



1. februar 2016

Batterier i husholdninger

Screening af perspektiver ved global markedsudvikling
Bilag til analyse af "Solceller og batterier i Danmark"

Baggrund for notatet

Udviklingen i batterier kan påvirke elsystemet i Danmark

Notatet sammenfatter en international screening af forskellige globale aktørers analyser af udviklingen inden for batteriteknologi. Formålet med dette er, at danne et overblik over de globale trends der kan forventes at drive udviklingen inden for batteriteknologier samt tentativt at vurdere, hvilken indflydelse udviklingen kan få på det danske elsystem.

Særligt søges det afklaret, om det kan forventes, at private elforbrugere vil have et økonomisk incitament til at lagre el fra fx et solcelleanlæg fremfor at udveksle med elnettet. Af Energinet.dk's eksempel på side 11 fremgår det, at det er realistisk, at batterier i husholdninger i samspil med solceller kan få privatøkonomisk værdi.

Energinet.dk har sideløbende med denne screening analyseret de forventede udviklingsforløb for henholdsvis solceller og batterier i Danmark (se analysen "Solceller og batterier i Danmark"). Konklusionen herfra er, at solceller forventes at opnå stor udbredelse og med de nuværende rammevilkår vil det også være en god forretning for mange husstande at investere i batterianlæg sammen med solcelleanlægget (kombianlæg).

Dette notat redegør for de internationale ændringer i forbrugernes efterspørgsel, som kan påvirke det globale marked for batterier. Figurer, tal m.v. er i vid udstrækning gengivet fra andre rapporter (med kildeangivelse).

Energinet.dk vil også fremover følge udviklingen med øget egenproduktion og ellagring nærmere, herunder med fokus på hvilke tekniske og samfundsøkonomiske konsekvenser dette kan have for den enkelte forbruger og det samlede energisystem.

Indhold

2. Udviklingen i batterier kan påvirke elsystemet i Danmark

3. Global efterspørgsel kan give kraftige teknologispring

4. Drivere i u-lande

6. Drivere i i-lande

10. Prisen på batterier aftager, og levetiden stiger

11. Batterier kan være en god forretning i samspil med solceller

Konklusion

Global efterspørgsel kan give kraftige teknologispring

Der er en forventning i energibranchen om, at den teknologiske udvikling inden for flere batteriteknologier, særligt Li-ion-teknologien, går hastigt mod lavere omkostninger og længere levetider. Nogle drivers for denne udvikling er nævnt til højre.

Overordnet set er der tale om flere sammenfaldende og delvist uafhængige efterspørgselseffekter i såvel i- som ulande. Tilsammen peger effekterne dog i retning af en markant øget global efterspørgsel på billigere og bedre batterier.

Dette må forventes at have en effekt på teknologi og derved også på prisudviklingen globalt set. Det er svært at spå om, hvornår efterspørgslen vil stige til en grad, hvor det påvirker prisdannelsen på batterier i et større omfang. De analyser og rapporter, som dette notat henviser til, tyder dog på, at udviklingen vil tage fart frem mod 2020 og derefter blive konsolideret yderligere i perioden mod 2030.

Dertil forventes, at produktionsomkostningerne for lokal elproduktion, særligt solceller, vil falde markant, hvilket kan gøre både solcelleanlæg med og uden batteri til en god investering. Det gælder uanset landets grad af elinfrastruktur og niveau for forsyningsikkerhed.

En sådan udvikling kan potentielt bidrage til en positiv feedback-effekt, hvor høje afgifter og tariffer giver incitament til øget egenproduktion, som fører til mindre forbrug fra nettet. Dermed skal afgifter og elnet finansieres fra et mindre forbrug. Denne effekt kan blive en udfordring for elsektorens tarifstrukturer og evt. statslige provenu-grundlag, såvel i Danmark som i mange øvrige I-lande med sammenlignelige prisstrukturer på elforbrug.

Drivere

Ulande

- Den voksende middelklasse kræver mere stabil elforsyning, som ikke altid kan leveres centralt. Det giver incitament til at bruge batterier som nødstrømsanlæg.
- Mange nye elforbrugere på landet forsynes billigst via mini-grids- og off-grid-løsninger. Disse små isolerede systemer kræver ofte mere lagring.

I-lande

- Faldende priser på solcelleanlæg skaber mulighed for lokal produktion.
- Høje elafgifter øger incitamentet til lokal produktion og lagring.
- Lav forsyningsikkerhed øger incitamentet til nødstrømsanlæg med brændselsceller og batterier, evt. i elbiler (V2H).
- Uafhængighed, miljømæssige værdier og forventning om at inspirere andre er primære drivers for *Early Adopters*.

Drivere i ulande

Middelklassens efterspørgsel kan påvirke udviklingen af batterier

Den globale middelklasse er i vækst og dermed også dens købekraft, særligt i Asien. Denne udvikling forventes at fortsætte de kommende 20-30 år.

Som det fremgår af figuren nederst, forventer IEA, at elforbruget vil vokse voldsomt, særligt i de to største asiatiske lande, Kina og Indien, men også i resten af Asien, Afrika, Mellemøsten og Latinamerika.

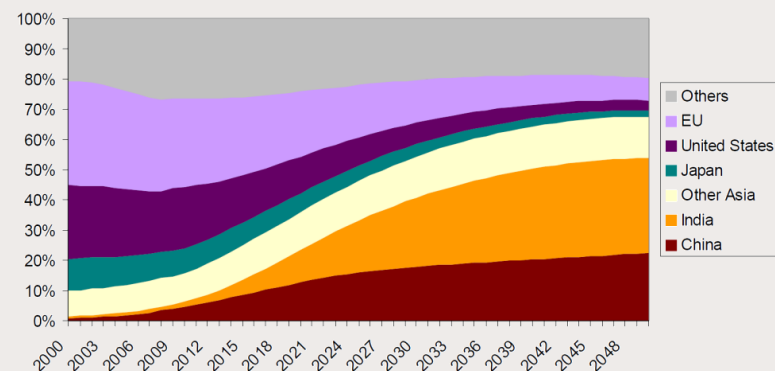
Den voksende middelklasse vil efterspørge forsyning af bl.a. el af voksende kvalitet og forsyningssikkerhed. Men i mange lande kan udbygningen af infrastrukturen ikke følge med efterspørgslen helt fra produktionskapacitet til transmission og distribution.

I områder, hvor produktionskapaciteten er begrænsningen, er kontrolleret afkobling af områder på skift et almindeligt middel for at undgå ukontrollerede blackouts.

Af denne grund har mange virksomheder dieselgeneratorer som nødgeneratorer, og de mere velhavende private har allerede i dag batteriløsninger, der kan forsyne køleskabe, ventilatorer m.v. i hjemmene, når elforsyningen svigter.

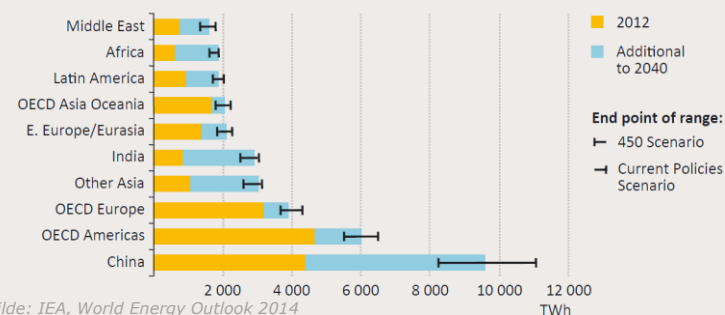
Denne vækst i middelklassen og dens efterspørgsel efter mere stabil elforsyning kan skabe et stort marked for batteriløsninger, som kan påvirke udviklingen af batteriteknologier og batterisystemløsninger.

Shares of Global Middle Class Consumption, 2000-2050



Kilde: OECD Development Centre, *The Emerging Middle Class in Developing Countries, 2010*

Electricity demand by region in the New Policies Scenario



Kilde: IEA, *World Energy Outlook 2014*

Figurene viser stærkt voksende middelklasser i regioner hvor elnettet er udfordret. Det kan få efterspørgslen på batterier, til sikring af elforsyningen hos forbrugeren, til at stige markant.

Drivere i ulande

Stand alone-løsninger kan skabe øget efterspørgsel efter batterier

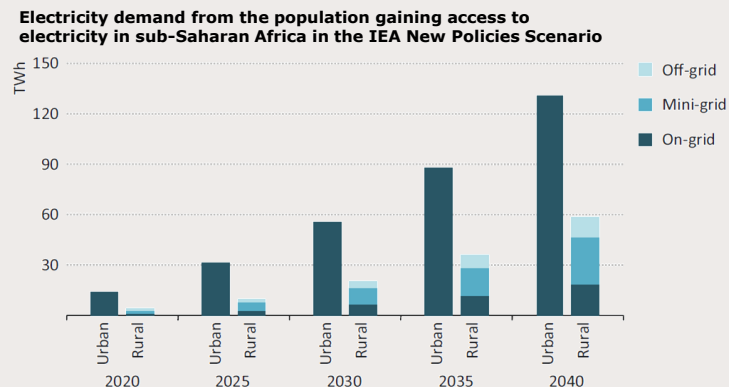
I mange ulande, især i Inden og Afrika syd for Sahara, vil det på landet mange steder være billigere at lave stand alone- og mini-grid-løsninger end at forbinde til det nationale elnet.

I IEAs fremskrivninger vil der være mange fattige, som stadig ikke har fast elforsyning i 2040. Men af den del, som forventes forsynet, og som bor på landet, vil størstedelen være forsynet af off-grid- eller mini-grid-systemer, som det er vist i figuren øverst til højre.

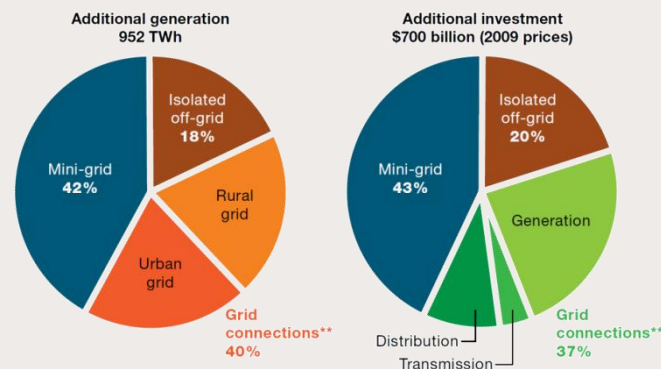
Hvis hele jordens befolkning skulle forsynes med el inden 2030, ville 60 pct. af den additionelle befolkning billigst forsynes med mini-grid- og off-grid-systemer, som det er vist i figuren nederst.

Mini-grid- og off-grid-løsninger vil i højere grad have behov for lager for at sikre energi, når der er behov for det. Solenergi vil være den største kilde i disse systemer, men også diesel og vandkraft vil være almindelige kilder.

Det øgede behov for lagring i disse isolerede typer energisystemer kan drive udviklingen af batteriteknologier og off-grid-systemer.



Kilde: IEA, World Energy Outlook, 2014



Kilde: UN Foundation, Energy Access Practitioner Network, 2012

Forsyningen af el til nye forbrugere kan for en stor andel gøres billigst ved lokale, såkaldte "mini" eller "offgrid" løsninger. Dette kan øge efterspørgslen på off-grid systemer, herunder batterier.

Drivere i ilande

Høje elafgifter fører til øget lokal produktion og lagring

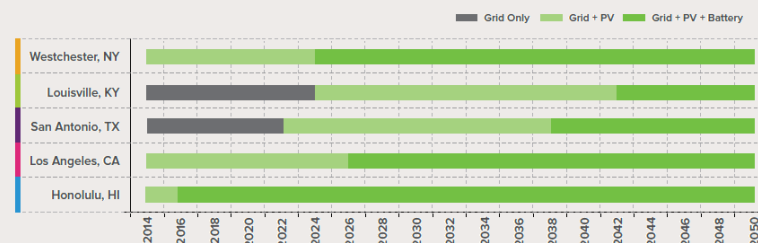
I to rapporter har Rocky Mountain Institute undersøgt, hvornår det forventes, at solceller (PV) med og uden batterier er en god investering for private elforbrugere i en række amerikanske stater.

Figuren øverst viser forventninger til, hvornår det bedst kan betale sig med forskellige forsyningsformer i de fem viste stater. For tre stater er solceller allerede en god investering. Batterier bliver profitable på Hawaii i 2016. I to andre stater bliver batterier profitable omkring 2025 og i de sidste to først omkring 2040. Danmarks elpriser og feed-in-tariffer er tættest sammenlignelige med Hawaii (HI).

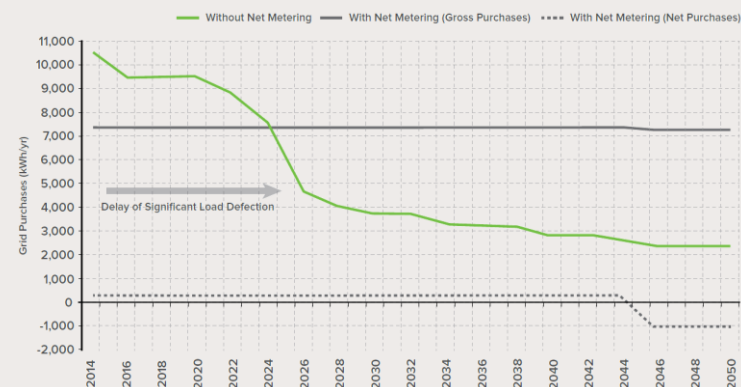
Den nederste figur viser, hvordan den forventede mængde energi købt fra nettet af private udvikler sig i Westchester med og uden nettomålerordning. Det ses, at meget lidt vil blive købt fra nettet med nettomålerordning, da det er billigere selv at producere fra solceller. Uden nettomålerordning vil der alligevel blive købt mindre fra nettet, efterhånden som solceller og batterier bliver billigere.

Elforbruget fra nettet vil altså falde markant i mange elsystemer, men spidslastforbruget i enkelte timer, fx juleaften – og derved elsystemets kapacitetskrav – vil stort set være uændret. Nettariffen vil altså stige (pr. kWh), hvilket vil føre til et yderligere incitament til egenproduktion og lagring. Ændrede tarifieringer og nye markedsmodeller kan overvejes på sigt for at imødekomme denne udvikling.

ECONOMICALLY OPTIMAL SYSTEM CONFIGURATION
RESIDENTIAL



NET GRID PURCHASES WITH AND WITHOUT NET METERING
RESIDENTIAL



Kilde: RMI, *The Economics of Load Defection*, 2015

Øverst ses forventningen til, hvornår det kan betale sig for forbrugere at investere i solceller og solceller+batterier i forskellige amerikanske stater. Nederste figur viser de mulige effekter af, at forbrugernes handel med nettet kan netto-afregnes.

Drivere i ilande

Globalt marked for elbiler sætter skub i batteriproduktionen

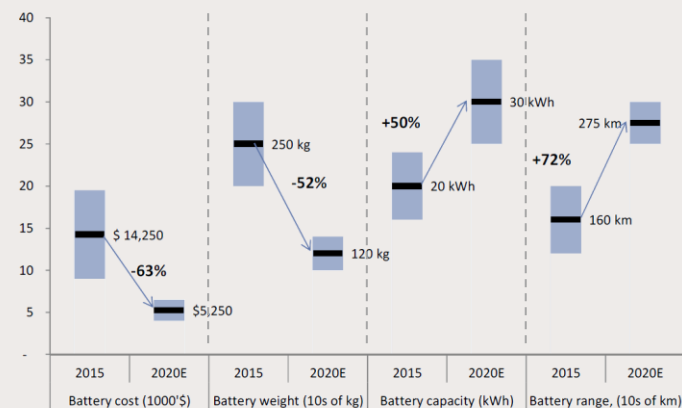
Elbiler og plugin-hybridbiler forventes at spille en nøglerolle inden for reduktion af emissioner, herunder CO₂, i lettere transport (persontransport). Denne udvikling ses allerede nu, hvor skærpede emissionskrav til biler i EU, USA, Kina m.fl. også øger efterspørgslen på elbiler. Tilsammen giver dette sig udslag i, at såvel de etablerede store bilkoncerner som nye (Tesla m.fl.) satser stort på at udvikle elbilerne.

Investeringsselskabet Goldman Sachs har i efteråret 2015 offentliggjort en analyse af lovende VE-teknologier, og peger på el- og hybridbiler som et af de fire mest lovende indsatsområder.

Figuren øverst angiver Goldman Sachs's forventninger til teknologisk udvikling for batterier til transportsektoren indenfor fire udvalgte kategorier. Den sorte streg i søjlerne angiver middelpriisen, mens søjlerne er udtryk for spredningen indenfor batterier på markedet.

Forventningen er, at innovation vil føre til højere effektivitet, levetid og energidensitet. Det er dog primært en række store, kommercielle aktørers investeringer i øget produktionskapacitet, som forventes at drive omkostningerne ned med ca. 63 pct. over de næste fem år. De største kendte produktionsanlæg er angivet i tabellen nederst til højre. Tilsammen har de en produktionskapacitet i 2020 på ca. 1,2 mio. elbiler årligt.

Battery cost reduction/performance improvements



Source: NEDO, Goldman Sachs Global Investment Research.

Kilde: Goldman Sachs, The Low Carbon Economy, 2015

Forventet global produktionskapacitet til elbilsbatterier

Company	Capacity	Evs equivalent capacity (@70kWh)	Production start	Location
Panasonic/ Tesla	35GWh	500k	2016	Nevadam US
LG Chem	7GWh	100k	2016	Nanjing, China
	1.6 GWh	22.8k	Expansion	Michigan, US
Foxconn	15GWh	214k	2016	Anhui, China
BYD	20GWh	286k	2020	various, China
Boston Power	10GWh	143k	2020	various, China
Samsung	1.5GWh	21.4k	Expansion	Ulsan, South Korea
Combined			Expansion	Xian, China

Kilde: Goldman Sachs, The Low Carbon Economy, 2015

Drivere i ilande

Ikke-økonomiske faktorer har stor betydning for *Early Adopters*

Gennemtrængning af nye teknologier kan typisk opdeles i tre led nemlig, *Early Adopters*, *Early Majority* og *Late Majority*, se figur øverst. *Early Adopters* af solceller og batterier investerer ifølge australske CSIRO af følgende grunde:

- Selvforsyning og energiuafhængighed
- Demonstration af miljømæssige værdier
- Udsigt til at inspirere til forandring

For *Early Majority* må teknologien ikke være meget dyrere end alternativet, men der kan være andre faktorer, som spiller ind såsom forsyningssikkerhed eller de tre ovenstående.

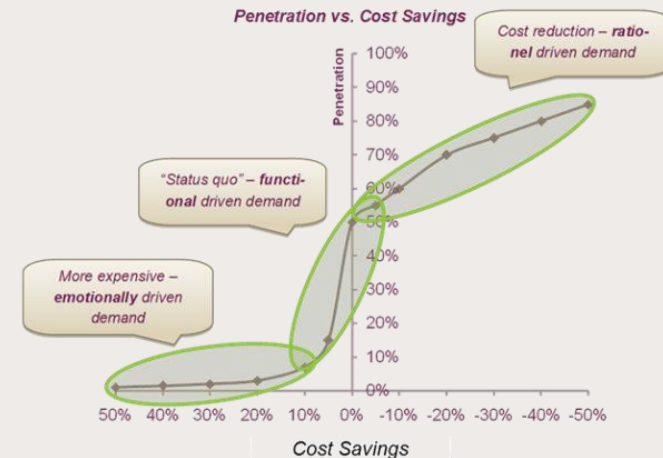
Vehicle-to-Home (V2H)

Efter tsunamien i Japan i 2011 og den efterfølgende lukning af atomkraftværker har elforsyningen været præget af mangel på effekt og heraf kontrollerede afbrud.

Det har fået befolkningen til at investere i både batterier og brændselsceller. Der er nu mere end 100.000 brintdrevne brændselscellesystemer i Japan, bl.a. fordi der er gives statstilskud til miljøvenlig, decentral produktion.

Nissan har introduceret vehicle-to-home-teknologien (V2H) på det japanske marked, hvor elbilen bruges som nødstrømsanlæg som på figuren nederst.

Denne teknologi kan drive udviklingen af batterier og husholdningsbatterisystemer, og den kan være mellemtrinnet for udviklingen af vehicle-2-grid-teknologien (V2G).



Kilde: http://www.nissan-global.com/EN/TECHNOLOGY/OVERVIEW/vehicle_to_home.html

Drivere i ilande

Et marked opstår for lokal ellagring i samspil med solceller

Den samlede elpris for private elforbrugere i Danmark er i dag ca. 2 kr./kWh, og den forventes at stige i fremtiden.

Feed-in-tariffen for elproduktion fra solcelleanlæg er i Danmark i dag 60 øre/kWh de første 10 år og derefter 40 øre/kWh.

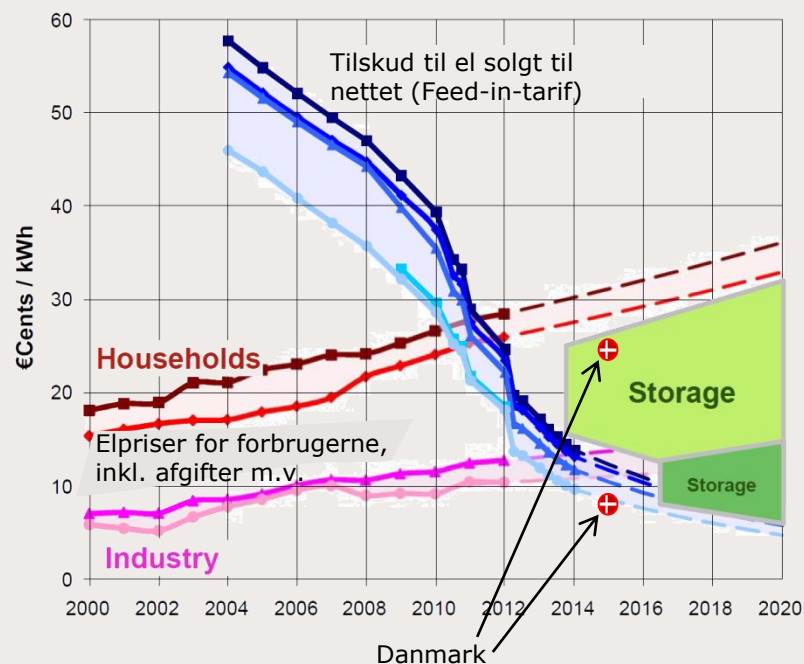
Private ejere af solcelleanlæg sælger altså deres overskudsstrøm til en pris på under 1/3 af, hvad de køber strøm for, når solen ikke skinner.

Jo større forskel der er på købs- og salgsprisen, des større er det økonomiske incitament til at lagre overskudsproduktionen fra solcelleanlægget.

Figuren til højre viser en mulig udvikling i elpriser og feed-in-tariffer samt vinduet mellem disse, som udgør det økonomiske incitament til at lagre lokalt.

Elprisen for husholdninger og feed-in-tariffen er indtegnet for Danmark, og det ses, at der er et vindue for et marked for lokal ellagring (markeret med grønt). Hvorvidt dette incitament medfører, at forbrugerne med solceller investerer i batterier, vil afhænge af prisen på batteriet.

Historisk og forventet udvikling for tilskud og elpriser i Tyskland



Kilde: <https://www.iea.org/media/workshops/2014/egrdenergystorage/Leuthold.pdf>

Differencen mellem den pris, forbrugeren betaler (de røde linjer), og den pris, der kan opnås ved at sælge strøm til nettet, udgør det økonomiske incitament for at investere i batterier sammen med solceller. Figuren viser situationen i Tyskland, hvilket er sammenligneligt med Danmark.

B.Burger, Fraunhofer ISE, Stand 28.01.2014
Daten: BMU, EEG 2013 und BMWi Energiedaten

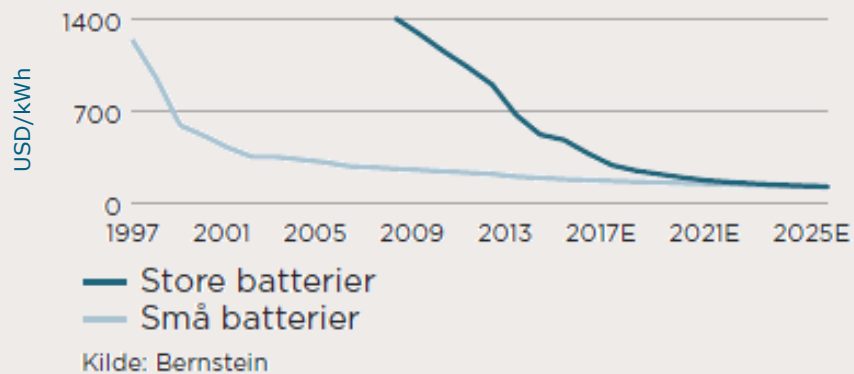
Prisen på batterier aftager og levetiden stiger

Priserne på mange ellagrings-teknologier er faldet eksponentielt fra 2008 til 2013, og udviklingen forventes at fortsætte.

Særligt Li-ion-batterier aftager hurtigt i pris og forventes at koste ca. 2-300 \$/kWh i 2020.

Carnegie argumenterer i en tema-rapport fra december for, at udviklingen indenfor større li-ion batterier (såsom til elbiler og husstande med solceller m.v.) vil følge samme teknologiske og prismæssige udvikling som små Li-Ion batterier (fx til mobiltelefoner og bærbare PC'er) har gjort de seneste 15 år. Dette er illustreret på figuren nedenfor.

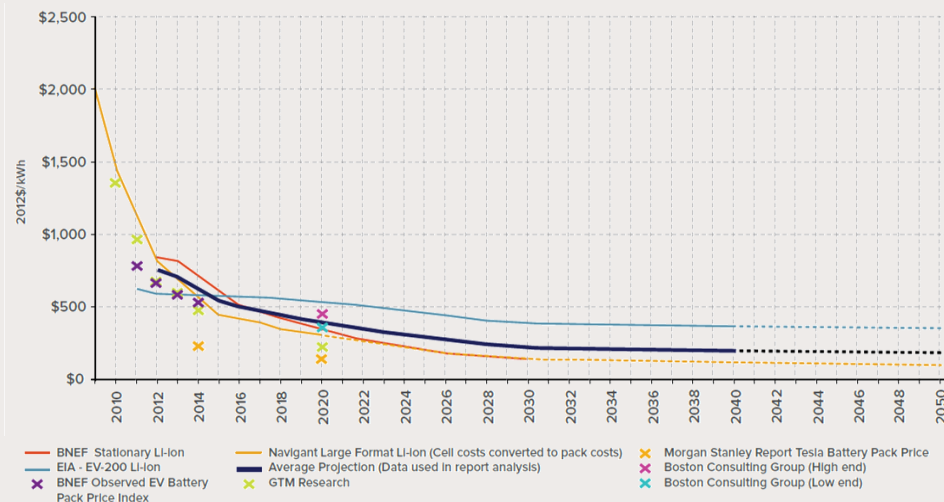
Prisudvikling for små og store Li-Ion batterier



Små batterier (telefoner m.v.) er faldet markant i pris de seneste 10 år. Den udvikling forventes også at blive observeret på større batteri-anlæg i de kommende år. Figur fra Carnegie rapport, 2015.

Levetiden har også udviklet sig eksponentielt for mange ellagrings-teknologier fra 2008-2013, og denne udvikling forventes ligeledes at fortsætte de kommende år. Disse forventninger til teknologisk udvikling er bl.a. beskrevet nærmere i IEA's Energy Technology Perspective (2015). IEA forventer, at Li-ion-batterier vil nå en levetid på ca. 10.000 cykler i 2020. Med én op- og afladning om dagen svarer det til en levetid på knap 30 år, mod ca. 5-10 år i dag.

Forskellige aktørers forventninger til prisudviklingen indenfor større Li-Ion batteri-pakker



Batterier kan være en god forretning i samspil med solceller

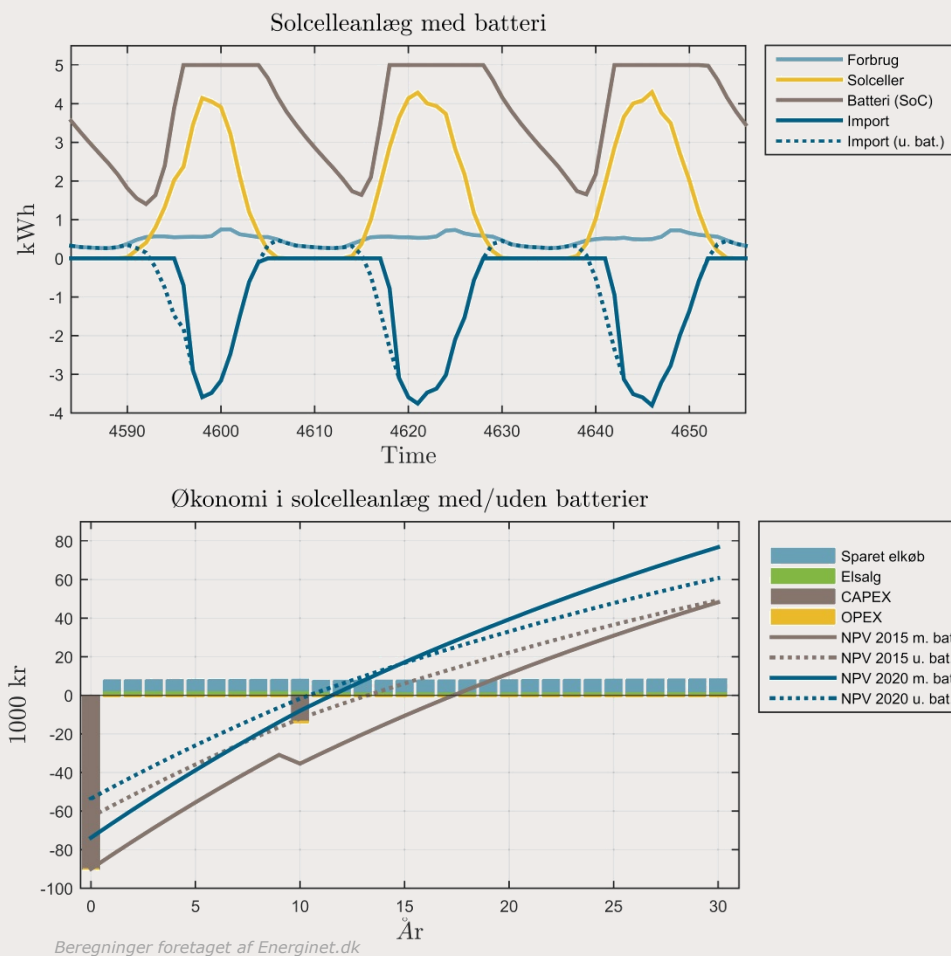
Ellagring i batterier i private husholdninger kan forventes at blive en god forretning inden for en 10-årig periode, givet den forventede udvikling i batteriteknologi og med samme niveau for elafgifter og feed-in-tariffer som i dag.

Figuren øverst viser driften af et batteri (5 kWh effektiv kapacitet) sammen med et solcelleanlæg (6 kWp) i en privat husholdning på tre solskinsdage i juli. Til sammenligning er vist import/eksport af el i et system uden batteri. Det ses, at import helt undgås i løbet af de tre dage med batteriet og dermed spares elafgiften, tariffer osv.

Den nederste figur viser nutidsværdien af de årlige udgifter og indtægter for et solcelleanlæg med batteri købt i 2015 (søjler), samt nutidsværdien (NPV) for systemet.

Til sammenligning er vist NPV for et solcelleanlæg uden batteri fra 2015 samt med og uden batteri for 2020. Det ses, at systemerne fra 2015 har ca. samme NPV, men det med batteri kræver større investering og har længere tilbagebetalingstid. Men i 2020 har systemet med batteri en højere NPV end systemet uden. Det bliver altså profitabelt at installere batterier i forbindelse med solcelleanlæg inden 2020 under disse forudsætninger.

Både udviklingen i pris og levetid på batteriet bidrager til den højere NPV i 2020. Se i øvrigt Energinet.dk's analyse "Solceller og batterier i Danmark".





Tonne Kjærvej 65
7000 Fredericia
Tlf. 70 10 22 44

E-mail: info@energinet.dk

www.energinet.dk

Om Energinet.dk's analyser

Energinet.dk har ansvaret for forsyningssikkerheden for el og gas, både i nuet og i fremtiden, hvor meget mere vedvarende energi skal ind i ikke bare el- og gassektoren, men i hele energisystemet. Energisystemet står derfor overfor store forandringer og der er behov for meget mere sammentænkning i energisektoren.

Energinet.dk tager ansvar for en samfundsøkonomisk effektiv omstilling. For at skabe fundamentet for den bedst mulige omstilling, belyse udfaldsrum og sikre værdien af de store investeringer, der skal foretages, analyserer Energinet.dk løbende udviklingen af både energisektoren som helhed og enkelte dele af energisystemet. værdien af de store investeringer, der skal foretages, analyserer Energinet.dk løbende udviklingen af både energisektoren som helhed og enkelte dele af energisystemet.

Energinet.dk anvender som udgangspunkt på alle analyser altid samme fundament, der opdateres årligt. Fundamentet består blandt andet af forudsætninger om priser, teknologidata samt beregningsmodeller.

www.energinet.dk/energianalyser

