

Ett betydande steg mot en renare värld

Elisabeth Rosenberg, Björn Idar, Bo J A Haglund

Elisabeth Rosenberg, ekonom, styrelseledamot i Klimatrikisdagen, e.rosenberg@gmail.com,
Björn Idar, researrangör, korrespondent, bjorn.idar40@gmail.com,
Bo J A Haglund, professor, bjahag@gmail.com.

Flera av våra svenska auktoriteter på "grön ekonomi" och biologisk mångfald förespråkar att en successiv övergång till biobränslen skulle vara en lösning på de globala energiproblemen. Världens skogar och djungler krymper i allt snabbare takt och bristen på odlingsbar mark ökar. I denna översikt presenteras ett alternativ som kan ge elektricitet och värme till hela jordens befolkning under obegränsad tid. Använt på ett klokt sätt blir de enda utsläppen rent vatten. Energibäraren vätgas eller hydrogen, med den kemiska beteckningen H₂, kan framställas t.ex. genom spjälkning av vatten, H₂O, med hjälp av vind-, sol- och vattenenergi, energikällor som är tillgängliga, världen över, i oändlig mängd. I artikeln presenteras hur vätgas redan används inom transportsektor och vid energilagring. Internationellt är Japan, Sydkorea och Kina föregångsländer. En snabb, global och massiv satsning på denna teknik skulle kunna ge vår levande planet en chans till återhämtning. 25 av länderna inom EU anslöt sig under hösten 2018 till ett avtal för gemensam utveckling av vätgas/eltekniken. Den svenska regeringen avstod från detta.

A number of Swedish authorities on "green economy" and biodiversity advocate biofuels to be the solution for the global energy-demanding civilization despite the decreasing forests and arable land. In this review we argue that hydrogen, an alternative energy carrier can produce electricity and heat, and with pure water as the only rest product. In contrast to the fossil fuels, it can be produced and charged with, for example, energy from the sun, wind and water. An overview of the use of hydrogen in sectors of transport and energy storage is presented. International pioneer countries are Japan, South Korea and China. A quick, global and massive investment in this technology could give our living planet a chance to recover. In the autumn of 2018, 25 of the EU countries made an agreement for development of hydrogen/electricity technology. The Swedish government abstained from this.

Flera av våra främsta auktoriteter på "grön ekonomi" och biologisk mångfald klamrar sig desperat fast vid idén att en successiv övergång till biobränslen skulle vara en lösning på de globala energiproblemen. Världens skogar och djungler krymper i allt snabbare takt och bristen på odlingsbar mark ökar. Det går helt enkelt inte ihop. Biobränslen har blivit en global bristvara och en ändlig resurs. De ger lika mycket skadliga utsläpp vid förbränning som fossila bränslen. Det tar årtionden, upp till hundra år, innan den producerade koldioxiden är återabsorberad av växtligheten. Den tiden har vi inte om dessa utsläpp ska halveras inom 10-20 år.

Här presenteras ett alternativ som kan ge elektricitet och värme till hela jordens befolkning under obegränsad tid. Använt på ett klokt sätt blir de enda utsläppen rent vatten. Tekniken är tillräckligt utvecklad och används redan globalt.

Mycket tyder på att energibäraren vätgas, ur ett internationellt perspektiv, valts ut som den huvudsakliga ersättaren till fossila bränslen. Frågan om alternativet energigrödor behandlades av EU:s miljöutskott, (ENVI), 23 Oktober 2017, där det beslutades att användning av odlingsbar mark för sådan produktion ska förbjudas.¹ Orsaken var att den övervägande delen av världen är fattig på sådan mark. Nu gäller det inte längre frågan om Sverige ska hoppa på vätgaståget, utan huruvida vi vill ligga i framkant eller hamna på efterkälken.

Vätgas eller hydrogen, med den kemiska beteckningen H₂, kan framställas t.ex genom spjälkning av vatten, H₂O, med hjälp av vind-, sol- och vattenenergi, energikällor som är tillgängliga, världen över, i oändlig mängd. I januari 2017 bildades "the Hydrogen Council" under "the World Economic Forum" i Davos.² Det är ett råd för ledande energi-, transport- och industriföretag, som har den gemensamma ambitionen att främja utbyggnaden av ett globalt vätgassamhälle. Vätgas Sverige³ är ett nationellt partnerskap som arbetar mot detta mål.

Transportsektorn

Som fordonsbränsle har väte testats i förbränningsmotorer av flera företag. Vanliga bussar och lastbilar kan numera anpassas till att använda vätgas som drivmedel tack vare det tyska företaget KEYOU, en avknoppning från BMW.⁴ Det är ett lovligt alternativ i väntan på att massproduktion av bränslecellsförsedda fordon ska ta fart.

Den mer än hundra år gamla bränslecellstekniken fick en nystart när Elon Musk lanserade elbilen Tesla och en kapploppning startade mellan batteri- och

1 <https://2030-sekretariatet.se/beslut-i-eu-drapslag-mot-svenska-biobranslen/>

2 <http://hydrogencouncil.com/>

3 <http://www.vatgas.se/>

4 <https://www.keyou.de/?lang=en>

bränslecells-förespråkarna. Bilarna är desamma, bara tekniken för elförsörjning skiljer dem åt. Båda lösningarna behövs för att åstadkomma en snabb elektrifiering av världens fordonsflottor.

En infrastruktur för laddning av batteribilar är under utveckling i hela världen. Enorma summor investeras i forskning och i nya batterifabriker. Det perfekta komplementet till denna tekniska lösning är vätgas, men den utvecklingen har kommit på efterkälken. Den huvudsakliga orsaken är avsaknaden av en tankningsinfrastruktur. Massproduktion av dessa fordon lär inte få fart förrän en sådan är på plats. Detta kräver politiska beslut, global samordning och betydande investeringar. Först då kan priserna på fordonen bli konkurrenskraftiga. Genombrottet verkar komma i Asien med länder som Japan, Sydkorea och Kina.

Japan satsar nu massivt på en infrastruktur för vätgas-bränslecellsfordon med en snabb uppbyggnad av tankställen för vätgas. Under de olympiska spelen i Tokyo planeras för några tusen bränslecellsfordon och 30-40 tankstationer.⁵ Toyota Mirai är den japanska fordonsindustrins nya flaggskepp.⁶

Ett par fördelar med denna teknik gentemot den rena batterilösningen är att vätgasen kan tankas på ca 5-6 minuter för en körsträcka på 50-60 mil och den påverkas bara i liten grad av kyla då den producerar såväl elektricitet som värme.

Sydkorea har med sin tredje generation bränslecellsbilar, Hyundais personbil Nexa, visat upp ett fordon i världsklass. Med sin pålitlighet, även vid låga temperaturer och sin topplacering vid internationella krocktester har den stora möjligheter att konkurrera med traditionella bilar på världsmarknaden. Det är den första bränslecellsbilen som i alla delar har byggts med god komfort och ett bra bagageutrymme.

Kina har nu valt att satsa på bränslecellsteknik framför elförsörjning från enbart batterier. Elnäten anses inte kunna klara den ökade belastningen med massladdning av batterier. Dessutom kommer det att saknas tillräckligt med parkeringsplatser för laddningsmöjligheter i storstäderna. Subventionerna till infrastruktur för batteriladdning, samt till själva fordonen, tas gradvis bort till 2020 och överförs till bränslecellssatsningar med utbyggnad av tankstationer för vätgas.⁷ På grund av smogsituationen i städerna går nu även Kina mot ett vätgassamhälle där alternativa energikällor ersätter kolet.

EU satsar på "The European Union Hydrogen Highway"⁸ från Norge till Italien. Ett 60-tal tankställen för vätgas har redan installerats. Den enda felande länken är Sverige som föredrar att hålla sig avvaktande, vilket hindrar en kom-

5 <http://www.vatgas.se/2016/10/18/japan-vlll-visa-upp-vatgassamhalle-under-os-2020/>

6 <https://www.toyota.se/nya-bilar/mirai/index.json>

7 https://www.thepochtimes.com/chinas-electric-vehicle-industry-hit-hard-by-sudden-policy-shift-as-beijing-turns-toward-hydrogen-fuel_2865743.html?fbclid=IwA

8 <https://www.hydrogencarsnow.com/index.php/european-union-hydrogen-highway/>

plettering av projektet. År 2017 startades projektet ”Nordic Hydrogen Corridor (Blue Move)”⁹ för utveckling av vätgasinfrastrukturen i öresundsregionen.

Den brittiska regeringen är tillsammans med flera europeiska länder bl a Tyskland, Frankrike, Danmark och Norge starkt drivande i utvecklingen av en vätgasinfrastuktur.

Tyska regeringens mål för 2019 är att ha 100 tankstationer¹⁰ för vätgas, med sikte på att ha 400 stycken till år 2023.¹¹

Kalifornien kom igång tidigt med vätgassatsningen tack vare Arnold Schwarzenegger och planerar för hundratals tankstationer och 1 miljon vätgasfordon till år 2030.¹² Staten driver på utvecklingen i övriga USA. Det privata amerikanska företaget Nikola Motors¹³ satsar på bränslecellstekniken för sina framtida långtradare, med en planerad körsträcka på 100-150 mil efter 15-20 minuters tankningstid.

Det holländska gasföretaget, Holthausen Group, bytte för en tid sedan ut batteripaketet i en Tesla modell S mot ett vätgasdrivet bränslecellssystem. Räckvidden fördubblades därmed till 100 mil!¹⁴

Batterier passar framförallt för kortare sträckor och lättare fordon, medan bränslecellstekniken kan vara fördelaktig vid långresor och för tunga transporter. Mercedes Benz GLC F-cell har valt att kombinera båda i en bränslecellshybrid.¹⁵ Räcker inte gasen till närmaste station kan batterierna laddas genom en elsladd. Dessutom skapas då möjligheten att ta tillvara energi vid inbromsning och i nedförslut.

Även Indien satsar alltmer på såväl batteri- som vätgasbaserad teknik inför den ohållbara smogsituationen. Mercedes-Benz indiske chef förordar återhållsamhet med en ensidig satsning på batteribilar. Han förutspår att vätgas-bränslecellfordon kommer att vara dominerande år 2040.¹⁶ Vätgasbilar från Hyundai, Toyota och Honda säljs redan i Europa.

Sverige har redan fyra tankstationer för vätgas, i Mariestad, Arlanda, Umeå och Sandviken. En är under konstruktion i Växjö. Stockholmsförorten Västberga står på tur och ytterligare fem stationer är under planering med privata aktörer. Företaget Oazer¹⁷ öppnade nyligen stationen i Umeå. Deras affärsidé är

9 <http://www.scandinavianhydrogen.org/nhc/>

10 https://fuelcellworks.com/news/germany-new-hydrogen-fueling-stations-now-open-in-bayreuth-and-bergl/?fbclid=IwAR06j1bbUSYpkq6uPXeXy-KKlOcq6OafP7Mit_wHfku2uuJDSxy5hHFJsRE

11 <https://www.nyteknik.se/energi/tyskland-bygger-400-vatgasstationer-6402229>

12 <https://cafcp.org/sites/default/files/News-Release-2030-Vision.pdf>

13 <https://www.forbes.com/sites/alanohnsman/2019/04/14/can-a-15-billion-bet-on-fuel-cell-big-rigs-be-a-game-changer-for-hydrogen/#5fca1de4fe4c>

14 <https://www.nyteknik.se/fordon/holthausen-group-hackade-en-tesla-fick-den-att-drivas-av-vatgas-6882382>

15 <https://teknikensvarld.se/provkorning-av-mercedes-glc-f-cell/>

16 <http://www.thehindubusinessline.com/companies/plan-for-allelectric-cars-by-2030-not-viable-merc-chief/article10001745.ece>

17 <http://northswedenleantech.se/sv/cleantechforetag/oazer/>

att hyra ut stationer i form av skalbara moduler. Man kan alltså starta smått och vartefter bygga ut. I Arjeplog finns en station där man testat Europas bränsle-cellsbilar i vinterklimat. Danmark har redan tio tankställen och Norge bygger nya i snabb takt. EU väntar nu otåligt på Sverige. Utbyggnadstakten är beroende av en trygg finansiering. Därför erbjöd EU hjälp under förutsättning att en detaljerad plan lades fram av varje land som söker bidrag. Sverige avstod tyvärr från EU-samarbetet, trots att 25 EU-länder är med.¹⁸ Upplevs bränsle-cellstekniken som alltför hotfull?

Det ledande svenska företaget PowerCell¹⁹ utvecklar och levererar bränsle-celler, system och tjänster. De har utvecklat tekniken i mer än ett decennium för bil-, transport- och stationära applikationer.

Världen över lanseras allt fler bussar med vätgasförsörjda bränsle-celler. Buss 66 testkördes för några år sedan, med en sådan, på sträckan Södermalm–Norr-malmstorg.²⁰ Försöket pågick under två år, helt utan anmärkning, helt tyst och med vatten som enda utsläpp. Efter avslutad testperiod såldes bussarna till Tyskland. Vårt samhälle var tydligen ännu inte redo för denna revolutionerande teknik.

Toyota har nyligen lanserat en vätgasbuss under namnet, Sora, (Sky- ocean-river-air).²¹

Dieseldrivna tåg, på icke elektrifierade sträckor, har börjat utrustas med bränsle-cellssystem. Tyskland satsar redan på tekniken. Storbritannien är på gång. Japan Railways Group arbetar med att utrusta nya tåg med denna teknik och leder utvecklingen av det nya konceptet, mycket beroende på att landet inte har några egna tillgångar på fossila råvaror. I Europa har Ballard Power Systems och Siemens nyligen tecknat ett avtal om utveckling av bränsle-celler för att driva Siemens Mireo pendeltåg.²² Inga luftledningar behöver installeras vid dragning av nya spårlinjer.

Arbete i gruvor och tunnlar blir hälsosammare liksom arbetsmiljön inomhus där diesel- eller bensindrivna arbetsredskap ersätts med såväl batteri som bränsle-cellsdrivna elmaskiner.²³

De starkt förorenande tvåtaktsmotorerna i småbåtar, drivna av oljeblandad bensin, kan ersättas av batteridrivna elmotorer. PowerCell och Nimbus Boats förbereder elektrifiering av båten Nimbus 305 Coupé med denna lösning.²⁴ Hurtigruten lanserar inom kort ett sådant eldrivet alternativ.

18 <https://www.di.se/hallbart-naringsliv/sverige-avstar-eu-samarbete-om-vatgas/?loggedin=true>

19 <https://www.powercell.se/en/start/> <https://www.svd.se/sl-satsar-pa-vatgas-i-tanken>

20 <https://www.svd.se/sl-satsar-pa-vatgas-i-tanken>

21 <http://www.vatgas.se/2017/11/14/branslecellsdriven-elbuss-fran-toyota-redo-for-serieproduktion/>

22 <http://www.jarnvagsnyheter.se/20170111/5514/siemens-lanserar-mireo?page=1>

23 <http://www.fuelcelltoday.com/news-archive/2012/february/partnership-to-produce-five-fuel-cell-mine-locomotives>

24 <http://www.batliv.se/2017/03/15/nimbus-testar-vatgas-och-bransleceller/>

Norge planerar att framöver installera bränslecellstekniken i propellerplan för inrikesflyget.²⁵

Drönare kan flerdubbla sin flygtid med bränslecellstekniken, något som terrororganisationer tyvärr kan dra stor nytta av.²⁶

Amerikanska militären har börjat använda systemet i fält eftersom vätgas är lätt och elförsörjningen tyst när den används som generator.²⁷ Restprodukten vatten kan dessutom drickas efter tillskott av mineraler. Värmeutvecklingen är liten vilket minskar risken för upptäckt. Tysta fordon är också en fördel. Detta gäller även för flottan²⁸ inklusive ubåtar.²⁹

Annan användning

Som backup-system på sjukhus eller i kärnkraftverk uppskattas bränslecellstekniken på grund av sin pålitlighet. Inom IT-sektorn kan tekniken vara fördelaktig, om UPS-system (Uninterruptible Power Supply) saknas, eftersom elförsörjningen blir jämn, utan risk för haveri vid förödande spänningstoppar och -dippar.³⁰

En av de största "miljöbovarna" är stålindustrin. Enorma mängder kol och koks används i hela världen för att utvinna rent järn ur basråvaran järnmalm. Svensk stålindustri, med LKAB och SSAB i spetsen planerar att ersätta kol med vätgas, där rosten i järnmalmen avlägsnas genom s.k. direktreduktion. Vätgasen förenas med syret i malmen och bildar vatten som restprodukt, en gigantisk miljövinst. Denna extremt miljöbelastande industri uppskattas stå för c:a 10% av CO₂ och andra skadliga utsläpp. Sverige kan bli en av de första i världen med denna teknik. Detta kan dessutom bli startskottet för en massiv utbyggnad av elproduktion från alternativa energikällor som vind, vågor och sol för tillverkning av vätgas. Svenska staten lägger full kraft bakom projektet genom Vattenfall som kommer att stå för leveransen av el vid tillverkning av vätgas och AGA för själva produktionen. På sikt ska elen genereras från sol, vind och vatten samt överskott av el från näten under perioder av låg efterfrågan. Projektet pågår under namnet Hybrit. Sverige ligger helt rätt i tiden med en teknik som kan bli en betydande exportvara.³¹

Redan på 80-talet försökte det amerikanska företaget Ballard lansera bränslecellstekniken. I dag är de bland de världsledande i branschen. I Sverige drev Olof Tegström med familj projektet WELGAS i Härnösand.³² Där gav en 55

25 <https://fof.se/tidning/2018/5/artikel/nu-lyfter-elplanen>

26 <https://www.nyteknik.se/for-don/tiltrotor-dronaren-drivs-av-vatgas-6853942>

27 <https://www.armytimes.com/news/your-army/2017/07/11/army-begins-testing-off-road-vehicle-powered-by-hydrogen-fuel-cell/>

28 <https://newatlas.com/boeing-reversible-us-navy-fuel-cell/41726/>

29 <http://nationalinterest.org/blog/the-buzz/why-germanys-new-super-stealth-submarines-could-take-any-21021>

30 <http://www.vatgas.se/faktabank/vatgas-i-stationara-tillampningar/>

31 <https://www.nyteknik.se/innovation/svensk-stalindustri-bygger-unikt-lager-for-vatgas-6896651>

32 <http://www.hemab.se/omoss/vatgasiharnosand.4.2131c0d41518a7405a269f3.html>

kW vindgenerator elen till en vätgasproducerande elektrolysör. Den tillverkade vätgasen användes sedan till bl.a. matlagning och bakning samt till att driva en ombyggd Saab med bibehållen ottomotor. Överskottet gav, genom en bränslecell, den el och värme till huset de behövde då det var vindstilla. Martin Hultman skriver i "Den inställda omställningen"³³ om den konflikt projektet gav upphov till i svensk miljöpolitik.

Nu 30 år senare har Hans-Olof Nilsson utvecklat ett liknande system, med solceller på taket som alstrar energi till en elektrolysör som delar vatten till vätgas och syre.³⁴ Vätgasen lagras och används när solcellerna inte ger energi för att alstra el i huset. Erfarenheterna från huset i Agnesberg i Göteborg har använts i bl.a. Mariestad och Vårgårda och redovisas på annan plats i temanumret.

Mariestads kommun ger prov på en visionär helhetslösning där bl.a. solenergi, lagrad som vätgas, framöver ska kunna försörja inte bara den nyinstallerade tankstationen med vätgas utan även ge energi till en förskola. En solcellspark har byggts upp.³⁵

Skellefteå Kraft deltar för närvarande i bygget av en villa som ska bli självförsörjande på energi.³⁶ Elen ska produceras med hjälp av solenergi. Överskottet av el från den solrika delen av året kommer att kunna lagras i form av vätgas.

Gotland skulle kunna bli pionjär i en storskalig lagring av vindenergi.³⁷ Elförsörjningen från fastlandet är opålitlig med ofta förekommande avbrott. Att lagra el från den nyckfulla vindkraften genom tillverkning av vätgas är på väg att bli verklighet. På samma sätt kan solenergi användas.

Vätgasproduktion

Vätgas har hittills framförallt producerats genom energikrävande ångreformerings av naturgas. Jämfört med förbränning av gasen ger vätgas-bränslecellstekniken en 30 %-ig miljövinst. Alla raffinaderier världen över använder vätgas vid tillverkning av diesel och bensin. Saudiarabien och Arabemiraten insåg dock nyligen att produktion av vätgas genom elektrolys av vatten³⁸ med energi från sol och vind har blivit ett billigare alternativ.

När den snabbt ökande produktionen av el från alternativa källor gör det svårare att reglera de nationella elnäten, kan uttag av el för vätgasproduktion göras centralt, reglerat av modern IT-teknik, och ge den utjämnande effekt som är nödvändig för att dessa källor ska kunna integreras i vårt energisystem. Tekniken har

33 Martin Hultman, Den inställda omställningen

34 https://www.energivarlden.se/artikel/han-kopplade-bort-sig-fran-natet/?fbclid=IwAR1H7wtiBDkM_9MS6l7rggEjX41CS4vUlyjm7sbG_S-QjmCLB9-E9kegPLI

35 <http://www.vatgas.se/2017/12/04/soldriven-vatgasstation-i-mariestad/>

36 <http://www.vatgas.se/2017/10/18/varldens-forsta-soldrivna-hus-for-kalla-klimat-byggs-i-skelleftea/>

37 <http://www.vatgas.se/2017/12/01/lat-gotland-lagra-overskott-pa-el-som-gas>

38 <http://www.horizoncurriculum.com/supportmaterial/introduction-to-electrolyzers-and-fuel-cells/>

alltså blivit en förutsättning för utveckling av den alternativa energiproduktionen.

Norska Nel Hydrogen³⁹ är ett av Europas dominerande företag för vätgastillverkning genom elektrolys av vatten. De har nu kapacitet att bygga 300 tankstationer per år för vätgas. Nikola Motors i USA har valt dem till sin planerade satsning på tankstationer för vätgas över hela USA under sin lansering av bränsleförsedda långtradare.

Den 7 april 2019 skriver Tidningen the Guardian⁴⁰ att världen använder ca 55 miljoner ton vätgas om året i diverse industriella sammanhang. Till år 2040 beräknas efterfrågan ha ökat till 80 miljoner ton. Notera att bränslecellsbilarna av idag förbrukar ca 1 kg vätgas per 10 mils körning!

Företagen Metacon⁴¹ och EcoBioFuel⁴² tillverkar vätgas med lokalt producerad biogas från avloppsreningsverk och sopstationer som källa. Biogasen reformerar till vätgas med katalytisk teknik. Ett av företagens mål är att sprida tekniken internationellt vilket skulle medföra en enorm miljövinst. Samtidigt satsar de på utbyggnad av tankstationer för vätgas i enlighet med EU:s planer för förverkligandet av vätgaskorridorerna nord-syd och öst-väst.

Det svenska företaget Plagazi arbetar med och marknadsför en teknik som kallas plasmaförgasning.⁴³ Blandade sopor inklusive alla former av plast, bildäck, byggavfall, mediciner, kemikalier och giftigt slam från våra avloppssystem bryts ner till grundämnen. De helt ofarliga resterna kan återvinnas eller användas som bygg- eller fyllnadsmaterial. Stora mängder vätgas bildas. En del används för att uppehålla processerna, men en större del kan säljas till rimliga priser. Samtidigt blir den resterande avfallsmängden betydligt mindre i jämförelse med annan teknik. På sikt kan denna lösning förvandla våra sopberg till en tillgång, där enorma mängder vätgas skulle kunna bidra till att försörja vårt samhälle med energi. Denna teknik kan bli en betydande exportvara för Sverige!

Med den norska Kvaernermetoden delas naturgas, CH₄, upp i vätgas och rent kolpulver med hjälp av en elektrisk ljusbåge.⁴⁴ Pulvret är mycket eftertraktat inom flera industriella sammanhang och betingar ett högt pris.

Lagring

Tyskland har ett välutvecklat nätverk av ledningar för naturgas liksom en stor del av övriga Europa. Detta system kan hantera upp till en 20%-ig inblandning av vätgas utan kostsamma förändringar. Överskott av vätgas, med t.ex. sol- och

39 <https://nelhydrogen.com/>

40 <https://www.theguardian.com/environment/2019/apr/08/the-perfect-storm-woodside-energy-and-siemens-invest-in-australias-hydrogen-economy?fbclid=IwAR1181RXit1Y805VV7O70Jmoi7sPB LpsPIHfXz6HIIIXN8oBks-6XJ4FGSZY>

41 <https://metacon.se/sv/hem/>

42 <http://www.framtidensenergibolag.se/>

43 [file:///C:/Users/Bj%C3%B6rn/Downloads/Plagazi%20Processen_2016-12-06%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Bj%C3%B6rn/Downloads/Plagazi%20Processen_2016-12-06%20(1).pdf)

44 https://en.wikipedia.org/wiki/Kv%C3%A6rner_process

vindenergi som energikällor, kan tillföras detta nätverk.⁴⁵ Rörssystem för ren vätgas är under ökad uppbyggnad. Vid begränsat utrymme kan gasen komprimeras till 700 atmosfärers tryck i krocksäkra kolfiberförstärkta stålcyllindrar.

En annan metod att lagra vätgas är i form av metallhydrid i pulverform som tål alla typer av ovarsam behandling.

Kol i nanostruktur kan absorbera avsevärda mängder vätgas, vilket är en teknik under stark utveckling.

Nedkyld till flytande form vid minus 253 grader, kan gasen lagras i speciella termosar och används framför allt som kortsiktig lösning där andra alternativ saknas. Till nedkylningen går 30% av energiinnehållet åt. Metoden har använts i raket och i ett av BMWs fordonsprojekt. Med detta koncept kan vätgas användas som framtidens rena flygbränsle, lagrat under en upphöjning på ovansidan av planet. Vid användning i propellerplan blir de skadliga utsläppen noll. Tack vare den låga vikten skulle antalet passagerare kunna öka.

Metanol, CH₃OH, kan, efter att ha passerat en omvandlare där den enda kolatomen och syret avlägsnats, leverera vätgas till en elproducerande bränslecell.

Ammoniak, NH₃, är på väg att ta första plats som lagringsmedium⁴⁶ för gasen. I Australien planeras lagring av massiva mängder sol- och vindenergi i denna form för försäljning världen över. Japan kan bli den första storkunden. Ammoniak tillverkas och transporteras redan jorden runt i stora mängder. Den är nämligen den huvudsakliga råvaran till kväverik gödsel. Ett revolutionerande metallfilter har nyligen tagits fram i det statliga australiensiska forskningslaboratoriet CSIRO⁴⁷, som släpper igenom vätet men inte kvävet från ammoniak. Inom kort kommer ren vätgas från ammoniak kunna tas fram, efter behov, på tankstationerna för vätgas.

Säkerhet

Vätgasen har ibland oförskyllt anklagats för att ha orsakat förödelse och död. Få av oss kan minnas en särskild dramatisk händelse 1937, men de flesta har hört talas om olyckan. Den fick i pressen namnet Hindenburg-katastrofen.^{48,49} Höljet till en tysk vätgasfylld gigantisk ballong, en s.k. zeppelinare, antändes av ett blixtnedslag efter att ha förankrats i ett stältorn under ett våldsamt åskväder. Ballongen hade skyddsbehandlats med något som, enligt modern granskning, kemiskt sett kan beskrivas som raketbränsle. De få personer som skadades eller dog, gjorde det därför att de hoppade från gondolen eller brändes av nedfal-

45 <https://www.nyteknik.se/energi/vindkraft-lagras-i-gasnatet-6402596>

46 <http://www.vatgas.se/faktabank/>

47 <https://www.csiro.au/en/Research/EF/Areas/Low-emissions-technologies/Hydrogen-membrane>

48 https://sv.wikipedia.org/wiki/Luftskeppet_Hindenburg

49 Dougald Macfie Väg och transportforskningsinstitutet ”Vätgas och bränsleceller” s.43

lande delar av höljet, och inte av någon explosion, som inte ens inträffade. Vätet som ballongen innehöll, universums lättaste grundämne, vägde ca en fjortondel av den omgivande luften och steg följaktligen rakt upp och brann med en nästan osynlig låga. Ren vätgas kan inte explodera om den inte först blandats med luft. Påståendet att ballongen skulle ha gjort detta är alltså ett missförstånd. Myten har repeterats tills den framstått som sanning.

Beträffande säkerhet och explosionsrisk är det viktigt att påpeka att alla energibärare, exempelvis bensin och naturgas, bör behandlas med kunskap och respekt. Gasföretaget AGA tog på 80-talet, tillsammans med andra europeiska energiföretag, initiativet till en jämförande studie om de olika bränslenas karaktärer ur säkerhetssynpunkt. Olika aspekter testades genom att spränga rivningsfärdiga byggnader i f.d. Östberlin. De graderades ur säkerhetssynpunkt från 1 till 10. Vid efterföljande utvärdering hamnade vätgas någonstans i mitten. Den potentiellt livsfarliga elektriciteten har vi lärt oss leva med. Säkerhetsaspekterna runt vätgasens hantering är numera väl reglerade, eftersom gasen har använts i stor skala i industriella processer de senaste hundra åren.

Tanken att krocka med en vätgasbil väcker en naturlig känsla av oro hos många. Den sydkoreanska vätgasdrivna, bränslecellsdrivna elbilen Hyundai Nexo klarade nyligen ett kollisionssprov med glans.⁵⁰

Ändrade spelregler

Hade inte John D. Rockefeller eller någon annan i början av förra seklet insett vilka enorma rikedomar och affärsmöjligheter som doldes i den, fram till dess outnyttjade svarta oljan, hade den då unga bilindustrin förmodligen fortsatt med satsningen på elfordon. Såväl batteritekniken som vätgas-bränslecell-elkonceptet var under utveckling men övergavs i konkurrensen med de framväxande fossila bränslena och med dem explosionsmotorn. Hur många krig, i oljans namn, hade kunnat undvikas om sol-, vind- och vattenenergi i stället kontinuerligt hade skördats lokalt? Man kan se den fossila eran som ett beklagligt misstag och inte som en förutsättning för vår civilisation. Energibäraren vätgas hade helt enkelt tagit de fossila bränslenas plats. Om den fantastiskt mångsidiga fossila oljan inte längre skulle användas som bränsle skulle jorden få en chans att återvinna balansen.

Vilka faktorer har förändrat spelreglerna i energivärlden? Smogfyllda städer och den snabbt ökande globala uppvärmningen är kända orsaker. Avgörande är att priset på solel dramatiskt har sjunkit. I Saudiarabien låg priset på el runt 15 öre kwh sommaren 2017 och i Tunisien 25 öre. Ironiskt nog är nu Saudiarabien

50 <https://www.industritorget.se/nyheter/hyundai+nexo+bel%C3%B6nas+med+5+stj%C3%A4rnor+i+euro+ncap/21651/>

ett av de länder som satsar på tillverkning av vätgas med solenergi därför att det har blivit det billigaste alternativet!

Ökande flyktingströmmar har börjat göra oss medvetna om att stora förändringar är på gång. Det blir allt svårare att tysta ned dem som försöker dölja vetenskapliga fakta. Medan många politiker framför allt kämpar för att få röster måste industrin vara mer lyhörd för att överleva. Fossila bränslen blir allt mer svårtillgängliga och dyra att ta fram. Ökande konflikter mellan gulfstater riskerar att i närtid leda till blockad av Hormuz-sundet där ca 30 procent av världens havsburna olja passerar, med global ekonomisk kollaps som trolig följd. Vårt beroende av den lättillgängliga oljan har gjort oss sårbara.

Pengar som skulle kunna subventionera utvecklingen av alternativ energiteknik går fortfarande i stor utsträckning till subvention av olje- och kolproduktion. Vid alla paradigmskiften skapas såväl förlorare som vinnare. Vi kan välja vilken värld vi vill främja på lång sikt. För många är vätgasen för dyr att framställa vilket borde göra utvecklingen orealistisk. Svaret är att hög kvalitet kostar. Allt är dessutom dyrt i början men priserna sjunker snabbt vid massproduktion. Här gäller det livskvalité för kommande generationer.

Fossila bränslen släpper inte bara ut koldioxid utan har dessutom en allmänt nedsmutsande, försurande och förgiftande effekt på vår jord. Det tog miljontals år att lagra solens energi i form av kol, gas och olja. Numera kan man direkt skörda den tack vare solceller, vindgeneratorer och vattenturbiner. Den producerade elen kan lagras i form av vätgas. Om många av oss drar åt samma håll kommer vi kanske så småningom att kunna vända de fossila bränslena ryggen.