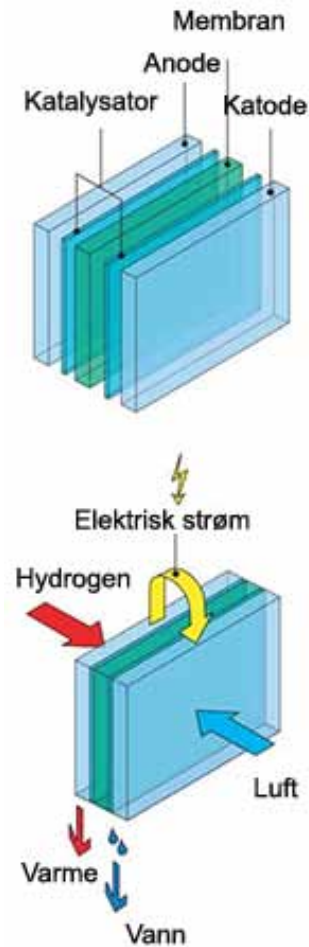


Foto: [www.powertrek.se](http://www.powertrek.se).

Brenselceller har ingen bevegelige deler og er derfor stillegående

Det eneste utslippet fra hydrogendrevne brenselceller er vanndamp og varme

Man snakker gjerne om lav- og høytemperatur brenselceller. Lavtemperatur brenselceller er de som brukes i biler og har en driftstemperatur på ca. 80 °C. Høytemperatur brenselcellene har driftstemperaturer på opp mot 1000 °C, og kan i tillegg til hydrogen også drives av naturgass.



## Slik fungerer en brenselcelle

Enkelt forklart består brenselcellen av forskjellige typer plater som er presset sammen. Noen av platene har som oppgave å lede hydrogengass gjennom brenselcellen, andre leder luft. Mellom platene er en membran. Den ene platen kaller vi for anodesiden og den andre katodesiden. Membranen mellom dem tillater bare protoner fra hydrogengassen å passere, mens elektronene tvinges til å ta omveien rundt. Når hydrogen passerer, først via en katalysator og så gjennom brenselcellen fra anodesiden, deles hydrogenmolekylene i ioner (protoner) og elektroner. Siden elektronene ikke kan passere gjennom membranen ledes de til en ekstern krets der de utnyttes i for eksempel en elektrisk motor i en bil. På den andre siden av membranen, katodesiden, kommer elektronene tilbake til ionene og kobler seg sammen med oksygenatomene fra lufta, og danner vannmolekyler ( $H_2O$ ). En enkelt brenselcelle genererer cirka 0,7 volt. For å få en høyere spenning kombineres mange separate brenselceller i en såkalt "brenselcellestack".



# Hydrogen støtter utviklingen av fornybar energi

Sol-, vind- og bølgekraft varierer hele tiden i intensitet. Dette medfører at det iblant produseres mer energi enn strømmettet kan ta imot. Siden elektrisitet må forbrukes i samme øyeblikk som den produseres, bør slik overproduksjon kunne lagres for ikke å gå til spille. Andre ganger er etterspørselen stor, men tilgangen lav fordi det ikke blåser eller solen er gått ned. For at de fornybare energikildene skal få en ordentlig utbredelse kreves det derfor metoder for lagring av energien. Her kan hydrogen fungere som en effektutjevner og et lager for overskuddsenergi. Det ville gjøre energisystem som er basert på for eksempel vindkraft mer fleksible, og bidra til å øke takten for utbygging av fornybar energi. Spesielt i Tyskland og Japan er dette svært aktuelt, da de har besluttet å gå bort fra kjernekraft. Hydrogen vil i slike tilfelle brukes som langtidslager av energi. Batterier kan brukes som korttidslager, siden batteriene har begrensninger i lagringskapasiteten og taper energi etter en tid. Man kan for eksempel se for seg at en hydrogenstasjon med elektrolyser kan fungere som en slik energibufningsstasjon, og produsere hydrogen om natten eller på andre tider når det er overskudd av elektrisitet.





#### KONTAKT

Kunnskapsbyen Lillestrøm  
Gunnar Randersvei 24 - 4 etg.

2007 KJELLER

[post@kunnskapsbyen.no](mailto:post@kunnskapsbyen.no)  
[www.kunnskapsbyen.no](http://www.kunnskapsbyen.no)

Norsk Hydrogenforum

[post@hydrogen.no](mailto:post@hydrogen.no)  
[www.hydrogen.no](http://www.hydrogen.no)



Foto: Bjørn Simonsen



ELISABETH  
SVERBERG  
Europas  
regionale  
utviklingsprogram

