

Vätgas, H₂

Vätgas är en flexibel energibärare med många möjliga tillämpningar och en av dem är som drivmedel i fordon. Vätgas kan tillverkas av vatten, fossila bränslen eller biomassa. Vid dess användning, till exempel i en bränslecell eller genom förbränning, bildas inte koldioxid utan istället vatten. Användning av vätgas som drivmedel kan därmed bidra till att reducera växthusgasutsläpp och utsläpp av partiklar från transporter. Likt användningen av el i batterifordon beror vätgasens klimatpåverkan till stor del på hur den tillverkas.

Användning

Vätgas används idag främst för framställning av ammoniak samt för oljeraffinering. Framöver väntas en rad nya tillämpningar av vätgas. De tydligaste exemplen med potentiellt stora volymer är som industriråvara, till exempel för stålproduktion, som energilagring, som drivmedel och som råvara för framställning av andra drivmedel. Vätgas är exempelvis en central komponent vid tillverkning av HVO (eng. hydrogenated vegetable oil) och elektrobränslen.

Det finns idag två modeller av vätgasbilar på den svenska marknaden, Hyundai Ix35 och Toyota Mirai. Dessa bilar använder sig av bränsleceller för att konvertera den kemiska energin i vätgasen till elektricitet för att sedan driva en elmotor av samma sort som finns i elbilar. Sådana bränsleceller kan nå nära den dubbla verkningsgraden som vissa förbränningsmotorer.

Bränslecellstekniken är speciellt attraktiv som ett alternativ till rena batterifordon för tillämpningar som kräver längre räckvidd och tung last, eller där den relativt korta tanktiden är en betydande fördel. Bränsleceller i lastbilar och bussar kan därför vara de marknader som växer fram först. I synnerhet har tunga lastbilar med bränsleceller väckt stort intresse. Toyota, Hyundai och Daimler tillsammans med Volvo Lastvagnar hör till aktörer som satsar på området. I Göteborg rullar vätgasdrivna sopbilar från Scania.

I Sverige finns i dagsläget fem vätgastankstationer: Arlanda, Göteborg, Sandviken, Umeå och Mariestad. Fram till 2023 har danska Everfuel planer för ytterligare femton stationer varav tio tillsammans med OKQ8. Även andra aktörer har planer i olika skeenden, till exempel REH₂, Orange Gas och Hynion.

Vätgas kan bli ett alternativ inom flyget och sjöfarten eftersom drivmedlets energidensitet är av yttersta vikt i flygplan och fartyg (då i flytande form eller kemiskt bunden, se nedan). Här har till exempel Airbus presenterat tre koncept för vätgasflygplan under samlingsnamnet ZEROe.

Produktion

Enligt IEA, International Energy Agency, tillverkades ungefär 117 miljoner ton vätgas under 2018. 98 procent av denna vätgas producerades från fossila energikällor, främst från naturgas (s.k. grå vätgas) i Europa och USA och främst från kol (s.k. svart eller brun vätgas) i Kina.

Tillverkningen resulterar i stora direkta utsläpp av koldioxid (CO₂) per producerad mängd vätgas; runt 10 kg CO₂/kg H₂ med naturgas och 19 kg CO₂/kg H₂ med kol. Dessa utsläpp är i huvudsak koncentrerade till stora anläggningar, vilket skulle kunna underlätta avskiljning och geologisk lagring av koldioxiden, CCS (carbon capture and storage). På grund av otillräckliga ekonomiska incitament tillämpas dock inte CCS i någon större utsträckning idag. Vätgas tillverkad från fossila källor med CCS kallas ibland blå vätgas.

Vätgas kan tillverkas via en process som kallas elektrolys, där vatten spjälkas till vätgas med hjälp av elektricitet. Biprodukter från elektrolys av vatten är syrgas (O₂) samt värme. Om elektriciteten som tillförs processen har genererats från fossilmfria energikällor kan vätgas produceras med mycket låga utsläpp av växthusgaser. Detta kallas grön vätgas. Om elektriciteten däremot produceras via förbränning av fossila bränslen är vattenelektrolys oattraktivt från ett växthusgasperspektiv på grund av de stora omvandlingsförlusterna. Som jämförelse blir växthusgasutsläppen lägre om vätgasen i så fall produceras direkt från fossila bränslen, utan att de fossila bränslena först förbränts för att producera elektricitet.

Idag finns det finns flera etablerade vattenelektrolystekniker, och alternativa tekniker befinner sig i olika utvecklingsstadier. Den globala installerade kapaciteten är endast runt 100–200 MW (baserat på ingående eleffekt), men stora tillskott väntas inom de kommande åren. I EU:s vätgasstrategi finns ett mål på 40 GW installerad vattenelektrolyseffekt till 2030.

Vätgas kan också tillverkas från biomassa, även om det generellt inte tillämpas industriellt idag. De två mest lovande produktionsvägarna är förgasning av lignocellulosa eller massaindustrins svartlut samt reformering av biometan. Den senare teknologin är mycket lik produktionen av vätgas från naturgas.

Lagring

Vätgas är den lättaste av alla molekyler: vid rumstemperatur och atmosfäriskt tryck upptar ett kg vätgas cirka 11 m³. För att praktiskt kunna använda vätgas som drivmedel måste dess energidensitet ökas så att den kan lagras i ett fordon. Det kan ske genom kompression eller förvätskning, där den senare tekniken leder till en högre energidensitet. Båda teknikerna är energikrävande, särskilt förvätskningsprocessen som kräver omkring 30 procent av vätgasens energiinnehåll.¹ I dagens vätgasfordon lagras vätgasen som komprimerad gas vid ett mycket högt tryck: 350 bar i lastbilar och 700 bar i personbilar.

1. I förvätskningsanläggningar med dagens bästa tillgängliga teknik går det åt ungefär 10 kWh el/kg vätgas som förvätskas (lägre värmevärde $H_2 = 33 \text{ kWh/kg } H_2 \rightarrow 10/33 = 0.3$).

Vill du läsa mer?

- Andersson, J. & Grönkvist, S. (2019). Large-scale storage of hydrogen. International Journal of Hydrogen Energy. Vol. 44, Issue 23, pp. 11901-11919.
- Berstad, D., Skaugen, G. & Wilhelmsen, Ø. (2021). Dissecting the exergy balance of a hydrogen liquefier: Analysis of a scaled-up claudie hydrogen liquefier with mixed refrigerant pre-cooling. International Journal of Hydrogen Energy. Vol. 46, Issue 11, pp. 8014-8029.
- European Commission (2020). A hydrogen strategy for a climate-neutral Europe.
- f3 (2020). Faktablad om elektrobränslen.
- Fossilfritt Sverige (2020). Strategi för fossilfri konkurrenskraft: Vätgas.
- IEA (2019). The Future of Hydrogen. Seizing today's opportunities. Technical Report.
- IEA (2021). Net Zero by 2050: A Roadmap for the Global Energy Sector. Flagship Report.
- IEA Bioenergy, Task 33 (2018). Hydrogen from biomass gasification.
- International Renewable Energy Agency, IRENA (2019). Hydrogen: A renewable energy perspective.
- Vätgas Sverige. Nationell organisation med syfte att fungera som initiativtagare, samordnare och kunskapsspridare om vätgas som energibärare.
- World Bank Energy Sector Management Assistance Program (2020). Green Hydrogen in Developing Countries.

Tekniker för att kemiskt omvandla vätgasen till olika mer hanterbara substanser för lagring undersöks också. Att lagra vätgas i ammoniak, metanol, metan eller så kallade flytande organiska vätgasbärare (eng. liquid organic hydrogen carriers, LOHCs), kan komma att bli relevant i vissa tillämpningar i framtiden, till exempel som drivmedel inom sjöfarten eller flyget.

Potential och hinder

Vätgas är attraktivt för användning inom många olika tillämpningar, varav drivmedel är en. För tillfället utvecklas användning av vätgas främst inom industrisektorn. Potentialen för ett mer samhällsovergripande genombrott avgörs både av tillgången på vätgas, möjligheterna till lagring och transport av vätgas, samt den politiska inriktningen.

Användningen av vätgas i bränslecellsfordon begränsas idag av höga kostnader för bränslecellen och vätgastanken såväl som för själva vätgasen. Utbyggnaden av infrastruktur för vätgastankning är också en kritisk faktor samt den närliggande konkurrenssituationen med batterifordon, i synnerhet för lättare fordon. Komplicerade och oförutsägbara tillståndsprocesser ses också som ett betydande hinder för vätgasen. Det finns även ett behov av att informera och utbilda om säkerhetsaspekter, framför allt utanför industrin.