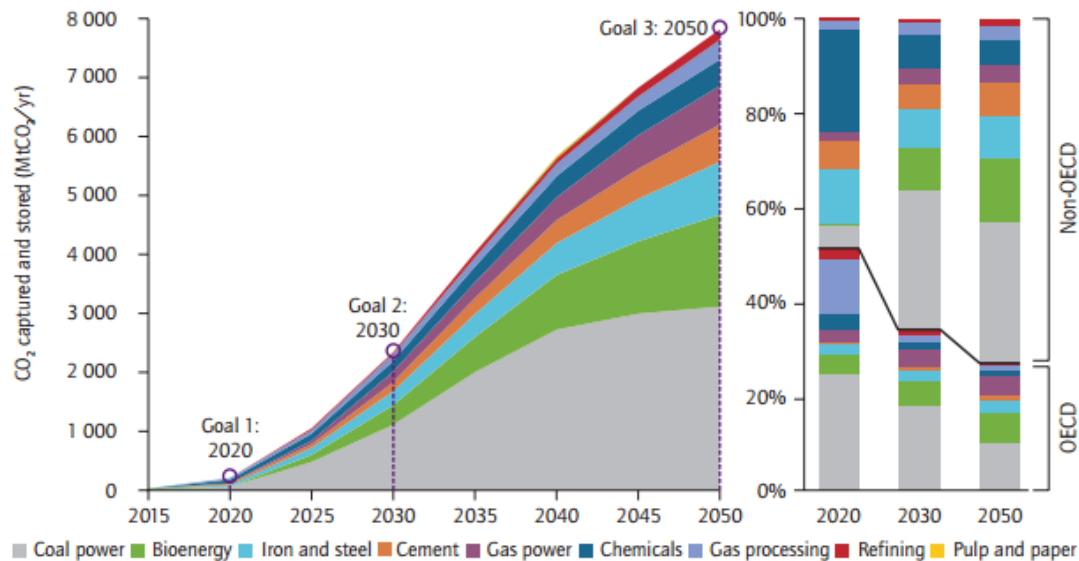


CCS – hvor sikre kan vi være på
IEAs scenarie?

Ole Røgeberg

IEA ser en stor rolle for CCS

- CCS «is an integral part of any lowest-cost mitigation scenario [...], particularly for 2°C scenarios» (IEA – CCS Roadmap 2013)



Innen 2050:

- 2/3 av all kullkraft
- 1/5 av all gasskraft
- Årlig capture: 7 milliarder tCO₂
- 70% av prosjektene utenfor OECD

KEY POINT: the 2DS suggests a steep deployment path for CCS technologies applied to power generation and a number of industries. Over 70% of all CCS projects take place in non-OECD countries by 2050.

Hva betyr 7 milliarder tonn CO2 per år i 2050

- Tilsvarende 7 000 prosjekt på størrelse med Sleipner-deponering (blant dagens største –ca 1 million tonn CO2 per år)
- Krever 200 nye «Sleipner-prosjekt» i snitt per år frem mot 2050
- Innebærer ca. 80% høyere totalvolum (i flytende form) enn dagens samlede globale oljeproduksjon – med store behov for investeringer i rør-transport og annen infrastruktur

Hva er de sentrale argumentene fra IEA?

- **Nødvendig:** «With coal and other fossil fuels remaining dominant in the fuel mix, there is no climate friendly scenario in the long run without CCS.» (IEA)
- **Kostnadsbesparende:** Uten CCS må vi investere 40% mer for å nå klimamål (IEA)
- **Eneste mulighet på visse felt?** Adressere store industrielle punkutslipp (f.eks. Sement)
- **Negative utslipp:** CCS + biobrensel = negative utslipp

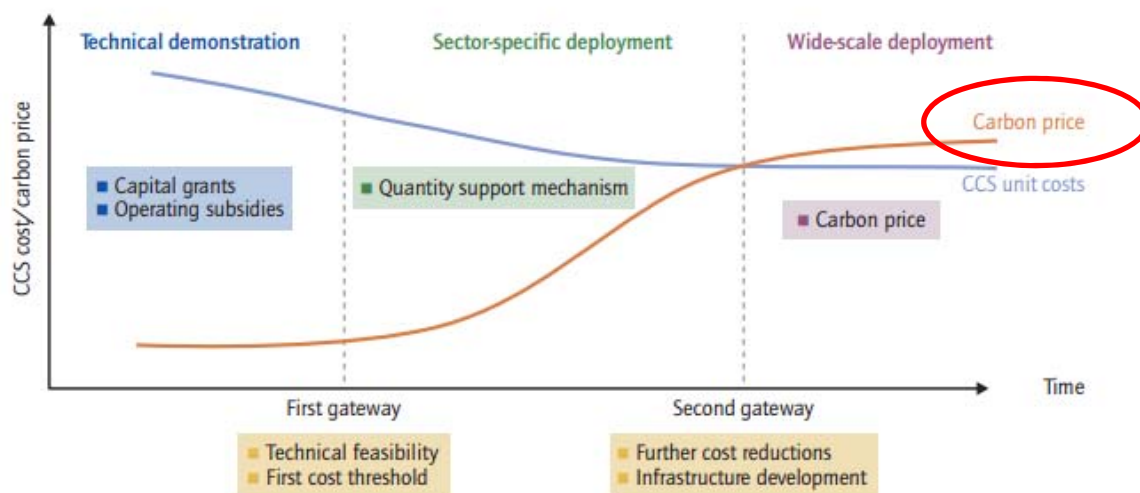
Er IEA sitt scenarie troverdig?

Hvilke insentiver skal på plass for CCS?

- «Perhaps the most critical task is to create business cases for the uptake of CCS.” (IEA – roadmap 2013)
- **Nøkkelpromblem:** CCS er nødvendigvis dyrere enn fossilkraft uten CCS
 - Øker kostnadene med 1-2 tredjedeler
 - Øker risikoen (særlig ved tidlige anlegg)
 - Kompleksitet og kostnadsoverskridelser
 - Tunge investeringer med usikker avkastning
 - Forutsetter at transport og lagring er tilgjengelig
- **Særlig utfordrende:** 70% av alle CCS prosjekter skal være i ikke-OECD land...

IEAs antagelse: En internasjonal karbonpris som biter

Figure 7: Policy gateways within a CCS policy framework



Source: IEA, 2012f.

Hvor høyt må vi?

Utifra dagens estimat:
43 – 80 dollar per tCO₂

De langsiktige løsningene forutsetter alle en bindende avtale om sterke kutt

Table 4.2 • Potential incentive mechanisms that could be considered for early deployment of CCS in industrial applications

Incentive mechanism	Cross-sectoral	Continuous incentive to abate	Shares investment risks with private sector	Reduces operational risks	Long-term potential for market support
Investment tax credit	Yes	Potentially	Yes	No	No
Public co-investment in projects	Yes	Potentially	Yes	No	No
Production/emissions subsidy	No	Yes	No	Potentially	No
Emissions performance standard	No	No	No	Yes	Yes
Portfolio standard	No	Up to a set limit	No	Yes	Yes
Feebate penalty and reward system	No	Yes	No	No	Yes
CO ₂ purchase commitment	Yes	Up to a set limit	No	Potentially	No
Production tax credit	Yes	Yes	No	Yes	No
CO ₂ tax/cap and trade	Yes	Yes	No	Partly	Yes
Baseline and credit reward system	No	Yes	No	Partly	Yes

} Reguleringskrav
 → Karbonprising

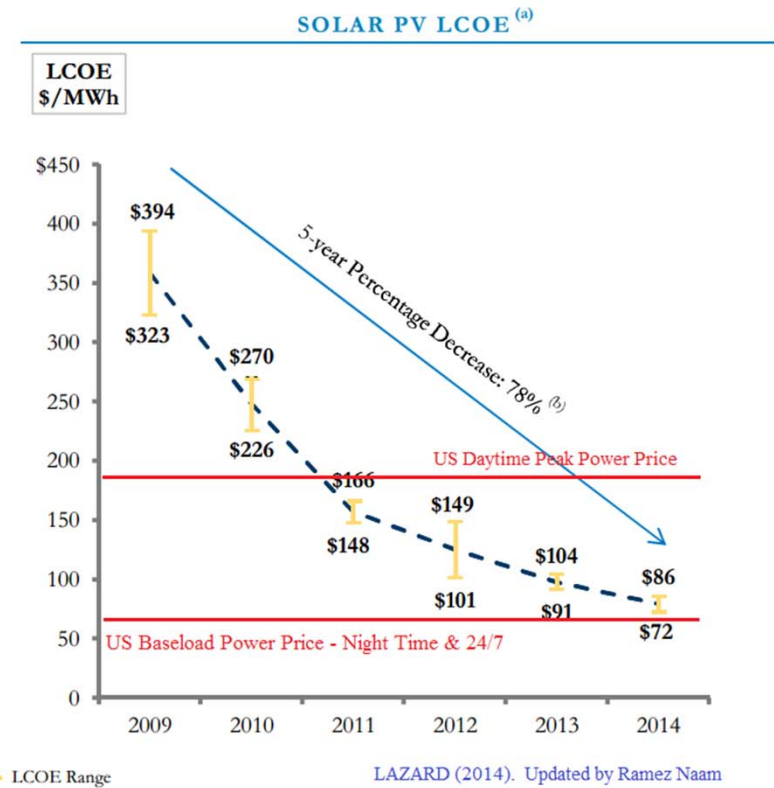
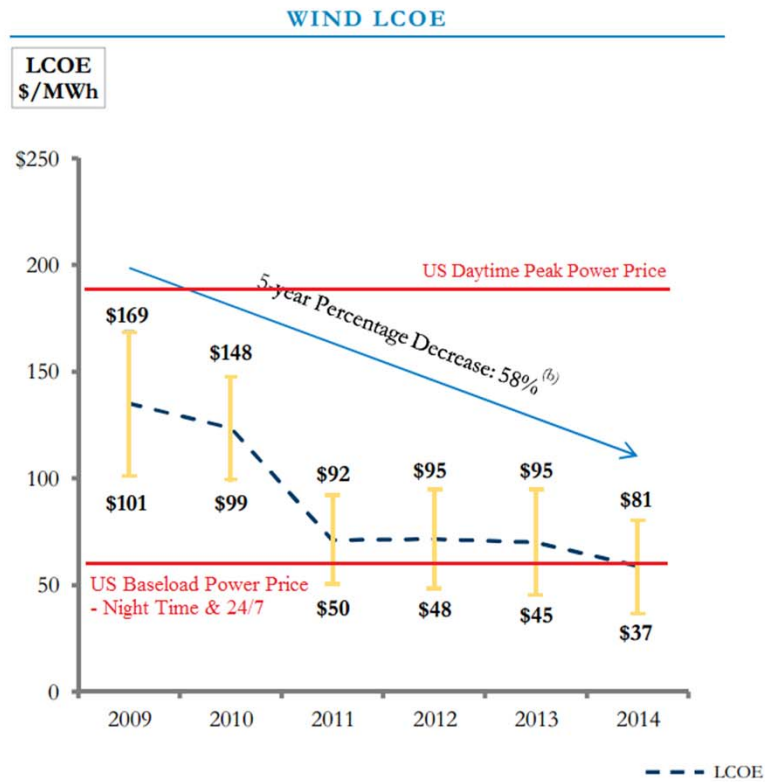
} Karbonprising

Note: Long-term potential for market regulation is a judgement of whether the instrument could ultimately regulate CO₂ emissions in a technology neutral manner without imposing continuing costs or expert project assessments on government. "Potentially" is used to denote that governments have an option to adjust the measure to improve its performance with respect to a given feature. For example, CO₂ purchase commitments could be implemented via upfront bilateral contracts that guarantee revenue for operation and investment tax credits could be linked to the use of the facility.

Er CCS en rimelig løsning?

- Historiske kostnader gjenspeiler «first of kind» pionerprosjekt og vil overvurdere kostnadene
- Kostnadsanslag på kraft fra modent (n-th of kind) CCS kraftverk må anslås
 - Kraftverk er godt kjent og moden teknologi
 - Rørtransport og boring er godt kjent og moden teknologi
 - Karbonfangst bruker kjente industrielle prosesser
 - Utfordringen er integrering og skala
- Estimerer per i dag:
 - Gasskraft – kostnader øker med 28-72%
 - Kullkraft – kostnader øker med 26-100% (avhengig av teknologi)
- Mulige gjennombrudd vil kunne redusere total kost på kraft med opp mot 20% -> fossilkost med CCS som dagens uten

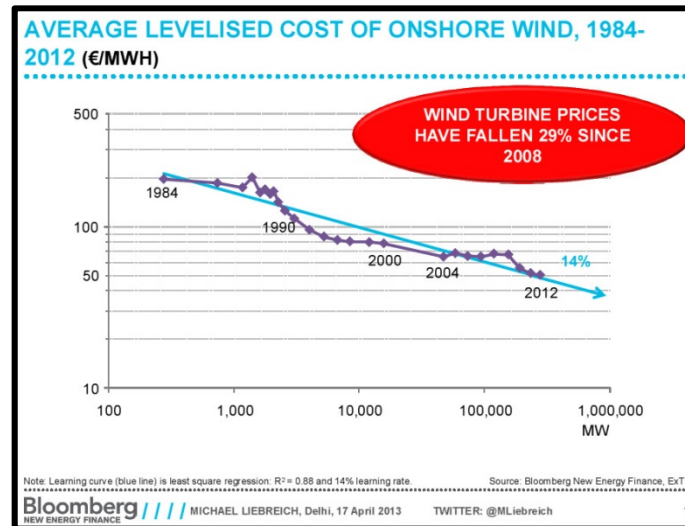
Fornybar er på marginen allerede i ferd med å bli konkurransedyktig



Fornybarkost kan falle videre siden teknologien er mer umoden

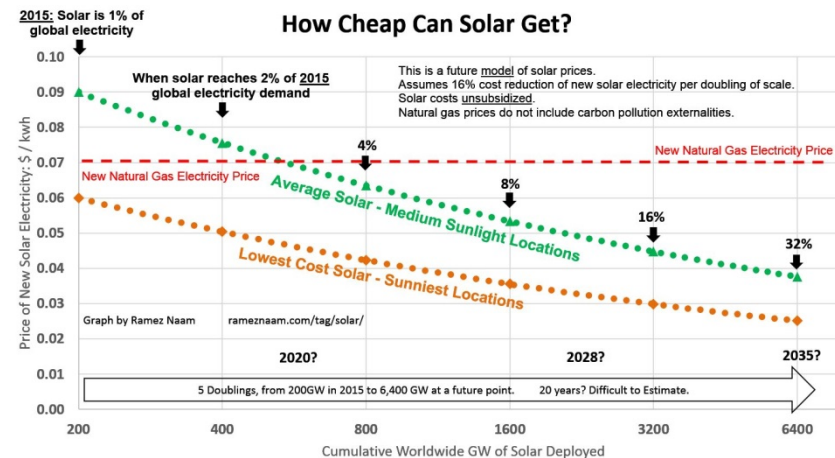
Læringskurve

Kostnadene til vind og sol har opprettholdt et jevnt fall over flere tiår

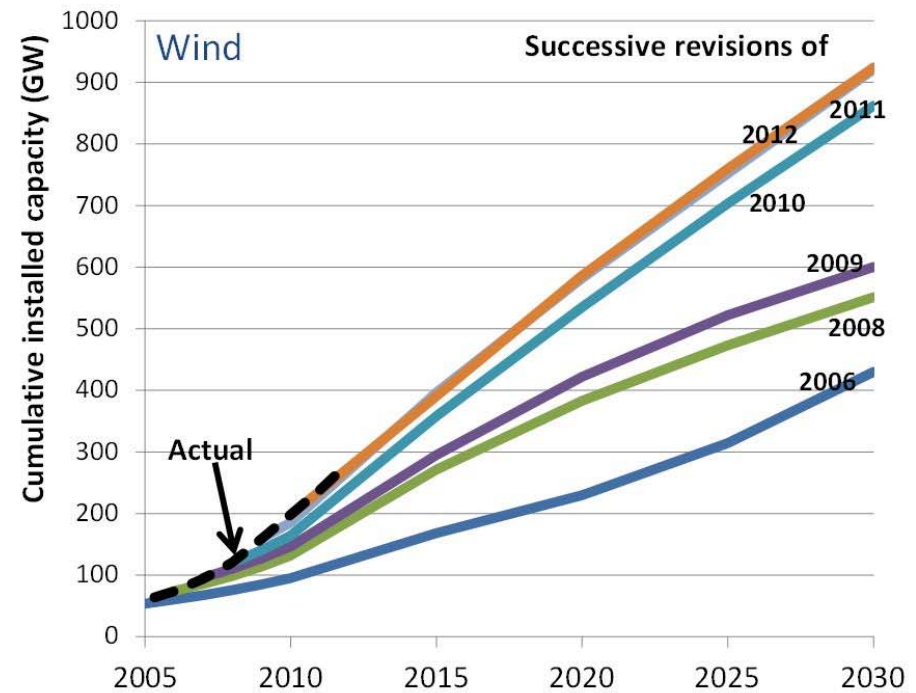
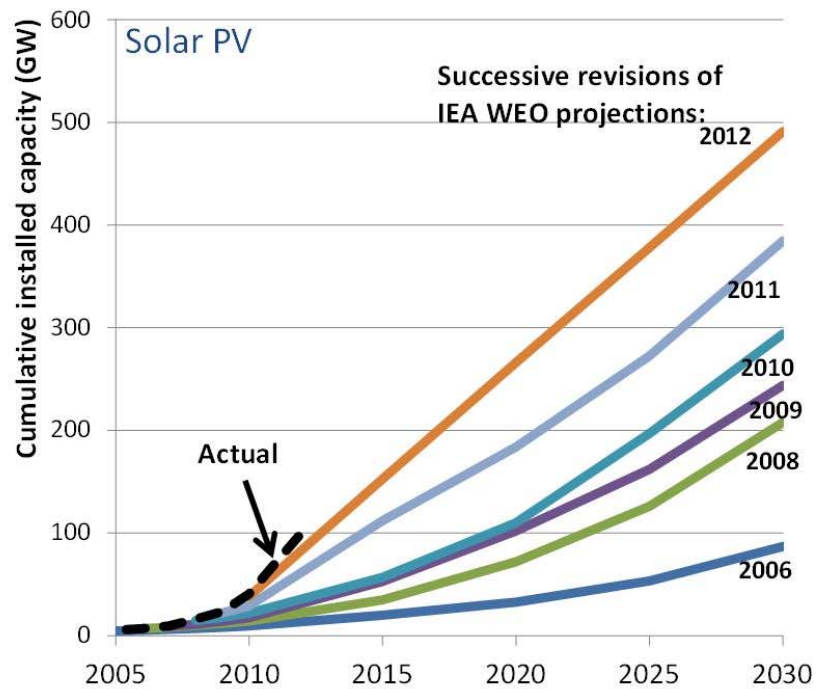


Projeksjon

Vind og sol klart billigere enn fossile brensler i løpet av et par tiår



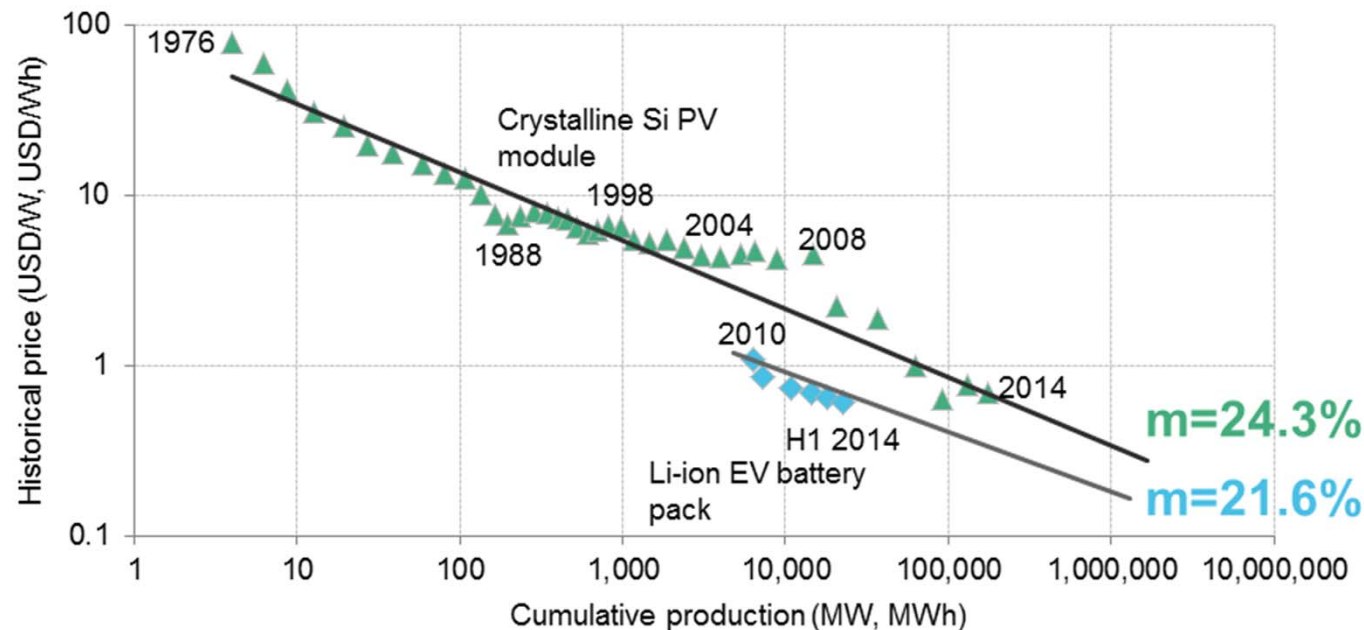
IEA har systematisk undervurdert fornybar-potensialet tidligere



Problemet «intermittency» - mulig rolle for CCS men også batterier

LITHIUM-ION EV BATTERY EXPERIENCE CURVE COMPARED WITH SOLAR PV EXPERIENCE CURVE

Bloomberg
NEW ENERGY FINANCE



Note: Prices are in real (2014) USD.

Source: Bloomberg New Energy Finance, Maycock, Battery University, MIT

CCS – en viktig «backupløsning»?

- IEA scenariet er ikke åpenbart riktig – men kan bli nødvendig
- Mange grunner til stor usikkerhet
 - Teknologi
 - Internasjonale klimaforhandlinger
 - Politiske prosesser og interessegrupper
 - Utfordringer på systemnivå
 - Intermittency
 - Storage
 - Potensiale
- CCS er noe vi høyst trolig får til – komponentene er alle kjent
- Selv om andre scenarier kan være mulige, vil det være viktig å ha CCS klar dersom det skulle trengs

Hvilke andre scenarier kan vi se for
CCS?

CCS – et viktig produkt der det mangler alternativ?

- «Standby-anlegg» - men da er anvendelsesraten lav og snittkostnad høy
- Prosessindustri
- Uttak av CO₂ fra atmosfæren (CCS + biobrensel)
- Dette er tildels betydelige markeder – men kan endre hvilke CCS-teknologier som er sentrale og bør satses på
- Slike scenarier vil også tilsi andre priser på brensel (grunnet etterspørselsfall), som kan gjøre CCS noe mer konkurransedyktig

Globalt eller norsk perspektiv?

- Globalt:
 - Norsk teknologiutvikling har gevinst ved å kutte kostnader internasjonalt og utløse mer ambisiøse klimamål
 - Markedssvikt kan gjøre teknologistøtte gunstig
 - Ta hensyn til teknologiske spillover
 - Ta hensyn til læringseffekter på sektorplan
 - Men: «Stranded assets» er ikke et tap hvis andre alternativer blir billigere enn fortsatt bruk av fossil brensel
- Norsk:
 - Andre lands besparelser er ikke en post i vårt regnskap
 - CCS lite viktig i norsk kraftproduksjon
 - CCS kan redusere kost utenlands og påvirke kvoteprisene vi står overfor
 - CCS kan skape en «eksportnæring» - lagring på norsk sokkel
 - CCS kan være strategisk og bidra til å forlenge fossilalderen og øke verdien av egne reserver