

Rapport nr. 05/2015

# Hva betyr solenergi revolusjonen



REDAKSJON:

Anders Bjartnes (ansvarlig redaktør)

Anne Jortveit

Lars-Henrik Paarup Michelsen

FORFATTERE:

Se egen oversikt

REDAKSJONSSLUTT: 15. juni 2015

DESIGN: Haltenbanken

UTGIVER:

Norsk Klimastiftelse, Postboks 843 Sentrum, 5807 Bergen

[www.klimastiftelsen.no](http://www.klimastiftelsen.no)

Artiklene i denne rapporten er også publisert  
i nettmagasinet Energi og Klima

[www.energiogklima.no](http://www.energiogklima.no)

## Norsk Klimastiftelse

NORWEGIAN CLIMATE FOUNDATION

Norsk Klimastiftelse ble opprettet i 2010. Stiftelsen arbeider for kutt i klimagassutslippene gjennom overgang til fornybar energi og andre lavutslippsløsninger. Stiftelsen er basert i Bergen og har støtte fra et bredt nettverk i næringsliv, akademia, organisasjoner og offentlige institusjoner. Stiftelsens styre ledes av Pål W. Lorentzen.

Norsk Klimastiftelse støttes av:





# INNHold

## 4

FORORD

## 5

SOLENERGI - HVOR STOR ANDEL  
KAN DEN TA?

**Terje Osmundsen**,  
*Konserndirektør/Senior Vice  
President, Scatec Solar ASA*



## 21

SOLENERGIREVOLUSJONEN SETT  
FRA EN INVESTORS PERSPEKTIV.

**Jens Ulltveit-Moe**,  
*Umoeg og styreleder i REC Silicon*



## 25

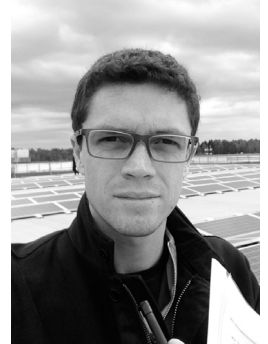
DESENTRAL OG DISRUPTIV:  
ENERGISEKTOREN RIVES I  
FILLEBITER.

**Andreas Thorsheim**,  
*produktdirektør og mediemann*



## 30

SOLENERGI I NORGE:  
STATUS OG FRAMTIDSUTSIKTER  
**Stanislas Merlet**, *seniorrådgiver  
for solenergi Multiconsult*  
**Bjørn Thorud**, *rådgiver for  
solenergi, Multiconsult*



## 35

EN VERDEN MED BILLIG  
SOLKRAFT

**Johannes Mauritzen**,  
*Postdoktor ved Centre for  
Sustainable Energy Studies  
(CenSES) og NHH*



# FORORD

En informert debatt krever oppdatert kunnskap fra ulike kilder. Også i diskusjonen om utbredelsen av solenergi trengs ferske tall og analyser.



ANNE JORTVEIT

*Redaktør, Norsk Klimastiftelse*

Når utrulling av solenergi skyter fart, vil dette få konsekvenser for forretningsmodellene i den tradisjonelle kraftsektoren og for økonomien i fossilbasert kraftproduksjon. Det er maktpåliggende at både politikere og energiselskaper har tilgang på et bredt kunnskapsgrunnlag når det skal fattes beslutninger om fremtidige energiinvesteringer.

Både for regjeringer og store energiselskaper verden over er det rapportene og scenariene til Det internasjonale energibyrådet (IEA) som for en stor del fungerer som fasit og bibel. Men erfaringen viser at IEAs analyser, slik de presenteres i World Energy Outlook, hvert år grovt undervurderer omfanget av utbredelsen av fornybar energi, og særlig solenergi.

Kostnadene per megawatt time solenergi synker kraftig, teknologiene finjusteres og etterspørselen øker. Storskala utbygging av solkraftverk er i pipeline i mange land verden over fordi det kan konkurrere på byggetid og stadig oftere også på pris. Likevel viser IEAs analyser at solenergien bare vil utgjøre en forsvinnende liten andel av verdens strømforbruk i 2040, om lag 3%. Denne rapporten bringer til torgs ganske andre scenarier. For å bidra til en informert diskusjon har Norsk Klimastiftelse bedt flere kapasiteter om å kommentere og analysere solenergiens rolle som konkurransedyktig energikilde og klimaløsning. Vi vil rette en stor takk til alle bidragsyterne og særlig til Terje Osmundsen for kartleggingsarbeidet han har gjort for å få frem ny data og nye tall.

Et av fossilsektorens hyppigste argumenter for fortsatt storstilte investeringer i boring og utvinning, er at store deler av verden skal løftes ut av fattigdommen. Da trengs energiforsyning fra nye kilder. Denne rapporten viser at mye av energibehovet kan dekkes av solenergi. Slik kan vi unngå langdryge og kostbare investeringer i fossile kraftverk og fossil infrastruktur. Og slik kan solenergirevolusjonen kombinere etterspørselen etter store mengder ny energi med det akutte behovet for å redusere verdens samlede CO<sub>2</sub>-utslipp.

*God lesing!*

# SOLENERGI – HVOR STOR ANDEL KAN DEN TA?



## TERJE OSMUNDSEN

*Terje Osmundsen er til daglig konserndirektør/Senior Vice President i Scatec Solar ASA. Han er anerkjent samfunnsanalytiker og publisist, bl.a. som grunnlegger og sjefredaktør i Mandag Morgen. Han har bred bakgrunn fra norsk og internasjonalt næringsliv, forskning og politikk bl.a. som personlig rådgiver for statsminister Kåre Willoch. Osmundsen er tidligere styreleder ved CICERO. Han er utdannet Cand.polit. med fagene statsvitenskap, samfunnsøkonomi og juss. Terje Osmundsen er fast skribent på EnergiOgKlima.no.*

Solenergirevolusjonen fra en utviklers perspektiv.

### RASK VOLUMVEKST OG PRISREDUKSJON

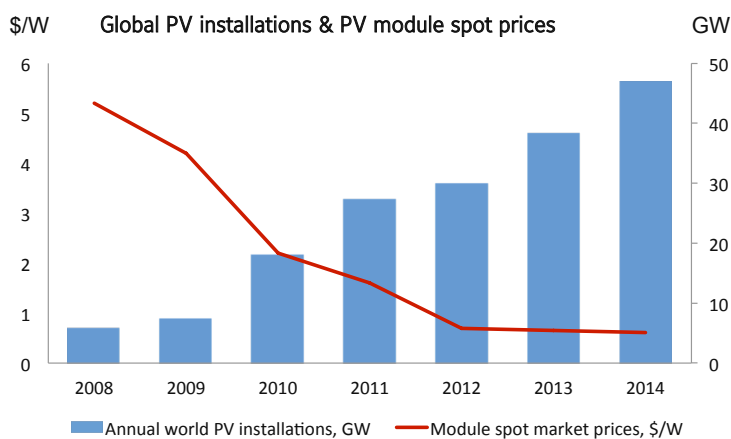
Utviklingen for solenergien – også kalt PV – kan med god grunn kalles en revolusjon. Bare på få år har vi hatt en dramatisk utvikling på to viktige områder: en formidabel kostnadsreduksjon og en usedvanlig rask vekst i markedet. Dette gjelder ikke bare for større solkraftverk, men også for desentralisert solenergi og småskala produksjon.

Da jeg begynte å jobbe i denne industrien i 2009, var PV-modulprisen på rundt fire dollar per watt. Nå har prisen falt til om lag en halv dollar per watt.

Utviklingen innen solenergi er drevet av incentiver, det hele startet i Europa. Fra særlig Tyskland og California har solenergirevolusjonen de siste årene spredd seg raskt til resten av verden. I 2014 var det Asia som var blitt det store markedet for installasjon av solkraftverk. Kina og Taiwan gikk inn

### Graf 1 - Prisfall og vekst:

Grafen viser prisfallet på solenergi (den røde streken) og veksten i utbyggingen fra 2008-2014, målt i GW.



PV Module prices have been reduced from ~ \$4/W in 2009 to ~ \$0.6/W in 2014

China and Taiwan entered PV mass production in 2004, and accounted for 70% of world market in 2013.

i gang med masseproduksjon av solceller i 2004 og etter få år, i 2013, sto disse to landene for hele 70 % av verdensproduksjonen av solceller.

PV er allerede her og nå en betydelig kilde til strømproduksjon i flere viktige markeder. Med andre ord snakker vi dermed ikke bare om «fremtiden» når det gjelder solenergirevolusjonen. I enkelte markeder utgjør solenergi allerede så mye som over ti prosent av det totale strømforbruket, bare få år etter at utbygging av solenergi startet.

#### INVESTERINGER I KRAFTPRODUKSJON: IKKE-FOSSIL STØRRE ENN FOSSIL

Når det gjelder investeringer i kraftproduksjon var det vi kaller lavkarbon - det vil si fornybar energi og kjernekraft - allerede i 2013 større i omfang enn all fossil energi samlet. Utviklingen har skutt ytterligere fart etter dette. Tall fra Bloomberg viser den faktiske fordelingen fra årene 2010 til 2013 og det Bloomberg anser vil bli investeringsfordelingen frem mot 2030.

#### RAPPORT FRA MARKEDSPLASSEN: HVA SKJER NÅ?

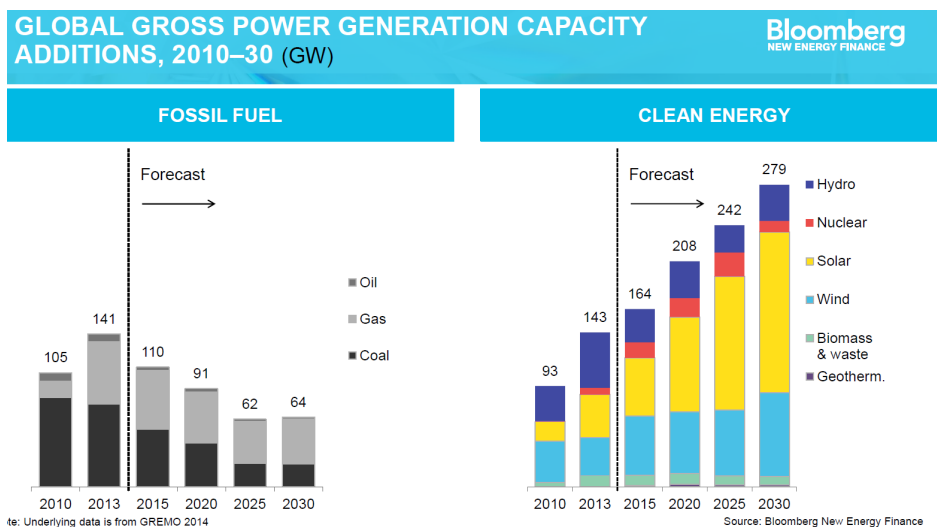
Noe av det viktigste som har skjedd i solenergimarkedene de siste månedene, er at vi har fått noen svært overraskende priser i en del av anbudskonkurransene innen solenergi. I flere markeder er det nå rimeligere å bygge ut solenergi enn å bygge nye kullkraftverk.

I store markeder som USA, Brasil, India og Sør-Afrika er det det siste året inngått kraftsalgskontrakter for PV med tariffier som er konkurransedyktige med kull- og gasskraft, det vil si godt under ti dollarcent per kwh. Her snakker vi vel og merke om tariffier som er låst fast i 20 til 25 år, mens for eksempel kraft fra kull og gass er utsatt for usikkerhet om råvarepriser, karbonskatt og så videre.

Det statlige energiselskapet i Dubai gjennomførte nylig en anbudsrunde for solkraft som har fått stor oppmerksomhet. Planen var å inngå kontrakt for 150 megawatt, og man antok at «markedsprisen» ville være rundt ti dollarcent pr. kwh. Konkurransen endte på en pris rett under seks dollarcent.

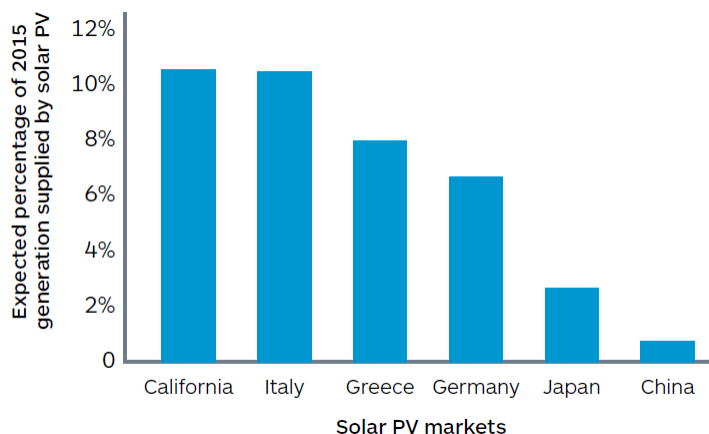
#### Graf 2 - Fossilt mot fornybart:

Investeringene i fornybar energi, målt i installert kapasitet, vil langt overstige investeringene i kull og gass.



**Graf 3 - Viktig energikilde:**

I California og Italia dekker solenergi omkring 10 prosent av det totale kraftforbruket.



Sources: European Wind Energy Association; GTM Research; IHS

Dette begeistret myndigheten i Dubai så mye at man straks bestemte seg for å utvide rammen for kontrakten med nye 200 megawatt.

Det siste jeg har hørt nå er at statens energiselskap i Dubai har bestemt seg for å legge om sine utbyggingsplaner, og erstattet planlagt utbygging av gasskraft med en Gigawatt- 1000 megawatt – PV solkraft. Det sies at de nye store volumene skal legges på anbud innen utgangen av året. I Gulfen er solkraft konkurransedyktig med oljefyrte kraftverk selv med en oljepris på 20 dollar fatet.

Scatec Solar startet arbeidet med å utvikle solenergi i Sør-Afrika i 2009, på et tidspunkt da solenergi ble ansett for kostbart til å bli tatt med i den nasjonale energiplanen.

Bare i perioden fra første anbudsrunde i 2011 har kostnadene ved ny strøm fra sol falt med over 70 prosent. Nå er prisen 7-8 dollarcent per kwh, på linje med prisen på ny kull.

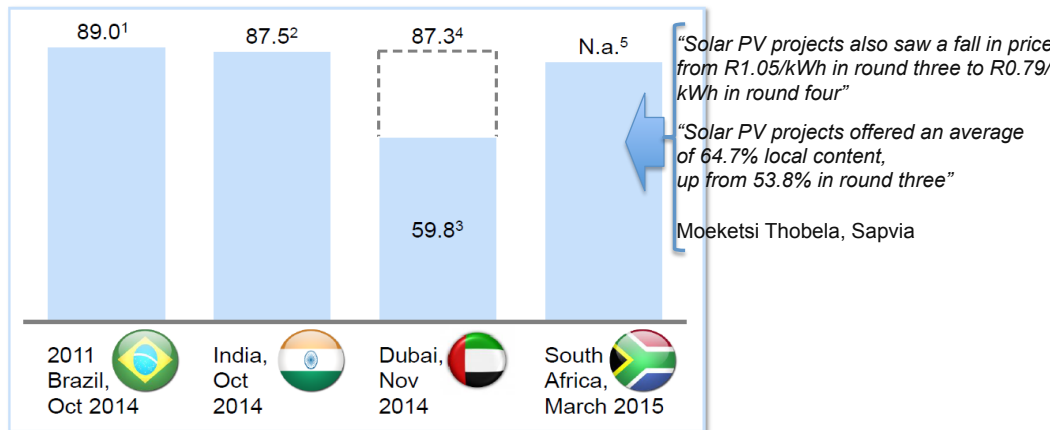
I tillegg til dette legger landets energiminister vekt på at sol også er den energiformen som gir flest arbeidsplasser. Myndig-

heten i Sør-Afrika har i løpet av kort tid doblet måltallene for hvor mye fornybart landet skal bygge de neste årene. Årsaken er blant annet kunnskap om at spesielt sol, men også vind, skaper mange arbeidsplasser nasjonalt. Når vi bygger solkraftverk i Sør-Afrika i dag, er det over 60% lokalt innhold, det vil si varer og tjenester fra Sør-Afrika. Dette stimulerer den sørafrikanske økonomien.

Det sørafrikanske kraftselskapet Eskom har fått ny sjef, og man skulle i utgangspunktet trodd at han først og fremst var opptatt av kullindustrien. Men i et intervju i forbindelse med tilsettelsen sa Brian Molefe at det første han ville gjøre var å redusere Eskoms avhengighet av kull og øke fornybarandelen. Dette budskapet til markedet var ikke drevet av klimahensyn. Drivkraften var en grunnleggende vurderinger av energiforsyningsikkerhet og ikke minst hvor raskt det går å bygge disse ulike alternativene. Å få på plass store mengder solenergi går fort!

**Graf4 - Lavere priser:**

Anbudskonkurranser det siste året har gitt stadig lavere priser. Dubai er foreløpig vinneren.



Source: McKinsey

## GRØNT SKIFTE – PROSJEKTER BYGGES UTEN TILSKUDD

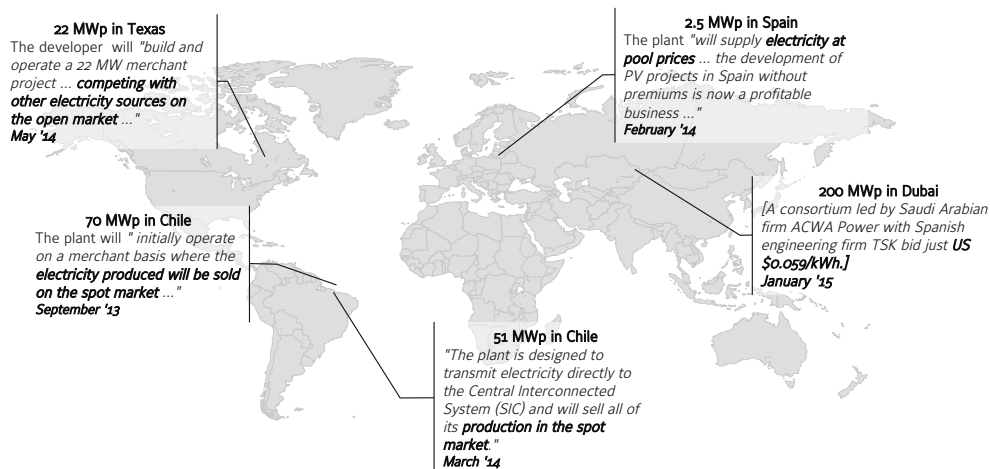
De siste årene har vi sett eksempler på noe helt nytt, nemlig at solkraftverk blir finansiert og bygget uten at det foreligger en salgskontrakt på forhånd. Anleggene blir med andre ord satt opp basert på troen på at investor og eier vil klarer å selge strømmen i engrosmarkedet. Dette har vi eksempler på fra Chile, Spania og USA.

## ANALYSER BASERT PÅ GAMLE TALL

Mye av dette nye har gått hus forbi hos mange prognosemakere og analytikere. Hvis vi kartlegger hva som faktisk skjer i markedene og sammenstiller dette med mye av det som regelmessig publiseres om utbygging av solenergi, er avstanden i kunnskap til tider formidabel.

**Graf5 - Uten subsidier:**

Solkraftverk bygges også helt uten subsidier eller garanterte priser.





Ta for eksempel India. Etter valget der har statsminister Narendra Modi sagt at han skal sørge for å få på plass 170 gigawatt fornybar kraft i 2020, derav om lag 100 gigawatt fra solenergi. Det foreligger nå helt konkrete planer i India om å bygge flere gigawatts kraftanlegg i ulike delstater. Og selv om ting tar noe lengre tid i India, slik det ofte også gjør andre steder, er hovedpoenget at det er et tempo i solenergi-utbyggingen i India som ingen kunne forestilt seg for få år siden.

I Sør-Afrika er måltallene for utbygging av fornybar energi nylig doblet. Mest sannsynlig vil det øke ut over denne doblingen. I Kina er det for tiden bare ett forhold som begrenser veksten i utbyggingen av sol, og det er farten i utbyggingen av transmissjonsnett. Kineserne bygger ut så mange solenergi prosjekter og vindenergi prosjekter som nettet kan klare. Målet er å bygge 100 gigawatt solenergi innen 2020.

Egypt, med sin for tiden dramatiske politiske situasjon, er et annet interessant eksempel. President Abdel Fattah el-Sisi har uttalt at han må sørge for at folk får strøm hvis han skal klare å stabilisere den politiske situasjonen. I programmet hans for økt tilgangen på strøm, spiller både vindkraft og solkraft en nøkkelrolle. Egypt skal bygge 16-18 gigawatt med fornybar strøm innen 2022, halvparten er solenergi. I analysene fra International Energy Agency (IEA) og OECD, snakkes det gjerne om 400 – 500 megawatt i Egypt. I disse analysene tar man bare høyde for noen få prosent av den solenergien som nå er på trappene i dette landet.

Det er med andre ord radikale forskjeller i planene som nå utvikles i landene og de databasene som foreligger og som blir brukt av blant andre IEA og OECD.

Kort oppsummert kan vi si at det er en rekke land som oppskalierer sine planer for

utbygging av solenergi og som vi kommer til å se resultatene av de nærmeste årene. Og dette skjer til tross for at PV i de fleste landene fortsatt er dyrere enn de billigste alternativene som gjerne er kull eller gass. Det er derfor naturlig å spørre: Hva kommer til å skje den dagen utbygging av solenergi er det billigste alternativet?

#### **PV-PROGNOSE: KONKURRANSE-FORTRINN DRIVER VEKSTEN**

Hovedenergikilden i mange u-land i dag er parafin. Men mikrosystemer og desentraliserte løsninger der solenergi og batteri spiller sammen, er i mange slike land en klart billigere løsning enn parafinen – sett over tid.

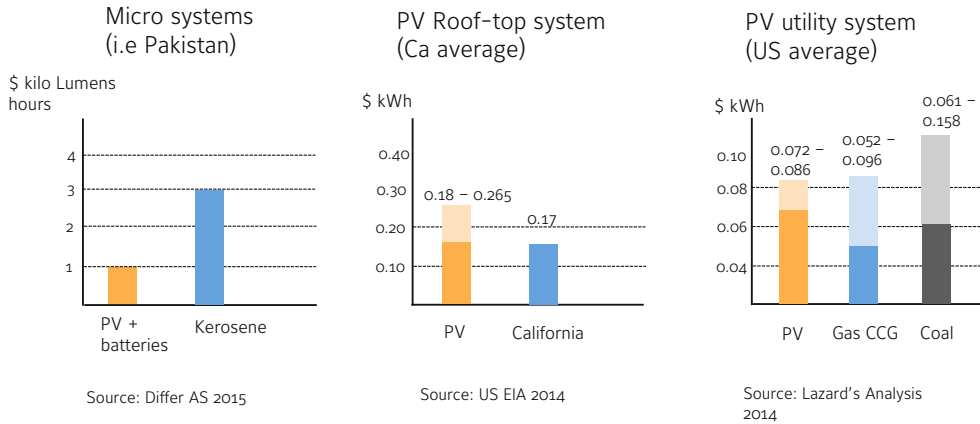
Solenergi på egne hustak er svært utbredt særlig i California. For mange huseiere i California er det i dag rimeligere å bygge PV enn å kjøpe strøm fra nettet.

I det store markedet USA, der det først og fremst dreier seg om store solanlegg, vil solenergien i mange tilfeller i gjennomsnitt bli dyrere enn både gass og kull. Grunnen til at mange kraftselskaper og andre utbyggere i USA likevel velger vind og sol, er blant annet usikkerhet rundt CO<sub>2</sub>-priser og fremtidige reguleringer.

Folk og investorer har forstått hva som er den største økonomiske forskjellen mellom et solkraftverk og et gasskraftverk: når du velger å investere i solenergi kommer alle utgiftene på forhånd, de pløyes inn i selve anlegget. Når anlegget er beregnet å vare minimum 20-25 år, kan du med sikkerhet vite hvilken utgift du har på strømmen din denne perioden. Utgiftene dine er «låst inne», som vi sier, eller forhåndsbetalt. Hvis du velger å bygge et gasskraftverk, får du hele usikkerheten med fremtidige gasspriser med på kjøpet. For gasskraftverk er det vanskelig å forutsi hva som er den reelle kostanden. Det vet man først i etterkant.

**Graf 6 - Billigste alternativ:**

Solenergi er i økende grad konkurransedyktig med fossile alternativer.

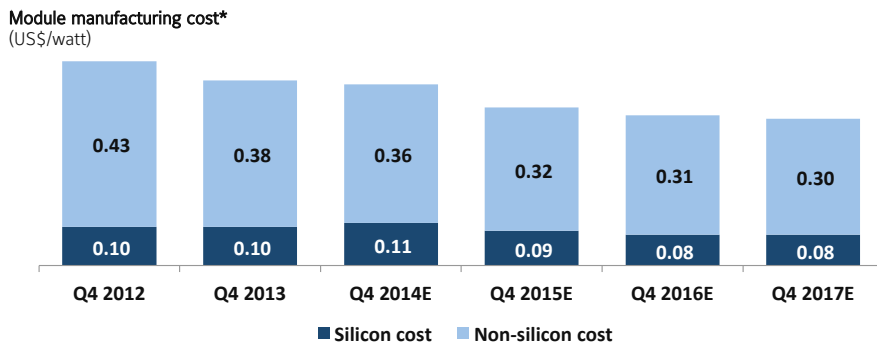


Mange vil kunne hevde at prisen på solenergi har falt så raskt at dette umulig kan fortsette. Vel, den gode nyheten er at prisen kommer til å fortsette å falle! En «best in class»-analysen fra Greentech Research (mars 2014), viser at kostnadene ved produksjon av solceller vil fortsette å synke.

Det er ikke bare prisen på solceller som vil falle, det gjelder også vekselrettere, transformatorer, bæresystemer, installasjon og de andre kostnadene som er forbundet med å bygge et helt solkraftverk. Bloombergs estimer viser at det er sannsynlig at vi innen 2020 vil ha en systemkostnad – hvor alle utgifter er inkludert - på ned mot en dollar per watt. At kostnadene skulle falle

**Graf 7 - Fortsatt prisfall:**

Kostnadene vil fortsette å falle de nærmeste årene.

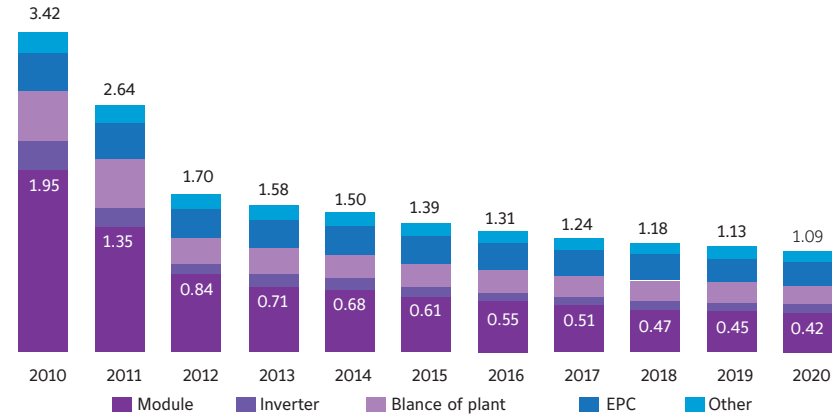


\*Integrated Chinese producer, including depreciation, labor, consumables and overhead. Not including SG&A, shipping, warranty costs and interest.

Source: Greentech Research, March 2014

**Graf 8 - Kostnadskomponenter:**

Alle elementer faller i pris, modulene, installasjonen, finansieringen.



Source: Bloomberg New Energy Finance

så mye var det ingen som så for seg for få år siden, i dag er dette et sannsynlig scenario.

Og det kommer ikke til å stoppe ved en dollar per watt.

### FINANSIERINGSKOSTNADENE VIL MINSKE

Den andre store variabelen som forklarer hvorfor PV fortsatt er relativt dyrt i forhold til alternativene, er finansieringskostnadene. I de fleste vekstmarkeder for slike investeringer er det krevende å reise egenkapital og lånekostnadene er relativt høye. Det gjør at totalkostnadene blir store. Investorer og långivere er konservative eller forsiktige, de vil helst se at markedet fungerer over en tid før de senker avkastningskravene mer på linje med det vi ser i modne markeder.

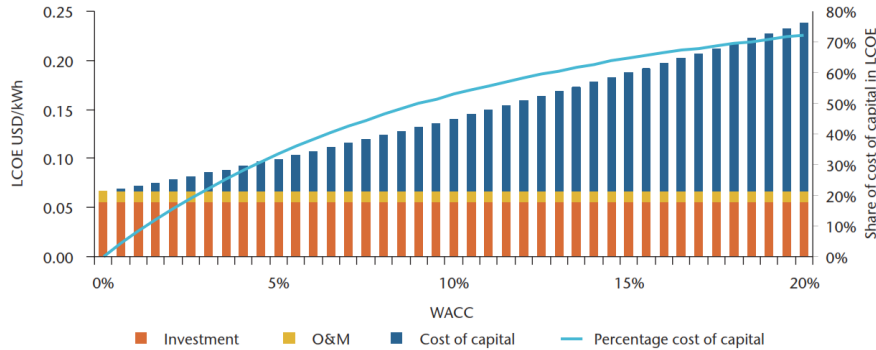
Et eksempel: hvis man i Afrika hadde hatt den samme kapitalkostnad for investeringer i PV som man har i Tyskland, ville gjennomsnittskostnaden på utbygging av solenergi blitt halvert. Den gode nyheten er at de samlede kapitalkostnadene for utbygging av fornybar energi vil falle i Afrika og resten av utviklingslandene, slik de har gjort i i-landene.

En av trendene som kan gi rimeligere finansiering er at flere av de store energiselskapene tar i bruk grønne obligasjoner og såkalte Yieldco's (børsnoterte selskaper som er etablert med formål å eie driftsmidler som produserer en forutsigbar kontantstrøm.) Et annet initiativ er at det arbeides med å få på plass mekanismer i FN-systemet – med formål å redusere finansieringskostnadene – i forbindelse med FNs klimatoppmøte i Paris i desember 2015.

Jo raskere vi får ned finansieringskostnadene, jo raskere vil solenergirevolusjonen gå. Norge kan spille en viktig rolle fordi den norske staten sannsynligvis har verdens beste balanse. Staten kan stille en liten del av sin kredittverdighet til disposisjon for fornybarinvesteringer i fattige land, ved at GIEK (Garantiinstituttet for eksportkreditt) og Eksporkreditt deltar i finansieringen av kommersielle prosjekter innen sol og vind i sør. Slik kan vi bistå andre land med å få ned lånekostnadene på PV-prosjekter, uten at det trenger medfører ekstra kostnader for Norge.

**Graf9 - Finansiering:**

Solenergi er kapitalintensivt. Derfor er finansieringskostnadene viktige. De er ventet å falle.



Capital cost is more than half of the power cost when weighted average cost of capital is above 9%

Note. Example based on 1 360 kWh/kW/year, investments of USD 1 500/W, annual operation and maintenance 1%, project lifecycle 20 years og 0 residual value

**SOL BILLIGST OM FEM TIL TI ÅR**

Et utfordrende tankesett som vi likevel bør forholde oss til, er at PV om fem til ti år vil være den billigste form for elektrisitet i størsteparten av verden. Det er geografiske variabler, selvsagt, men trenden er klar: det er kun et tidsspørsmål før PV er rimeligste alternativ. Fem til ti år er et realistisk scenario her. Og hva skjer da?

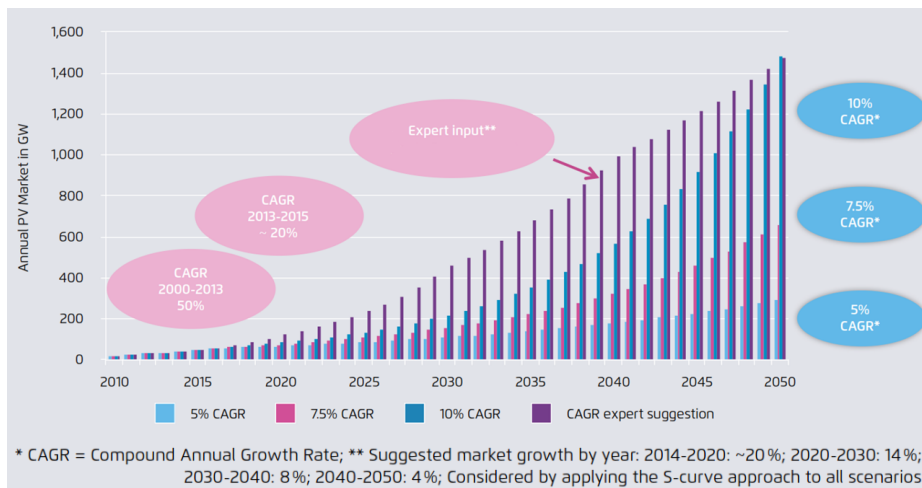
Både Scatec Solar og ulike energianalytikere anslår at veksten i utrulling av solenergi vil fortsette mange år frem i tid. Etter noen år vil tempoet i veksten naturlig

nok avta noe, etter hvert som volumet blir større. Her er det ulike scenarier. Grafen fra Fraunhofer viser vi hvordan vi har tenkt i Scatec Solar og hvordan Fraunhofer - Europas største forskningsinstitutt innen solenergi - ser for seg at utviklingen. Grafen viser en økning i markedet per år fram til 2050 med henholdsvis 5, 10 og 7,5 % årlig vekst. Den mest optimistiske prognosen øverst er en ekspertvurdering der man forutsetter en høyere vekst i begynnelsen. Mye tilsier at virkeligheten trolig kommer til å ligge i det øverste sjiktet.

**Graf10 - Vekst:**

Frem mot midten av århundret vil solenergi vokse raskt. Ulike analyser gir veldig ulike fremtidsbilder.

Prognosis 2015 – 2050 from Fraunhofer /Agora Energiwende, 2015

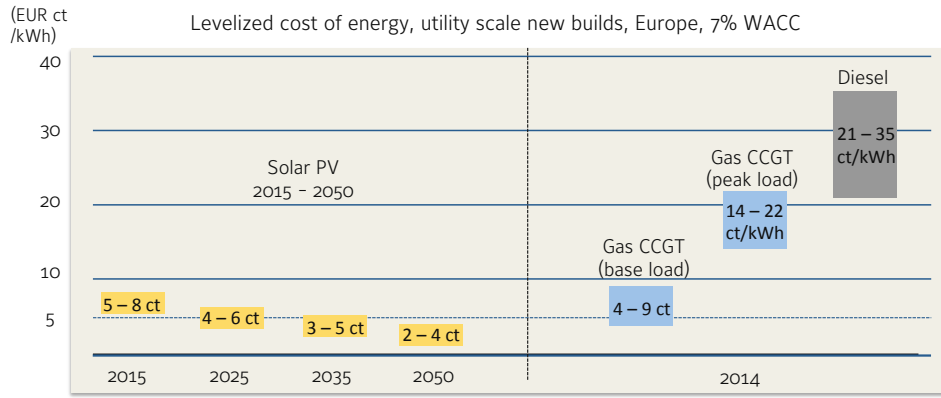


\* CAGR = Compound Annual Growth Rate; \*\* Suggested market growth by year: 2014-2020: ~20%; 2020-2030: 14%; 2030-2040: 8%; 2040-2050: 4%; Considered by applying the S-curve approach to all scenarios



**Graf 11 - Konkurransedyktig:**

Solenergi vil i økende grad være rimeligere enn gasskraft. Kraft basert på diesel er mye dyrere enn solenergi.



Source: Fraunhofer / Agora Energiwende 2015 Source: Bernstein Research, Scatec Solar analysis  
 \* Real values in EUR 2014, bandwidth represents different scenarios of market, technology and cost development.  
 PV plant locations between south of Germany (1190 kWh/kWp/year and south of Spain (1680 kWh/kWp/y) US\$/watt)

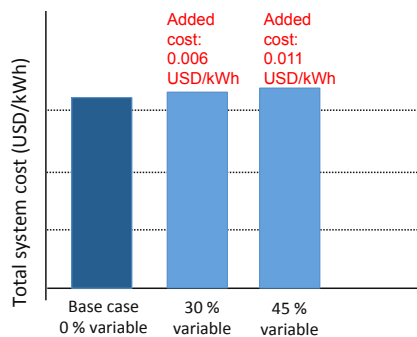
Med en slik utvikling vil PV allerede om 20 år - i 2035 - representere 35 % av verdens strømproduksjon. Jeg minner om at PV per i dag står for om lag 1 prosent av verdens strømproduksjon. Og det er ikke all verden landareal som skal til fordelt over hele verden, faktisk ikke mer areal enn det som går med til kullgruvevirksomhet i USA per i dag.

En vekst som beskrevet over vil kreve betydelige investeringer i nettet. IEA har

anslått hvilken gjennomsnittlig tilleggskostnad vi må regne med hvis vi skal opp i 45 % variabel strømproduksjon – det vil si 45 % vind og sol. Konklusjonen er at såkalt «variabel fornybar energi» kan integreres med en relativt moderat økning i de totale systemkostnadene. Dette begrunnes med et framtidig prisfall også for nettutbygging, mens det blir dyrere å slippe ut CO<sub>2</sub>. (IEAs The Power of Transformation – februar 2014.) Og når kostnadene ved kraftproduksjonen faller, vil en jevn og naturlig

**Graf 12 - Stor fornybarandel:**

En rekke analyser viser at store mengder sol og vind kan integreres uten vesentlige ekstrakostnader.



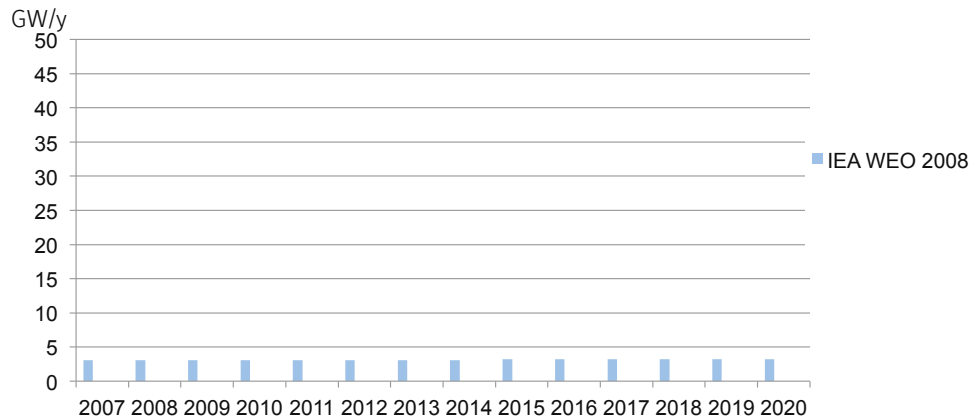
Source: IEA - The Power of Transformation (Feb 2014)

«In the long term, high shares of VRE may come at zero additional cost ...[since] future VRE generation costs are likely to be lower and the cost of CO<sub>2</sub> emissions higher.»  
 IEA, February 2014

- May 2014 - Germany beats the "world record" in renewable energy production as 74 % of electricity comes from solar and wind
- Spring 2015 - Solar eclipse causes limited difficulties

**Graf 13 - IEA I:**

Det internasjonale energibyrået (IEA) har sterkt undervurdert veksten i solenergi. Slik spådde IEA at solenergien ville utvikle seg i World Energy Outlook i 2008.



utvikling av nettet føre til at det klarer å ta imot stadig mer av strømmen laget av solenergi og vindenergi.

oppfatningen for utviklingen innen solenergi. Også i Norge er denne oppfatningen særlig knyttet til IEAs årlige prognoser.

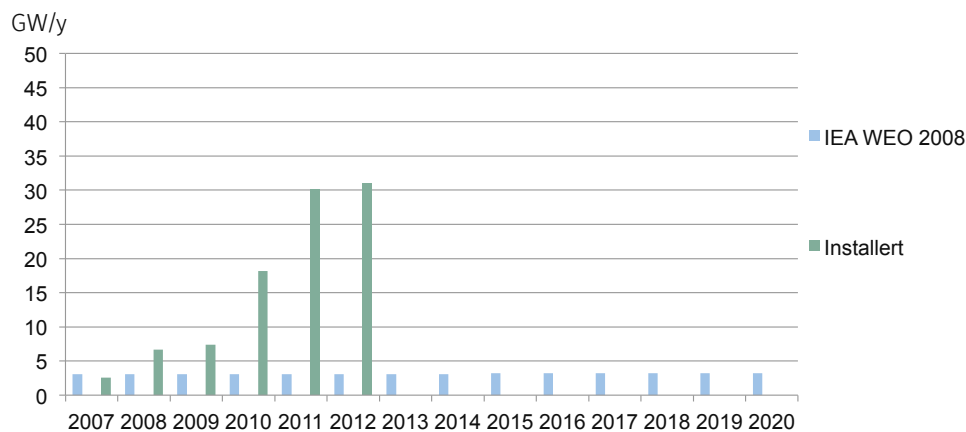
#### DE FLESTE SCENARIER UNDERVURDERER SOLENERGIENS ROLLE

La oss se virkeligheten jeg har beskrevet over i lys av det som fortsatt er konsensus-

Grafen over viser hvordan IEA gjennom sin prognose i 2008-utgaven av World Energy Outlook trodde PV ville utvikle seg fram til 2020:

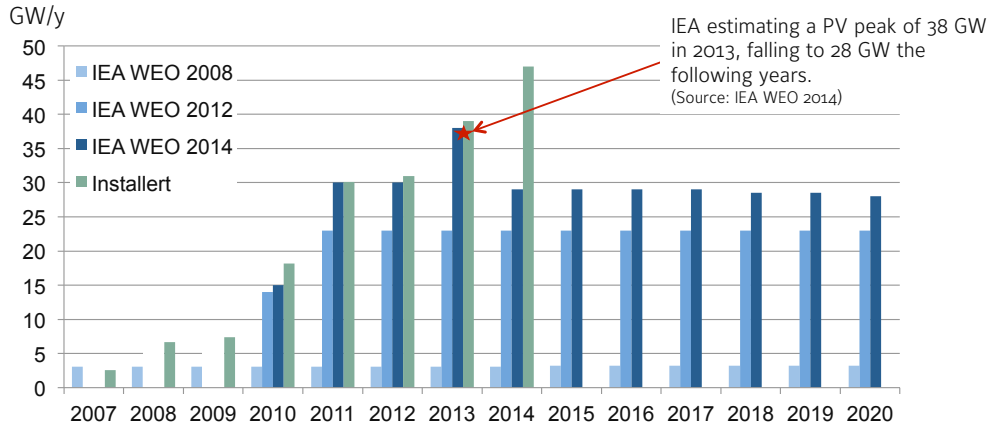
**Graf 14 - IEA II:**

Slik gikk det i årene frem til 2012. Solenergi ble installert i et mye raskere tempo enn IEA spådde.



**Graf 15 - IEA III:**

Spår likevel lav vekst fremover. IEA tror det skal installeres bare halvparten så mye solenergi i årene fremover som i 2014.

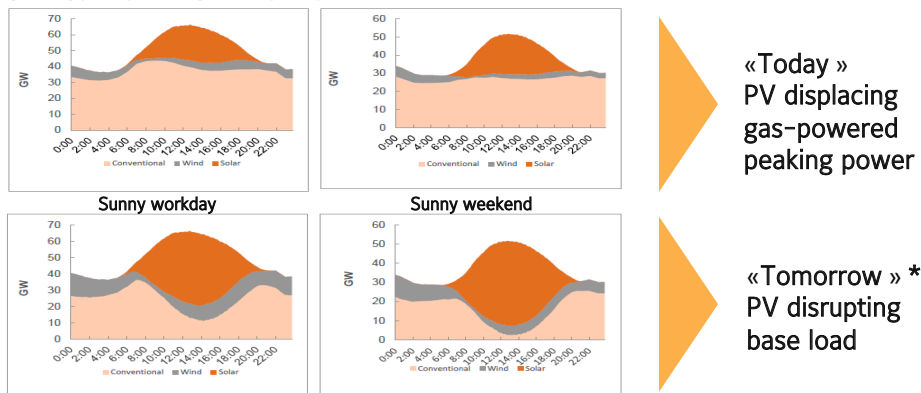


En skulle trodd IEA da hadde lært, men i 2012 kom en ny analyse i det årets utgave av World Energy Outlook. Nok en gang forutsatte IEA et nytt flatt nivå for utviklingen innen solenergi fram til 2020. Graf 14 viser både IEAs prognose – og fasiten fra virkeligheten.

Som om ikke dette var nok, kom IEA i sitt ”New Policies”-scenarie (i rapporten World Energy Outlook i november 2014) med en ny analyse der referansescenariet nok en gang forutsetter at toppen er nådd for veksten i PV-utbygging og at utbredelsen av installert solenergi vil falle og ligge på et

**Graf 16 - Endrer kraftmarkedet:**

Solenergien «stjeler» markedsandeler fra fossil energi på dagtid. Denne effekten tiltar i takt med at det bygges ut mer.



Source: Citigroup Global Perspectives Report, October 2013  
 \*Assuming a doubling of installed capacity, i.e. in 3 years at the current installation rate.

jevnt nivå i 20 år framover. Det kan virke som om det ikke er evne til å lære i den organisasjonen.

### MULIGE KONSEKVENSER AV DEN RASKE PV-UTBREDELSEN

Hva kommer utviklingen innen solenergi til å bety for andre energiformer? Det sier seg selv at PV vil ha store implikasjoner også for Norge, særlig i forhold til etterspørselen av gass. Omfanget av utbyggingen av PV i Tyskland fører til at PV kan dekke store deler av energibehovet gjennom dagen. Solenergi dekker ikke lengre bare «toppen» av energiforbruket, solenergien forsyner også det som kalles «base load» i løpet av dagen. Det fører til at hele energitilpasningen i Europa nå handler om å finne løsninger der man ikke er avhengig av såkalt base load, men der man kan ha fleksibel bruk av gass og andre ressurser som kan dekke behovet når sol og vind tar en stadig større del av all strømproduksjon.

Grafen 16 viser hvordan solenergien kommer inn på dagtid og «stjeler» markedet fra gasskraftverk som tidligere var nødvendig for å dekke behovet i markedet i timene hvor forbruket er høyest. De to øverste illustrasjonene viser dagens situasjon. De to nederste viser hvordan dette vil slå ut når solenergi blir mer utbredt. Ikke bare gasskraft, men også kullkraftverk blir slått ut av solenergien.

Det som skjer i kraftmarkedene er at solenergien skviser ut fossilkraft fordi den ikke har noen marginalkostnad. Derfor faller kraftprisene i markedet. Denne effekten er en av de viktigste årsakene til at de store europeiske kraftselskapene er i finansiell knipe.

### HVOR RASKT VIL BATTERIKOSTNADENE FALLE?

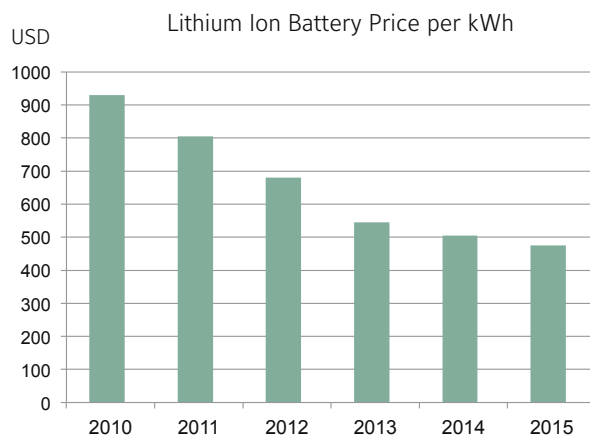
På samme måte som prisen på PV-moduler synker, vil markedet sørge for at prisen på batterier stadig blir lavere. Prisen er nesten halvert de fem siste årene. Teslas har med sine bilbatterier og husholdningsbatterier en nøkkelrolle i denne utviklingen.

Frem til nå anslår Bloomberg at man har hatt en såkalt læringskurve på over 20 prosent, det betyr at prisene vil falle med om lag 20 prosent ved en dobling av kapasiteten. Det er på linje med det vi har sett innen PV på lang sikt. Hvis denne prisutviklingen fortsetter for batterier, sier det seg selv at vi kan se for oss en veldig spennende utbredelse av batterier i strømmarkedet.

Rocky Mountain Institute har regnet på hvor lang tid det vil ta før det lønner seg ulike steder i USA å klippe av ledningen til nettselskapet. Som graf 19 viser vil det om få år lønne seg for husholdningene å installere batteri og gjøre seg uavhengig av strømmettet. På Hawaii er det slik allerede,

#### Graf17 - Batterier:

Kostnadene til batterier har falt raskt de siste årene.

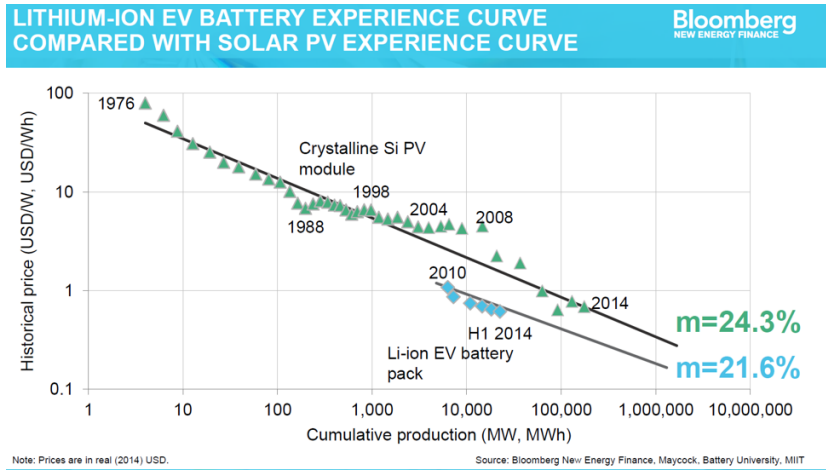


Source: Pike Research



**Graf 18 - Ytterligere fall:**

Det er ventet at batterikostnadene vil fortsette å falle i årene fremover.



og instituttets beregninger viser at det etter 2020 vil være økonomisk lønnsomt for husholdningene å skaffe seg et batteri fra TESLA eller tilsvarende og rett og slett rent fysisk kutte forbindelsen med nettselskapet. Om dette vil skje i praksis vet vi ikke ennå. Det avhenger av hvilke reguleringer som gjelder og hvordan nettselskapene kommer til å reagere. Men dette sier litt om hvilken trussel PV og batteri sammen vil representerer for de store sentrale kraftselskapene.

Men også her ser vi at Tyskland er et foregangsland. Mer enn 20 000 husholdninger har allerede installert batterier for lagring

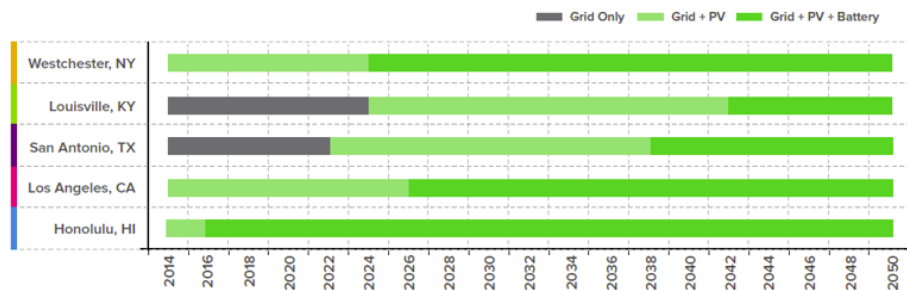
av egenprodusert solenergi. Med fallende batterikostnader vil egen batterilagring bli økonomisk attraktivt for mange av de 1,5 millioner tyske husholdninger som allerede har installert PV.

**ALTERNATIV LAGRING AV SOLENERGI**

Batteri er ikke eneste lagringsmulighet. Et alternativ som det særlig i EU jobbes mye med er såkalt «power to gas». Konseptet bygger på to teknologier, først produksjon av hydrogen og deretter den såkalte Sabatier- prosessen som omgjør CO2 blandet med hydrogen til metan. En av fordelene ved konseptet er at dagens infrastruktur og turbinkraftverk for naturgass kan konver-

**Graf 19 - Trussel mot kraftselskapene:**

Mange forbrukere kommer gunstig ut med solenergi og gradvis også med batterier.

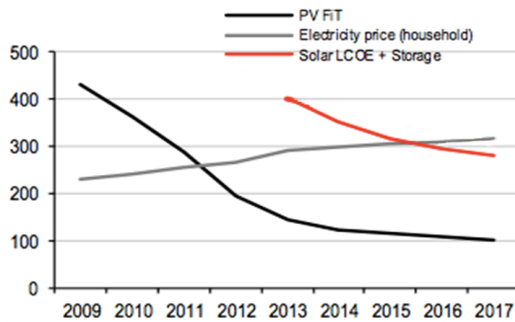


Source: ROCKY MOUNTAIN INSTITUTE

**Graf 20 - Batteri + sol:**

Solenergi og batterier kan gi billigere strøm enn den man kjøper fra nettet.

PV + storage in Germany ~ el-price parity 2016



Note: From Sept 2014 onwards PV FIT is estimated to decline by 9.5 % per month. For 2015 onwards retail electricity prices are estimated to increase by 2 % Y-O-Y. Source: HSBC (October 2014)

- Roof top PV reduces electricity sales for utilities.
- Reaction – increase distribution tariffs
- ... roof top PV gets even more competitive. As well as with storage.

Examples stock price :

	May 2010	May 2015
E.ON	€ 25.20	€ 13.72
RWE	€ 61.75	€ 22.79

teres til metan. En annen fordel et man kan benytte «overskuddskraften» fra vind og sol til å produsere hydrogen, slik at strømkostnaden ved prosessen blir veldig lav.

Med en slik løsning vil land som Tyskland og Frankrike kunne erstatte naturgass importert fra Norge eller Russland med kunstig produsert «naturgass» som igjen kan produsere balansekraft i de periodene det verken er sol eller vind. Hvorvidt dette er en teknologi som blir billigere enn batterier gjenstår å se, men det er i hvert fall verdt å notere at konseptet og teknologien er under

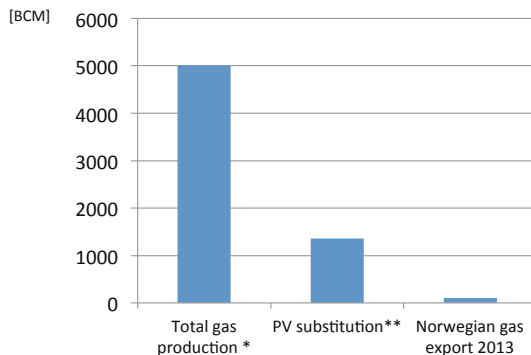
utprøving i nær 30 anlegg i Europa, og nå også skal utprøves i California.

**POTENSIALET FOR PV SOM ERSTATNING FOR GASS**

Hvis vi ser for oss en vekst i PV som jeg har redegjort for tidligere i denne artikkelen, og vi forutsetter at solenergien primært erstatter gass innenfor kraftsektoren, ser vi at PV har potensial til å erstatte omlag en tredjedel av den totale gassetterspørselen i kraftsektoren.

**Graf 21 - Gassen påvirkes.**

Solenergi kan erstatte store deler av gassforbruket.



PV has the potential to substitute 1/3 of total gas demand in a 20 year perspective.

\* IEA WEO 2014 base case (New Policies Scenario)  
 \*\* Assuming Fraunhofer expert scenario vs IEA WEO 2014 ( 6440 GW vs. 790 GW), 50% efficiency of gas power plant and 1378 full load hours

**Graf 22 - Oljen påvirkes.**

Elektriske biler – ladet med solenergi – vil kunne påvirke oljeforbruket.

Light duty vehicle stock: ~900 M  
 Light duty vehicle sales: ~88 M/y  
 ~21 M barrels oil per day are consumed by light duty vehicles (total oil production 91 M barrels/day).

- Substitution of 1 M barrels oil per day:
- ~ 45 M plug in vehicles on the road.\*
  - ~ 90 GW PV can supply the power

\* Assuming 15 000 km/year, 0.075 l/km for conventional car stock, 85% reduced consumption



**POTENSIALET FOR PV SOM ERSTATNING FOR OLJE**

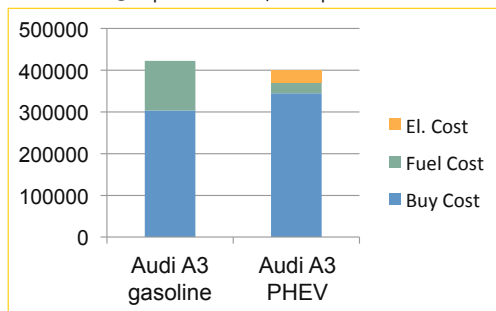
Vi kan også se for oss mulige scenarier der solenergien erstatter olje. Elektriske biler og elektrifisering av bilparken kan føre til

betraktelig mindre etterspørsel av olje. Hvis vi bruker 90 gigawatt PV i en elektrifisert transportsektor, vil dette kunne erstatte en million fat olje hver dag.

**Graf 23 - Elektriske kjøretøyer.**

Vekst i el-biler kan gå hånd i hånd med utrulling av solenergi.

Audi A3 Sportsback, UK prices



Fast electrification of transport the coming years.

- E.g. China:
- 230 million e-bikes today
  - 36 500 e-buses
  - Sales of EVs grew from 13 000 in 2013 to 80 000 in 2014.

Assuming 15 000 km/year, 13.2 NOK/litre, 0.06 l/km, 1 nok/kWh, 80% reduced consumption for PHEV, ref /www.greencarreports.com/news/1071688\_95-of-all-trips-could-be-made-in-electric-cars-says-study

## OPPSUMMERING

- Dynamikken i utbredelsen av solenergi er undervurdert, det er fremdeles ikke konsensus om hvilke scenarier som er de mest realistiske.
- Basert på kunnskap om prisfall, etterspørrelse i markedet og planer for storskala utbygging av solenergi i mange land, er det realistisk å anta at PV kan bli den største av alle kilder til strømproduksjon og dekke 30-35% av det globale kraftbehovet i 2035. Dette tilsvarer ca. 6400 GW installert PV, det vil si ca. 30 ganger det som hittil er installert.
- Til sammenlikning spådde IEA i sitt New Policies Scenario i 2014 at PV vil utgjøre 3% av verdens strømforbruk i 2040.
- Selv i sitt såkalte to-gradersscenarie, regner IEA med at PVs andel av kraften som brukes til verdens elektrisitetsproduksjon i 2050 vil ligge på magre 5%.
- PV er foreløpig den eneste energikilden som har et kostnadseffektivt potensial til å overoppfylle sitt bidrag til 2-gradersmålet.
- Også norske energiselskaper, myndigheter, og andre interessenter må se på solenergi som en gigantisk markedsmulighet, og ikke som en potensiell «trussel» eller et marginalt nisjemarked.



# NEDTUR OG NY OPPTUR FOR MAGISK ENERGI



JENS ULLTVEIT-MOE

*Jens Ulltveit-Moe er grunnlegger av og administrerende direktør i Umoe, etablert i 1984. I dag utgjør Umoe et av Norges største privateide selskaper. Jens Ulltveit-Moe er svært samfunnsengasjert og har vært president i både Norges Rederiforbund og Næringslivets Hovedorganisasjon. De siste årene har Ulltveit-Moe etablert seg som en utvikler av og investor i fornybar energi, blant annet innenfor lavkarbon drivstoff (Umoe Bioenergy, Brasil) og solenergi (REC Silicon, USA og Kina). Ulltveit-Moe er for tiden styreleder i REC Silicon. Han har en mastergrad i økonomi og ledelse fra Norsk Handelshøyskole og Business Administration (NHH) og en mastergrad i International Affairs fra Colombia University.*

Solenergirevolusjonen sett fra en investors perspektiv.

For ti år siden kjøpte jeg meg inn i solindustrien. Jeg ble frelst. Det kostet meg dyrt, men jeg blir stadig mer sikker på at solenergien vil vinne. Den har en avgjørende fordel mot den fossile konkurransen: Den ødelegger ikke kloden.

Min erfaring som investor sammenfaller med det bildet Terje Osmundsen beskriver i sin artikkel, både når det gjelder prisfall og teknologiutviklingen innen solindustrien.

Anlegget REC Silicon i USA er verdensledende i produksjon av silisium primært til solcelleindustrien. Her fremstilles om lag ti prosent av verdens samlede produksjon av silikon, årlig produksjonskapasitet er på mer enn 20.000 tonn. Selskapet har etablert et joint venture i Kina. REC Silicon er notert på Oslo Børs og Umoes eierandel er nå 23 prosent.

Hvordan har jeg så kommet dit? Vel, det har kostet meg rundt en milliard kroner i investeringer.

For min del begynte dette for om lag ti år siden. Min kone ble valgt inn som styremedlem i REC. Selskapet var den gang en stor suksess. Jeg var veldig skeptisk. REC var jo en ren funksjon av subsidier i Tyskland, og derfor innebar dette en enorm politisk risiko. I tillegg var selskapet en mygg i det store bildet. Dette hadde jeg ingen tro på.

Men den sommeren var det mye regn. Jeg hadde god tid til å lese og satte meg inn i bakgrunnsstoffet for businesscasen REC.

Jeg ble frelst. Nettopp det viste seg å bli ganske dyrt for meg.

#### **KOSTNADEN AV INPUT ER NULL!**

Jeg gikk inn i solindustrien fordi jeg ble helt solgt fra det øyeblikket jeg forsto det virkelig magiske i denne energiformen: Solstrålene – fotonene – som kommer inn i solcellene og der blir gjort om til strøm. Kostnadene av input er null! Innen dette feltet kommer det til å måtte skje veldig spennende ting, tenkte jeg den dagen for ti år siden.

I REC hadde man patenter, teknologi og kunnskap. REC produserte polysilisium, en av hovedinnsatsfaktoren til wafere som igjen er hovedbestanddelen i solceller. Marginalprisen – eller spotprisen - for polysilisium var på dette tidspunktet gått i været og strakk seg opp mot 300 dollar for hver kilo polysilisium REC solgte. Gjennomsnittsprisen var om lag 80 dollar. Jeg regnet nærmere på det og kom frem til at hvis jeg kunne bygge et eget anlegg selv, da skulle jeg klare å produsere polysilisium for en kostnad av om lag 40-50 dollar kiloen. Da ville jeg få et fint overskudd og slik ville dette være en god investering, tenkte jeg.

Jeg begynte å undersøke hvor jeg kunne kjøpe kunnskap. Kort fortalt resulterte det i at jeg satte opp et stort prosjekt i Canada, det kostet meg om lag 30 millioner dollar. Jeg mottok en god del subsidier og gjorde alt klart for produksjon.

Så begynte raset. Prisene på polysilisium begynte å falle, først fra 80 til 60 dollar, og derfra ned til 50 dollar.

Jeg tenkte en stund at dette nok kunne gå godt, for det å gi opp en kjempegod ide er tungt. Men noe av det klokeste jeg har gjort var å kutte ut dette prosjektet. Jeg tok tapet. Prosjektet i Canada innebar også at jeg

kjøpte en stor papirfabrikk. Den måtte jeg legge ned, noe som var greit nok. Men denne papirfabrikken hadde store skogområder og sagbruk, som ingen den gang regnet med at hadde noen særlig verdi. I dag er dette verd 40 millioner dollar, så blinde høner finner også korn.

#### **ET DRAMATISK FALL – OG EN KJEMPESMULIGHET**

Jeg kutte altså ut planene om en fabrikk i Canada, slikket mine sår og fulgte med på hva som skjedde i REC og i markedet. Det som skjedde var det typiske i kapitalismen. Overentusiasmen for dette nye hadde vært så stor at vi hadde fått en grov overinvestering i kapasitet sammen med en svakere etterspørsel enn forventet. Det resulterte i at spotprisen for polysilisium, som på det aller høyeste faktisk hadde nådd 400 dollar, sank til 12 dollar. Kursen i REC falt fra 220 kroner til 68 øre.

Dette var et dramatisk fall, men også en kjempemulighet til kjøpe seg inn i selskapet og anlegget til en brøkdel av hva det ville ha kostet om jeg skulle ha bygget dette opp fra bunnen av.

*«Der jeg tror det fremdeles er mye å hente er på effektiviteten i solcellene.»*

Dette valgte jeg å gå for, og det viste seg å være en ganske tung reise. Men likevel; det å gå sent inn i en kapitalistisk syklus er som regel gunstig. Det hadde i sin tid kostet rundt to milliarder dollar å bygge RECs fabrikk. Da jeg kjøpte meg inn var prisen bare en brøkdel.

Investeringen per produsert kilo polysilisium ved REC Silicon var på ca. 100 dollar da jeg kjøpte meg inn. På mitt anlegg i Canada ville denne kostnaden vært 180 dollar.



REC Silicon-fabrikken

Teknologien ved REC Silicon i USA er den beste teknologien i verden i dag. Men anlegget i USA tjener per i dag fortsatt ikke penger basert på historisk kost. Etter kraftige nedskrivninger av bokførte verdier tjener vi nå penger på bokført kost.

Som nevnt har selskapet etablert et joint venture i Kina, der bygger nå REC et tilsvarende anlegg som det vi har i USA. Det vil koste oss om lag 10 milliarder kroner. Men her ser vi noe av den teknologiutviklingen og det kostnadsfallet Terje Osmundsen beskriver i sin artikkel: Investeringskostnadene ved mitt anlegg i Canada var i sin tid 180 dollar, ved REC Silicon i USA er det nå 120 dollar. Ved anlegget i Kina vil dette bli omkring halvparten.

Dette er dramatiske skift og dette har skjedd i løpet av ti år. Teknologiutviklingen og kostnadsfallet gjør solenergien attraktiv, det er kostnaden som teller også når det gjelder energi. Men folk vil også gjerne ha energi som medfører minst mulig skadevirkninger. Og når prisen er omtrent tilsvarende, og de blir satt i en valgssituasjon, vil mange gjerne velge den energien som skader minst. Sol er slik jeg ser det den typen fornybar energi som har minst skadevirkninger og som gir få miljøproblemer.

*«Teknologiutviklingen og kostnadsfallet gjør solenergien attraktiv, det er kostnaden som teller også når det gjelder energi.»*

#### **FOSSIL ER VINNER HITTIL, SOL KAN OVERTA**

Historisk sett har vinnerenergien de siste 100 årene nesten utelukkende vært fossil. Som energi er det fossile helt supert. Det er massevis av det, det er rimelig, og det er nok av det til at vi kan ha stabile forsyninger i flere hundre år. Det blir stort sett produsert uten at vi kan se de store skadevirkningene av det. Den fossile energien har bare en ulempe: den ødelegger kloden. Det er i noens øyne en bagatell. For meg er det vesentlig. Derfor synes jeg det å arbeide med å utvikle og forbedre teknologien på sol er svært viktig.

På anlegget vårt holder vi på med dette arbeidet kontinuerlig, det er et rent industrielt utviklingsarbeid som går ut på å

forbedre teknologien litt etter litt, akkurat som en gjør det i petrokjemiindustrien. Dette utviklingsarbeidet er en ekstremt farlig operasjon og selv jeg som styreleder får ikke lov til å gå ut i anlegget vårt. Lekker noe av gassen ut her, er det øyeblikkelig antenning. Dette er med andre ord tradisjonell industri. Det som gjør arbeidet så meningsfullt er at denne industrien jeg er involvert i her leverer energi som er ren og som bidrar til å kutte CO<sub>2</sub>-utslipp. Og nå er denne energien også blitt svært billig – og dermed konkurransedyktig!

*«For meg som investor er det et veldig meningsfylt arbeid å forsøke å bidra til å få frem fornybar energi og da først og fremst sol.»*

Nå som har vi fått til en sterk kostnadsreduksjon og god konkurransevnen er vi bedre posisjonert enn for bare kort tid siden. Jeg tenker hele tiden på hvordan vi kan og bør komme videre og utvikle teknologien enda mer. Der jeg tror det fremdeles er mye å hente er på effektiviteten i solcellene. Jeg er medeier i et annet lite selskap, Sol Voltaics. I dette selskapet arbeides det med nano-teknologi. Håpet med dette arbeidet er at vi innen om lag tre år skal kunne klare å øke effekten på solceller med fem prosentpoeng, fra 18 til 23 prosentpoeng.

Om vi kommer i mål her, om det kommer til å virke slik vi håper, det vet jeg ikke ennå. Men utviklingsarbeid som dette – som skjer på mange plan og ulike steder – gir troverdighet til Terje Osmundsens poenger: vi kan ha forventningene om ytterligere teknologiforbedringer og kostnadsreduksjoner for solceller. Kombinerer vi denne kunnskapen med troen på utviklingen

innen batteriteknologien, har vi her et case som kan gi godt håp om solenergien som en stor og viktig energikilde. Om volumet blir stort nok til at det vil få tilstrekkelig effekt på klimaregnskapet, vet vi ikke ennå.

#### **MENINGSFYLT Å FORSØKE Å BIDRA**

Til klimaregnskapet har jeg å si følgende: Mitt personlige syn er at togradersmålet er noe politikere finner på for å oppmuntre oss. IEA mener det samme. Men skal vi klare å nå dette målet må vi se dramatisk riktige handlinger i løpet av fem år, jeg tror neppe det kommer til å skje. Ser du projesjonene i oljeindustrien er beskjeden derfra at produksjonen av fossilt vil være den samme de neste 30-40 år som vi har i dag og at økningen i energiproduksjonen vil komme i fornybar energi. Men for å nå togradersmålet, må forbruket av fossil energi synke kraftig. Slik det ser ut nå, planlegges det for vesentlig høyere utslipp enn det vi må ha for å klare togradersmålet, vi styrer mot 3,6 grader i følge IEA. Betydningen av at man bytter ut en fossil energi med en annen, det vil si å bytte ut kull med olje og gass, blir alt for liten til at det monner.

For meg som investor er det et veldig meningsfylt arbeid å forsøke å bidra til å få frem fornybar energi og da først og fremst sol. Det glødende bildet Terje Osmundsen har gitt uttrykk for fikk meg ut på en – til å begynne med - veldig vanskelig vei for ti år siden.

I dag tror jeg det er stor realisme i min solenergiinvestering. Produktet og prosessen fremstår like magisk i dag som det gjorde den regnværsdagen på Sørlandet sommeren for ti år siden.

# DESENTRAL OG DISTRUPTIV: ENERGISEKTOREN RIVES I FILLEBITER



ANDREAS THORSHEIM

*Andreas Thorsheim har en master i samfunnsøkonomi fra NHH og en master i internasjonal ledelse fra London School of Economics. Han har 12 års erfaring fra teknologi- og mediesektoren, blant annet som produktdirektør i Opera Software, adm. direktør i Bergens Tidende, finansdirektør i Schibsted Norge og prosjektleder i Media Norge-fusjonen. Thorsheim tvitrer aktivt om teknologiomstilling innen medier og energisektoren. Han er elbiler og er i ferd med å installere 10kWp med solceller i sin privatbolig.*

Mediebransjen er endevendt – energisektoren neste mann ut.

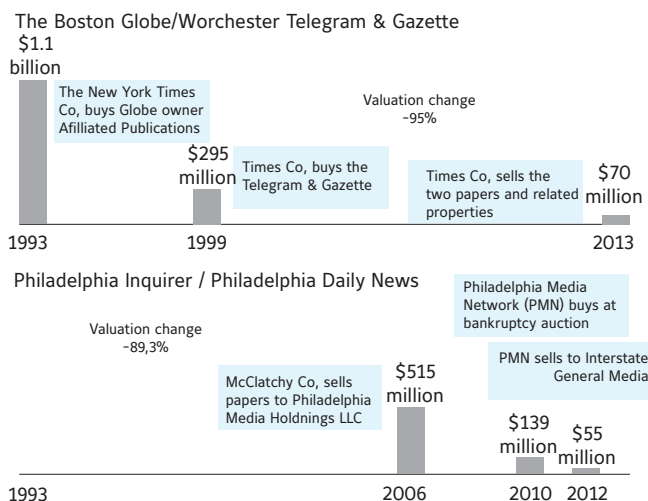
Energisektoren slik vi kjenner den vil bli revet i fillebiter av ny teknologi, nye forretningsmodeller og nye aktører. Bare spør en mediemann.

Noen kommer til å bli rike på olje- og kul-laksjer de kommende årene. Oljebransjen kommer til å bli mer effektiv og miljøvennlig. Men det er ikke nok til å stå imot nye teknologier som vil endre energitilførselen for alltid.

Nå skal energisektoren gjennom samme omstilling som mediene har vært gjennom de siste ti årene. Og jobber du i Statoils E&P-avdeling eller Vattenfalls kullkraftverk, så er du i samme posisjon som Aftenpostens ansatte var i 2004.

Da jeg kom inn i mediebransjen som nyutdannet økonom i 2004, kalte man fortsatt nettaviser for “Nye Medier”. De var plassert i egne avdelinger, separert fra kjernevirksomheten. Det var populært å snakke om digitale muligheter når man rekrutterte, men regnskapene og sjefenes karriereveier fortalte tydelig hva som talte, og det var den tradisjonelle kjernevirksomheten. *Lyder det kjent?*

I løpet av dette tiåret er alt endret i mediebedriftene. Aksjonærverdier i milliardklassen er tilintetgjort. Da Boston Globe ble



Figur 1: Fallet i utvalgte medieaksjer i USA. Kan det samme skje for oljeaksjer? (Kilde: Pew Centre for Journalism Research)



solgt for et år siden var prisen 96 prosent lavere enn det New York Times betalte for avisbedriften i 1993. Tusenvis av arbeidsplasser er borte; i USA er antallet journalister falt med 60.000 de siste tiåret, i Norge er tallet 1-2.000. Flere flaggskip har forlist, eller de er blitt solgt til rene "nye medier", som da Amazon-grunnlegger Jeff Bezos kjøpte Washington Post i fjor. *Kan dette skje med energiaksjer?*

Den tradisjonelle mediebransjen er bare ett av flere ofre for forbedret teknologi, den samme teknologien som gjorde slutt på reisemyråene, plateselskapene og fotobutikkene. Teknologien er internett, men ikke alene. Snarere er det en kombinasjon av nyvinninger og forbedringer som gjør at nettet akkumulerer flere fortrinn mot de tradisjonelle aktørene. *Er oljeselskaper, kullkraftverk og strømleverandører i samme båt?*

Det er nettet pluss skyen pluss sosiale medier pluss kunstig intelligens pluss nettbetaling som virkelig tar rotta på papiravisene, ikke nettmediets fortrinn innen distribusjon alene: Distribusjonen er umiddelbar heller enn døgnvis, men i tillegg har nettet fordel i at tilgjengeligheten er ubegrenset og global heller enn begrenset av distribusjonsradiusen til nærmeste trykkeri. Produksjonskostnaden for en blogg er tilnærmet null, mens den for en redaksjon skal dekke inn trykkeri, distribusjon og en hel stab av journalister. Nettavisen vet hvem du er når du leser den og tilpasser innholdet deretter, mens hver avis er helt lik. *Er flere teknologier i ferd med å bryte gjennom samtidig også i energisektoren?*

#### ANGREP NEDENFRA

Min påstand er at svaret er ja på alle spørsmålene over. Energisektoren er i *disrupsjon*, og det påvirker alle aktører, fra kullgruver og oljeselskaper, via kraftverk og nettutbyggere til strømleverandører.

Fornektelsen blant de etablerte aktørene i energibransjen er den samme som den var

blant ledere og tradisjonister i mediebransjen inntil nylig: Det er lett å le av den nye teknologiens mangler.

De første som tar den i bruk er ikke representative for allmennheten. Bytteforholdet mellom tvilsom kvalitet og høy pris gjør produktet uattraktivt for de aller fleste. Markedet er begrenset. Bransjens interne estimater tilsier fortsatt høy etterspørsel i mange år. Riktignok sliter noen små aktører i møte med ny konkurranse, men de største og beste har gode marginer og er solide. Entusiastene snakker i for store bokstaver, og tar feil på en rekke detaljer.

Et eksempel fra en fersk virkelighet: Dette var omlag budskapet fra Ole Melberg på et seminar nylig med tittelen "Startup vs Oil". Han representerte selvsagt sistnevnte, i kraft av sin posisjon som tidligere konsernsjef i Smedvig ASA og grunnlegger av Energy Ventures. Han åpnet sitt foredrag med å vise til analyser fra Exxon og BP som forsikret om at olje, gass og kull kom til å stå for 80 prosent av verdens energiforsyning også om 20 år.

*«Energisektoren er i disrupsjon, og det påvirker alle aktører, fra kullgruver og oljeselskaper, via kraftverk og nettutbyggere til strømleverandører.»*

#### HVORDAN BLI REVET I FILLEBITER

Det som skjer mens Mellberg forsikrer seg selv om at alt er ved det gamle, er at noen finner en bedre måte å betjene en liten, underdekket del av markedet. I vårt tilfelle er det solceller, som gir strøm til hytter –



FORNEKTELSE-SJEKKLISTE	PAPIRAVIS	OLJESELSKAP
Antar snevert bruksområde for ny teknologi	"Nettavis er bra for raske nyheter, men når du skal fordype deg er det bare papiravis som gjelder"	"Solceller er vel og bra for hyttebruk, men når verdens energibehov skal dekkes kommer du ikke utenom olje"
Rasjonaliserer lavere inntekter, begynner å fokusere på bunnlinje	"Ja, opplaget faller litt, men vi har aldri hatt bedre marginer enn vi har nå"	"Ja, oljeprisen er litt lavere, men det er fortsatt mulig å stramme inn kostnadsnivået på sokkelen for å gjøre feltene mer lønnsomme"
Tilbaketrekning til de gjenværende sterkeste punktene	"Riktignok faller annonseomsetningen, men vi tjener stadig mer penger på topp 10-kundene våre"	"Riktignok kommer nyinvesteringer i oljesand og kull til å lide, men Johan Sverdrup er lønnsomt ned til X dollar fatet"
Assosierer seg med de nye aktørene	"Vi er egentlig et digitalt medieselskap, til forskjell fra [sett inn konkurrent her], som ligger langt bak"	"Vi er ikke på langt nær like CO <sub>2</sub> -intensive som polske kullkraftverk. Faktisk er våre utslipp per enhet lavere enn solkraft når du tar med utslippene ved å fremstille batterier"
Tenker på det gamle paradigmet, overser nye modeller	"Hvem skal produsere kvalitetsjournalistikk når ingen betaler for avisabonnement?"	"Solkraft gjør strømmettet ustabil"
Trekker frem urettferdige rammevilkår for nye aktører, glemmer fordeler egen bransje får	"Facebook og Google betaler ikke skatt i Norge" ... men papiravis er momsfrittatt	"Solkraft er sterkt subsidiert" ... men subsidiene til fossile energi er over 250 milliarder dollar i året.
Tolker nykommeres konkurransefortrinn for snevert	"Facebook er bare et sted folk legger ut bilde av bikkja"	"Tesla-batterier er jo bare bensintanken for elbiler"

Tabell 1: Fornektelsestabell for ledere og ansatte i virksomhet i ferd med å bli disrupted.

enten vi tenker på hytter til fritidsbruk i norsk skjærgård eller hytter i landsbyer i Afrika. Så blir panelene flere. Og billigere. Og bedre. Og så begynner de å betjene større deler av markedet. Og de blir billigere. Og bedre.

Så får de følge med andre teknologier, ute i samme ærend. I vårt tilfelle er det batterier. Ved hjelp av batteriene får solcellene bøtet på sin største svakhet: At de er best når strømmen trengs minst, midt på dagen. Med energilagring kan man overføre produksjonen til konsumtidspunktet, og verdien av solcellene øker.

Til å begynne med er også dette marginalt. Noen kjølelagre her og der. Et gårdsbruk.

Entusiaster i Tyskland. Steder som har innført kommunale subsidier for enøktiltak.

Men underveis forbedrer selskaper som **Solar City** finansieringsmodellen, selskaper som **ModSolar** forbedrer installasjonssoftwaren, **Enphase** lager bedre styringssystemer, **Unirac** bedre monteringsløsninger, et **Yeloha** finner opp en bedre måte å dele på investeringskostnadene, **PowerHive** lager kontantkort-løsning for solkraft for afrikanere utenfor strømmettet, **Nest** lager bedre termostat- og smarthusløsninger og **Reposit** utnytter **Teslas** nye batteriløsninger for å innovere kraft-trading for privatmarkedet.

Samtidig blir elkraft og batteriene gode nok

til å betjene bilmarkedet, som reduserer etterspørselen etter olje. Bildeling brer om seg og fjerner både etterspørsel etter biler og etter personkilometer. Og alt dette er før vi i det hele tatt diskuterer hvor fort biler kan bli selvkjørende, og dermed enda mer delbare...

Falt du av? Ingen fare – poenget er at innovasjon og endring er rotete, rykker frem på flere fronter, og er vanskelig å forsvare seg mot for Statoiler, Statnetter, Hafslunder og BKKer der ute.

Det som kommer til å skje er at forhandlingsmakt og andeler av verdiskapningen flytter seg bort fra energiprodusenter til kraftdistributører og de som kan påvirke etterspørselen. Det er det samme som har skjedd i mediebransjen, der Facebook, Google og Twitter tar 60% av annonseomsetningen, men ikke produserer noe av det redaksjonelle innholdet. De sosiale mediene styrer hva som klikkes på, og de tradisjonelle mediene må pent ta til takke med almisser.

#### KRASH OASH

Hva kan energiselskapene lære av medieselskaper som krasjet eller klarte seg?

I Skandinavia har trykkerikonsernet V-Tab vært det ledende de siste femten årene. Etter hvert som avisopplagene og medieselskapenes appetitt for å eie trykkerier falt, ledet det Gøteborg-baserte konsernet an i en bølge av oppkjøp og kapasitetsreduksjoner. Svenskene tok en stadig større del av et krympende marked; de la ned små og ineffektive anlegg og samlet kundeforhold på de beste avisfabrikkene. Nå er de konk.

I de samme årene gikk Schibsted fra å være et norsksvensk avisselskap til å bli en av to globale nettrubrikkgiganter. Aksjekursen er nær tidoblet fra 2008 til 2015.

Hva skiller de to skjebnene? Schibsted var tidlig ute med å satse på internett, og trakk

seg ikke tilbake da dotcom- og finanskrise-kollapsene skremte mange andre. Schibsted var villig til å gi opp kortsiktig profitt for å bygge topplinje digitalt – lederne ble belønnet for digital vekst mer enn årets resultat. Schibsted lot den nye teknologien leve i egne selskaper, og vernet fra konsernkraftene for øvrig: Finn.no og Blocket.se fikk være for seg selv, selv mens Aftenpostens rubrikkinntekter falt med en milliard kroner over seks-syv år. Og Schibsted var villig til å gjøre oppkjøp av enkelt-selskaper og konkurrerende rubrikkonserner i så stor grad at det også endret kjøperen for alltid. Schibsted ble til de selskapene det kjøpte.

V-tab tenkte for snevert: De trodde at å få lønnsomme trykkerier gratis var en gavepakke, men undervurderte tempoet i papirkollapsen. De gjorde store fremskritt i effektivitet og var flinke til å kutte kost: Ironisk nok er trykkeriene bedre nå enn noensinne. Svenskene spilte et veldig farlig spill. Men de veddet på at medieselskapene som solgte dem trykkeriene sine undervurderte fallet i etterspørselen etter papiraviser. Det veddemålet tapte V-tab. Og selv om de hadde vunnet det, ville de nå sittet med få muligheter for videre ekspansjon. I motsetning til de som satset digitalt i samme tidsrom.

*«Innovasjon og endring er rotete, rykker frem på flere fronter, og er vanskelig å forsvare seg mot for Statoiler, Statnetter, Hafslunder og BKKer der ute.»*

## HVA ER DA LÆRINGEN FOR ENERGIAKTØRENE?

De aktørene som vil lykkes i overgangen til en energihverdag der kraftproduksjon er distribuert, der fornybar energi ikke bare vil være en konkurrent på pris, men også på attraktivitet for kundene, er de som er:

- 1. RASKE:** De satser på fornybar tidlig. Toget går nå.
- 2. TÅLMODIGE:** De tar seg tid til å gjøre det riktig, tross midlertidige tap og tilbakeslag.
- 3. SELVINNSIKT:** De vet at de ikke kommer til å klare overgangen alene, og er villige til å prøve ut partnerskap og oppkjøp for å forflytte seg raskere.
- 4. FORNYENDE:** De slipper til unge og uvanlige talenter, for de forstår at det gir en raskere omstilling og en mer verdifull organisasjon for fremtiden.
- 5. SELVSTENDIGE:** De spinner av fornybarsatsingen i egne enheter, slik at den nye teknologien kan utnyttes til fulle, uten bindinger til løpende forretninger.
- 6. TYDELIGE:** De setter penger bak festtalene. De flytter hoveddelen av investeringene til nye energiformer, og lar bare vedlikeholdsinvesteringer være igjen i gammel teknologi.
- 7. USMINKEDE:** De later ikke som den businessen de har allerede har gjennomført overgangen til de nye kravene. Karbonfangst og elektrifisering av sokkelen gjør ikke olje til en fornybar ressurs.
- 8. SELVFORBEDRENDE:** De forstår at de må endre seg selv og sine organisasjoner. Fremtidens biler og hjem kommer til å forbruke mindre energi, men er du energiprodusent eller –distributør er ikke det en unnskyldning for ikke å flytte seg til fornybar.
- 9. ENDRINGSVILLIGE:** De er klare for å ta inn ny informasjon, fatte nye konklusjoner og gjøre ting på nye måter. De er villige til å kaste ut gamle sannheter.
- 10. ÆRLIGE:** De driver ikke ønsketekning, men tilnærmer seg fremtiden med realisme om hva ny teknologi og nye konkurrenter kan utrette.

Lykke til på ferden!

# SOLENERGI I NORGE: STATUS OG FRAMTIDSUTSIKTER



STANISLAS MERLET *jobber i Multiconsult som rådgiver i solenergi. Han er styremedlem i Norsk Solenergiforening og har tidligere jobbet som prosjektleder for solkraftverk i Frankrike (hjemlandet sitt) samt som prosjektkoordinator ved vitenskapavdelingen til Den Franske Ambassade i Norge. Stanislas har en MSc innenfor fagfeltet energisystemer og fornybar energi fra Universitetet i Korsika (Frankrike) og Universitetet Rey Juan Carlos (Spania).*



BJØRN THORUD *er utdannet maskiningeniør fra NTNU og ETH (Zürich). Fra NTNU har han også en doktorgrad innen brenselcelleteknologi, gassturbiner og naturgass. Bjørn har bred erfaring fra fornybarbransjen og har blant annet arbeidet med jordvarme, varmepumper, hydrogenteknologi og bioenergi. I 2009 begynte Bjørn i Scatec Solar hvor han senere fikk stilling som Head of Technology, tre år senere gikk han over til Multiconsult hvor han fikk ansvaret for forretningsområdet solenergi. Bjørn er Norges representant i det Internasjonale Energibyråets (IEA) Photovoltaic Power Systems Programme (PVPS) Executive Committee.*

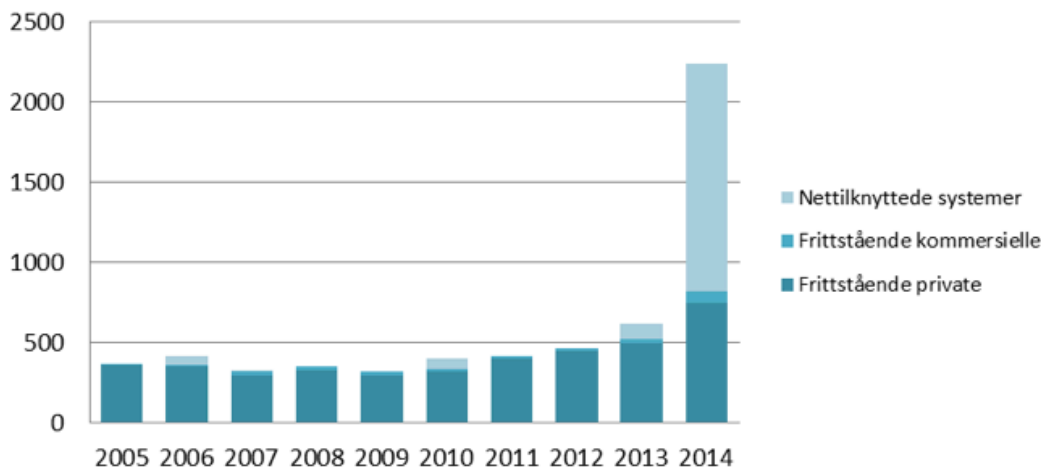
Solcellemarkedet i Norge er i startgropa. På kort sikt er energieffektivisering viktigste driver. På lang sikt er det sannsynlig at solceller også kan konkurrere med kraftprisene i Norge.

Frem til 2013 har markedet for solceller i Norge vært preget av frittstående løsninger, det vil si strømforsyning på steder hvor det ikke finnes kraftnett. Allerede tidlig på 1980-tallet begynte Kystverket å ta i bruk solceller på fyrlykter langs med norskekysten og etter hvert ble solcellene populære hos hyttefolket. Solceller er i dag i bruk på mer enn 100 000 norske hytter og mer enn 2 500 fyrlykter. Men i 2014 skjedde det en markant endring i det norske solcellemarkedet.

## SOLCELLEMARKEDET I NORGE I KRAFTIG VEKST, MEN FORTSATT LITE

De fleste har kanskje fått med seg at markedet for solceller i Europa, og spesielt Tyskland, skiller seg fra det norske markedet. I Tyskland er det nå snart installert 40 GW med solceller og nesten hele denne kapasiteten er koblet til kraftnettet. Til sammenligning har Norge totalt 25 – 30 GW med vannkraft. I 2013 ble imidlertid noen av de første solcelleanleggene i Norge tilkoblet kraftnettet. Det største anlegget var solcelleanlegget på Høgskolen i Hedmark, avdeling Evenstad med 70 kW. I 2014 vokste det totale solcellemarkedet i Norge med en faktor på 3, mens kapasiteten som ble tilkoblet kraftnettet vokste 14 ganger i forhold til året før. Totalt ble det installert 2,2 MW i 2014 og dette utgjør ca. 20 % av den akkumulerte solcellekapasiteten i Norge.

## Årlig installert solcellekapasitet, kWp



Figur 1: Frem til 2014 var solcellemarkedet i Norge fullstendig dominert av frittstående solcelleanlegg.

Kilde: Multiconsult

Til tross for at Norge hadde den høyeste vekstraten for solcellemarkedet i Europa i 2014, så er markedet fortsatt forsvinnende lite. I Sverige ble det for eksempel installert like mye solceller på 3 uker i 2014 som det ble i Norge på et helt år. Svenskene har imidlertid en vesentlig bedre støtte til solceller og høyere kraftpris enn i Norge. Dette gjelder også de fleste andre land hvor det bygges solcelleanlegg. Internasjonalt er høye strømpriser og høy solinnstråling driverne i solcellemarkedet og svært mange land har også større eller mindre grad av offentlig støtte. Det som er spesielt for Norge er at det bygges solcelleanlegg til tross for lave strømpriser og mangel på offentlig støtte. (Det ble innført støtte fra Enova for anlegg opp til 15 kW 1.1.2015, ingen elsertifikater er tildelt solkraft.) Hva er det da som driver solcellemarkedet i Norge?

### ENERGIEFFEKTIVITET I BYGG ER VIKTIGSTE DRIVER

Alle solcelleanlegg i Norge som er tilknyttet kraftnettet er bygget i eller på et bygg, og for mange av byggene er det høye miljøambisjoner. Kort oppsummert kan man derfor si at høye krav til miljø- og/eller energieffektivitet er den viktigste driveren for bruk av solceller i bygg i Norge.

Det finnes ingen regler eller forskrifter i Norge som gir særskilte fordeler til solceller i bygg, men solcelleteknologien svarer veldig godt på de generelle kravene som er satt. Således bidrar solceller til bedre energikarakter i Energimerkeordningen til NVE og bedre karakter i sertifiseringsordningen BREEAM-NOR. I praksis har det dessuten vist seg at solceller er helt sentralt for å oppnå kravene til null- eller plussenergibygg. Solceller produserer elektrisk kraft, men teknologien kan allikevel ikke sammenlignes direkte med tradisjonell kraftverksteknologi som kull-, gass- og vannkraft. I motsetning til disse kjente energiteknologiene er virkningsgraden til solcellene den samme, enten solcellen brukes i en hagelampe eller om den står i et stort kraftverk.

*«At solceller er lønnsomt på Svalbard slår i tillegg hull på en seiglivet myte om at det ikke er nok sol i Norge til at solceller ikke kan få særlig stor utbredelse.»*



Solcellen kan dessuten integreres i en rekke byggematerialer og derfor finnes det for eksempel takstein, glassfasader, car-porter og så videre med solceller integrert.

Dette gjør at solcellene kan konkurrere på flere forskjellige markedsområder, og i mange tilfeller er det ikke prisen per kWh kjøpt fra kraftnettet som er utslagsgivende. Solcellene er for eksempel et effektivt ENØK-tiltak i bygg med stort kjølebehov. Dersom solcellene plasseres på taket vil de både redusere kjølebehovet i bygget ved å redusere varmetrykket på taket samtidig som de produserer kraft som benyttes i kjølemaskinene. Alternativet til bruk av solceller i slike tilfeller kan være ytterligere isolering, men det kan være mer kostbart enn solceller.

#### SOLCELLER SOM BYGNINGSMATERIALE

Solcellene kan også erstatte bygningsmaterialer på tak og i fasade. Allerede i dag benyttes det bygningsmaterialer som har høyere kostnader målt i NOK/m<sup>2</sup> enn solceller. Dersom solcellene erstatter disse bygningsmaterialene vil man oppnå en absolutt besparelse samtidig som man kan

regne solcellestømmen som «gratis». For rimeligere bygningsmaterialer vil merkostnaden for bruk av solceller kunne forsvares dersom forskjellen ikke er alt for stor.

Når lønnsomhet i et prosjekt skal vurderes må det gjøres en vurdering opp mot alternative kostnader. For de fleste energiteknologier er denne referansen kraftprisen, men for solcellene kan den alternative kostnaden også være et bygningsmateriale eller et annet ENØK-tiltak. Derfor har vi allerede i dag små nisjer hvor solceller er en økonomisk fornuftig løsning.

#### KOSTER MER I NORGE

I internasjonal målestokk er det norske solcellemarkedet umodent og lite. Dette er en viktig årsak til at solceller koster mer i Norge enn i våre naboland. Kostnaden ved innkjøp av solcelleanlegg i Norge er opp til 40 % høyere enn for et tilsvarende anlegg kjøpt i Tyskland, til tross for at det benyttes samme type teknologi. Denne forskjellen skyldes både lavere salgsvolum og dermed høyere kostnader til transport og logistikk, men i tillegg kan kostnadsforskjellen knyttes til et generelt lavere kompetanse-

*Figur 2: I Longyearbyen på Svalbard står det første solcelleanlegget i Norge som konkurrerer med kraftprisen. Nedbetalingstiden er beregnet til 6 år. (Foto: Solbes AS)*





nivå i Norge. Dette betyr at kostnadene for solceller i Norge kan reduseres uavhengig av teknologisk utvikling, men for at dette skal skje må markedsvolumet økes.

Solcelleteknologien er på ingen måte ferdig utviklet og det forventes at kostnadene vil fortsette å synke i overskuelig fremtid. Frem til 2025 forventes kostnadsreduksjoner i størrelsesorden 20 – 35 %, mens man i 2050 tror kostnadene kan reduseres med ca. 40 – 70 %. I et slikt scenario vil solkraft bli verdens billigste form for kraftproduksjon og mest sannsynlig også lønnsomt i Norge.

*«Kraftelektronikken som benyttes både i solcellesystemer og i vindkraftanlegg kan bidra med tjenester til drift av kraftnettet slik at både leveringssikkerhet og kvalitet bedres.»*

#### LØNNSOMT PÅ SVALBARD

Det finnes imidlertid ett hederlig unntak når det gjelder solcellene konkurransetrinn i Norge. På Svalbard er kraftprisen høy og solinnstrålingen mye bedre enn man har trodd hittil. Svalbard er derfor det første stedet i Norge hvor solcellene kan konkurrere på kraftpris. Et solcelleanlegg på Svalbard har i dag en tilbakebetalingstid på ca. 6 år. Bruk av solceller på Svalbard er dessuten også et veldig godt klimatiltak ettersom elektrisitetsproduksjonen her enten er basert på kull eller diesel.

At solceller er lønnsomt på Svalbard slår i tillegg hull på en seiglivet myte om at det ikke er nok sol i Norge til at solceller ikke kan få særlig stor utbredelse.

#### NULLUTSLIPPSBYGG HAR SOLCELLER

Forskning ved FME-senteret Zero Emission Buildings<sup>1</sup> (ZEB) ved NTNU har bekräftet at solceller er en sentral teknologi i bygg med null utslipp som mål. I praksis har dette blitt vist gjennom flere av senterets demonstrasjonsprosjekter som for eksempel Powerhouse Kjørbo (Sandvika), Multikomforhuset (Larvik) og Skarpnes Nullenergi Boligfelt (Arendal).

#### STABILISERER KRAFTNETTET

Internasjonal forskning gjennom for eksempel EU-prosjektet REServiceS<sup>2</sup> og IEA PVPS Task 14<sup>3</sup> har sett nærmere på hvordan utvidet bruk av solceller og vindkraft påvirker driften av kraftnettet. Tidligere har man vært av den oppfatning av at økt innslag av variabel kraftproduksjon slik som sol- og vindkraft bidrar til økt ustabilitet og større behov for regulerkraft (reserverkraft), men forskningsprosjektene som er nevnt ovenfor kommer til en helt annen konklusjon. Kraftelektronikken som benyttes både i solcellesystemer og i vindkraftanlegg kan bidra med tjenester til drift av kraftnettet slik at både leveringssikkerhet og kvalitet bedres. I enkelte land som for eksempel Tyskland og Italia er eiere av solcelleanlegg pålagt å levere enkelte tjenester for nettstabilisering av netteieren. For Tysklands del har dette bidratt til at kraftnettet er på topp i Europa når det gjelder leveringssikkerhet. Det er imidlertid et stort uforløst potensiale for å spare penger i drift av kraftnettet dersom alle mulighetene utnyttes. I dag er ikke markedet regulert slik at dette potensialet kan utløses, men det er knyttet håp til at dette potensialet kan utløses med nye og smarte strømmålere.

I Norge skal de smarte målerne være installert innen 2019. Dette vil åpne opp for å ta i bruk alle fordelene solcelleteknologien kan tilby. I Norge har vi store kostnader med drift av kraftnettet på grunn av spredt bosetting og store avstander. Solceller kan

<sup>1</sup> <http://www.zeb.no>

<sup>2</sup> <http://www.reservices-project.eu>

<sup>3</sup> <http://www.iea-pvps.org/index.php?id=58>

bidra til å redusere tapene i nettet samtidig som leveringssikkerheten bedres. Dersom man også tar batterier i bruk sammen med solceller vil man kunne spare kostnader ved å utsette investeringer i kabler til øyer og lokalsamfunn langt fra sentralnettet. Samtidig kan konsekvensene ved stormer som for eksempel «Dagmar» reduseres, ved at lokal produksjon kan opprettholdes når trær kutter kraftforsyningen.

*«Dersom man også tar batterier i bruk sammen med solceller vil man kunne spare kostnader ved å utsette investeringer i kabler til øyer og lokalsamfunn langt fra sentralnettet.»*

#### SOLCELLEMARKEDET I NORGE VIL FORTSETTE Å VOKSE

Vi har bare så vidt sett begynnelsen på solcellemarkedet i Norge. Selv om kostnadene i dag er for høye for mesteparten av det norske markedet vil modning av det norske markedet bidra til reduserte kostnader. Samtidig vil den kraftige internasjonale veksten bidra til reduserte teknologikostnader som også vil komme det norske

markedet til gode. På kort sikt vil det være energieffektivisering i bygg som er den drivende faktoren. Solceller vil bli benyttet som et ENØK-tiltak eller som bygningsmateriale, men solceller er også en helt sentral teknologi i fremtidens miljøeffektive bygg. På lang sikt er det sannsynlig at solceller også kan konkurrere med kraftprisene i Norge.

Samtidig kan økt utbredelse av solceller i Norge bidra til reduserte kostnader til drift av kraftnettet. Det kan bli bedre leverings-sikkerhet og bedre kvalitet på strømmen, og solceller vil gjøre det mulig å hurtiglade elbilen hjemme til tross for at nettet ikke er bygget for at dette skal være mulig.

# EN VERDEN MED BILLIG SOLKRAFT

Solkraft er nå inne i en ny tidsalder som for bare et par år virket umulig. Billig solkraft kommer til å snu opp ned på måten vi tenker på strømforsyning.



JOHANNES MAURITZEN

*Johannes Mauritzen er postdoktor ved Centre for Sustainable Energy Studies (CenSES) og NHH og forsker på investering i og integrering av fornybar energikilder. Han har doktorgrad i bedriftsøkonomi fra NHH og mastergrad i samfunnsøkonomi fra University of Washington, Seattle.*

Siden den første solcellen ble oppfunnet på Bell Labs i USA i 1957, har det vært store forventninger rundt mulighetene til å lage strøm direkte fra solen. Men virkeligheten har ofte vært skuffende. Solcellepaneler har vært dyre, ineffektive og lite robuste. De har ikke kunnet konkurrere med strøm fra kull, olje eller vann.

Men i dag er situasjonen dramatisk endret: solkraft har nådd et vendepunkt og er godt på vei til å fundamentalt endre måten verden produserer og bruker strøm på. Det

endelige utfallet blir at verden får tilgang til en praktisk talt uendelig kilde til ren, billig energi. Særlig verdens fattige, som nå mangler tilgang til strøm, kommer til å tjene på dette. Men det er industrialiserte land som kommer til å merke effektene av storskala og billig solkraft først. Dette kan by på utfordringer underveis.

## HVORDAN SOLKRAFT BLE BILLIG

Allerede tidlig på 2000-tallet begynte ting å endre seg. Investeringer i solkraft begynte å øke kraftig i land med generøse subsidier - særlig Tyskland, men også Spania, Italia og deler av USA. Etter flere tiår med utvikling i forskningsentre og laboratorier, hadde solceller blitt gradvis mer effektive, økonomiske og robuste. De var fortsatt ikke billige, men med generøse subsidier var det attraktivt for noen huseiere og bedrifter å sette solcellepaneler på taket.

På begynnelsen av 2000-tallet startet en storskala masseproduksjon av solceller. Dette var viktig siden det er klare begrensninger for hvor mye en teknologi kan utvikle seg både økonomisk og teknisk, isolert i laboratorier. Mye av kostnadene av å produsere solceller er faste, så jo flere solceller man kan spre kostnadene over, jo bedre. Solcellepaneler er også kompliserte, høyteknologiske produkter. Produsentene behøvde tid og eksperimentering for å lære hvordan å optimere prosessen.

Til tross for optimismen rundt solceller på 2000-tallet, kom det en turbulent periode mot slutten av tiåret. Dette skyldes først og fremst finanskrisen. Noen solcelleprodusenter som hadde lånt penger for å ekspandere, så finansieringskildene sine forsvinne samtidig som etterspørsel etter paneler

sank. Flere kriserammede land som tidligere hadde gitt generøse subsidier til solkraft, måtte kutte kraftig ned på dette.

Men de som spådde at finanskrisen skulle avsløre solkraft som et uøkonomisk luftslott tolket situasjonen feil. På flere måter hadde finanskrisen fremskjøvet solkraftindustrien til å bli mer effektiv og konkurransedyktig. Svake aktører stengte dørene eller ble kjøpt opp, mens sterkere aktører kunne vokse fram og konsolidere markedet. Den kanskje viktigste utviklingen i denne perioden var rollen kinesiske produsenter spilte. I kjølvannet av finanskrisen, satt den kinesiske staten i gang en enorm økonomisk stimulanspakke. Denne inkluderte billige lån til produsenter av solcellepaneler med hensikten å gjøre Kina til et stort eksportørland av teknologien.

*«Solkraft klarer allerede å utkonkurrere strøm fra gass og kull i noen områder, og det kommer til å bli enda billigere, muligens svært mye billigere.»*

I løpet av et par år begynte kinesiske selskaper å selge solcellepaneler for priser langt under det de fleste vestlige og japanske selskaper kunne. Flere produsenter, som SolarWorld i Tyskland og Evergreen i USA, gikk konkurs. I løpet av bare et par år falt solcellepriser med mer enn 30 prosent og installert kapasitet begynte å stige kraftig verden rundt.

#### **DEN BILLIGSTE STRØMMEN**

Solkraft er nå inne i en ny tidsalder som for bare et par år virket umulig: solkraft er billig. I 2014 utgjorde solkraft nesten 30

prosent av ny installert effekt i USA - høyere enn kull, vannkraft, og alle andre kilder bortsett fra gass. I de Forente Arabiske Emiratene vant et solkraftselskap nylig anbudet om å forsyne strøm til 5.84 cent/kWh - helt uten subsidier. For et land i nærheten av verdens største gassfelt, var solkraft den billigste måten å generere strøm på.

Prisfallet er heller ikke i ferd med å stoppe opp. Tradisjonelt sett har det vært selve solcellepanelene som utgjør størsteparten av kostnadene til et solkraftsystem. Men i dag utgjør panelene ofte mindre enn fjerdedel av kostnadene. De resterende kostnadene består hovedsakelig av det som kalles "myke kostnader" - installasjon, finansiering, samt markedsføring, rådgivning og salg. Men disse kostnadene kan alle reduseres med større og mer spesialiserte entreprenører.

Tyskland, som begynte tidlig med solkraft, har betydelig lavere installasjonskostnader enn gjennomsnittet i USA på grunn av at industrien har fått tid til å etablere seg og spesialisere seg. Prosessen er godt i gang i andre deler av verden også. Den største solkraftentreprenøren i USA, SolarCity, klarte å redusere installasjonskostnadene for solcellepaneler med 20 prosent i 2014, selv når prisene på panelene holdt seg noenlunde stabilt.

Kanskje den viktigste endringen i solkraftmarkedet på lokalt nivå har vært tilgangen til finansiering. Siden nesten alle kostnadene ved å produsere strøm fra solceller er knyttet opp til de opprinnelige installasjonskostnadene, er beregningen av hvor mye strømmen koster svært avhengig av finansiering. De siste par årene har store aktører som Goldman Sachs, Google og Apple finansiert solkraft. Solkraft er ansett som en forholdsvis sikker investering siden strømmen kan selges og samtidig føre til positivt omdømme.

Tilgangen til finansiering har også gjort det mulig å innføre nye forretningsmodeller. SolarCity og mange av de andre store entreprenørene i California byttet over fra å selge solcellesystemer direkte til huseiere til å lease systemene. Det vil si at entreprenørene eier solcellesystemet og selger strømmen tilbake til huseieren i en avtalt periode - ofte i 20 år. Dette har mange fordeler for huseieren: De slipper å bruke sine egne penger eller skaffe banklån for å installere en solcellesystem, de slipper også usikkerheten ved å investere i komplisert teknologi der kvaliteten kan være usikker. Det blir entreprenøren som tar ansvaret og risikoen for å sikre at komponenter og installasjonen er av høy kvalitet. Leasingmodellen har vært vellykket og har ekspandert markedet for solkraft.

Når det gjelder utviklingen av selve panelene, skifter nå fokuset fra å lage billigere solcellepaneler til å gjøre panelene mer effektive. Ved å lage mer effektive solcellepaneler, kan man utnytte arealene bedre og videre redusere kostnadene ved installering.

#### EN VERDEN MED BILLIG STRØM DER DE STORE KRAFTSELSKAPENE SLITER

Solkraft klarer allerede å utkonkurrere strøm fra gass og kull i noen områder, og det kommer til å bli enda billigere, muligens svært mye billigere. Billig solkraft kommer til å snu opp ned på måten vi tenker på strømforsyning.

Fram til nå har de fleste kraftverk vært store og dyre. På grunn av skalaeffekter ville man bygge kraftverkene så store som mulig. Resultatet var at kraftgenerasjon er noe bare et fåtall store selskaper eller offentlig eide monopoler hadde nok kapital og ekspertise til å gjøre.

Det er også store skalaeffekter ved solceller - men i serieproduksjon av panelene, ikke nødvendigvis i selve strømproduksjonen. De fleste som bor i industrialiserte land

har nå råd til å generere sin egen strøm via solceller, og for mange er det billigere enn å kjøpe strømmen fra strømmettet. Dette betyr at det blir mye mer konkurranse på markedet - noe som de store aktørene har begynt å legge merke til. Allerede sliter de store kraftselskapene i Tyskland, der konkurranse fra solkraft og vindkraft har gjort det ulønnsomt å lage strøm fra store gasskraftverk.

*«Akkurat som at mange av verdens fattigste hoppet over fasttelefon til mobil, er det mange som kommer til å få tilgang til strøm direkte via solkraft.»*

#### FRA ET ETTERSPORSELSTYRT TIL ET FORSYNINGSTYRT KRAFTSYSTEM

Et prinsipp bak organisering av kraftsystemer har vært antakelsen om at etterspørsel er inelastisk - det vil si at det ikke endrer seg på grunn av pris. Kraftgenerasjon måtte kunne snus opp og ned for å møte etterspørsel. Kraftselskaper investerte i dyre, marginale kraftverk som ble brukt så lite som bare et par timer per år for å møte de største peakene av etterspørsel. Tenk for eksempel "Super Bowl Sunday" i USA der alle amerikanerne skrur på TV-en og stekeovnen samtidig. I disse periodene blir ofte prisene på kraftmarkedet skyhøye, og kraftselskapene kan tjene fett siden de får den samme høye prisen på all strømmen de selger i den perioden.

At kraftsystemer tradisjonelt har vært etterspørselstyrt har vært et argument imot store andeler fornybar energi - som vind og solkraft - der man ikke kan planlegge produksjon på forhånd. Men kraftsystemets

evne til å tilpasse seg fornybar energi er mye større enn de fleste ser for seg.

I California har solkraft begynte å presse prisene ned midt på dagen, og etterhvert som solkraft fortsetter å vokse kommer dette til å være tiden med de laveste prisene på markedet. Allerede har dette ført til at mange nye solkraftanlegg har paneler som står på skrå og peker mot øst og vest istedenfor rett opp. Man kaprer mindre energi totalt sett, men genererer mer strøm tidlig om formiddagen og om ettermiddagen når prisene og behovet er størst.

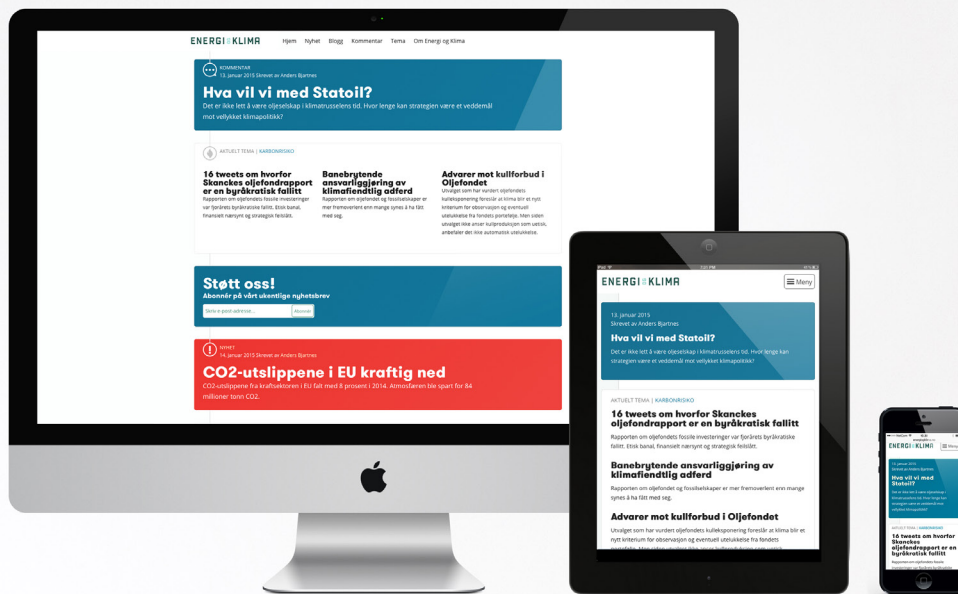
*«Følgene av at en stor andel av verdens befolkning kommer til å få tilgang til ren, pålitelig strøm for første gang er vanskelig å forutse, men har potensiale til å bli revolusjonært.»*

Man begynner også å se et voksende marked for lagringsløsninger og det som heter "demand-response". Noe av dette kan være forholdsvis enkelt. En løsning som har vist seg til å være effektivt i California er å installere maskiner som lager isblokker når strømmen er billig. Når strømprisen er høy, kan de slå av klimaanlegget og bruke isen til å kjøle ned bygget. Sånne løsninger kalles "load-shifting" - man skyver etterspørsel til tidene der man kan enkelt kan produsere strøm.

Sist, men ikke minst, er det økende muligheter for å lagre strøm i batterier. Dette har lenge blitt sett på som alt for dyrt, men batterikostnader faller nesten like dramatisk som solcellepanelprisene. Entreprenører i California, Japan og Tyskland tilbyr allerede batterilagring i solcellesystemer. Tesla, med sin ekspertise i batteriteknologi, annonserte nylig at de går inn i markedet.

Billig solkraft kommer til å føre til både utfordringer samtidig som det byr på store muligheter. Akkurat som at mange av verdens fattigste hoppet over fasttelefon til mobil, er det mange som kommer til å få tilgang til strøm direkte via solkraft. Følgene av at en stor andel av verdens befolkning kommer til å få tilgang til ren, pålitelig strøm for første gang er vanskelig å forutse, men har potensiale til å bli revolusjonært.





# ENERGI KLIMA

Nettmagasinet Energi og Klima tar opp aktuelle norske og internasjonale klima- og energispørsmål med spesiell vekt på fornybar energi og innovative løsninger. Energi og Klima er både en debattplattform og kunnskapsformidler. Magasinet oppdateres daglig.

Energi og Klima redigeres etter Redaktørplakaten og Vær varsom-plakaten. Magasinet er eid av Norsk Klimastiftelse. Ansvarlig redaktør: Anders Bjartnes