



CARNEGIE WORLDWIDE  
INVESTERINGSFORENINGEN

PERSPEKTIV – 10 | 15

# Sol- og batteriteknologi vil udspille fossile brændstoffer

*Af temaspecialist Morten Springborg*

Da Danmark blev europamestre i fodbold tilbage i 1992, kom det som en overraskelse. Danmark havde i første omgang ikke kvalificeret sig til EM, og kom kun med, fordi der var borgerkrig i Jugoslavien, hvorfor landet blev udelukket fra at deltage. Som et andet eksempel på en stor overraskelse – lidt tættere på investeringsverdenen – kan man f.eks. nævne Teslas kæmpe succes. Tesla er gået fra at være en relativt ukendt producent af eldrevne biler, til i dag på rekordtid at have en markedsværdi, der er højere end både Renault og Fiat Chrysler, selvom Tesla indtil for nylig kun leverede dyrt legetøj til de rige og ikke beskæftigede sig med masseproduktion af biler.

” Danskerne kan godt lide rollen som ”underdog” og spiller faktisk bedst, når forventningerne ikke er for høje.

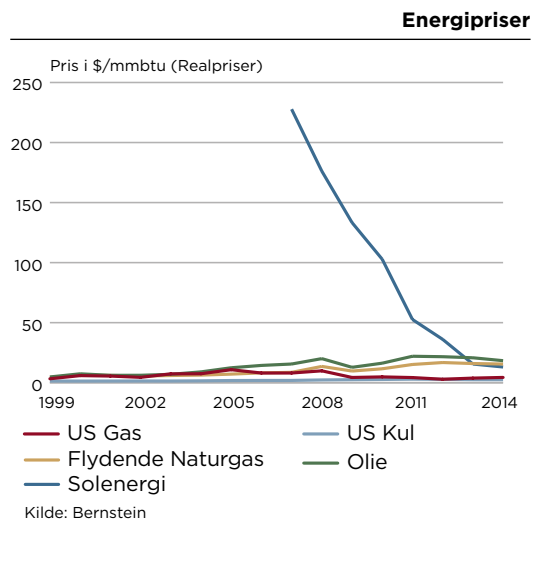
Det danske fodboldlandsholds overraskende sejr i 1992 kan formentlig tilskrives danskernes rolle som ”underdog”. Holdet spillede bedst, når forventningerne ikke var for høje. For Tesla er situationen en helt anden. Her er der tale om et selskab med base i Silicon Valley, der på ingen måde er præget af en ”underdog”-mentalitet. Tværtimod! Teslas succes skyldes formentlig, at verden udvikler sig i en mere grøn og miljøvenlig retning langt hurtigere, end de fleste forventer.

I Danmark har vi en af verdens mest ambitiøse politiske dagsordener for vedvarende energi. Vindkraft dækkede 39 pct. af vores elektricitetsbehov i 2014, og målet for 2020 er 50 pct. Dog betaler vi en høj pris for vindkraft. Strøm fra den største vindmøllepark i Danmark, Anholt Havmøllepark på 400 MW, koster ca. EUR 140 pr. MW/h. Da markedsprisen (Nordpool) i øjeblikket er EUR 25, kan man hurtigt regne ud, at energiomstillingen er dyr. Alt dette fører os frem til en ny overraskelse, som er afbildet på figuren næste side. Her fremgår det, at det ikke er lige så dyrt som tidligere at have store miljøambitioner.

” I Danmark dækkede vindkraft 39 pct. af landets energibehovet i 2014, og målet for 2020 er 50 pct., men vi betaler en høj pris for vindkraft.

Grafen på næste side viser prisen på forskellige former for energi målt i BTU (British Thermal Unit eller britisk termisk enhed), der ofte bruges som mål for energi. Den viser, at fossile brændstoffer, som f.eks. kul, olie og gas, gradvist er blevet dyrere, mens omkostningerne til solenergi de senere år er faldet. Dette betyder, at solenergi nu omkostningsmæssigt er på niveau med – eller lavere end de fossile brændstoffer – uden subsidier. Det er nok de færreste, der havde set dette komme!

Figur 1



I 2013 blev det billigere på verdensplan at generere elektricitet med solenergi end med olie. I Asien blev solenergi til og med også billigere end naturgas, og prisen på solenergi falder stadig stødt.

### Energi er ikke længere en ressource, men en teknologi

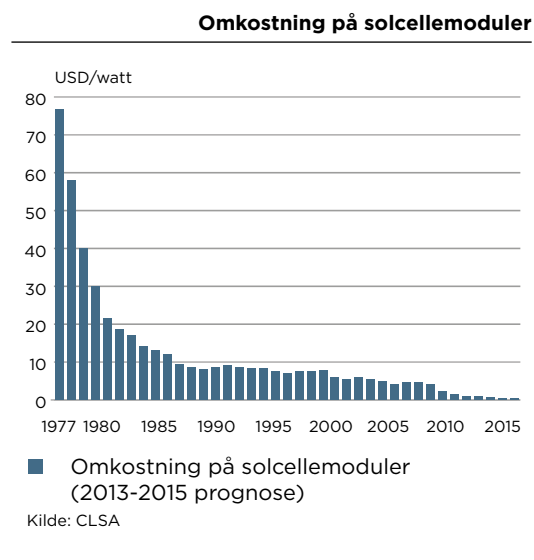
Dette budskab er så vigtigt, at det er værd at gentage: Energi er ikke længere en ressource, men en teknologi. Det betyder også, at energi ikke længere er en begrænset ressource. Implikationerne er enorme.

**” Energi er ikke længere en ressource, men derimod en teknologi.**

Prisen på ny teknologi falder med tiden, og det fortsætter den med. Dette har vi tidligere skrevet om i perspektivet ”Den anden halvdel af skakbrættet, Moores lov og teknologiinvesteringer”. Prisen på halvledere er faldet 41 pct. om året i ca. 50 år, og den falder fortsat. Prisen på solpaneler er faldet 36 pct. om året siden 1991. Prisen på moduler til solcelleanlæg er faldet med en faktor 10 igennem de sidste syv år – fra USD 4,1 pr. watt i 2008 til USD 0,41 pr. watt i år, og det forventes, at prisen bliver halveret inden 2020. Figur 2 viser det store fald i omkostninger siden 1977.

Omkostningerne til at udvinde fossile brændstoffer stiger normalt med tiden, da man starter med at udvinde de let tilgængelige og billige ressourcer, og efterfølgende bliver nød til at udvinde dyrere og dyrere ressourcer i takt med at de billige er blevet forbrugt.

Figur 2



Således står vi i dag global med ét energimarked, hvor der er to forskellige udbydere. Den ene er teknologibaseret, hvor omkostningerne er faldende. Den anden er baseret på udvinding af fossile brændstoffer, hvor omkostningerne er stigende. Kigger man lidt frem, er det ikke svært at forudsige, hvilken af de to leverandører, der overlever. Teslas succes og udviklingen på aktiemarkedet viser, at denne kamp allerede er spillet færdig, og at der er fundet en vinder. Vores liv vil blive elektrificeret takket være kombinationen af faldende omkostninger til solenergi og store teknologiske fremskridt inden for energilagring. Mange har efter vores vurdering endnu ikke forstået denne udvikling. Hvorfor mon?

**” Vi står i dag global med ét energimarked, hvor der er to forskellige udbydere. Den ene er teknologibaseret, hvor omkostningerne er faldende. Den anden er baseret på udvinding af fossile brændstoffer, hvor omkostningerne er stigende.**

## Teknologisk acceleration og S-kurver

Den store udfordring på tværs af de forskellige teknologimarkeder er at kunne forudsige væksten i nye teknologier. Nye produkter, der starter helt fra bunden som et nicheprodukt, får som regel ikke den anerkendelse, de egentlig fortjener. Årsagen er ofte, at de bliver betragtet for at være for dyre til massemarkedet. Men efterhånden som nye teknologier vinder indpas og gradvist vinder markedsandele fra ældre teknologier, opnår de stordriftsfordele og falder i pris. Denne udvikling understøttes samtidig af teknologiske fremskridt, ganske som Moores Lov foreskriver: Når den nye teknologi har opnået en markedsandel på omkring 10 pct., er kampen reelt slut, og den store efterspørgsel medfører, at den nye teknologi erstatter den gamle på massemarkedet.

**”** Konsekvensen er, at investeringsverdenen, offentligheden og politikerne undervurderer den igangværende omstilling på energimarkederne.

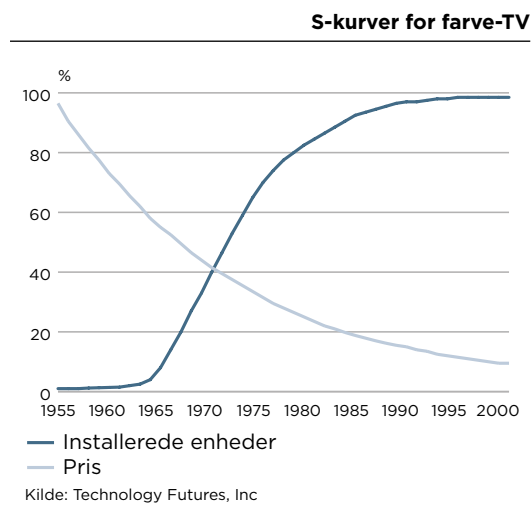
De fleste, som prøver at forudsige, hvordan en ny teknologi bliver modtaget på markedet, betragter typisk processen som lineær. Oftest følger udviklingen dog en såkaldt S-kurve, hvor det nye produkt i en periode udviser eksponentiel vækst. Tænk bare på mobiltelefoni, farvefjernsyn, fladskærme, PC'ere, smartphones osv. I figuren nedenfor ses en kurve over farvefjernsynets udbredelse, som har samme form, som for de ovennævnte teknologiomstillinger, selvom den forløb over en anden tidsperiode.

Dette er relevant for vores konklusioner. Det Internationale Energiagentur, IEA og andre analytikere har flere gange været pessimistiske med hensyn til væksten i solenergi. Det skyldes, at de tænker lineært. Konsekvensen er, at investeringsverdenen, offentligheden og politikerne undervurderer den igangværende omstilling på energimarkederne.

## Sol frem for kul og gas

Solenergi udgør kun en brøkdel af den globale energiforsyning, men vokser meget hurtigt. I 2014 steg produktion af solenergi med hele 38 pct. Solenergiens andel af verdens samlede energiproduktion er fortsat lav (1,2 pct.), men andelen er fordoblet på blot to år. Installationen af solceller vokser i dag så

Figur 3



kraftigt, at næsten 15 pct. af væksten i den globale el-produktion i 2014 (BP Energy Outlook 2014) kom herfra. Trods den kraftige vækst er solenergi på nuværende tidspunkt for lille et område til at kunne påvirke den globale pris på energi eller udviklingen i CO<sub>2</sub>-udledningen, men dette vil formentlig ændre sig i den ikke så fjerne fremtid, efterhånden som vi bevæger os længere op ad S-kurven.

Kina er i dag det mest forurenende land i verden. Vi har tidligere skrevet om investeringsmulighederne i et renere miljø i Kina, og vi mener, at man nu kan inddrage solenergi i ligningen. Kina bliver snart verdens største marked for solenergi. Den installerede solcellekapacitet i Kina ventes at stige til 46GW i 2015 fra 28GW i 2014. De første rapporter om den 13. femårsplan tyder på, at 2020-målet for antal GW solenergi måske vil blive hævet fra 100GW til 150-200GW, svarende til installation af 20-25GW om året. Som tommelfingerregel siger man, at ét atomkraftanlæg har en kapacitet på omtrent 1GW.

Indien har for nylig indført målsætninger for vedvarende energi. Landet planlægger at øge den samlede produktionskapacitet for vedvarende energi fra 38GW i dag (hvoraf solenergi udgør 4GW) til 175GW i 2020-22 (hvoraf solenergi vil udgøre 100GW). Denne ekstremt ambitiøse målsætning indebærer 20 gange mere solenergi i løbet af syv år. Udviklingen går stærkt i Indien, og for blot nogle få uger siden vandt det amerikanske firma SunEdison hele auktionen over 500MW solenergi i delstaten Andhra Pradesh med en rekordlav pris for Indien på USD 71 pr. MWh.

Der var her tale om produktion uden subsidier af nogen art, til en lavere pris, end hvad energi fra nye gas og kulfyrede anlæg koster.

**” Mange steder i verden vælger energiselskaberne store solcelleanlæg frem for kul- og gasfyrede kraftværker, fordi solcelleanlæg nu er billigere end fossile anlæg i områder med gunstige klimaforhold.**

Disse udbudsrunder kommer i kølvandet på en auktion i USA i oktober 2015, hvor Austin i Texas udbød opførelsen af et solcelleanlæg på 300MW til en pris på under USD 60 pr. MWh inklusive en skatterabat, og også her er solenergi nu billigere end både gasproduktion og nye kulfyrede anlæg.

Mange steder i verden vælger energiselskaberne store solcelleanlæg frem for kul- og gasfyrede kraftværker. Og ikke kun fordi det er bedre for miljøet, men fordi solcelleanlæg nu er billigere end fossile anlæg i områder med gunstige klimaforhold. Og det er trods alt i det meste af verden, at solen skinner mere end i Danmark. Vi står derfor ved et vendepunkt – der hvor S-kurven begynder at gå lige opad.

**” Udfordringen omkring lagring er ved at blive løst, og vi ser, at fremskridt inden for lagringsteknologi vil føre til højere penetrationsrater for vedvarende energikilder som sol og vind.**

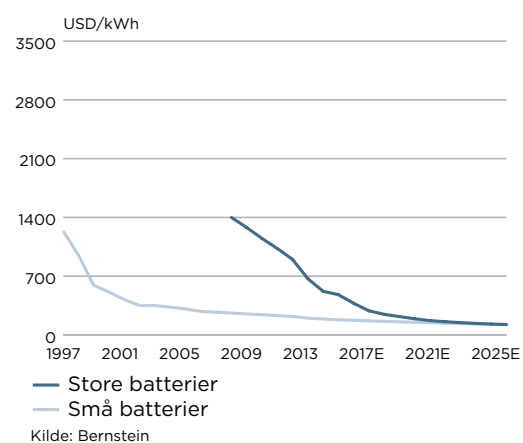
### Bedre økonomi i batterilagring

Der er også en anden grund til, at de fleste mennesker ikke er opmærksomme på forandringerne inden for vedvarende energi. Det skyldes, at solenergi (og vindenergi) pr. definition er ustabile energikilder. Solen leverer ikke energi om natten, eller når det regner eller sner. Så længe der ikke findes nogen omkostningseffektiv teknologi til at lagre energien, har vi fortsat behov for fossile brændstoffer. Udfordringen omkring lagring er ved at blive løst, og vi ser, at fremskridt inden for lagringsteknologi vil føre til højere penetrationsrater for vedvarende energikilder som sol og vind.

Omkostningerne til lagring falder i øjeblikket endnu hurtigere end omkostningerne forbundet med solenergi.

Figur 4

#### Produktionsomkostninger for lithium-ion batterier



Grafen ovenfor viser omkostningerne forbundet med batterilagring af elektricitet. Omkostningerne er faldet med 19 pct. om året siden 1991 og er drevet af den kraftige vækst i efterspørgslen efter forbrugerelektronikprodukter som f.eks. mobiltelefoner. Derfor har de små batterier oplevet de kraftigste prisfald. Dette er ved at ændre sig, da elværkerne og bilproducenterne har fokus på batteriteknologier, som bedre matcher deres behov for større batterier med større kapacitet. Tesla lancerede for nylig husstands-batteriet Powerwall til sine kunder i USA og solgte for ca. USD 800 mio. den første uge. I Australien, som er et af de lande, der har den højeste penetrationsrate for solcelleanlæg i verden, har AGL Energy lanceret et batterilagringssystem på 7,2 kWh. Prisen på dette er langt lavere end de normale engrospriser og ikke mindst detailpriserne. Med AGL's produkt er omkostningerne endnu ikke helt på et niveau, som vil udløse et massemarked, men

**” Tesla lancerede for nylig husstands-batteriet Powerwall til sine kunder i USA og solgte for ca. USD 800 mio. den første uge, batteriet var på markedet.**

prisen på batterilagring er faldet med mere end 50 pct. på blot et halvt år.

Udviklingen går også hurtigt, hvis man kigger på elværkerne: Californien har forpligtet delstatens forsyningsselskaber til at investere i 1,3GW batterikapacitet i perioden frem til 2020. Yderligere overvejer Texas at investere i op til 5,1GW batterikapacitet for bedre at kunne skabe balance på el-nettet, efterhånden som vedvarende energikilder vinder indpas. Den samlede batterilagringkapacitet i USA ligger i dag på ca. 600MW, hvorfor der er udsigt til eksponentiel vækst i markedet.

**” Prisen på batterilagring vil falde dramatisk på samme måde som prisen på solpaneler er faldet markant.**

Det er svært at spå om timingen, men prisen på batterilagring vil falde dramatisk på samme måde, som prisen på solpaneler er faldet markant. Om få år vil solenergi i kombination med energilagring konkurrere på lige vilkår med konventionelle energikilder og el-distribution i markeder med gode solforhold. Udviklingen kommer elselskabernes privatkunder og erhvervs-kunder til gode verden over, og forbrugerne vil i de kommende år få mere magt over for forsyningsselskaberne, fordi forbrugerne selv bliver producenter. Det betyder gradvist færre muligheder for at øge priserne, efterhånden som efterspørgslen bliver langt mere distribueret og fleksibel.

### **El-bilerne kommer, før du tror det**

Den accelererende teknologiske udvikling inden for batterier vil have skælsættende betydning for bilindustrien. Bilmarkedet har hidtidig oplevet en udvikling, hvor forbrugerne har fået bedre og bedre biler til stort set uændrede realpriser. Bilproducenterne har ikke haft de store muligheder for at sætte priserne op, men der har omvendt ikke været noget reelt prispres, som det har været tilfældet på teknologimarkederne. Dette ændrer sig, efterhånden som bilerne bliver elektriske og i stigende grad bliver en ”computer på fire hjul”.

Det elektroniske indhold i bilerne vil stige, og kompleksiteten vil falde. Det forhold at elektronikken bliver en større andel af bilen betyder, at store dele af bilens omkostningsbase vil blive

**” I perioden fra 2025 til 2030 skal omkring 500 millioner biler verden over skiftes ud. Hvor mange af disse biler vil mon blive erstattet med en elbil? Vi vurderer, at det bliver næsten 100 pct.**

udsat for det prispres, vi kender fra andre teknologiområder. Eksempelvis vil batteriet i en Tesla, der i dag udgør ca. 25-30 pct. af bilens pris, falde med omkring 20 pct. om året. Hertil kommer, at elektriske biler er langt enklere konstrueret end biler med forbrændingsmotorer. Biler med forbrændingsmotorer siges at have omkring 2.000 bevægelige dele i motoren, mens Tesla siges at have kun 20 bevægelige dele i motoren. Det er vigtigt for de samlede driftsomkostninger. Samlet set vil omstillingen til elbiler derfor nedbringe omkostningerne, gøre produktionen mere enkel og reducere behovet for vedligeholdelse. Det er svært at sige, hvornår el-bilerne kommer op på en anseelig markedsandel. På kort sigt (tre til fem år) vil omstillingen nok ikke være markant, men i perioden fra 2025 til 2030 skal omkring 500 millioner biler verden over skiftes ud. Hvor mange af disse biler vil mon blive erstattet med en elbil? Vi vurderer, at det bliver næsten 100 pct.

### **Konklusion**

Med den hastighed som solceller og batterier i øjeblikket forbedres, er det vores overbevisning, at vi inden for de næste 10-15 år vil være i en situation, hvor disse teknologier for alvor har rykket sig konkurrencemæssigt i forhold til traditionelle brændselsteknologier. Energitætheden i solpaneler og batterier vil fortsat stige, mens prisen på elektricitet fra disse kilder vil falde. På længere sigt – i løbet af de kommende 15 år – vil der ske en omfattende omstilling af den globale energiforsyning i takt med, at ny investeringer i alt overvejende grad vil gå til vedvarende energikilder – ikke kun fordi det miljømæssigt er det eneste rigtige, men fordi det er den bedste investering. Næsten alle nye biler vil være elektriske, da de samlede omkostninger ved at eje elektriske biler vil være langt mindre end biler med forbrændingsmotorer, og samtidig vil de forurene langt mindre. Brugen af fossile brændstoffer vil aftage – først langsomt, som vi ser det på de udviklede markeder i dag, og derefter hurtigt. CO<sub>2</sub>-udledningen vil begynde at falde tidligere, end de fleste tror, og i de kommende årtier nærme sig nul.

De kortsigtede konsekvenser af udviklingen er uvæsentlige, men på langt sigt vil udfordringerne blive meget store for bilindustrien (der samtidig skal håndtere skiftet til førerløse biler og deleøkonomien). Elselskabernes forretningsmodeller skal gennemgribende forandres og efterspørgslen på olie, gas og kul vil kollapse. Hvornår begynder man at kunne se de langsigtede konsekvenser af energiomstillingen i kursen på de berørte aktier? Det vil næppe ske lige med det samme, men for de langsigtede investorer er konsekvenserne alvorlige. Dette er en af grundene til, at vi i CWW ikke investerer i energi, forsyningsselskaber eller bilproduktion. Omvendt prøver vi at finde de aktier, der på den lange bane står til en gevinst som følge af omstillingen på energimarkedet. Indtil videre har Carnegie Worldwide Asien investeret i LG Chem, som er en koreansk batteriproducent, vi mener står stærkt til at blive toneangivende i den globale batteriindustri.

**”** For de langsigtede investorer er konsekvenserne alvorlige. Dette er en af grundene til, at vi i CWW ikke investerer i energi, forsyningsselskaber eller bilproduktion.

---

Efterspørgslen efter olie og gas vil de kommende 10 år være stort set uændret. På længere sigt vil en ny teknologi, som både er billigere, renere og mere pålidelig end den nuværende teknologi, dog ikke kun tage 5 pct. eller 10 pct. af markedet. Den nye teknologi vil i sidste ende overtage hele markedet. Denne forudsigelse er baseret på tidligere teknologiske omstillinger, og det er den udvikling, vi forventer for solenergi og batteridrevne biler.

**Omstillingen fra fossile brændstoffer er et faktum. Marginalomkostningen på energi vil bevæge sig mod nul.**