

Teknologier med stor inverkan på bergmaterialindustrin. Vad sker i omvärlden vad gäller batterier och bränsleceller?

*Sten Bergman
StonePower AB*

Sammanfattning

Högeffektbatterier, till skillnad från de som används i telefoner, hemelektronik, datorer etc., genomgår just nu en stark utveckling. Från att ha utgjort bara någon procent av batteri-marknaden tror många experter att batterier för fordon kommer att utgöra mer än tre-fjärdedelar av marknaden senast år 2050. Att möta behovet om över 3 000 GWh årlig batterikapacitet kommer att enbart i Europa kräva minst 30 Giga-fabriker! Det är en sexfaldig ökning från dagens fem fabriker i Europa.

Tillväxten i batterimarknaden ligger på närmare 10–20 på årsbasis och priserna sjunker i motsvarande takt. Nya avancerade och billigare material ersätter gamla. Utfasningen av kobolt pågår sedan länge. Produktionen förenklas och effektiviseras. Nya fabriken poppar upp inte bara i Asien utan också i Europa och Sverige.

För 10 år sedan kostade ett Litiumjonbatteri (på packnivå) drygt 10 000 kr/kWh. Idag är priset nere i 2 500 kr/kWh och man uppskattar att redan 2025 kommer det att vara under 1000 kr/kWh. Det betyder en kostnadsänkning med 90 % under en 15-årsperiod.

Batteritekniken genomgår således fortfarande en stark utveckling. Nya material studeras, som kan göra batterierna energitätare, kunna leverera högre effekt, uppvisa beständighet mot temperaturvariationer etc. Nu talas om nästa generation batterier, som fram till 2030 skall dubbla dagens prestanda. Forskningen inriktas där på nano-material, som grafen och helt nya kemier t ex, Litum-luft, Litum-Svavel, Natrium-jon.

Batteritekniken är dock inte helt ohotad. Även om fordonsindustrin ställer om till rena eldrifter så kommer exempelvis bränslecellen in som potentiell kandidat för energitillämpningar. Fördelen med denna är att elproduktionen sker helt nästan utan rörliga delar. Problemet, fram tills nu, har snarare handlat om produktionen av själva drivmedlet, rent väte.

Den snabba teknikutvecklingen som framtagande av högeffektiva och billiga elektrolysörer innebär att produktionen av ”grön” vätgas kan ske både effektivt, lokalt och baserad på förnyelsebar energi (sol, vind, vatten). Strategier utvecklas nu för att återhämtningen från COVID19 pandemin skall bli så positiv som möjligt och fokuseras därför på uppbyggnad av infrastruktur för vätgas.

Bakgrund

Icke-laddningsbara litiumbatterier, ”litiummetall batterier”, med olika kemiska kompositioner men som alla använder metalliskt litium som anod, introducerades redan under 1970-talet. Dessa batterier har högre energitäthet än alkaliska- och brunstensbatterier och är bättre på att klara av höga strömpulser. Ett segment där dessa egenskaper var av stor betydelse och som drev på utveckling var inom fotografering, där användandet i tidiga versioner av kompakt-kameror var stort.

Nickelmetallhydridcellen

Introduktionen av nickelmetallhydridbatterier (NiMH) 1989 har inneburit att de miljöfarliga nickel-kadmiumbatterierna har kunnat fasas ut från flertalet konsument-applikationer. Produktutvecklingen har gått mycket snabbt och i dag finns special-celler för hög effekt, snabbaddning samt högtemperatur. Dessa celler är unika så till vida att de inte behöver laddas före första användningen och de kan återuppladdas hundratals gånger.

Litiumjoncellen

Under senare delen av 1970-talet formulerade den franske kemisten Michel Armand den första idén om ett batteri där litiumjoner rörde sig fram och tillbaka mellan den positiva och negativa elektroden där man använde sig av så kallade interkaltionsmaterial med olika potentialer vilket utgör grunden för dagens Li-jon batterier. 1980 upptäckte den amerikanske kemisten John B. Goodenough det positiva elektrodmaterial litiumkoboltoxid (LiCoO₂) och några år senare visade den marockanske forskaren Rachid Yazami att grafit kunde användas som negativt elektrodmaterial.

Efter vidare forskning och utveckling av grafitanoden, separatorer och elektrolyt, vilket genomfördes av bland annat Jeff Dahn, Kanada, och Akira Yoshino, Japan, under senare delen av 1980-talet var det Sony som 1991 lanserade den första kommersiella Li-jon battericellen. Dessa Li-jon batterier var baserade på LiCoO₂ som katodmaterial och grafit som anodmaterial. Kobolt är dock ett ämne som man nu börjar frångå av flera skäl.

Utveckling av nya högeffekt litium-jonbatterier

Litiumjonbatterier är egentligen samlingsnamnet på ett flertal litiumbaserade kemier. Genom att ändra på anod- och/eller katod-material, samt elektrolyt, erhålls olika egenskaper så som energi- och effektprestanda. I samband med millennieskiftet intensifierades forskning och utveckling av nya litiumteknologier. I dagsläget används litiumjonbatterier i allt från mobiltelefoner och handverktyg, till elektrifierade personbilar och tunga fordon samt stationära energilagrar. Man skiljer dock på energibatterier och effektbatterier.

Forskningen kring bättre och billigare batterier har mer eller mindre exploderat under de senaste åren. Utvecklingen sker inom flera samverkande områden. Material, anod/katod utformning, elektrolyter, förpackning, brandskydd, miljöfrågor, kompaktering och återvinning.

Syftet är att öka energiinnehåll, effektförmåga, livslängd samt att göra batterierna billigare. Produktionsteknik utvecklas och ett antal större "gigafabriker" byggs just nu världen över. I Sverige pågår hos NorthVolt en storskalig batteritillverkning i Skellefteå och Västerås.

Nanotekniken ger nya möjligheter

Ett axplock ur den ökande strömmen av "forskningsgenombrott" under senare tid ges nedan:

- Företaget N1 Technologies i USA håller på att utveckla sitt NanoBolt batteri. I denna används flera kollager i en sandwich-konstruktion, förbundna med en kopparanod. Fördelen har blivit en mycket snabbare laddning och en ökad energitäthet.
- BMW och Daimler samarbetar med tekniken i Silanano. Ett kiselbaserat batteri (dvs anoden) som ger ca tre gånger bättre prestanda än ett grafitbaserat batteri.
- University of California har utvecklat ett batteri med guld-nanotrådar som uppges kunna laddas över 200 000 gånger. Batteriet påminner därför om en superkondensator.
- Toyota håller också på med superkapacitanser i sina kommande batterier. Fördelen, menar man är en temperaturtålighet mellan -30 till 100 grader Celcius. Alltså betydligt bredare än dagens Litiumjonbatterier, som helst skall användas med drifttemperaturer runt rumstemperatur, 20–25 grader C.
- University of Texas har i sin forskning bytt ut katoden till en blandning av Nickel, Mangan och Aluminium (ca 90 %) och fått anmärkningsvärda resultat.
- Företaget SVOLT i Changzhou, Kina menar att man nu fått ett batteri, som ger körsträckor på 800 km per laddning möjlig.
- I vårt grannland, Finland har University of Eastern Finland utvecklat "hybrid-anoder" med inblandning av kiselmikropartiklar.
- University of San Diego har koncentrerat sin forskning på nya anodmaterial och använder sig av jordbaserad Litium (bergsalt), vanadin och syre. Genom detta har man uppnått 70 % mer energitäthet och fått ett batteri, som är både snabbare och säkrare

- Grafentekniken börjar också komma till användning i batterier. Grabat och Graphenon är en teknik som lär kunna ladda ett Litiumjonbatteri ca 30 ggr snabbare och samtidigt ge en körsträcka på över 800 km.
- Nya förutom batterimaterialen tilldrar sig batteri-kemierna också ett ökat intresse. IBM har rapporterat att man utvecklat ett batteri från havsvatten. Det rör sig då troligen om natrium (salt) som kemi.
- Monash University har med sin Litiumjon-svavelkemi kunnat komma upp i 1000 mil körsträcka per laddning. Man påstår också att ett vanligt mobilbatteri skall klara 5 dagar utan att behöva laddas.



Figur 1 Batterier omfattar en mängd komponenter och förutom celler behövs kapsling, övervakning m.m. för att bilda batteripaket

Samma teknik studeras intensivt även i Tyskland. Man tror att ett Natrium-jonbatteri skulle kunna resultera i mycket billigare batterier. Tiden till kommersialisering ligger dock minst tio år i framtiden, då många frågor fortfarande återstår att lösa, påstår de som känner till tekniken.

Andra, gamla batteritekniker, lyfts nu också fram ur gömmorna. Aluminium-luft batterier tros kunna ge körsträckor på över 1000 mil och University of Sydney har påbörjat nya studier av det gamla Zink-luftbatteriet. (Om ni minns den första elbilen i Sverige i början av 2000 talet så var det en norsk bil som hette Think. Bilen var utvecklad i Norge 1991, sen av Volvo som då ägdes av Ford Motor Company och slutligen hamnade den i Norge igen. Bilen kördes på s.k. Zebra batterier från Schweiz.)

Just säkerheten står i fokus när man vill snabbbladda batterierna. Till exempel så undersöks nu en ny teknik för att ladda större batterier med 400 kW. Detta kan ske genom en bättre temperatur-kontroll hos cellerna. Panasonic utvecklar också ett nytt koncept för batteri-styrning just med den principen.

Varför satsas så mycket resurser på katodmaterialen? Jo, helt enkelt för att mer än 22 % av batterikostnaden hänger samman med just katoden. Den är även central när det gäller livslängden hos batteriet.

Batterimarknaden expanderar

År 2013 utgjorde elbilsbatterier endast 5 % av den globala marknaden. För tre år sedan var det globala samlade batteribehovet för elfordon 70 GWh per år. Marknaden för elbilsbatterier kommer år 2025, alltså bara om fem år överstiga 1 000 GWh tror nu många experter. Detta innebär att vid den tidpunkten kommer effektbatterier att utgöra minst 75 % av alla batterier som tillverkas. På 12 år skulle såldes effektbatterier ha ökat sin andel med 15 ggr!

Tyska Electrive tror dock att globala behovet skulle kunna vara så högt som 3 000 GWh redan år 2030. Detta skulle innebära ett behov av minst 30 Giga-fabriker, å la Tesla GigaFactory, enbart i Europa.



Figur 2 NorthVolts Litiumjonfabrik

Batteripriserna på väg ner

Enligt analyser som den schweiziska investmentbanken UBS gjort kommer Panasonic/Tesla, LG Chem, Samsung SDI och CATL stå för 70 % av marknaden av celler till elfordon 2025 och att kostnaden på cellerna sjunker med ungefär 10 % under de kommande två till tre åren. Tesla anser sig klara den magiska gränsen på 100 USD/kWh inom kort, om de inte redan passerat. Rykten säger också att VW redan säkrat batteripriser på denna nivå för sin kommande ID3.

Roland Berger menar att Panasonic/Tesla, LG Chem, Samsung SDI och CATL står för 82 % av marknaden 2021 och att då kostar cellerna till en PHEV 140 USD/kWh och för en BEV 105 USD/kWh.

Envision Energy sticker ut hakan och menar att en tillverkningskostnad för celler på under 50 USD/kWh nås 2025 och att kostnaden är under 100 USD/kWh redan nästa år. De menar att generellt i branschen kostar ett pack 190 USD/kWh och där cellkostnaden står för 76 %. Forskare vid Stanford tror att kostnaden för ett batteripack kommer under 100 USD/kWh inom de närmsta fem till sju åren.

En analytiker som kanske har bäst koll på batterikostnaderna för elfordon är Anderman och Total Battery Consulting. Nästa år räknar Anderman med att Teslas celler kostar 105 USD/kWh och att större EV-optimerade celler (78 Ah, pouch-format) 101 USD/kWh. Katodkostnaden står för 1/3 av cellkostnaden, vilket motsvarar 22 % av packkostnaden.

Anderman räknar på att, i medel, kommer nästa år ett pack på 60 kWh kosta 160 USD/kWh och 2025 kommer kostnaden sjunkit med 20 % till 128 USD/kWh. Om man följer Andermans antaganden för framtida kostnader så har han nu ändrat, eller uppdaterat, antagandena för 2020. 2016 antog han att packkostnaden inte skulle vara under 200 USD/kWh. Nu meddelar han att 2017 var kostnaden runt 160 USD/kWh.

Sammantaget kan sägas att samtliga prognoser för batteripriser som gjorts sedan 2010 har underskattat priset för fordonsbatterier. Utvecklingen går med andra ord allt fortare för varje år. Det är inte så konstigt, då alltför många väljer att satsa på både FoU och produktions-utveckling.

Kommersiella högeffektbatterier

Batterilager är inte något nytt. Vad som dock är nytt är att Litium-jontekniken medger att allt större batterikapacitet går att få in i små volymer. Detta har tilltalat energibranschen världen över.

Dessa batterilager kan nämligen fungera som utjämnare vid varierande produktion och elförbrukning. Genom att stora batterier kan anslutas till distributionsnät för nätägaren en bra möjlighet att styra nätet och hålla frekvensen. Vid störningar kan batterier gå in som reservkraft och vid eventuell överproduktion, som ofta är fallet med vindkraft, så kan energin sparas till senare tillfällen.

NorthVolt



Figur 3 Högeffektbatterimoduler från NorthVolt

Stora modulära (245 kWh) batteri-lager, som kan kombineras upp till 5 moduler erbjuds nu. Flera intressenter ser nu tillämpningar både inom energi och gruvnäring när det gäller energilagring och när det gäller att ersätta dieseldrivna anläggningar.

Modulariteten innebär stora fördelar då man ofta kan välja en dynamiskt konfigurerbar lösning och dessutom ersätta urladdade batterier även under drift.

Tesla GigaFactory 4



Figur 4 Teslas Berlinfabrik

figurerar för batterier upp mot 1 MWh/1MW.

Troligen kommer vi dock här att se kraftiga prissänkningar inom den kommande 10-årsperioden.

Tesla påbörjade redan 2015 att planera sin fabrik i Grünheide, Brandenburg i Tyskland.

Giga Berlin -Anläggningen som nu har kommit i i slutfasen av sin uppbyggnad utanför Berlin. Anläggningen som omfattar både efordons-tillverkning och batteri-produktion är planerad att starta under 2021.

Högeffektbatterier i kommersiella applikationer är fortfarande relativt dyra. Av det skälet finns i regel statliga stöd att testa och demonstrera tekniken. I Sverige kan en privat aktör således kunna få 60 % av kostnaden, men då talar vi om begränsade storlekar på batterierna. Oftast under 100 kWh. Budget-siffor runt ca 10 000 kr/kWh

Bränsleceller och vätgas

Bränsleceller har kommit och gått sedan 1980-talet. Stora forskningsinsatser har lagts på detta område under lång tid. Från att ha bromsat in under det senaste decenniet är nu satsningarna på väg tillbaka igen. Skälet heter materialutveckling och processteknik. Antalet komponenter i en bränslecell har drastiskt reducerats bara under det senaste decenniet.

Bränsleceller är elektrokemiska konstruktioner som omvandlar den energi som finns lagrad i ett bränsle till elektrisk energi. Det direkta sättet vilket omvandlar energin i bränsleceller ger dess ungefär dubbla verkningsgraden jämfört med en explosionsmotor. Väte i bränslecellen kombineras med syre från omgivande luft och leder till värme respektive elproduktion. Restprodukten är vatten.

För tillämpningar i fordon behövs bränsleceller med korta uppstarttider, hög effekttäthet och flexibel effektanpassning under drift. Idag passar dock bara en bränslecelltyp in på den beskrivningen, nämligen PEFC.

På grund av sin konstruktion, med vattenmolekyler funktionellt inkorporerade i elektrolytmaterialet, arbetar de vid en förhållandevis låg temperatur, strax under kokpunkten för vatten (100 C).

För effektanpassningens skull kombineras bränslecellen i bränslecellsfordon med mindre batteripack eller superkondensatorer, vilka absorberar snabba svängningar i effektbehovet.

Sedan år 2000 har kostnaden för bränsleceller reducerats med mer än 90 %. Från ca 275 \$/kW år 2002 till ca 47 \$/kW år 2012 och nu på väg mot under 30 \$/kW. Stora utmaningar finns dock fortfarande. En av dessa rör säkerheten. Andra rör hur komponenter som bränsletankar och förbindningar skall konstrueras, för att inte vätet skall läcka ut.



Figur 5 Bränslecellstack

Grön vätgasproduktion

Bränsleceller behöver ett bränsle. Det mest troliga bränslet är vätgas för bränsle-celler i fordon. Frågan är dock vad ”grön vätgas”, dvs vätgas producerad fossilfritt, kan tänkas kosta på sikt.

Konsultföretaget Bloomberg New Energy Finance gör bedömningen att förnyelsebar vätgas kan kosta ca 20 SEK/kg 2030 och ca 10 SEK/kg 2050 i Kina, Indien och Västeuropa. Då ingår produktion, distribution och lagring i den kostnaden. (Om kostnaden skulle vara cirka 10 SEK/kg är det ungefär samma pris som naturgas idag kostar i Brasilien, Kina, Indien och Skandinavien.)

Om priset når de nivåerna så kan förnyelsebar vätgas medverka till att upp till 34 % av alla globala utsläpp av växthusgaser försvinner. Vätgas kommer användas i de mest fossila bränsle-beroende sektorerna som t ex stålproduktion (HYBRIT), cementtillverkning, bränsle till fartyg, tåg, flyg samt tunga fordon och arbetsmaskiner.

Det behövs styrmedel för att förnyelsebar vätgas ska kunna konkurrera

Bloomberg New Energy Finance (BNEF) gör dock bedömning att just nu är produktionssystem för vätgas för litet och det behövs offentligt globalt stöd för att marknaden ska växa till sig. Det kommer behövas subventioner, men också att fossila bränslen beskattas mer för att vätgasens potential ska användas i riktigt stor skala globalt. De tror också att vätgas behöver subventioneras med ungefär 150 miljarder USD under de närmsta tio åren för att utvecklingen ska ske. Vidare är också nödvändigt att fossil koldioxid beskattas med 50-150 USD/ton koldioxid för att vätgas på sikt ska kunna konkurrera, även om priset blir lågt.

Elektrolysörer

Elektrolys är ett alternativ för väteproduktion från förnybara resurser. Elektrolys är processen att använda elektricitet för att dela upp vatten i väte och syre. Denna reaktion äger rum i en enhet som kallas en elektrolysator eller elektrolysör.

Elektrolysapparater kan variera i storlek från liten apparatstorleksutrustning som är väl lämpad för småskalig distribuerad väteproduktion till storskaliga, centrala produktionsanläggningar som kan knytas direkt till förnybara eller andra icke-växthusgasutsläppande former av elproduktion.

Väteproduktion via elektrolys kan erbjuda möjligheter till synergi med varierande kraftproduktion, vilket är kännetecknande för vissa tekniker för förnybar energi. Till exempel, även om kostnaden för vindkraft har fortsatt att sjunka, är den inneboende variationen i vind ett hinder för effektiv användning av vindkraft.



Figur 6 Kompakt elektrolysör



Figur 7 Pågående FoU rörande elektrolysutrustning

Vätebränsle och elproduktion kan integreras i en vindkraftspark, vilket möjliggör flexibilitet för att flytta produktionen för att bäst matcha resurstillgängligheten med systemets operativa behov och marknadsfaktorer. I tider med överskottsproduktion från vindkraftparker är det istället för att begränsa elen som vanligt görs möjligt att använda detta överskottsel för att producera väte genom elektrolys.

Elektrolysen bryter ner ett råmaterial, i detta fall vatten, till väte och syre genom elektricitet.

Elektrolysören består av en likströmskälla och två ädelmetallbelagda elektroder, som är åtskilda av en elektrolyt.

Bakgrunden varför kostnaden kan bli så låg är att priset på förnyelsebar elektricitet kommer att sjunka, men också att priset för elektrolysörer sjunker. Kostnadsminskningen av elektrolysörer har dock delvis redan skett. De senaste fem åren har kostnaden faktiskt sjunkit med 40 %, men det finns potential för mer.

Nya forskningssatsningar och samarbeten kring bränsleceller/vätgas

Department of Energy i USA (DOE) satsar 100 M\$ på fem år i två nya forskningsprogram för att utveckla ny vätgasteknik. Man vill nu bygga två statliga forskningscentra och anmälan för intresse har skickats ut till de nationella labben.

Toyota Motor Corp meddelade i juni 2020 att man i år startar ett konsortium i Kina med fem kinesiska partner. Budgeten sätts till 45 M\$.

Just nu pågår en stark kraftsamling kring vätgas igen. Tidigare har det varit perioder av intresse för vätgasteknik, men det tog inte riktigt fart. Nu medger emellertid den snabba kostnadsminskningen för förnybar energi, den tekniska utvecklingen och behovet att drastiskt minska växthusutsläppen helt nya möjligheter. Många indikatorer visar att vi nu är nära en brytpunkt vad gäller vätgasens tekniska och kommersiella återkomst.

Varje vecka tillkännages nya investeringsplaner, ofta i Gigawatt-skala. Mellan november 2019 och mars 2020 ökade till exempel antalet planerade globala investeringar från 3,2 GW till 8,2 GW rörande elektrolysörer fram till 2030 (57 % av dessa enbart i Europa) och antalet företag som ansluter sig till Internationella vätgasrådet har ökat från 13 till 81 på bara tre år.

Vätgas har av EU pekats ut som ett ekonomiskt fokusområde för att kick-starta Europa efter Coronapandemin. Inom regeringens initiativ Fossilfritt Sverige kommer nu en nationell färdplan för vätgas att tas fram.

År 2050 uppskattas vätgas nämligen svara för 24 % av det totala energibehovet i Europa och kunna skapa 5,4 miljoner nya arbetstillfällen. EU-kommissionen satsar tillsammans med europeiskt näringsliv därför 8,7 miljarder euro under kommande ramprogramperiod på sektorn, som alltså utsetts till ett fokusområde för återstarten av Europa efter Coronakrisen inom ”the Green Deal”.

Det finns många anledningar till att väte är en viktig prioritering för att uppnå det som benämns ”European Green Deal” och Europas övergång till ren energi. Förnybar el förväntas minska en stor andel av EU: s energiförbrukning år 2050. Väte har en stark potential att överbrygga en del av detta gap, som en möjlig potential för lagring av förnybar energi, tillsammans med stationära batterier och för transporter.

I sin strategiska vision för ett klimatneutralt EU, som publicerades i november 2018, förväntas andelen vätgas i Europas energimix växa från nuvarande mindre än 2 % till 13-14 % fram till 2050.

European Automobile Manufacturers Association (ACEA) har nyligen skrivit ett Position Paper om önskemål för publika laddinfrastruktur, samt infrastruktur av vätgas och naturgas för tunga fordon. Deras önskemål är att det ska finnas åtminstone 50 vätgasstationer för tunga fordon i Europa 2025 och minst 500 vätgasstationer 2030.

Tyskland ligger här i framkant med närmare 60 tankstationer för vätgas. Enbart Japan överträffar detta med sina närmare 100 stationer. Med Tysklands nuvarande planer ligger ytterligare 38 stationer på agendan och man avser att bli ledande när det gäller vätgassatsningar i EU.

Sverige tar fram nationell vätgasstrategi

Flera länder har redan tagit fram nationella vätgasstrategier och nu ska så även ske i Sverige inom Fossilfritt Sverige. Bransch-organisationen Vätgas Sverige som arbetar med att sprida kunskapen kring vätgasens potential i samhället och att driva på utvecklingen.

Idag finns fyra stationer där man kan tanka vätgas i Sverige: Arlanda, Göteborg, Mariestad och Sandviken. Ytterligare två stationer ska ligga i Umeå och Stockholm.

Bygget av åtta nya vätgasmackar kommer bl.a. att finansieras av EU-projektet ”Nordic Hydrogen Corridor”. Det är inte helt bestämt var de nya tankstationerna ska placeras, utan Sveriges kommuner kan ansöka om att få en station till sin ort. Hittills har 32 städer anmält sitt intresse, enligt intresseorganisationen Vätgas Sverige. Kriterierna är att det ska finnas lokalt engagemang i förnybar energi på orten, samt att stationerna ska placeras längs rutter som sammanbinder de nordiska huvudstäderna Köpenhamn, Oslo och Stockholm. Med de åtta nya stationerna kommer Sverige ha minst 14 vätgastankstationer inom kort.



Figur 8 VOLVO samverkar nu med Daimler för att utveckla bränsleceller

Volvokoncernen och Daimler Truck AG vill bilda ett nytt samriskbolag. Bolaget ska utveckla, producera och kommersialisera bränslecellssystem för tunga fordon och andra användnings-områden. Daimler flyttar över alla sina aktiviteter inom bränsleceller till bolaget. AB Volvo köper 50% av bolaget för cirka 6,5 miljarder kronor. Just nu inväntar man klartecken från myndigheterna om tillståndet. Bolaget kommer drivas som en oberoende och självständig enhet från AB Volvo och Daimler Truck AG. Daimler Trucks VD anser att det är helt möjligt att nå helt CO₂-neutrala transporter för lastbilar om man använder elektriska drivlinor och energi från antingen batterier eller genom att ombord omvandla vätgas till elektricitet. För lastbilar som behöver klara tunga laster och långa sträckor är bränsleceller ett viktigt alternativ.

Daimler Trucks VD sa också under presskonferensen att 2039 kommer Daimler i princip sluta sälja lastbilar med förbrännings-motorer i Europa. Efter det årtalet så kommer det vara batteri- och bränslecellslastbilar som gäller.

I Sverige har redan Volvo Bussar övergått till att enbart tillverka fordon med eldrift. Volvo Lastvagnar genomför många tester med vätgasdrift och likaså testar Scania bränsleceller i sina lastbilar.

Andra lastbilsaktörer är också aktiva inom bränsleceller. T.ex.:

- Hyundai börjar i år rulla ut sina bränslecellslastbilar i Schweiz.
- Bosch ska starta masstillverkning av bränsleceller under 2022.
- Nikola ska också tillverka bränslecellslastbilar.
- Toyota och Hino ska tillsammans utveckla bränslecellslastbilar.



Figur 9 Toyota kör redan fordon i Kalifornien 30 mils testkörning

Sammanfattning och kommentarer

Batteritekniken uppvisar fortfarande en stark expansion både Forskning, Utveckling och produktionsteknik. Antalet stora batterifabriker ökar varje år och här ses nu att Europa vill bli en avgörande part inom 10 år. Man avser att bli nr två, efter Kina. För att detta skall bli möjligt krävs att både fordonsindustrin och andra aktörer lägger beställningar inom kommande år.

Succesiva förbättringar kommer att pressa batteripriserna snabbare än vad många experter förutspår. Detta i sin tur kommer att öppna upp för nya applikationer. Elnätsbolagen och de som investerar i förnyelsebar energi (sol, vind) kommer att vara viktiga avvärmare.

Skall man våga gissa så kommer utvecklingen att gå ändå fortare de kommande tio åren än vad vi sätt tidigare. Skälet är allt fler forskningsinstanser, stora företag och investerare har sökt sig till branschen. Man tror nu fullt och fast att högeffektbatterier hör till morgondagens lösningar. Samverkan sker här med de stora biltillverkarna som är primära kundsegment.

När det gäller kostnadsutvecklingen för litium-jon batterier kommer denna att fortsätta sjunka under de kommande tio åren. Prishalvering är inte omöjlig från dagens nivå.

Konkurrensen kommer dock att erhållas från nästa generations effektbatterier, där kemin har ändrats till natrium eller litium med svavel eller luft som anod. Dessa batterier kan uppvisa högre energitätheter och troligen också bli billigare. Produktionstekniska framsteg kommer att ske i takt med att allt fler gigafabriker tas i bruk.

Bränslecellstekniken har haft flera utvecklingsfaser. Tekniken har varit i fokus under de senaste 30 åren fast i vågor. Just nu är det en kraftig rusning mot bränsleceller igen. Skälet ligger främst att finna i

fordonsindustrin nyvaknade intresse, samt att bränslet, vätgas går att tillverka/distribuera på ett kostnadseffektivt och miljövänligt sätt. Man talar idag om både blå och grön vätgas.



Figur 10 Daimlers batterifabrik i Tyskland

Europas och många nationella strategier har nu med vätgas i sina agendor för den kommande tioårsperioden. Tekniken medger redan nu effektiv produktion av både blå och grön vätgas. Prisnivåerna kommer ner så snart marknaden kommer att efterfråga produkterna. Inte otroligt att kostnaden för en bränslecell kan komma att kosta under 15 000 kr/kW inom bara några år. Här ses nu en alvarlig konkurrent till dagens dieselbaserade elproduktion för stand-alone tillämpningar.

Något om IT området

Denna omvärldsstudie har inte berört de snabba framsteg som samtidigt sker inom **IT området**. Naturligtvis följs utvecklingen av moderna energisystem av en ökad automationsgrad. Övervakning, styrning och kontroll blir allt billigare och effektivare. Styrssystem för stora maskiner/motorer och energilager förses med digitala metoder och ny teknik i en alltmer ökande omfattning.

I takt med utbyggnad av 5G nät, GPS teknologi, framstegen inom Artificiell Intelligens, självlärande system m.m. kan detta få stor inverkan för bergtäktbranschen, vad gäller att lösa komplexa logistiska problem, men även att ytterligare kunna effektivisera produktionen, sänka energikostnaderna och möjliggöra billigare och miljövänliga både lokala och längre transporter.

Genom flera intressenters intressen för flexibla mobila energisystem kommer även nya affärsmodeller att uppstå, där kostnadsfördelar kommer att kunna ses ge

Vilken påverkan kan den pågående teknologikutvecklingen av batterier och bränsleceller få på bergmaterialindustrin?

Branschen kan enkelt beskrivas som en industriell aktör vilken bearbetar och transporterar bergmaterial, grus och morän. Den är relativt energikrävande både vad gäller process och transport. Årsproduktionen från ca 750 bergtäkter uppgår till närmare 85 miljoner ton med en miljöbelastning svarande mot 0,56 miljoner ton CO₂.

Ca 2/3-delar av verksamheten använder idag fossila bränslen (huvudsakligen diesel) och klimatomställning av hela branschen fram till 2045 innebär att modern teknologi måste kunna ersätta dagens. Teknikutvecklingen går dock snabbt framåt och flera områden uppvisar idag stor potential för omställning till framförallt delvis eller helt elektrifierade system.

Elektrifieringen central i omställningen

En traditionell elektrifiering med nätanslutning är idag lämplig för de flesta större bergtäckerna, medan de små och medelstora täckerna har svårt att motivera omställning beroende på många faktorer. Anslutningar till elnät, korta driftsäsonger som alternerar mellan flera täcker etc.

På kort sikt (1-3 år) kan en förenklad elektrifieringsmodell vara av intresse för de mobila täckerna. Här ses att traditionell eller en innovativ ny elektrifiering med fasta system ersätts med mobila lösningar. Dvs elsystem som kan flyttas mellan täckerna. Detta inkluderar då transformatorer, skyddsutrustning och vissa kabelanslutningar.

Teknikutvecklingen medger idag kostnadseffektiva lösningar, men branschen behöver via praktiska **pilotanläggningar och demonstratorer** övertygas att detta är en praktiskt användbar, miljöriktig och kostnadseffektiv möjlighet.

På medellång sikt (2-5 år) ses framförallt hybrida lösningar, där energiförsörjning i små/medelstora täcker sker både via dagens metod (diesel) kompletterad med lokala energilagrar (batterier).

Denna förändring skapar även möjlighet att täktägarna i vissa fall egenproducerar el via förnyelsebara källor (sol, vind, biomassa/biogas, vätgas).

Här finns idag framtagna prototyper av småskalig energiproduktion, som exempelvis baseras på solceller, Stirlingmotorer, lokal vätgasproduktion/lagring, solcell/solkoncentrator m.m.) samt storskaliga litiumjonbatterier (1-5 MWh) som laddas lokalt eller via transport till /från närliggande elnät.

Batteritekniken, som just nu implementeras för att erbjuda större flexibilitet på elmarknaden kommer på medellång sikt att bli allt billigare.

Här finns stort utrymme för innovationer som rör många parter inom såväl forskning som teknikutveckling. Energibranschen inräknad.

På lång sikt (>10 år) torde lokala energilösningar vara det mest effektiva. Här ses den snabba batteri och bränslecellsutvecklingen som en möjliggörare. Kostnaden för batterier och bränsleceller är stadigt på väg ner.

Nya småskaliga och lokala, men ytterst effektiva elektrolysörer, skapar via vätgasproduktion och kompakta bränsleceller förutsättningar för helt mobila energisystem, vilka lätt kan flyttas mellan täcker.

Genom utnyttjande av bl.a. bränsleceller i elproduktionen kan dessa täcker även kunna komma att användas i urbana miljöer då emissioner kan hållas nere vad gäller både ljud och utsläpp till luften. Dyliga kompakta energisystem skulle i en framtid kunna delas mellan olika användare vilket indikerar attraktiva affärsmodeller för inte bara täcktbranschen utan även andra aktörer.

Transporter och logistik

På kort sikt (1-3 år) behöver flera maskiner och fordon i bergtäckerna bytas ut till eldrift. Detta innebär också ett ökat tryck på lokal elektrifiering för laddningen av fordon/maskiner.

Tunga lastbilar och arbetsmaskiner släpper tillsammans ut mer än sex miljoner ton koldioxid varje år. Regeringen har därför i september 2020 beslutat om den förordning som sätter reglerna för den nya klimatpremien. Enligt förordningen får Energimyndigheten i uppdrag att betala ut premierna.

Bidrag ges för att täcka merkostnaderna för eldrivna arbetsmaskiner samt tunga lastbilar. Premien betalas ut vid inköpstillfället till de företag, kommuner och regioner som köper in tunga lastbilar som drivs av el, gas eller bioetanol och större arbetsmaskiner som drivs på el.

Anslaget till klimatpremier till 120 miljoner kronor per år fram till 2022, varav 20 miljoner kronor tillfördes anslaget för premier till miljölastbilar och eldrivna arbetsmaskiner.

Genom de satsningar som fordonsbranschen nu genomför är det troligt att vi redan inom några år kan börja testa dessa fordon i praktisk drift. Flera aktörer har redan konverterade modeller.

Bergmaterialindustrin har behov att både långa transporter som lokala korta transporter. Stor vikt bör läggas på den lokala transportkedjan där elektrifierade transportörer kan bli ett viktigt steg mot ökad effektivisering. Lokala transportörer skulle lätt kunna förses med batterilagrar och eldrift för att möjliggöra energibesparing.

På medellång sikt (2–5 år) kommer branschen att byta ut både arbetsmaskiner och fordon till att bli helt eller delvis elektrifierade. Batteritekniken kommer att bli dominerande då priserna nu raskt faller.

Arbetsmaskinerna (gula maskiner) kommer succesivt också att förbättras och effektiviseras. I detta ingår också nya funktioner som kommer att tillföras som automatik för körning, fjärrstyrning för lastning/lossning, övervakning etc.

På lång sikt (>10 år) är det troligt att bränslecellsfordonen kommer att dominera marknaden för tunga fordon.

Likaså medger sådana lösningar även en lokal drivmedelsproduktion (av vätgas) till arbetsmaskiner och transportfordon utrustade med bränsleceller och batterier. De större fordonsföretagen satsar just nu på en massiv utveckling av tekniken.

I Sverige diskuteras vidare koncept för tunga transporter på landsväg. Ett sådant, redan testat koncept, utgörs av elvägar. Dvs tunga fordon som laddas medan dom kör. Dagens tester har omfattat både induktionsladdning via körbanan som via pantografer och överhängande tråd.

Ett troligt scenario är att för vissa större trafikleder kommer elvägar att kunna bli intressant, medan kortare transporter i framförallt glesbygd och i stadskärnor kommer autonoma eldrifter att vara de mest kostnadseffektiva.



Figur 11 Framtidens små/medelstora tåcker blir troligen både autonoma och helt elektriska