



Lansering av 2C-magasinet

30.11.16

SUNNIVA BRATT SLETTE



SUSTAINABILITY

NTNU Sustainability
- knowledge for change



NTNU – Trondheim
Norwegian University of
Science and Technology

Postadresse: 7491 Trondheim
Telefon: 73 59 35 09
<http://www.ntnu.edu/sustainability>

Title: Lansering av 2C-magasinet	Report no.: NTNU-SUST/SR-2015-07
Project: Pilot project 1: Sustainable cities, local communities and regions	Date: 30.11.16
	Number of pages: 62 Number of appendices: 1
Authors: Sunniva Bratt Slette	Signature:
Responsible: Annik Magerholm Fet	Signature:
Summary: 2°C-magasinet blir utgitt av Norsk Klimastiftelse i samarbeid med Universitetet i Bergen, Bjerknessenteret og NTNU. Lanseringen av magasinet ble markert med en klimafrokost på Dokkhuset, med 8 innlegg på 10 minutter av fremstående forskere og klimavitere. Foredragene handlet om en rekke sentrale temaer fra klimavitenskapen, som bærekraftige forretningsmodeller, FNs bærekraftsmål, status å klimaet og havets rolle i klimasystemet, nullutslipp, transportløsninger, smarte byer og det politiske perspektivet på bærekraft. I etterkant av klimafrokosten ble det avholdt en workshop for å diskutere hva som må til for å oppnå grønn omstilling i praksis.	
Key words: <i>Tograders-magasinet, klimafrokost</i>	
Distribution/access: Open	

Lansering av 2°C-magasinet

Tid: 10:30 – 14:00, onsdag 30.11.16

Sted: Dokkhuset

Program (08:30 – 10:00)

Tid	Aktivitet/ Tittel	Ansvarlig
08:00	Servering av frokost	
08:25	Velkommen	Anders Bjartnes, Klimastiftelsen
08:29	Introduksjon	Konferansier Sunniva Bratt Slette
08:30	De globale bærekraftsmålene og forretningsmodeller	Professor Annik Magerholm Fet, NTNU
08:41	Klimastatus 2016	Siv Kari Lauvset, Bjerknessenteret for klimaforskning
08:57	Det store bildet – status for energiomstillingen	Lars-Henrik Paarup Michelsen, Norsk Klimastiftelse
09:08	Veien mot et utslippsfritt transportsystem basert på fornybar energi	Professor Magnus Korpås, NTNU
09:19	Hvordan driver man et kraftsystem basert på 100% fornybar energi?	Professor Kjetil Uhlen, NTNU
09:30	Fra Smart Teknologi til Smart Living: Smartere Kommune	Professor Judith Borsboom van Beurden, NTNU
09:41	Veien mot nullutslipp – hvor skal vi sette inn støtet?	Professor Espen Moe, NTNU
09:52	Hva må kunnskapen om klimastatus og energiomstilling føre til politisk?	Stortingskandidat Lars Haltbrekken, SV
10:02	Avslutning	Konferansier Sunniva Bratt Slette

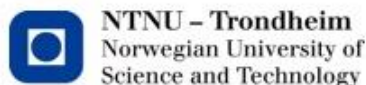


Presentasjoner

Presentasjonene fra frokostseminaret ligger i rekkefølgen de ble presentert. Kronologisk etter innlegg er oversikten strukturert som følger:

- 1 Professor Annik Magerholm Fet, NTNU
- 2 Siv Kari Lauvset, Bjerknessenteret for klimaforskning
- 3 Lars-Henrik Paarup Michelsen, Norsk Klimastiftelse
- 4 Professor Magnus Korpås, NTNU
- 5 Professor Kjetil Uhlen, NTNU
- 6 Professor Judith Borsboom van Beurden, NTNU
- 7 Professor Espen Moe, NTNU
- 8 Stortingskandidat Lars Haltbrekken, SV

1 Professor Annik Magerholm Fet, NTNU

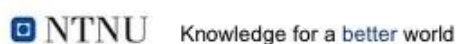


Tematisk satsingsområde 2014–2023
NTNU BÆREKRAFT



De globale bærekraftsmålene og forretningsmodeller

Professor Annik Magerholm Fet, Direktør for NTNU Bærekraft
Klimafrokost 30.11.2016, Dokkhuset, Trondheim



ENERGY



HEALTH



OCEANS



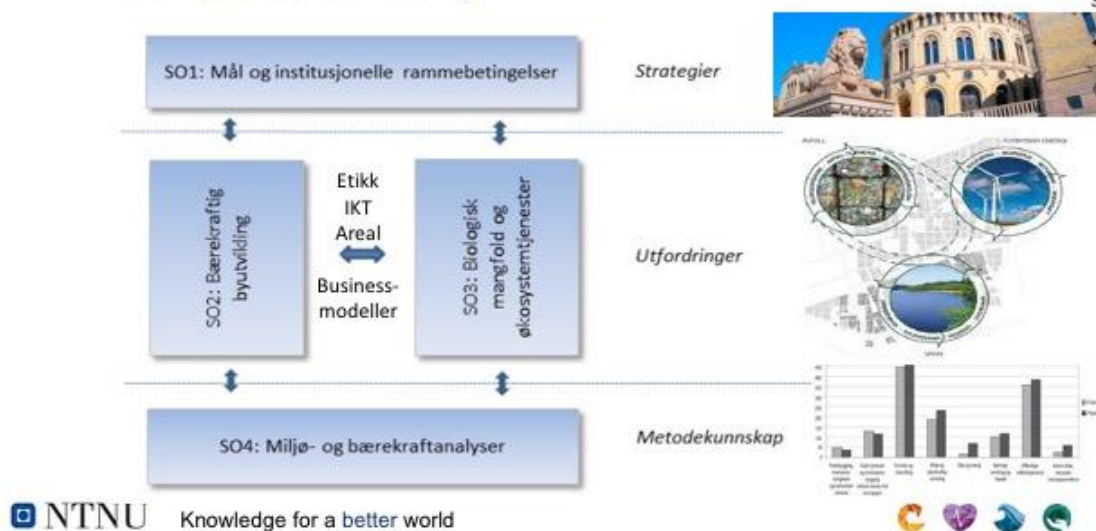
SUSTAINABILITY

Forskningsmodell bærekraftig samfunnsutvikling

www.ntnu.edu/sustainability



SUSTAINABILITY



Norsk Klimastiftelse
NORWEGIAN CLIMATE FOUNDATION



Tematisk satsingsområde 2014–2023
NTNU BÆREKRAFT





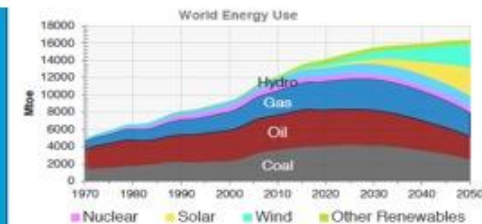
 **NTNU** Knowledge for a better world



Status fra DNV-rapport presentert 25.okt



1. Forecasting what the future will look like in 2050



2. Using the forecast to assess the likelihood of reaching the SDGs in 2030

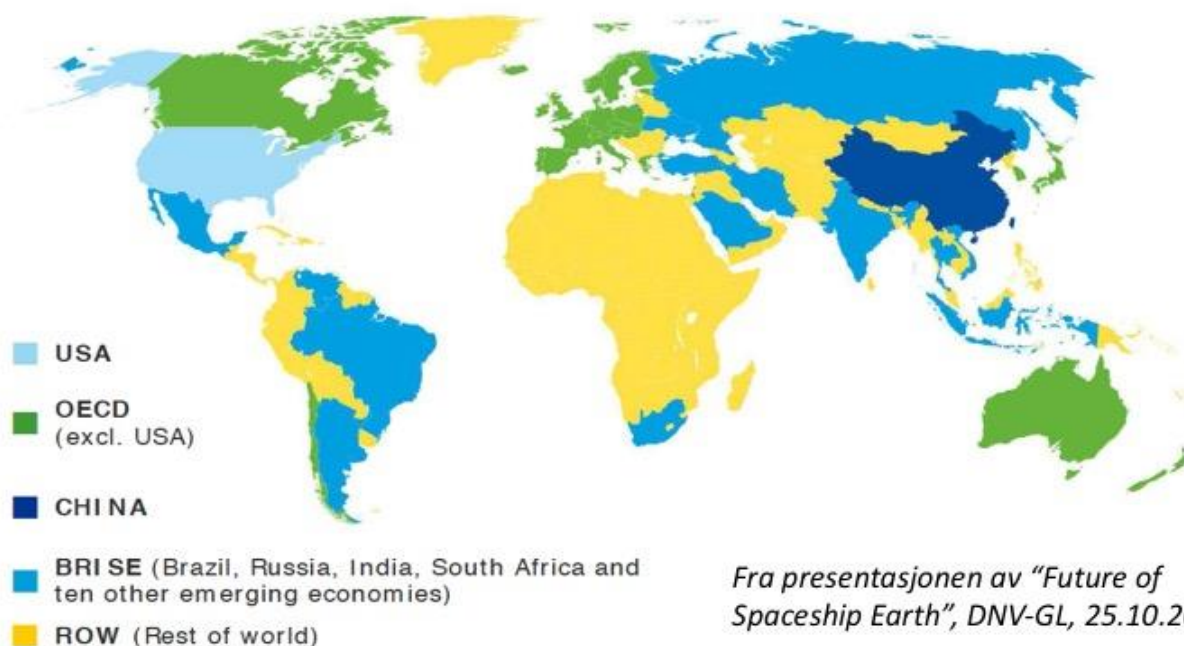


3. Business solutions to reach the goals

Fra presentasjonen av "Future of Spaceship Earth", DNV-GL, 25.10.2016



A regionalised forecast and assessment



Fra presentasjonen av "Future of Spaceship Earth", DNV-GL, 25.10.2016

Summary of the analysis

	ROW	BRIC	CHINA	OECD	USA
1. No poverty	●	●	●	●	●
2. Zero hunger	●	●	●	●	●
3. Good health and well-being	●	●	●	●	●
4. Quality education	●	●	●	●	●
5. Gender equality	●	●	●	●	●
6. Clean water and sanitation	●	●	●	●	●
7. Affordable and clean energy	●	●	●	●	●
8. Decent work and economic growth	●	●	●	●	●
9. Industry, innovation and infrastructure	●	●	●	●	●
10. Reduced inequality	●	●	●	●	●
11. Sustainable cities and communities	●	●	●	●	●
12. Responsible consumption and production	●	●	●	●	●
13. Climate action	●	●	●	●	●
14. Life below water	●	●	●	●	●
15. Life on land	●	●	●	●	●
16. Peace, justice and strong institutions	●	●	●	●	●
17. Partnerships for the goals	Not enough data to assess				

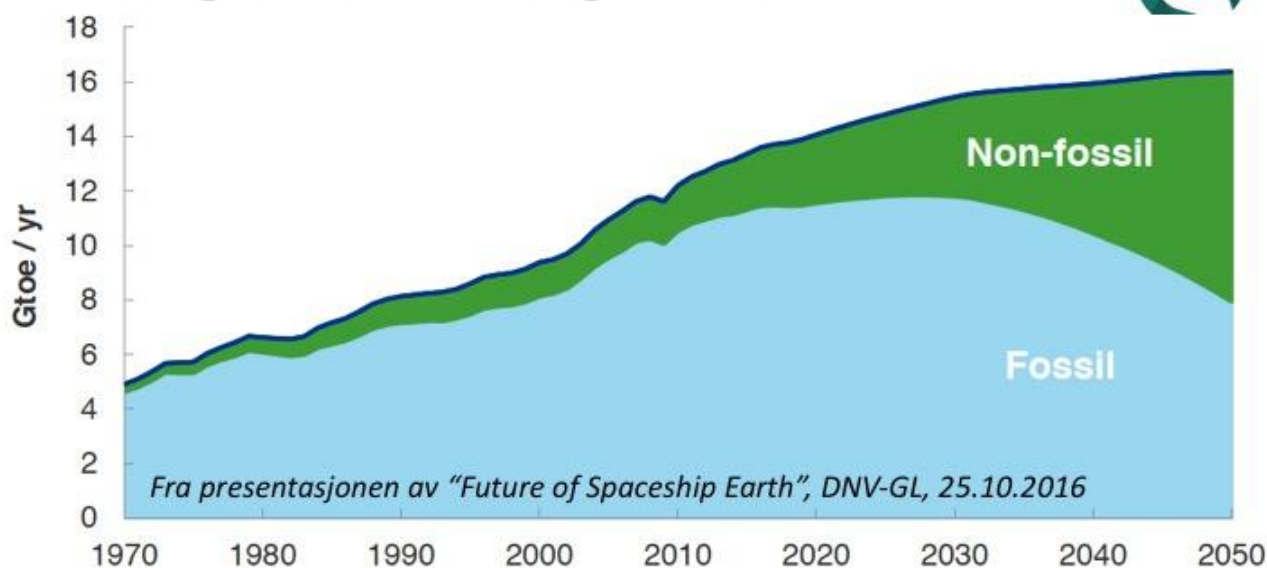
● Goal likely to be reached

● Goal not likely to be reached, but more than 50% of gap is likely closed

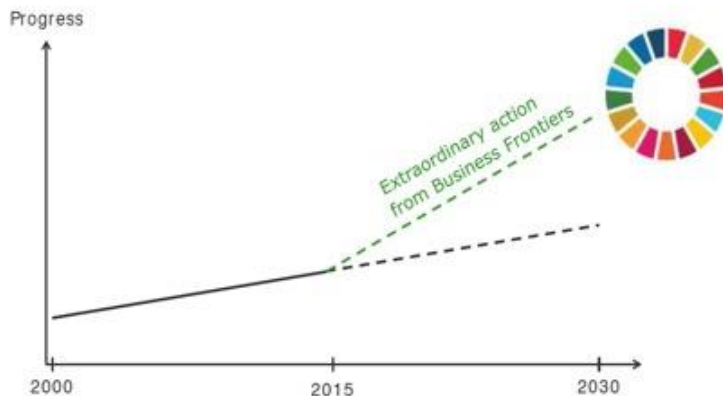
● Goal not likely to be reached, and less than 50% of gap is likely closed

Fra presentasjonen av "Future of Spaceship Earth", DNV-GL, 25.10.2016

Det globale energibehovet



Næringslivets roller?



 **NTNU** Knowledge for a better world



Rapporten Grønn Konkurranseskraft ble lagt frem 28.10

Mandatet til utvalget:

- Langsiktig verdiskaping
- Arbeidsplasser
- Reduksjon klimagassutslipp

Hva betyr rapportens anbefalinger for regionen Trøndelag og for NTNU?

- 10 prinsipper for politikkutforming
- 30 tverrgående anbefalinger
- 35 sektor anbefalinger

 **NTNU** Knowledge for a better world



10

Trender og forretningsmodeller

1. Behov for sterkere **forskning** i alle veikartene
2. Tettere samarbeid mellom aktører i hele **verdikjeder**
3. Store forretningsmuligheter knyttet til **bioøkonomi** og en **sirkulær økonomi**
4. **Digitaliseringen** vil gi sømløs utveksling av data
5. Bedre **koordinering på tvers av sektorer og verdikjeder**.
6. Bedre **klyngesamarbeid** mellom markedsaktører og kunnskapsmiljøer
7. Økt fokus på **forretningsutvikling** og **kommersialisering av kompetanse**

 **NTNU** Knowledge for a better world

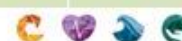


11
1

Grønn innovasjon og forskningsbehov

Strategi	Samfunnsmessig driver	Strategisk grep	Konkurrans-fordel	Forsknings-status
Prosess-forbedring	Minimere utslipp og svinn fra produksjonen	Kontinuerlig forbedring og ressurs-effektivitet	Lavere kostander	Tydelige empiriske sammenhenger
Produkt-forbedring	Minimere miljøbelastning over livsløpet	Integrere interessenter i produktutvikling og innovasjon	Økt betalings-villighet gjennom bedret omdømme og differensiering	Økende mengde forskning, men behov for empirisk validering
Bærekraft integrert i forretnings-modellen	Minimere sosiale og miljømessige belastninger over livsløpet	Overordnet visjon forankret i bærekraft	Framtidig konkurranse-posisjon	Lite forskning per i dag

 **NTNU** Knowledge for a better world



12

Zero Emission Neighborhoods



NTNU har både EU-prosjekter, FME-senter og forskning på Smart Cities



EU-prosjektet Carbon Track and Trace



Skal gi data om utslippskilder i Trondheim, med overføringsverdi til andre byer.



Knowledge for a better world

<http://carbontrackandtrace.com>



15
5



Norsk Klimastiftelse
NORWEGIAN CLIMATE FOUNDATION

 **NTNU**
Kunnskap for en bedre verden

Tematisk satsingsområde 2014–2023
NTNU BÆREKRAFT





OPPORTUNITIES

Applying information, knowledge and ideas gathered from across the region and beyond, the Circular Ocean Project will act as a catalyst to **empower communities** to develop robust business opportunities that are environmentally sustainable and enhance income generation in these regions.



Northern Periphery and Arctic Programme
2014-2020



EUROPEAN UNION
Investing in your future
European Regional Development Fund

www.circularocean.eu

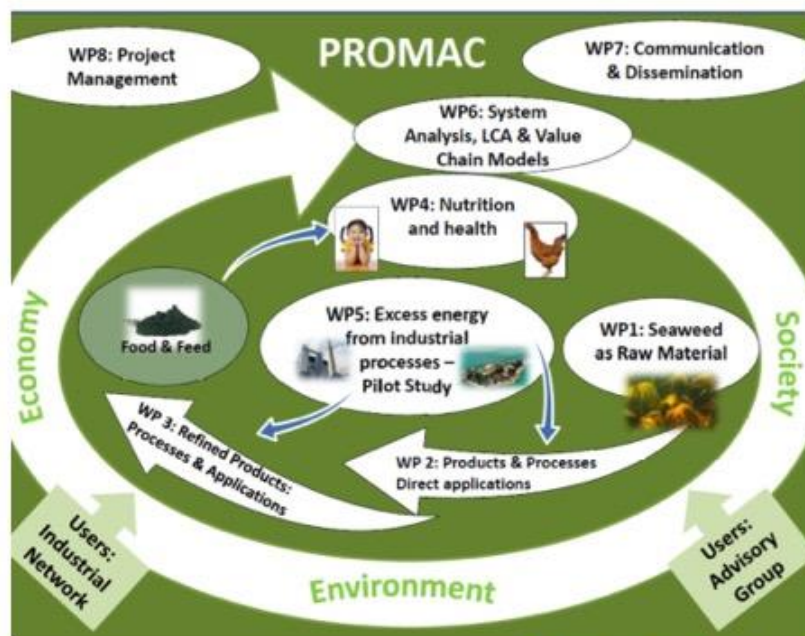
PROMAC

Energy efficient
PROcessing of
MACroalgae in
blue-green
value chains



BÆREKRAFT

Knowledge for a better world



17



Norsk Klimastiftelse
NORWEGIAN CLIMATE FOUNDATION



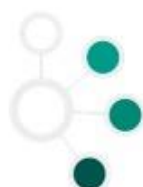
NTNU

Kunnskap for en bedre verden

Tematisk satsingsområde 2014–2023
NTNU BÆREKRAFT



12



NETTVERK
FOR GRØNN VEKST

NGV



- Nettverket mellom næringsliv og NTNU/ forskningsmiljøene i Norge, se www.ntnu.no/ngv
- Plattform for å utveksle kunnskap om innovative løsninger som gir grønn konkurransekraft
- Bidra til utdanning, kunnskapsutvikling og opplæringsprogrammet
- Legge grunnlaget for *Nasjonalt Senter for Bærekraftige Forretningsmodeller (NCSB)*.

 NTNU Knowledge for a better world



18

NTNU Sustainability



 NTNU Knowledge for a better world



Norsk Klimastiftelse
NORWEGIAN CLIMATE FOUNDATION

 NTNU
Kunnskap for en bedre verden

Tematisk satsingsområde 2014–2023
NTNU BÆREKRAFT



13

2 Siv Kari Lauvset, Bjerknessenteret for klimaforskning

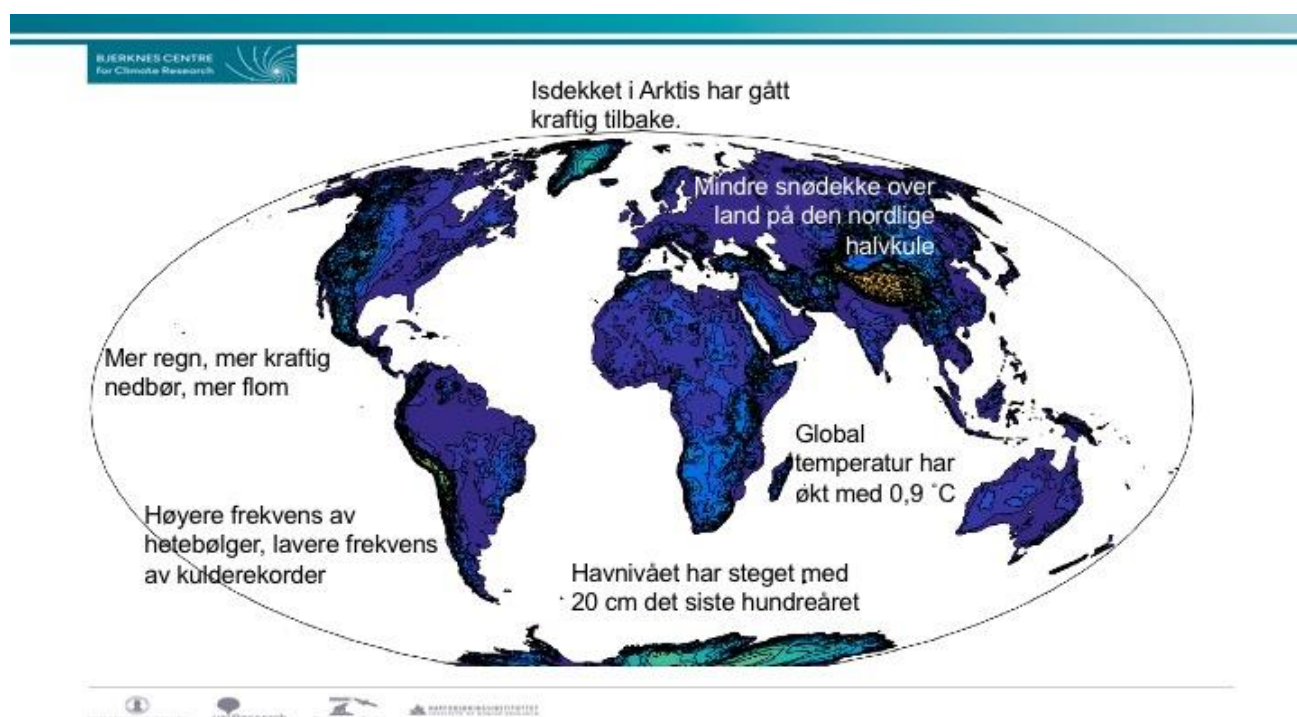


KLIMASTATUS 2016

SIV KARI LAUVSET
UNI RESEARCH KLIMA
UNIVERSITETET I BERGEN
BJERKNESSENTERET FOR KLIMAFORSKNING

LANSERING AV 2°C MAGASINET 30/11-16 I TRONDHEIM





Ingen snø i lavlandet, men
muligheter for mer snø i
høyfjellet

Færre og mindre isbreer

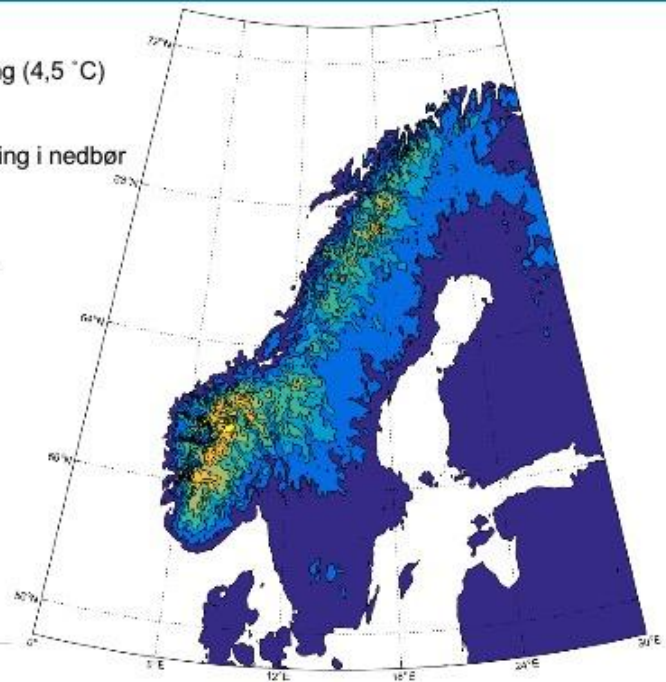
Større og hyppigere
regnflommer

Økt havforsuring, med
uavklart (negativ) påvirkning
på økosystemene

15 – 55 cm havnivåstigning

3,3° – 6,4° C
temperaturøkning (4,5 °C)

7 – 23% økning i nedbør
(18%)

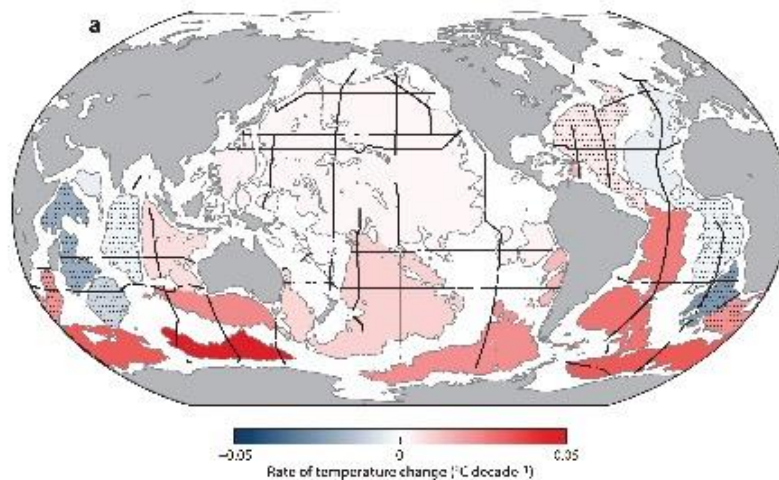


HAVET I KLIMASYSTEMET

- › havet absorberer nitti prosent av energien fra økende drivhuseffekt, mens bare en prosent blir i atmosfæren
- › atmosfæretemperaturen hadde økt med over 30°C hvis all energien hadde endt opp i atmosfæren
- › havet har absorbert halvparten av all CO₂ vi har produsert det siste århundret, og fortsetter å absorbere en fjerdedel av utslippene hvert år
- › hvis havet ikke hadde absorbert CO₂ ville konsentrasjonene i atmosfæren nå vært nesten 600 ppm
- › sirkulasjonen i havet, og dermed oksygeninnholdet, blir påvirket av temperaturendringer



OPPVARMING AV HAVET – >4000 m



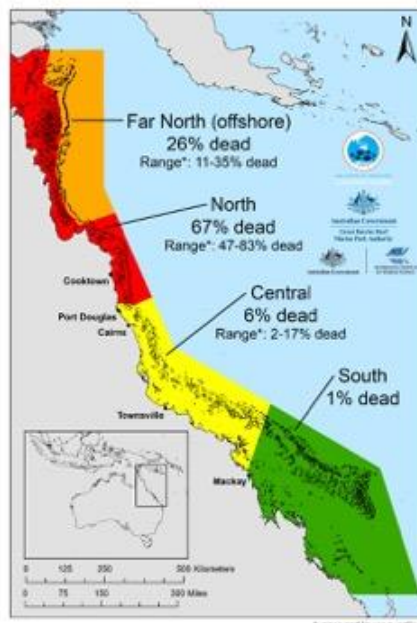
- Havnivåstigning
- Smelting av sjøis og isbremmer
- Endringer i stratifiseringen i havet kan forandre store-skala sirkulasjon
- Endret sirkulasjon kan føre til lavere oksygeninnhold i havet



- Bleking av korallrev
- Migrasjon av arter som følger endringene i temperatur



- Temperaturen bestemmer kjønnsutviklingen til arter som skilpadder, så økt temperatur kan føre til endret kjønnsfordeling
- Mindre is kan føre til vanskeligere hekkeforhold for sjøfugl
- Migrasjoner kan føre til endringer i rovdyr-byttedyr dynamikken
- Lavere CO_2 opptak

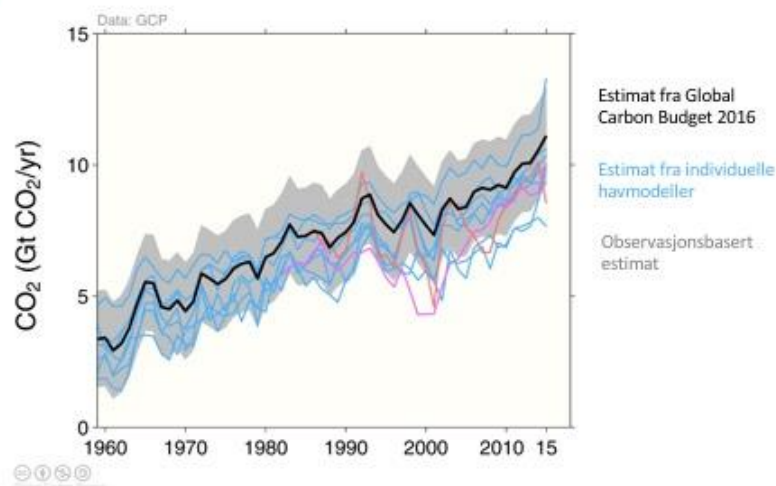


<http://www.coralcoe.org.au/media-releases/life-and-death-after-great-barrier-reef-bleaching>

ARC Centre of Excellence for Coral Reef Studies

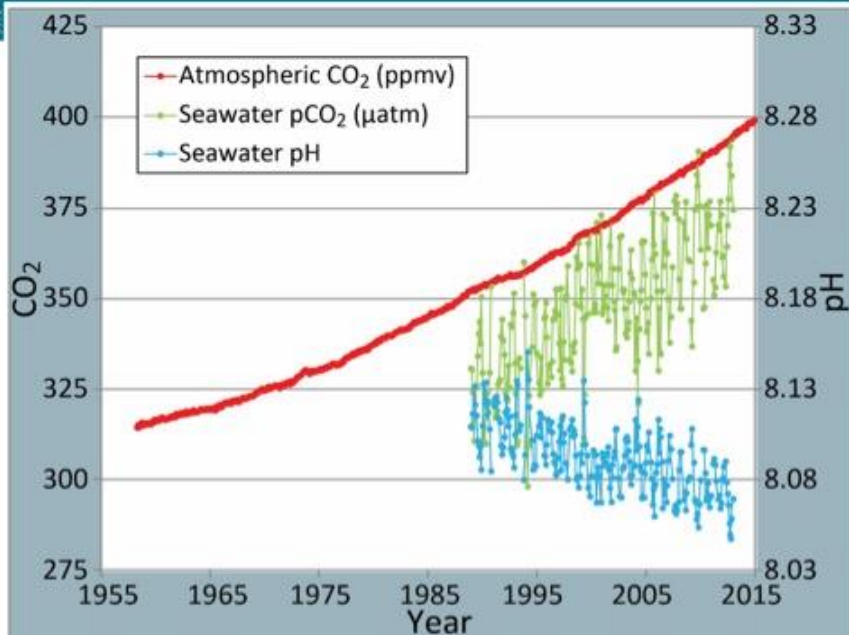
9.7 ± 1.8 GtCO₂ per
år for 2006-2015

11.1 ± 1.8 GtCO₂ per
år i 2015



Le Quéré et al 2016; Global Carbon Budget 2016

Individuelle estimater fra: Aumont and Bopp (2006); Buitenhuis et al. (2010); Doney et al. (2009); Hauck et al. (2016); Landschützer et al. (2015); Oke et al. (2013); Rödenbeck et al. (2014); Sérérien et al. (2013); Schwinger et al. (2016).



Varmeinnhold i havet

Havforsuring

Oksygen i havet



Primærproduksjon

Biologisk mangfold

Økosystemhelse

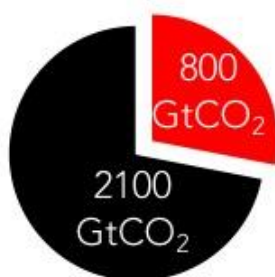
Ditch the 2°C warming goal

Average global temperature is not a good indicator of planetary health. Track a range of vital signs instead, urge David G. Victor and Charles F. Kennel.

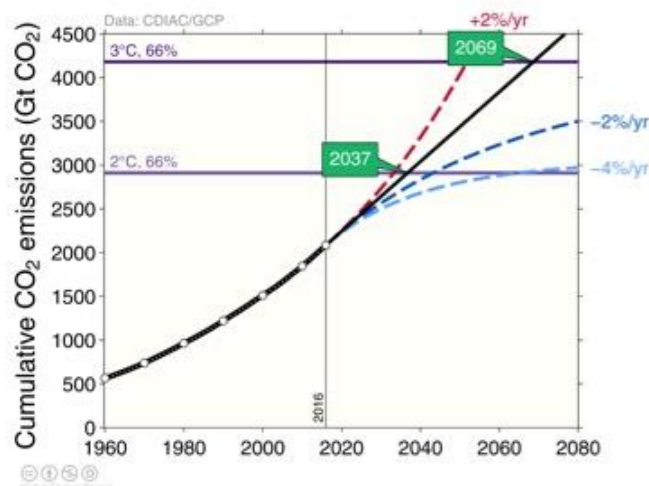
KONKLUSJON:

Menneskeskapt global oppvarming er uomtvistelig, og kan observeres i en rekke elementer i klimasystemet. Effektene på natur og samfunn er i hovedsak negative. I forhold til togradersmålet er vi nå omtrent halvveis, med en global oppvarming på omkring 1 grad, og målet om å begrense oppvarmingen til 1.5 grader vil med stor sannsynlighet passeres innen få tiår hvis klimagassutslippene fortsetter som nå.

<2.0°C, >66%

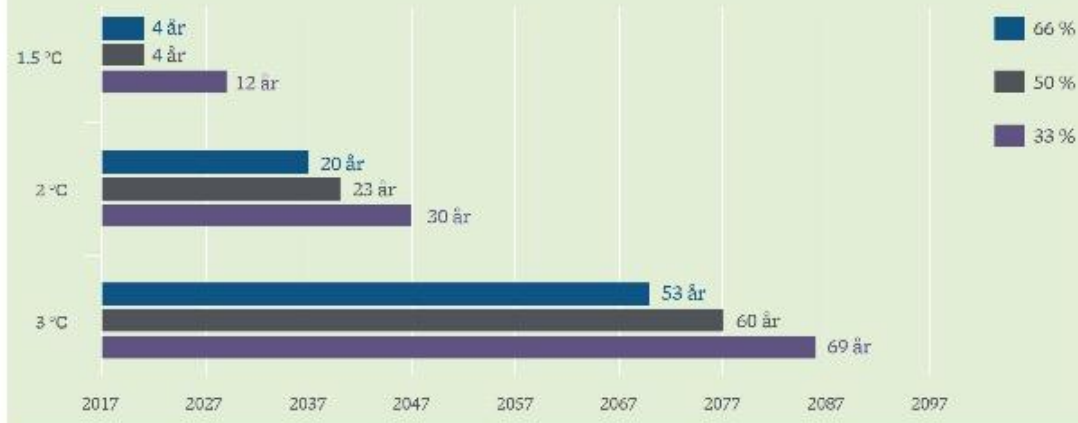


IPCC AR5 SYR (Table 2.2); Le Quéré et al 2016;
Global Carbon Budget 2016



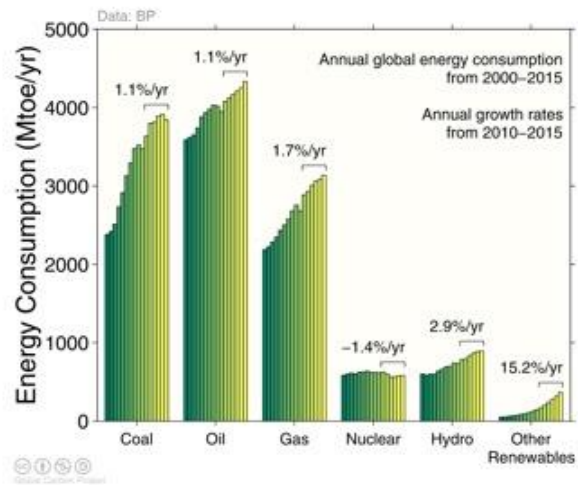
Jackson et al 2015b; Global Carbon Budget 2016

Antall år som gjenstår med globale klimagassutslipp på 2015-nivå dersom global oppvarming skal holdes under 1,5, 2 eller 3 grader, gitt varierende sannsynlighet for utfallet. Startår: 2017.
Kilde: Glen Peters/Global Carbon Budget/IPCC



KONKLUSJON:

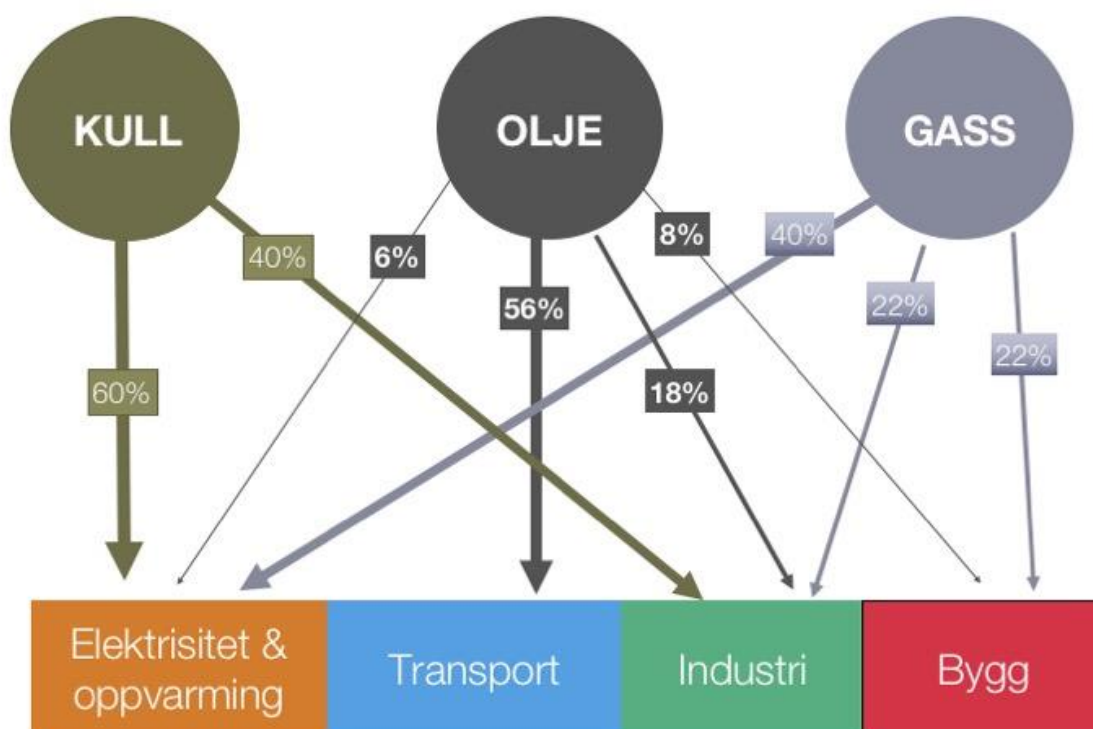
Både 2- og 1,5 gradersmålene er bare mulige med umiddelbare og sterke reduksjoner i utslippene av klimagasser. De betyr også at mesteparten av påviste reserver av fossile brensler ikke kan forbrennes. Begge målene må bety en umiddelbar nedgang i utslipp og en visjon om globale nullutslipp like etter midten av århundret. Det tilgjengelige karbonbudsjettet som følger av Paris-avtalen vil bety at det er lite rom for å bringe nye kilder av fossile brensler til markedet utover i århundret.



3 Lars-Henrik Paarup Michelsen, Norsk Klimastiftelse



2°C



KILDE: IEA World Energy Outlook 2016

2°C



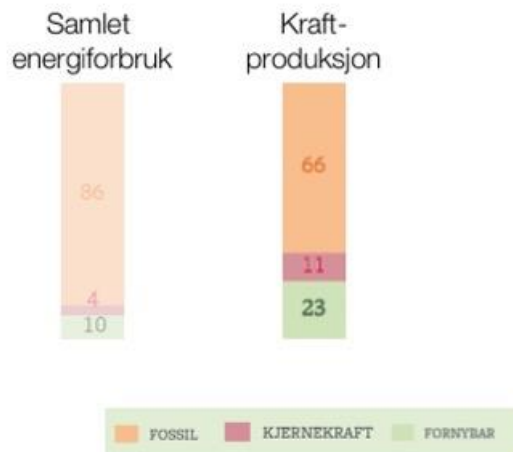
Norsk Klimastiftelse
NORWEGIAN CLIMATE FOUNDATION

NTNU
Kunnskap for en bedre verden

Tematisk satsingsområde 2014–2023
NTNU BÆREKRAFT



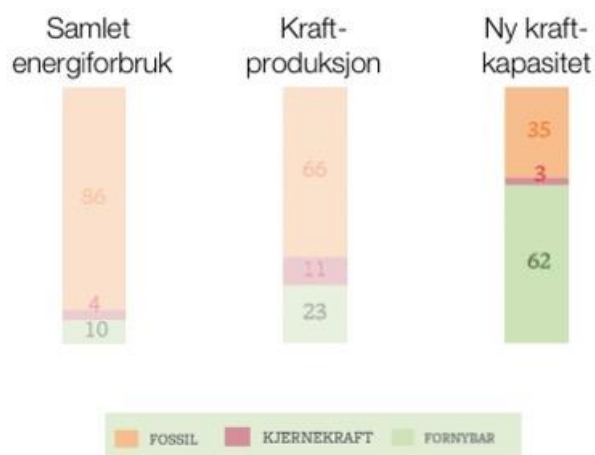
Fossil vs fornybar (2015)



KILDE: Tograder 2016

2°C

Fossil vs fornybar (2015)

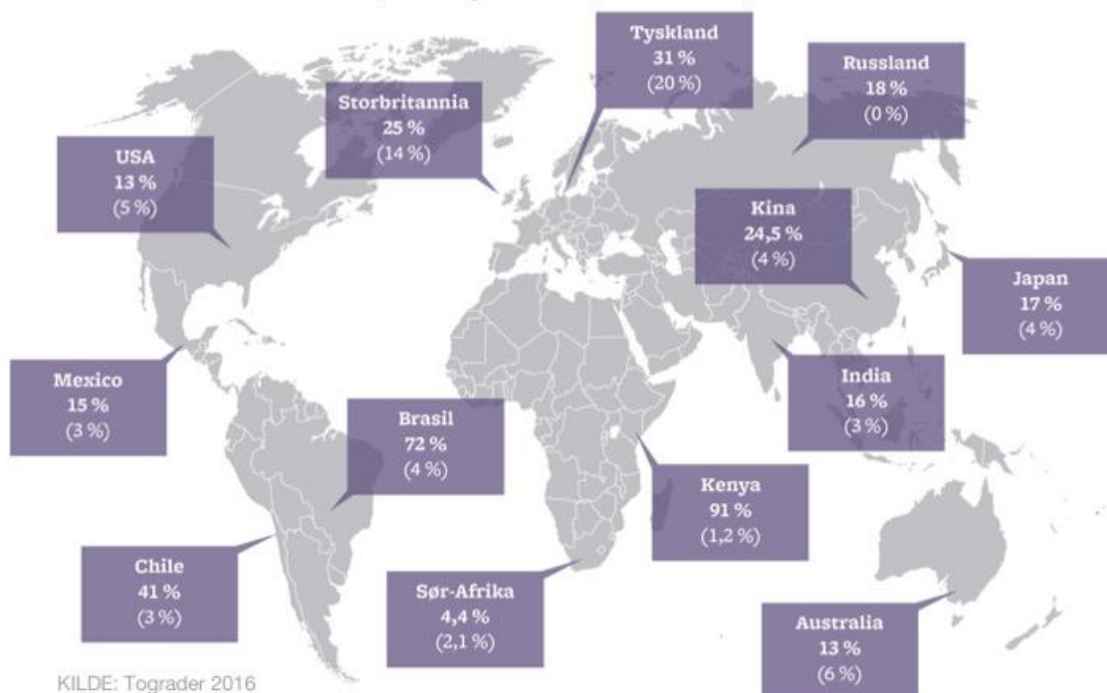


KILDE: Tograder 2016

2°C

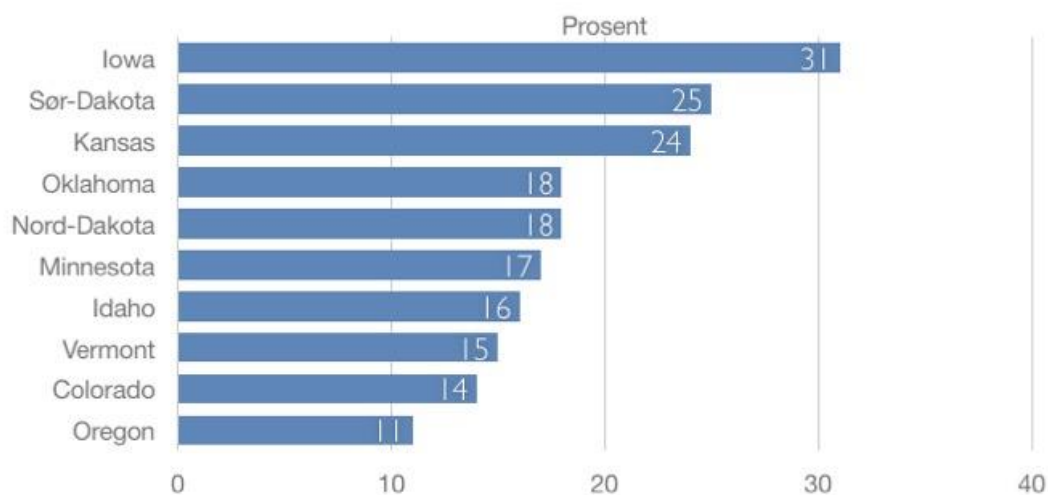
Fornybar andel av samlet el-produksjon, 2015

(sol og vind i parentes)



USAs 10 største vindstater

Andel vindenergi av samlet el-produksjon (prosent)

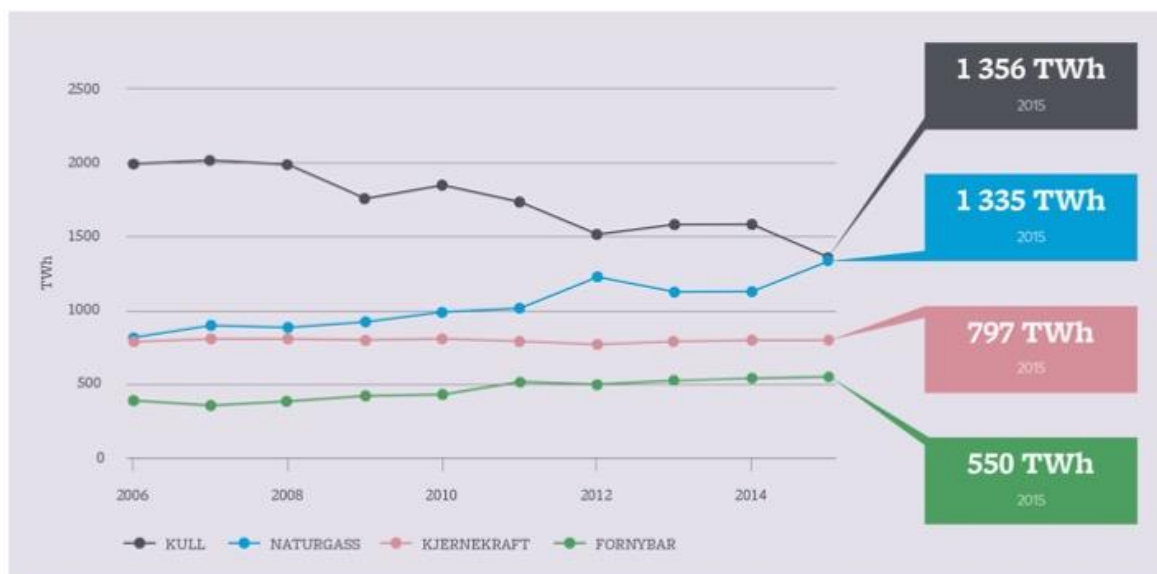


KILDE: Eia.gov

2°C

Kull skvises i USA

Produksjon av elektrisitet, 2015 (TWh)

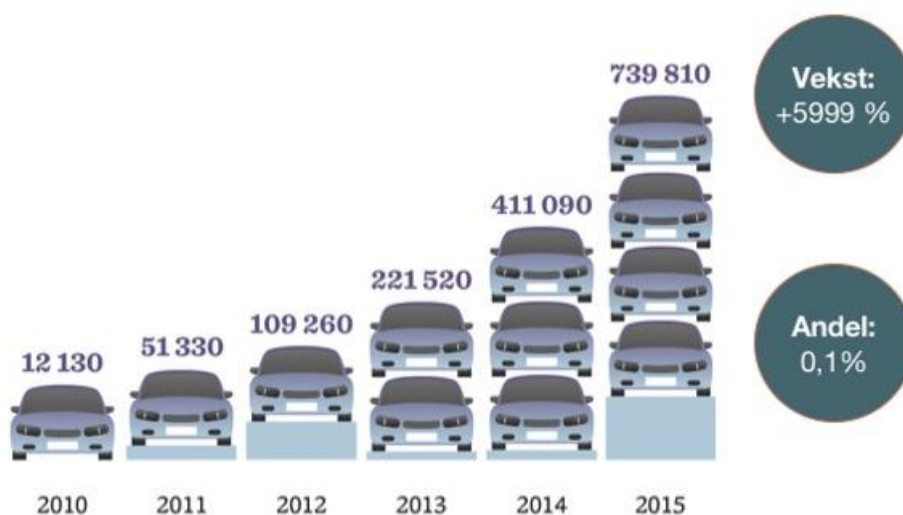


KILDE: Tograder 2016

2°C

Elbilutrullingen skyter fart

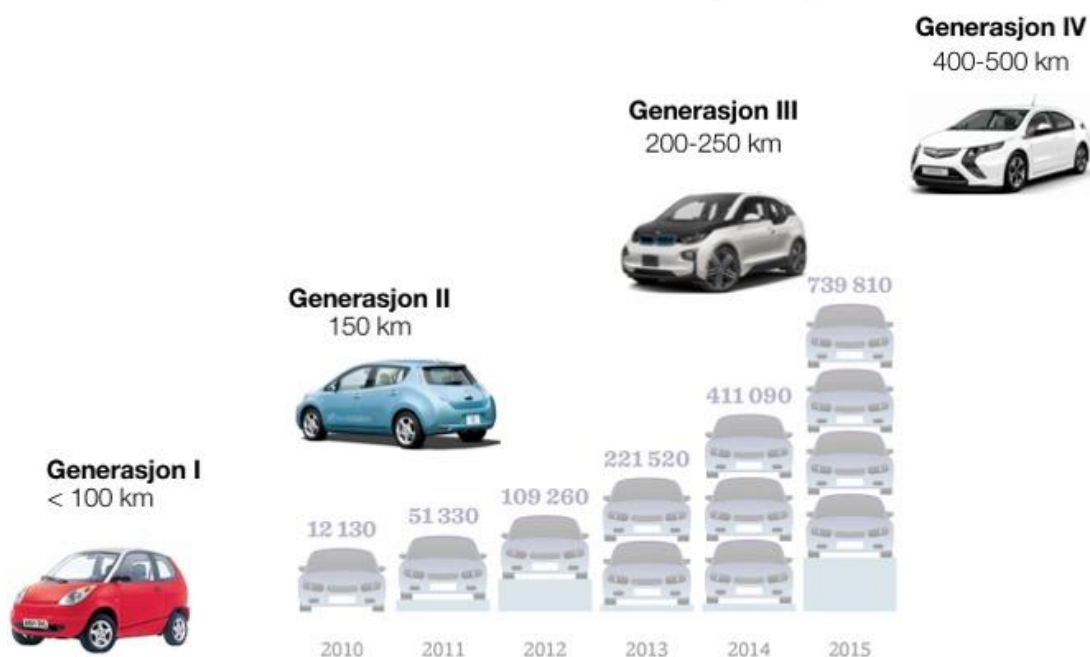
Antall helelektriske biler globalt, 2010-2016



KILDE: Tograder 2016

2°C

Hvordan vil utviklingen gå?

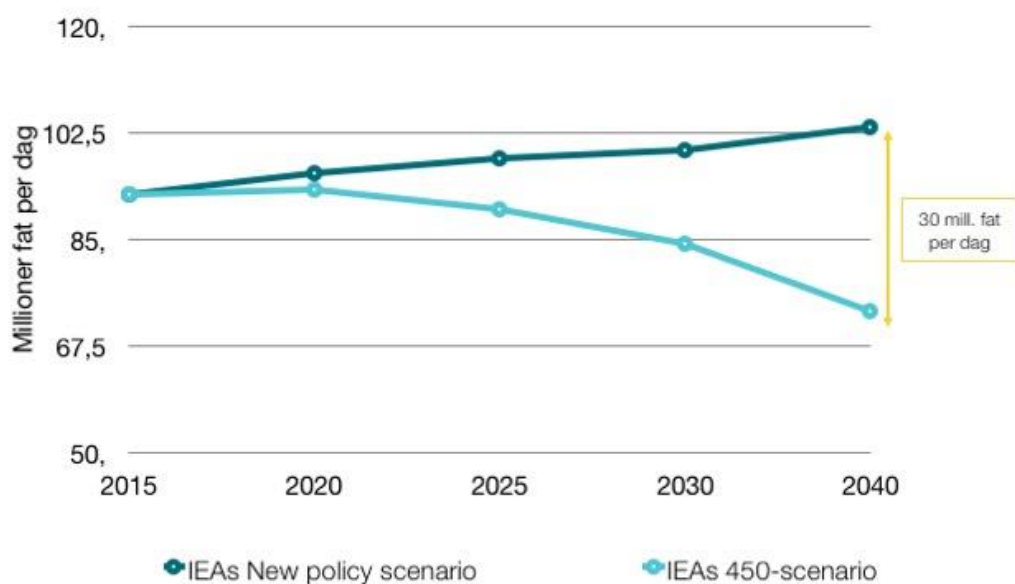


KILDE: Tograder 2016

2°C

Når knekker oljekurven?

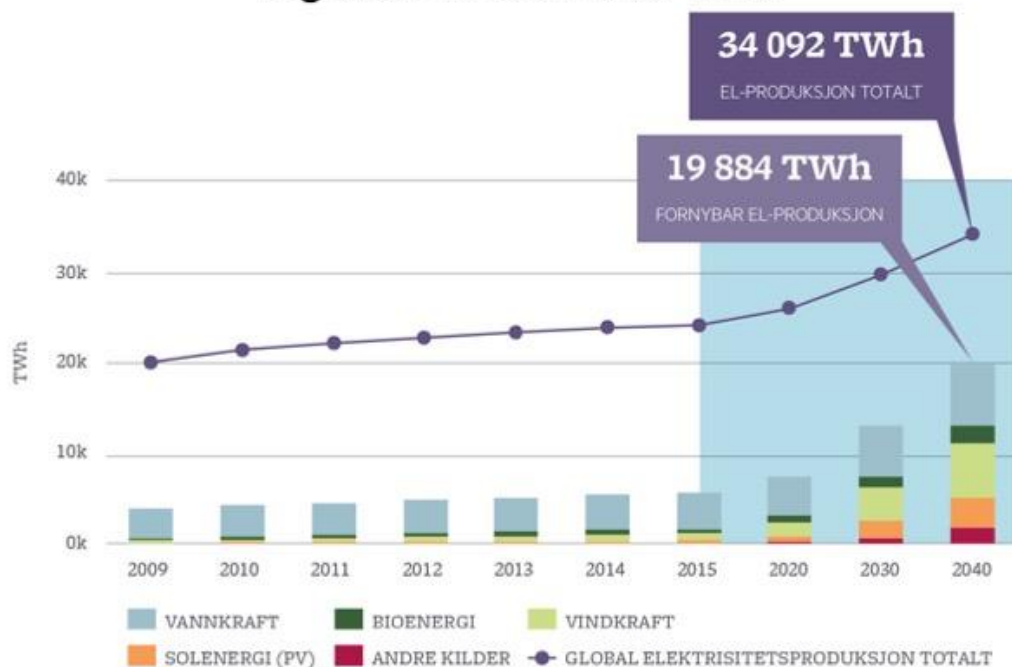
IEAs oljeetterspørselsscenarier, 2015-2040



KILDE: World Energy Outlook 2016

2°C

Hvor mye fornybar strøm trengs dersom togradersmålet skal nås?



2°C

«We call for the highest political commitment to combat climate change as a matter of urgent priority.»

– Marrakech Climate Change Conference, 2016

2°C

Takk for meg!

Lars-Henrik Paarup Michelsen

E-post: lhpm@klimastiftelsen.no

Twitter: @paarupmichelsen

2°C



Norsk Klimastiftelse
NORWEGIAN CLIMATE FOUNDATION



NTNU
Kunnskap for en bedre verden

Tematisk satsingsområde 2014–2023
NTNU BÆREKRAFT



Veien mot et utslippsfritt transportsystem basert på fornybar energi

Frokostseminar
Norsk Klimastiftelse
30. nov 2016

Prof. Magnus Korpås
Elkraft, NTNU



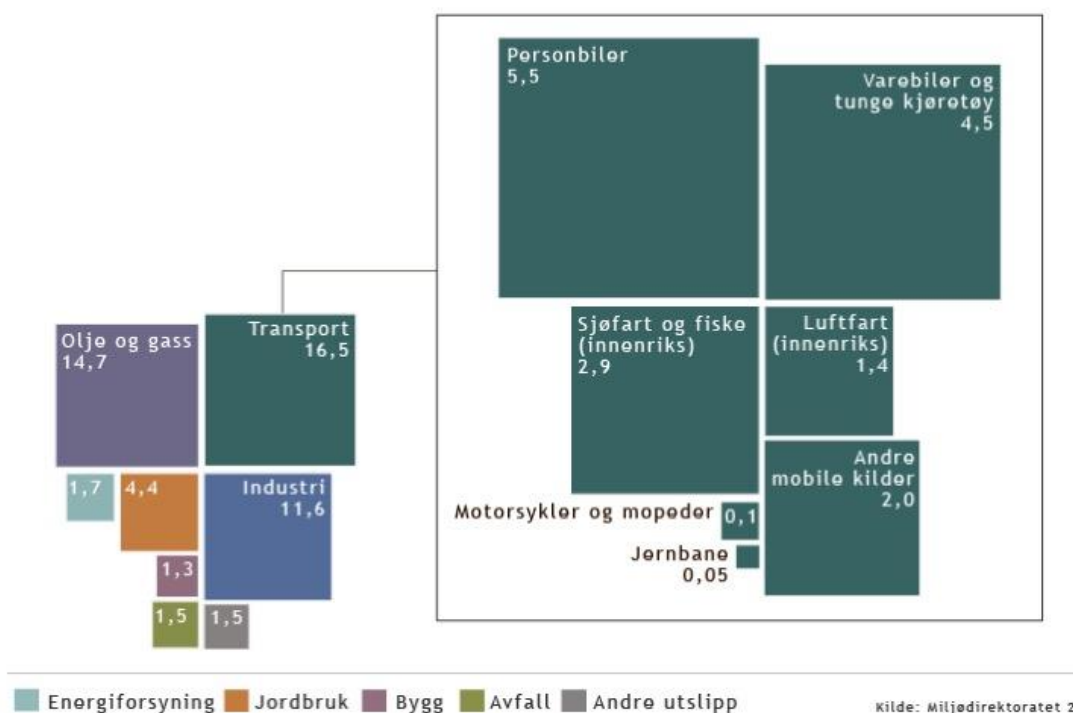
<http://blog.propgod.com/green-highways-an-initiative-towards-sustainable-development/>

3 December 2016

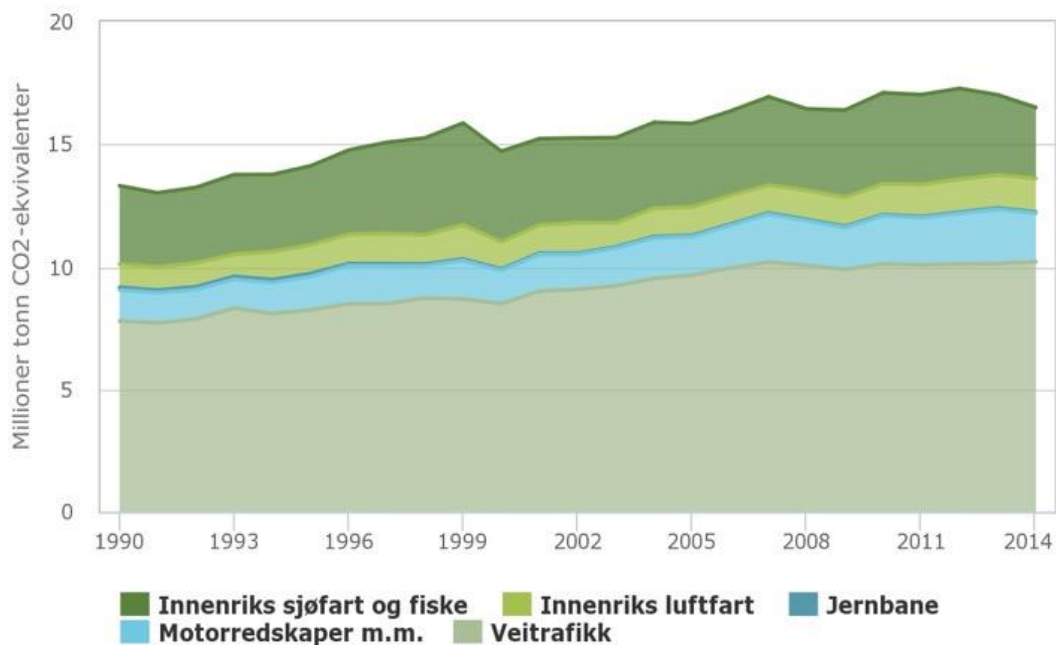


Utslipp av klimagasser fra transport i 2014

Utslipp til luft (millioner tonn CO₂-ekvivalenter)

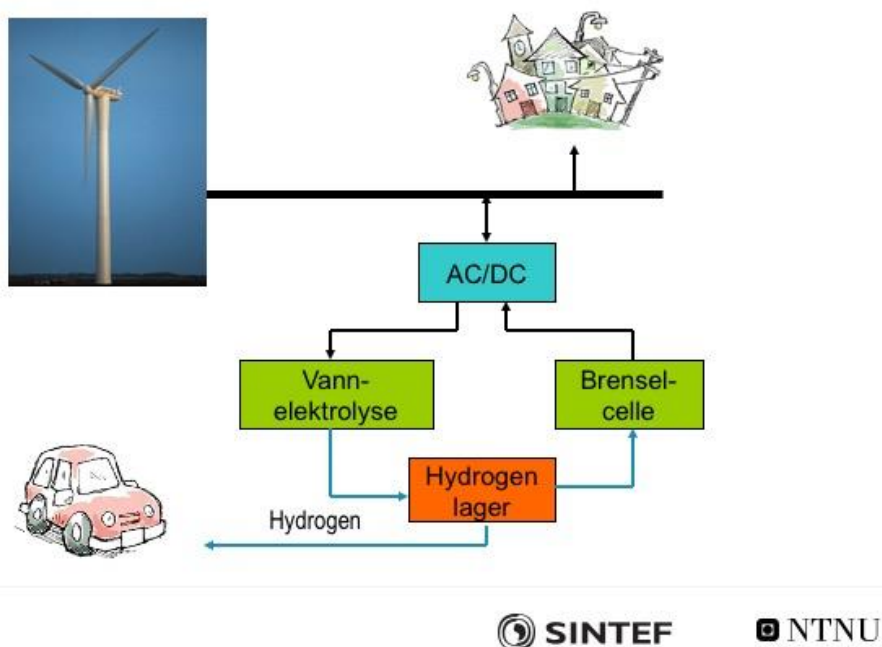


Utslipp av klimagasser fra transport fordelt på kilde



Kilde: Statistisk sentralbyrå (SSB) Lisens: [Norsk Lisens for Offentlige Data \(NLOD\)](#)

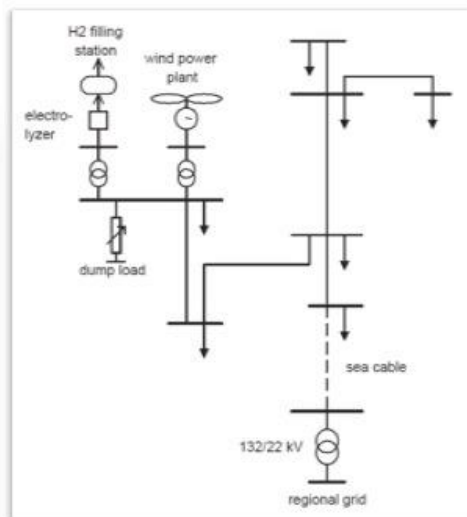
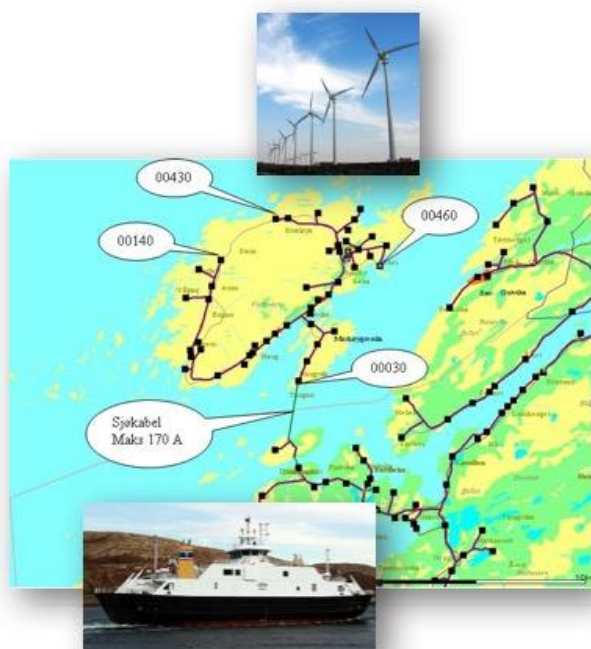
Hydrogenproduksjon fra fornybar strøm



SINTEF

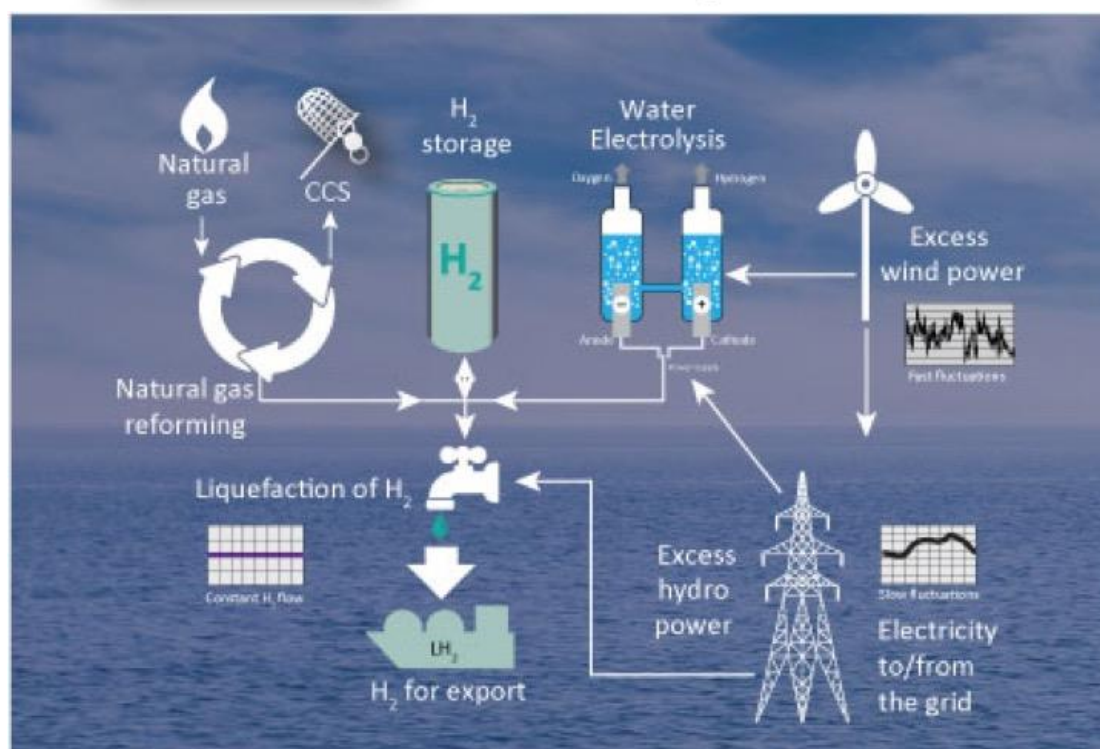
NTNU

Kombinere fornybar kraft og hydrogen-basert transport langs kysten?



SINTEF

NTNU



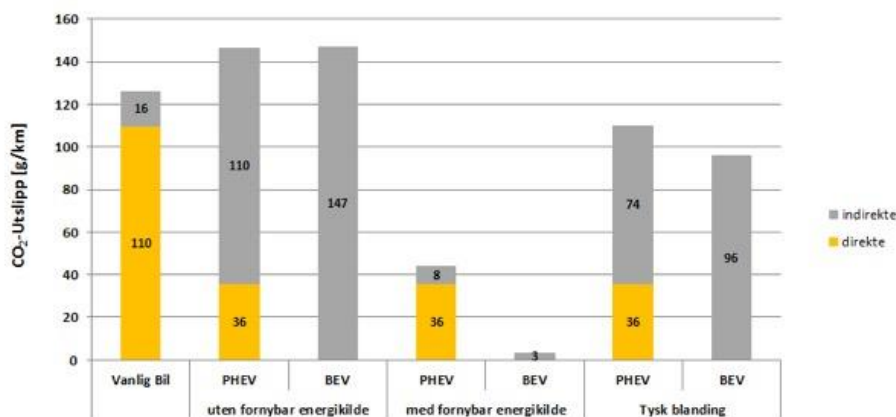
Nytt FoU-prosjekt: HYPER

SINTEF

NTNU

Direkte og indirekte CO₂-utslipp fra biler

- Direkte utslipp: Utslipp fra bil
- Indirekte utslipp: Omformingsprosesser i raffineri/kraftverk



Kilde: Öko-Institut e.V., 2011

Kilde: Völler, Korpås, Wolfgang



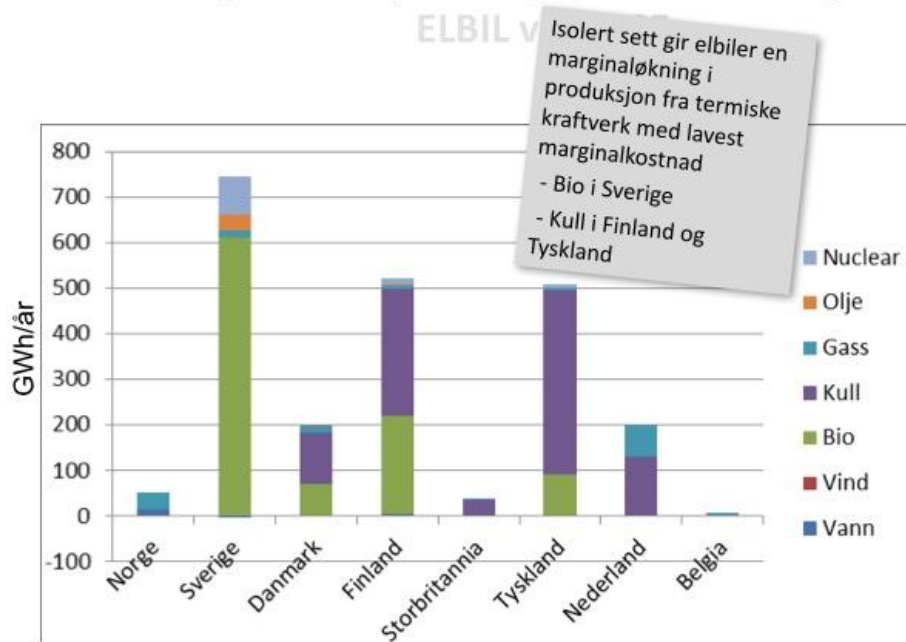
Kortsiktige og langsiktige effekter av elbiler

- Når vi øker strømforbruket så har vi en markedseffekt på kort og lang sikt.
- På kort sikt
 - Marginal økning i eksisterende produksjonsapparat
- På lengre sikt:
 - Bygge ut det mest konkurransedyktige, inkl. alle støtteordninger.
- Vi kan tyne det eksisterende systemet til en viss grad, men med for å dekke det fremtidige kraftbehovet så må vi til slutt bygge ut ny kraft. Eksempler:
 - Norge: Vind og vann
 - Sverige: Vind og bio
 - Tyskland: Vind og sol (+ gasskraft som backup)

Kilde: Völler, Korpås, Wolfgang



Endring av kraftproduksjon ved innføring av elbil

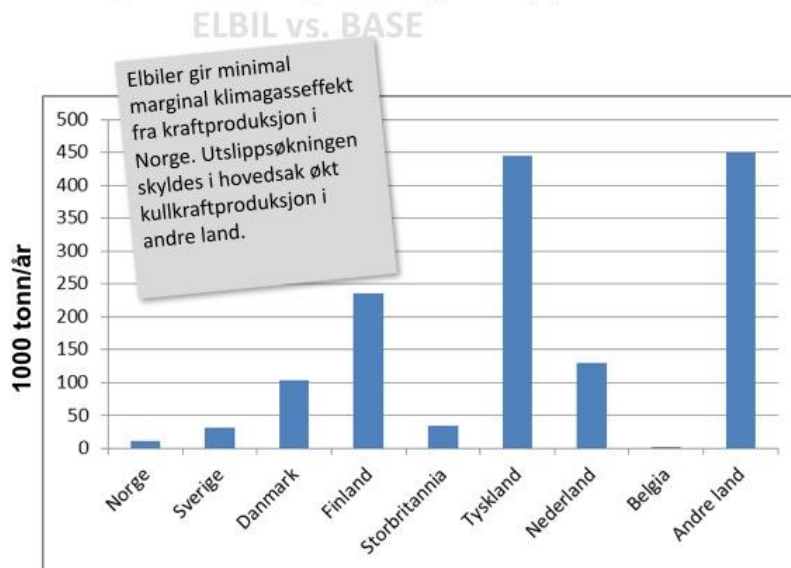


Kilde: Völler, Korpås, Wolfgang

SINTEF

NTNU¹⁰

Marginal endring av CO₂-utslipp

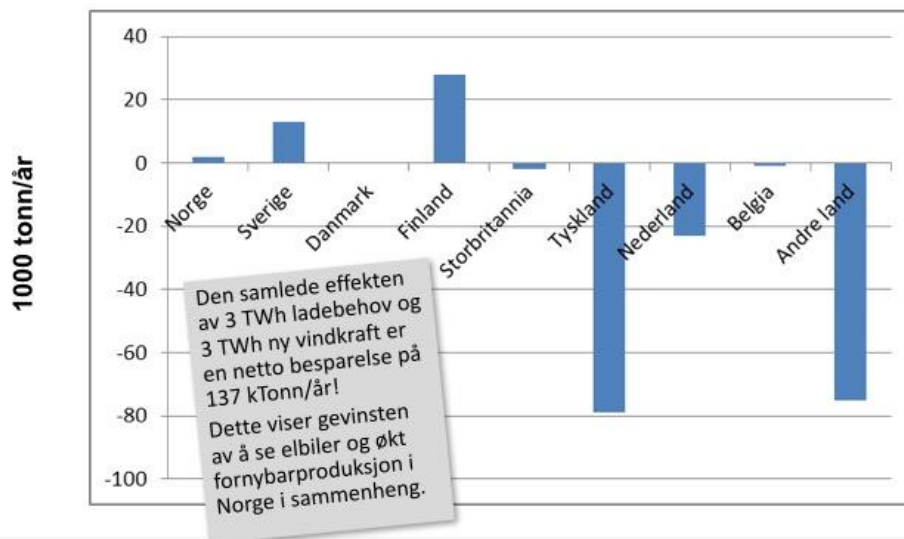


Kilde: Völler, Korpås, Wolfgang

SINTEF

NTNU¹¹

Langsiktig endring av CO₂-utslipp ELBIL+VIND vs. BASE



Kilde: Völler, Korpås, Wolfgang

SINTEF

NTNU¹²

Totale utslippsreduksjoner

- Vi tar utgangspunkt i det gjennomsnittlige utslippet for nye personbiler i 2012, som er 130 g CO₂/km
- Den marginale reduksjonen av CO₂-utslipp ved innføring av elbiler blir 60 g CO₂/km i et "worst case"
 - Tar kun hensyn til økte marginale utslipp fra dagens termisk kraftverk i hele Europa
- Med ny vindkraft tilsvarende elbilforbruket, får vi en reell total reduksjon på mer enn 2,5 Mtonn/år ved erstatte halve bilparken med elbiler
- **CO₂-utslipp knyttet til produksjon av elbil vs bensinbil må beregnes i tillegg.**

SINTEF

NTNU¹³

Nytt FoU-prosjekt: EVD4EUR

Mål

- Assess the environmental characteristics of a large-scale deployment of EVs in Europe
- Investigate under which conditions such a deployment would be most beneficial when executed in the near, medium or long term

Finansiering

Norsk forskningsråd, ENERGIX-programmet

Utførende

NTNU Industriell Økologi, NTNU Elkraft, TU Berlin



Bilde: OPEL



Hvordan driver man et kraftsystem basert på 100% fornybar energi?

Kjetil Uhlen
Institutt for Elkraftteknikk
NTNU



Balanse

Statnett Hjernetrim

PEGI 3

Denne appen er kompatibel med enheten din.

★★★★ 13 126

Installert



<https://play.google.com/store/apps/details?id=no.statnett.balanse>

<https://itunes.apple.com/no/app/balanse-fremtiden-er-elektrisk/id1057918243?l=nb>

Hvorfor spørre om det?

- Fordi klimamålene forutsetter at nær 100% av elektrisitetsforbruket dekkes av fornybare energikilder
- I tillegg må en større del av energiforbruket (f.eks. transport) over på elektrisitet som energibærer.
- I Norge dekker vi allerede (normalt mer enn) 100% av elektrisitetsforbruket fra fornybar kraft!
 - Så vi kan det! -eller kan vi ikke?
- Hva er utfordringene?
- Hva er mulighetene?

Oversikt

- Litt om drift av kraftsystem
- Utfordringen framover
- Mulighetene
 - Samarbeid og integrering
 - Utvikling av driftssentraler
 - Smarte nett
- Eksempel og oppsummering

3

NTNU

Kraftsystemet

- **Stort sammenkoblet system**
 - fordeler
 - ulemper
- Balanseutfordringen!



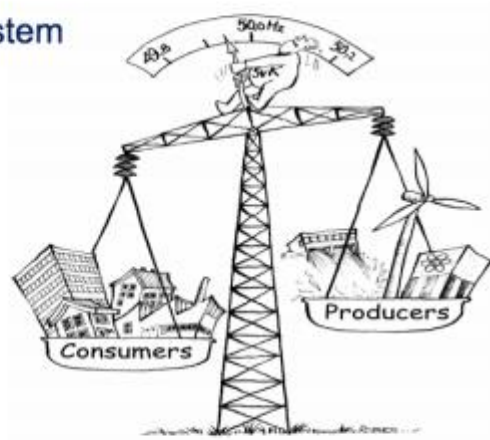
Kilde: entso-e

4

NTNU

Kraftsystemet

- Stort sammenkoblet system
 - fordeler
 - ulemper
- **Balanseutfordringen!**



Kilde: Statnett

- Samfunnet mer og mer avhengig av pålitelig forsyning!

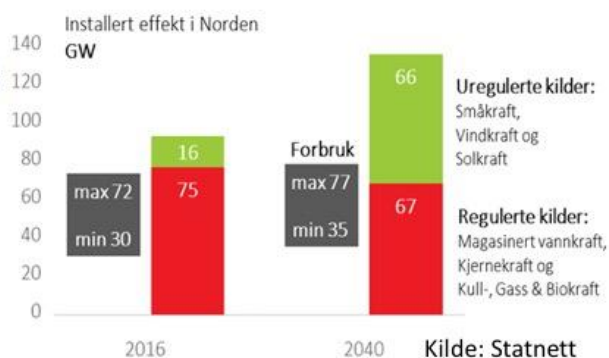
5

NTNU

Utfordringene i drift

- 100 % fornybar produksjon:
 - større variabilitet
 - mer usikkerhet
 - økt kompleksitet

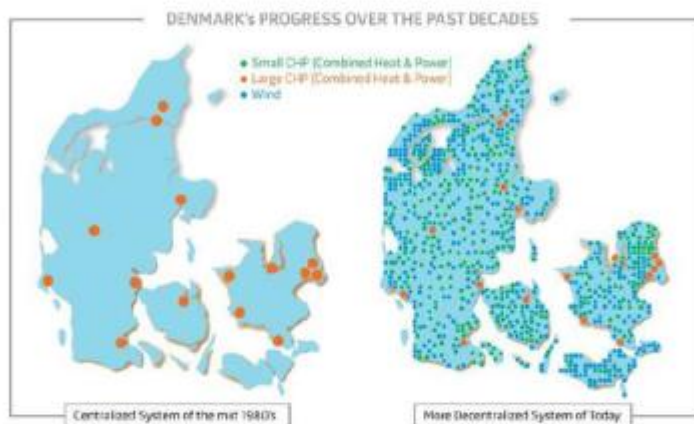
- **Mer dynamikk!**
- **Mindre tid!**



6

NTNU

Desentraliseringen av kraftsystemet (Danmark)



Source: Energinet.dk

Heat and power supply are connected:

The large coal fired CHP plants are gradually put out of operation. What about the need for heat?

NTNU

Norsk vannkraft er fleksibel, men..



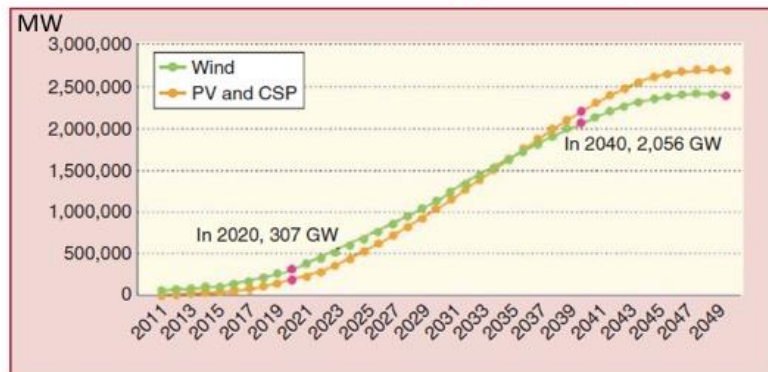
www.statnett.no/Kraftsystemet/

NTNU

Scenarios towards 2050 (China)

1 GW =
1000 MW =
1 mill. kW

1 TW =
1000 GW



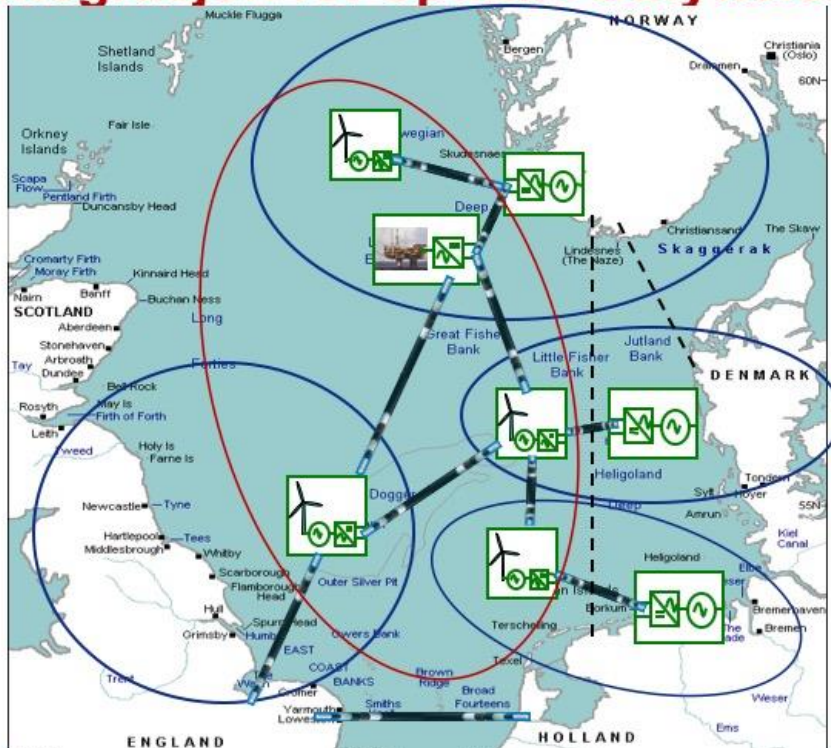
According to the conclusions of "High Renewable Energy Penetration Scenario and Roadmap Study, 2050 in China," conducted in 2015 by the Energy Research Institute on behalf of the National Development and Reform Commission, plans call for increasing wind power nameplate capacity to 2.4 TW by the year 2050 and solar nameplate capacity to 2.7 TW. Wind power production and solar power production would then total 9,660 TWh or 64% of power generation production. These goals are shown in Figure 1.

Til sammenlikning:
Maks. registrert belastning
(elforbruk/tidsenhet) i Norge
= 24 GW

Mulighetene

- Samarbeid og integrering
- Utvikling av driftssentraler (smart drift)
- Smarte nett

Integrasjon for optimal utnyttelse



12

Utvikling av driftssentraler

Analog Tech.



From analog to digital

SCADA
Digital v.1.



From digital to digital "+"

SCADA/EMS
Digital v.2.



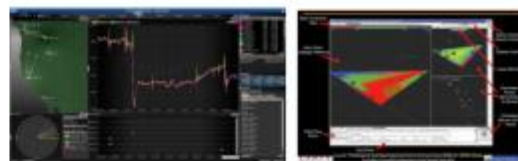
Appearance of
EMS applications

SCADA/EMS+ PMU



PMU data starts
being used in control
rooms for monitoring
displays & alarming
(2002 - 2014)

Today: SCADA/EMS+ PMU + PMU Applications for Monitoring a
few Specific Conditions



The Future?



13

Utvikling av driftssentraler

Økt kompleksitet gir behov for bedre driftssystemer, mer digitalisering og automatisering



- Økt kompleksitet må møtes med
 - "full innsikt" i prosessen
 - "full kontroll" av prosessen
- I enhver tilstand...
- fra normaldrift til ekstremhendelser
- Til enhver tid..

NTNU

Samarbeid om forskning på framtidens driftssentralssystemer

Nordic R&D collaboration

Statnett pilot project

Acronym: **SPANDEx** Control Centre Platform

Keywords:

- Synchrophasor / PMU
- Application
- Integration
- Data Exchange
- Control Centre
- Platform

This IPN application proposes to use **SPANDEx** for operation tools.

SPANDEx means: Chemistry

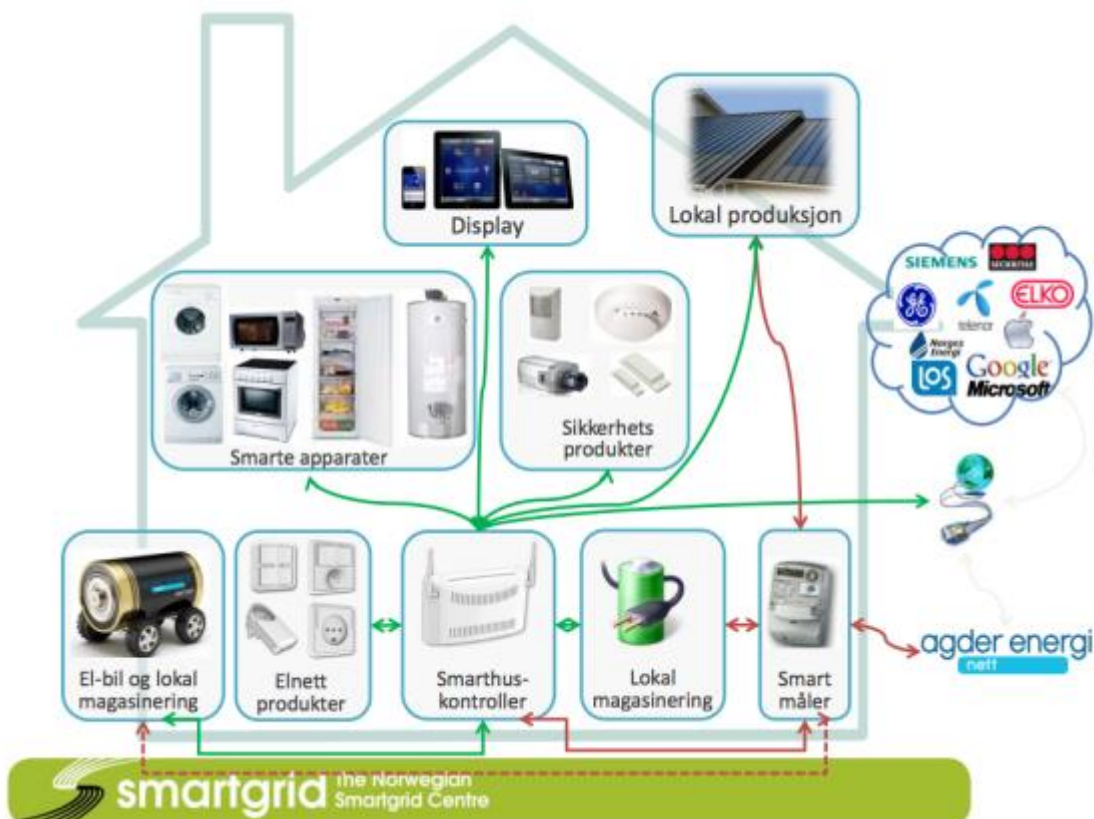
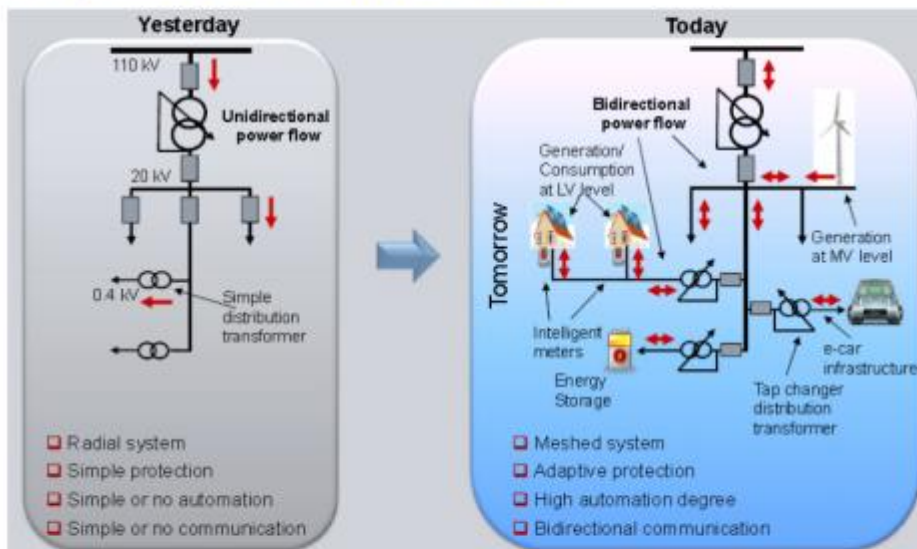
1. A synthetic fiber composed of strong-chain polymer **used chiefly** in the manufacture of garments, **coverings**.
2. A type of **synthetic, nonstretchable** made by **spinning** synthetic fiber for arbitrary **formation** **support**.

To develop an ICT control centre platform that will be used as an interoperable software fabric to **expand the tools** available for power system operations **through the integration of synchrophasor/PMU apps**, and allow electricity through **standardized information & data exchange**.

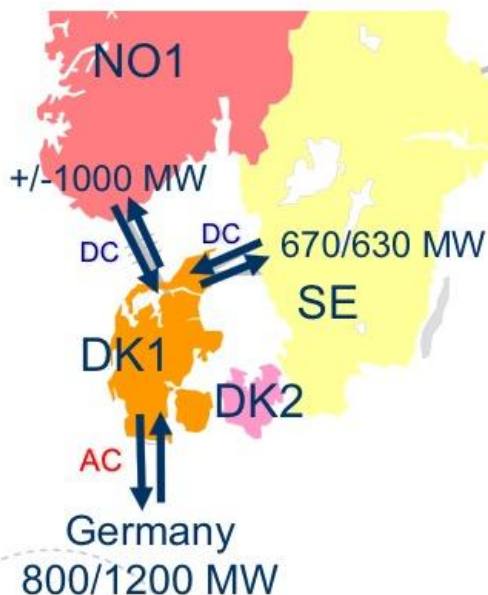
NTNU

Fleksibilitet → Smartgrids

Fra passive til aktive nett



Eksempel: Samarbeid om balansehåndtering fungerer

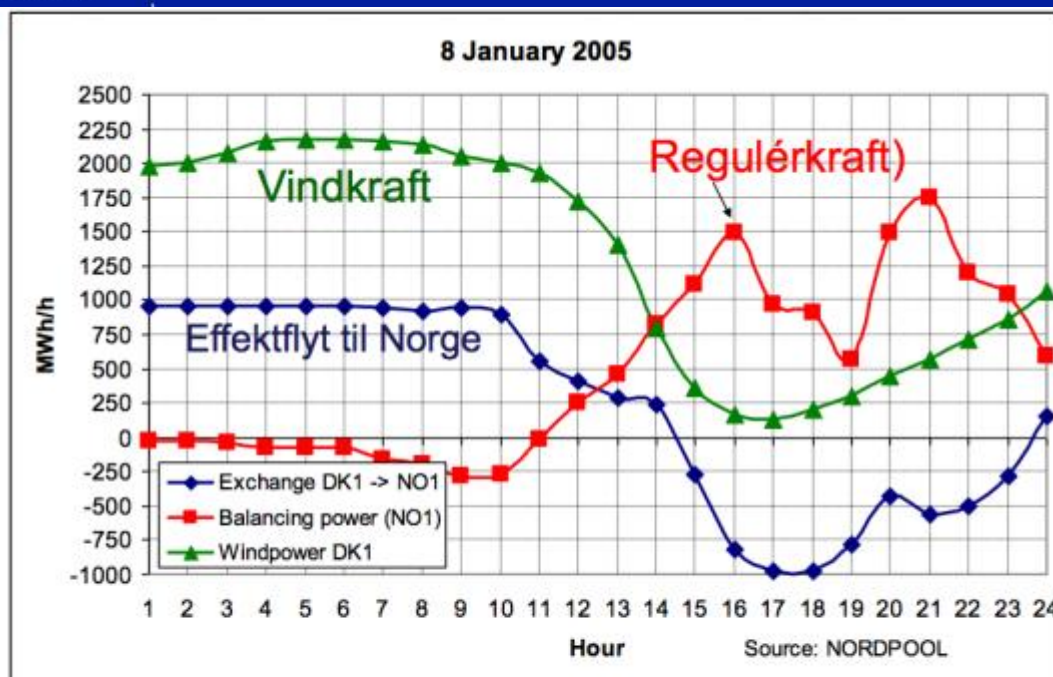


- January 8, 2005 a strong storm crossed over Denmark
- The wind farms of western Denmark at first produced close to rated power, but then started to cut out due to the excessive wind speed (+ 25 m/s) – the wind production were reduced from about 2200 MW to 200 MW in a matter of 10 hours

Data for DK1, west Denmark 2003	MW
Central power plants	3,516
Decentralised CHP units	1,567
Decentralised wind turbines	2,374
Offshore wind farm Horns Rev A	160
Maximum load	3,780
Minimum load	1,246

Norwegian University of
Science and Technology

www.ntnu.no

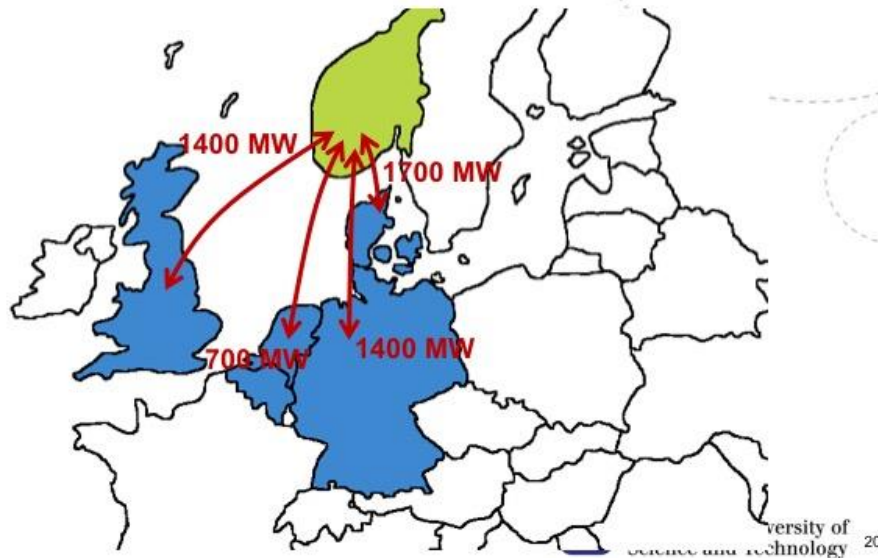


Eksemplet illustrerer hvordan det felles nordiske balansemarkedet håndterer store variasjoner i (vind)kraftproduksjon og last

NTNU
Norwegian University of
Science and Technology

www.ntnu.no

Norsk vannkraft som Europas grønne batteri → muligheter og utfordringer



www.ntnu.no

Oppsummering

- Før (og nå): **Elforbruket styrer kraftproduksjonen!**



- **Integrering** (nett og marked)
- **Bedre balansekunst** (utvikling av driftssentraler, styring- og overvåkingssystemer)
- **Fleksibilitet** i forbruk (smartgrids, laststyring, "home automation",...)
 - også distribuert produksjon og styring

- I framtida: **Kraftproduksjonen styrer forbruket!**

Se mulighetene!!

From Smart Technology to Smarter Living

Potential of smart cities to reduce GHG emissions

Faculty of Architecture and Fine Art

Departments of Urban Design and Planning, and
Architectural Design, History and Technology

Judith.Borsboom@ntnu.no

Carmel.lindkvist@ntnu.no

brita.nielsen@ntnu.no



Cities have moved to the next level: city as big data machines

- Mobile devices: interaction, positioning, apps, from expert domain to layman
- Internet of everything: smart meters, cyber-physical systems, (geo) cloud solutions
- Cheaper cameras, sensors and actuators, integration in other devices: mobile phones, lamp posts, etc.
- (Linked) Open data policies and “spying”
- New possibilities through combination with more conventional data sources



Typical Smart City approach

- ICT and urban data skin on top of physical morphology and infrastructures in cities open up new possibilities to live work, and plan and manage in different ways: sustainable, cohesive, competitive.
- Triple or quadruple helix, other governance arrangements
- Impact on local economy
- Not only in Europe (Asia, North-America) but different emphasis
- Main developments in Europe:
 - individual city strategies plans (Santander, Amsterdam, Helsinki)
 - CONCERTO: able to realise far more than 20% GHG reduction with realistic business models at district level (50-60% GHG reduction)
 - European Innovation Partnership Smart Cities and Communities, stemming from EU's Sustainable Energy Technology plan: higher ambitions than 20-20-20 package
 - research funds of FP7 and H2020 to fund innovative projects ("lighthouses")

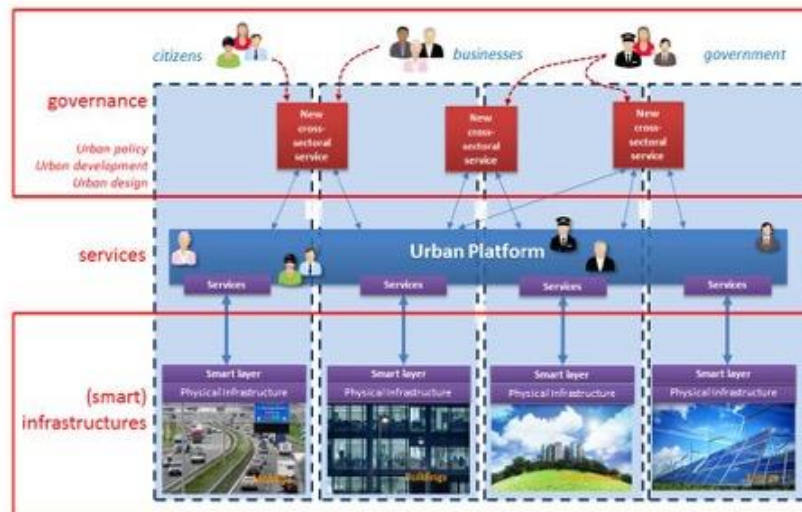
3

Typical Smart City approach

- ICT and urban data skin on top of physical morphology and infrastructures in cities open up new possibilities to live work, and plan and manage in different ways: sustainable, cohesive, competitive.
- Triple or quadruple helix, other governance arrangements
- Impact on local economy
- Not only in Europe (Asia, North-America) but different emphasis
- Main developments in Europe:
 - individual city strategies plans (Santander, Amsterdam, Helsinki)
 - CONCERTO: able to realise far more than 20% GHG reduction with realistic business models at district level (50-60% GHG reduction)
 - European Innovation Partnership Smart Cities and Communities, stemming from EU's Sustainable Energy Technology plan: higher ambitions than 20-20-20 package
 - research funds of FP7 and H2020 to fund innovative projects ("lighthouses")

3

ICT and urban data skin



4

NTNU

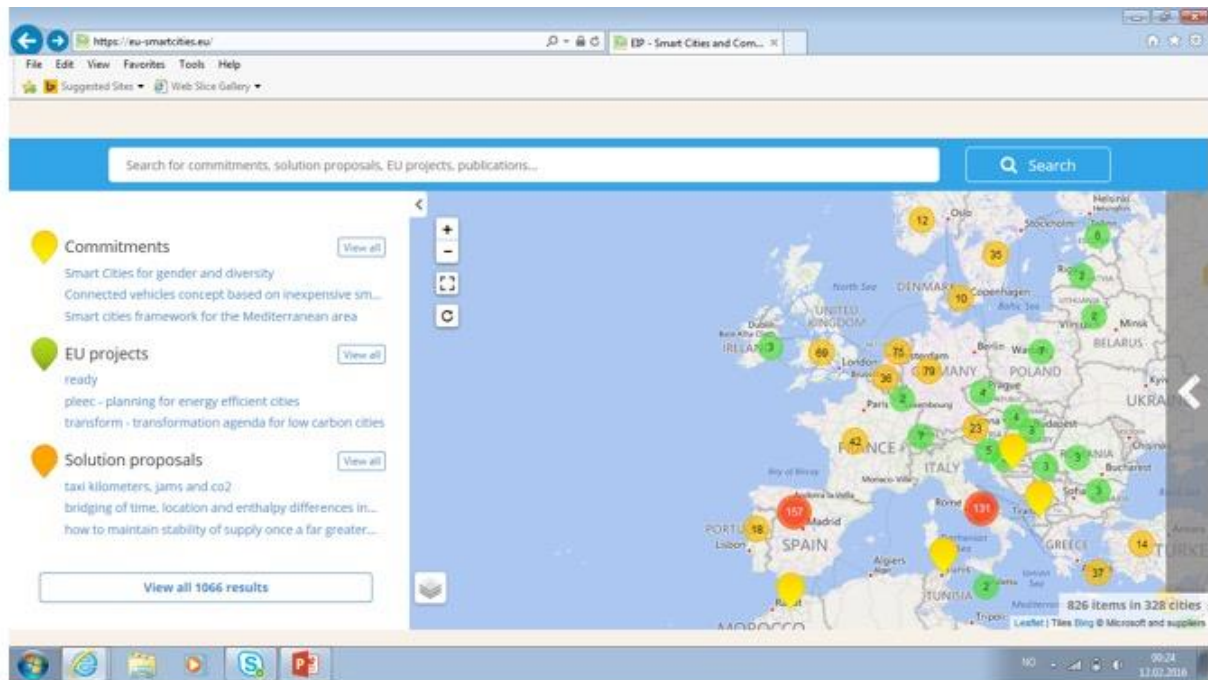
Scope and definitions

- Giffinger (2007) or Cohen (2010)
-



5

NTNU



Why is Smart Cities an important topic?

Increasing share population in cities

80% of Norwegians live in cities,
Worldwide urbanisation trend

Carbon footprint cities

Direct energy use buildings, transport, utilities, consumers, production
Embodied/indirect energy consumption
80% GHG built environment

Smart Cities

Opportunities to reduce GHG because of scale:
bundle demand, transport system, circularity, closing of resource loops

Technological regimes define options

ICT: continuous monitoring and adaptive management
Physical options to reduce GHG emissions

Interaction micro-macro level

Inertia urban structures
Structural and individual
Component in change
New ways of governance, funding and financing

Common Smart City ambitions

- Make use of (big) urban data and ICT («Internet of Everything»)
- Realise energy-efficient buildings and energy supply, CO2 reduction, raise energy affordability and security. Develop energy designs which optimise between building and district scale level.
- Create clean and smooth working transport systems, Intelligent Transport Systems, bicycling, walking, intelligent parking, logistics.
- Apply integrative approach, can achieve more than sectorial approaches, e.g. an integrated approach of energy and mobility (but there are hardly any successful large-scale examples yet)
- Engage and co-create with citizens, room for bottom up initiatives , broad coalitions
- Sustainable business models, not only dependent upon subsidies
- Generate local economic growth, start-ups
- Evidence-based decision making because investments are huge
- EU: export of European knowledge and technology

8

NTNU

Domains and enablers in smart city strategies and plans

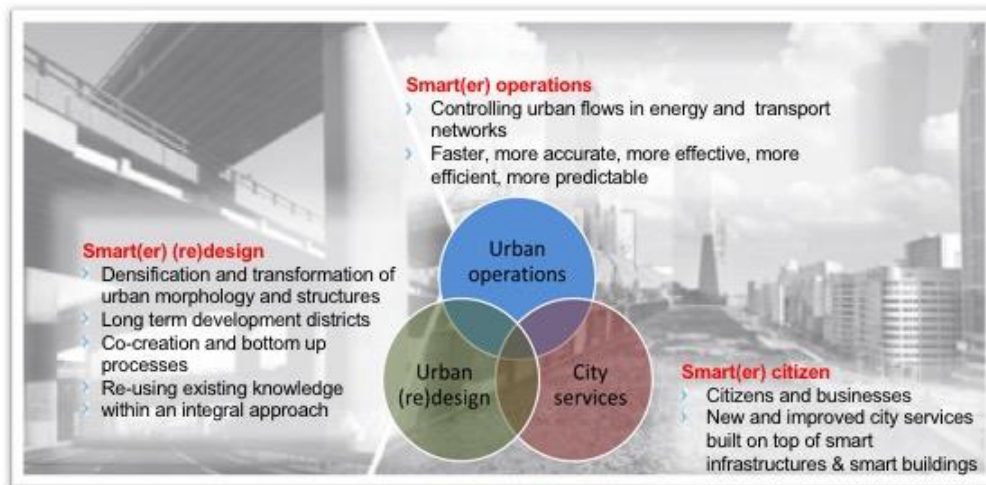


Source: EIP SCC

9

NTNU

Developing a Smart City...



10

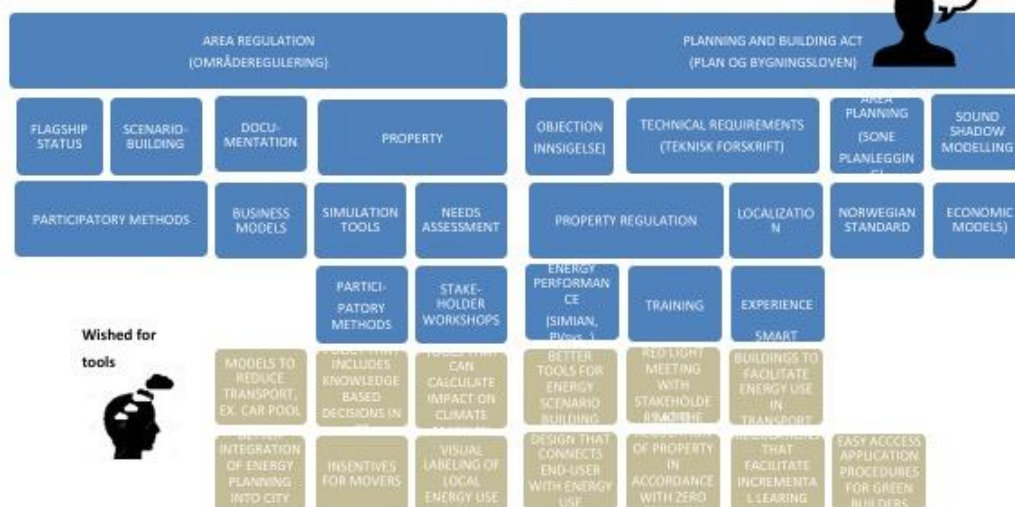
NTNU

Example: PI-SEC

NTNU

SINTEF

PERCEIVED TOOLS FOR THE PLANNING OF SECS



11

NTNU

Example: ZEB/ZEN Living Labs

Oslo: Furuset – refurbishment and newly built

Bergen: Zero Village Bergen - boligområde

Elverum: Ydalir - boligområde

Trondheim: Kunnskapsaksen

Bodø: transformation airport

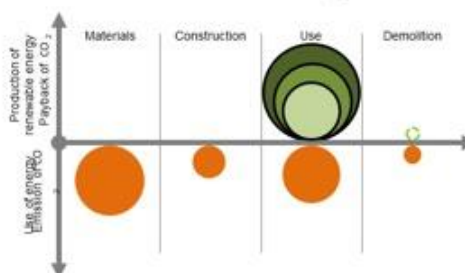
Steinkjer: Boligområde

Evenstad: Campus

30 000 persons, > 1 million m²



Definition Zero Emission buildings



13

NTNU

ZEB utfordringer for Zero Village Bergen

- Prosjekt under utvikling
- Målet er å sette strengere og strengere energiambisjoner for hvert byggetrinn
- Utveksling av energi mellom bygg, til/fra nettet, lagring og interaksjon med løsninger for e-transport
- Forretningsmodeller: Samarbeid mellom utbygger og lokalt energiselskap (BKK)
- ZEB ambisjon område : ZEB – O
- ZEB ambisjon bygg: ZEB – OM



14

NTNU

EIP Smart City Guidance Package

- Scope and content of smart city plans
- Which actors in which roles?
- Phase of implementation
- Main obstacles and work arounds

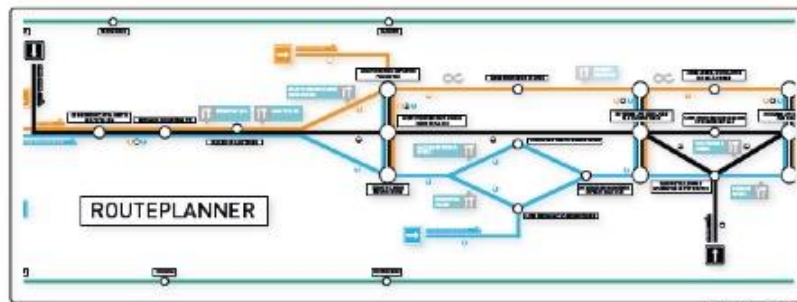


Illustration: TNO

PHASES FROM PLANNING TO IMPLEMENTATION AND UPSCALING



15

NTNU

Progress of Smart Cities so far

- Many cities are working on smart city strategies and implementation of smart city projects
 - However: study Rand, DTI and TNO in 2014: > 70% in planning phase
 - Projects often singular, pilot phase, addressing only one aspect, not fully integrated, quite small
 - In implemented projects theoretical performance energy efficiency and GHG reduction not always achieved, weakens business models
- Why? It is very difficult
 - Late start:
 - To come from subsidized "urban acupuncture" to systemic changes, hardly examples, the effects are simply not known
 - Lack of awareness, priorities from the side of key players
 - Many interdependencies between urban actors but no common operational picture
 - Risk aversion and lack of technological knowledge in financial institutes
 - Windows of opportunity largely unknown
 - Less performance:
 - Construction errors
 - Behaviour, "rebound" effect

16

NTNU

Developments in Norway

- Stavanger lighthouse city H2020 SCC1: implementation ambitious smart city plan
- Trondheim, Bodø, Mo i Rana, Oslo, Bergen and others working on strategies and smart city (lighthouse) projects
- Norwegian Smart City network
- Clean hydropower reduces incentive
- Work at NTNU:
 - Carbon Track and Trace
 - PI-SEC
 - ZenN
 - research centre Zero Emission Buildings/Neighbourhoods
 - lead EIP SCC initiative From planning to Implementation and Scaling Up, planning SCGP,

17

NTNU

Europe's Smart Cities Flagships: The Triangulum Project



▪ **Project budget: 29 Mio EUR**, Horizon 2020 funding: 25.4 Mio EUR;

▪ **Focus on Energy, Mobility, ICT, Governance**

▪ **Consortium: 22 European partners** including municipalities, research institutes and business; Coordination: Fraunhofer IAO / Steinbeis

▪ **3 Lighthouse Cities (demonstration):** Manchester (GB), Eindhoven (NL), Stavanger (NOR)

▪ **3 Follower Cities (replication):** Prague (CZ), Sabadell (ES), Leipzig (GER)

www.triangulum-project.eu

EUROPEAN UNION
This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 101019719

Fraunhofer
IAO

NTNU

Lighthouse City Stavanger: Smart Infrastructure

- **E-mobility solutions and infrastructure** demo-project on three e-busses.
- **Energy:** Installation of a CHP for three large buildings (including a public indoor swimming pool)
- Advanced **fiber optic infrastructure** for new public services e.g. video solutions
- **Triangulum cloud solution** for gathering and analyzing big data from the lighthouse projects
- **Utility of the future:** Implementation of **Smart generic gateways** in 100 homes and two large public buildings
- **New Business Models:** Utility LYSE for the first time generated more revenue from data services than energy



Living labs/demo-district in Paradis/ Hillevåg area



Triangulum has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Program under Marie Skłodowska Curie grant agreement

www.triangulum-project.eu

10

Fraunhofer
IAO

NTNU



Veien mot nullutslipp – hvor skal vi sette inn støtet?

Espen Moe,

Institutt for sosiologi og statsvitenskap, NTNU



ENERGI



HELSE



HAV



BÆREKRAFT

Nullutslipp gjennom energiomlegging?

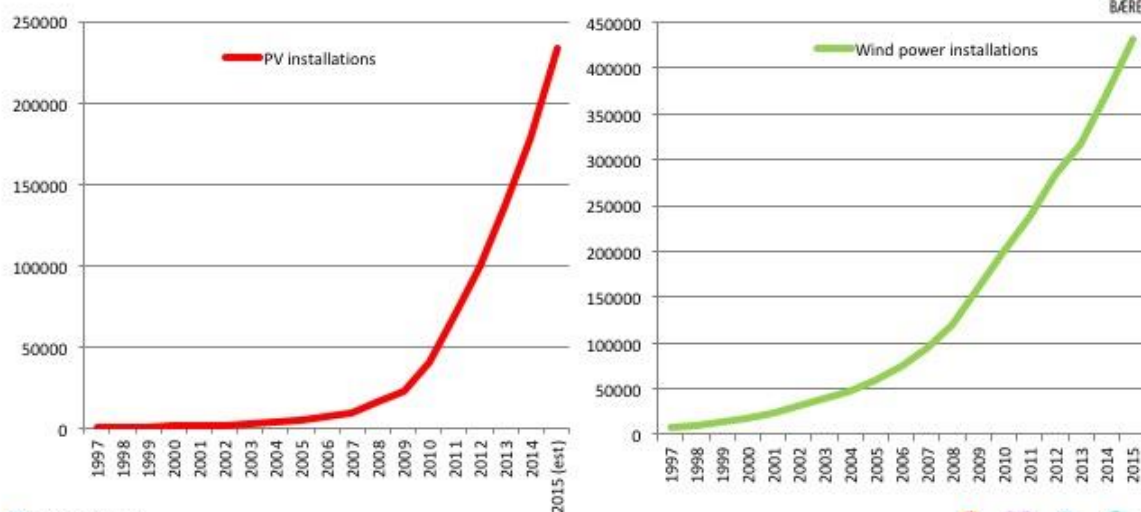


BÆREKRAFT

- Fornybar: Sterk vekst (20-50% pr år)
 - Sol opp 25-gangen siden 2007 (233GW)
 - Vind opp 25-gangen siden 2000 (432GW)
 - Investeringer opp 6-gangen siden 2004
 - Sterkt fallende kostnader
 - Vind: 50%+ siden 2008; Sol (PV): 80%+ siden 2010
- Men sammenlignet med olje...
 - $\approx 87 \text{ mb/d} \rightarrow 97 \text{ mb/d}$
 - Vind tilsvarende $\approx 2 \text{ mb/d}$
 - Sol tilsvarende $\approx 0.5 \text{ mb/d}$
 - Elektrisitet fra vannkraft: 4* vind + sol
 - Fossile brenslere: 5* så mye elektrisitet som vannkraft



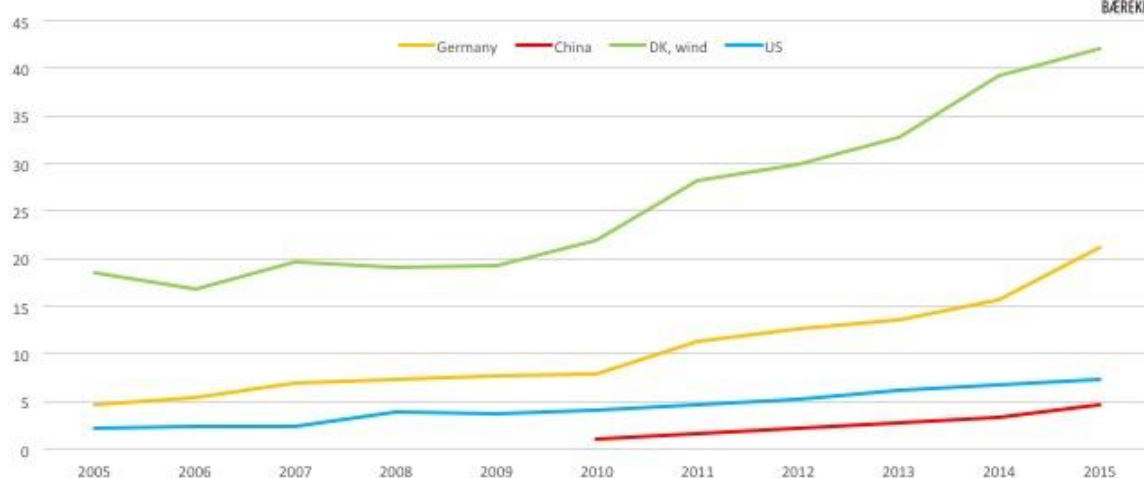
Sol vs. vind, kapasitet (MW)



NTNU Kunnskap for en bedre verden



Fornybar andel av elektrisitetsproduksjon

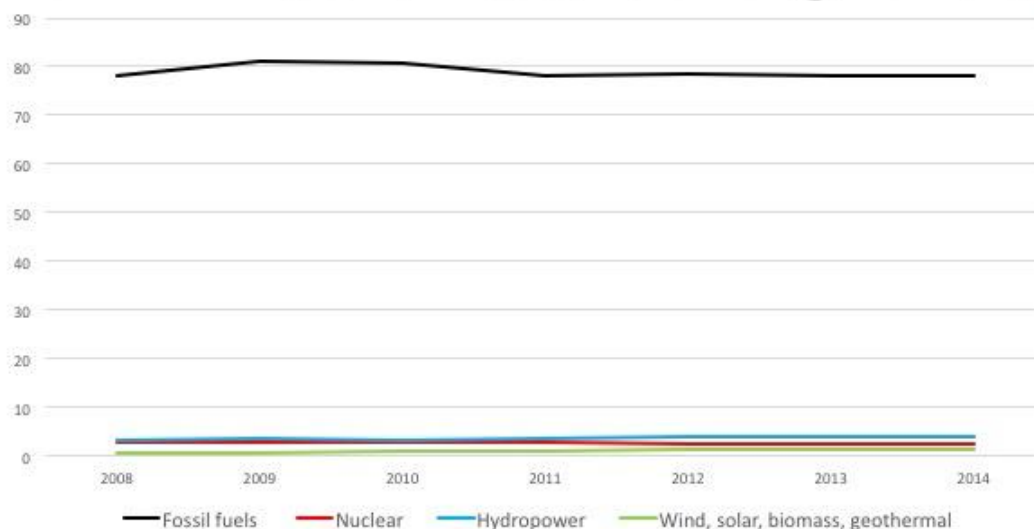


NTNU Kunnskap for en bedre verden



5

Men... Andel av totalt energiforbruk



NTNU Kunnskap for en bedre verden



6

Hvor setter vi typisk inn støtet?

- Energieffektivitet
 - IEAs 2C-prosjeksjoner: 35-40% = største enkeltkomponent [viktig!]
 - Ofte det mest kostnadseffektive
 - Politisk (og økonomisk) enkelt («alle» er for energieffektivitet)
 - MEN: Har det systemendrende effekt?
 - Eller reduserer det bare presset på det eksisterende energisystemet?
 - Reduserer elektrisitetsforbruket
 - (Men elektrisiteten er uansett fornybar i Norge...)
 - Energiomlegging er fremdeles nødvendig!
 - Kan fort bli sovepute
- Bensinavgift (og lignende)
 - Krangel om bensinavgift et rent symbolspørsmål!
 - Effekt helt på marginen
 - Grønt skatte- og avgiftssystem
 - Adferdsendring gjennom endrede incentiver (Grønn skattekommisjon)
 - Ny sovepute! Fører aldri til noe SKIFT!

NTNU Kunnskap for en bedre verden



7

Hvor **bør** vi sette inn støtet?



- Tiltak med **systemendrende** effekt heller enn endringer på marginen
 - Ofte politisk vanskeligere
- Dreining av fokus
 - Stort fokus på markedsløsninger. Kostnadseffektive, men gir de systemendring?
 - Karbonskatten må være så høy at den blir politisk uspiselig
 - Kvotemarkeder trenger en sterk regulator (ellers faller kvoteprisen til null...)
 - Bygger sjelden infrastruktur (som elektrisitetsnett)
 - Fokus mot å skape alternativer. Kampen vinnes på «tilbudssiden», ikke «etterspørselssiden».
 - Kampen kan bare vinnes gjennom et nytt, karbonfritt energisystem. Alt annet er flikking på marginen og en utsettelse av nødvendige endringer.

Nullutslipp og systemendring i transportsektoren



- Bensinavgift et rent symbolspørsmål
 - Endringer på marginen
- I stedet:
 - Innfasing av el-biler så raskt og i så stor skala som mulig
 - (Drevet av *fornybar* elektrisitet)
 - Ikke kostnadseffektivt
 - Små umiddelbare utslippsreduksjoner
 - Men bidrar til:
 - Teknologiskift i bilindustrien
 - Elektrifisering av transportsektoren
 - (Og kollektivtransport, inkludert jernbane)

Karbonfritt energisystem: Er norsk vindkraft en god idé?



- Kommer an på systemgrensene...
 - Norge som system: Nei.
 - Regionalpolitikk
 - Men vi har antagelig kraft nok til å klare oss uten (i hvert fall på kort sikt)
 - Også med elektrifisert transportsektor og kontinentalsokkel
 - Jens Stoltenberg og grønne sertifikater
 - Europa som system: Ja/det kommer an på...
 - Utfasing av fossile brenslere krever rask og massiv innfasing av fornybar
 - Norge sitter på Europas beste fornybarressurser
 - Tanke om Norge som grønt batteri
 - CO2-fri energi vil bli blant norske bedrifters konkurransefortrinn
 - Norge må godtgjøres utenlands for krafteksport
 - Infrastruktur: Undersjøiske kabler til utlandet
 - Interessekamp, kraftselskaper vs. energiintensiv industri + husholdninger

Løsninger: Vi vet egentlig i stor grad hva vi må gjøre (men gjør i betydelig grad andre ting...)



- Nytt, karbonfritt energisystem. Kommer til å trenge mer energi: Må være fornybar
 - Ny teknologi for et nytt energisystem
 - Støtteordninger for innfasing av fornybar teknologi
 - Forskningsinnsats på fornybar teknologi, batteriteknologi, smartgrids, energieffektivitet., m.m.
 - Infrastruktur for elektrifisering (elektrisitetsnett, el-biler, norsk sokkel)
 - Utvide systemgrensene (vindkraft; Europa, ikke Norge)
- Transportsektor
 - Rask innfasing av elbiler heller enn justeringer på bensinavgiften
- CCS, inkludert Bio-CCS (BECCS)
 - Fordi løser neppe problemene uten negative emissions i en eller annen form
 - (Selv om det puster nytt liv i oljeindustrien)
- Kostnadseffektivt? Nei, men det er dette vi uansett må gjøre...
 - 1,4% av TPES er fryktelig lite. Systemskift helt nødvendig
 - Altfor stort fokus på marginale endringer og symbolpolitikk
 - Vi må faktisk SKAPE nullutslippssamfunnet. Skjer ikke av seg selv!

Stortingskandidat Lars Haltbrekken, SV

Ingen PowerPoint

Gave til foredragsholdere



Foto: Regnskogfondet

<http://www.ntnu.edu/sustainability>



NTNU – Trondheim
Norwegian University of
Science and Technology



Norsk Klimastiftelse
NORWEGIAN CLIMATE FOUNDATION



NTNU
Kunnskap for en bedre verden

Tematisk satsingsområde 2014–2023
NTNU BÆREKRAFT

