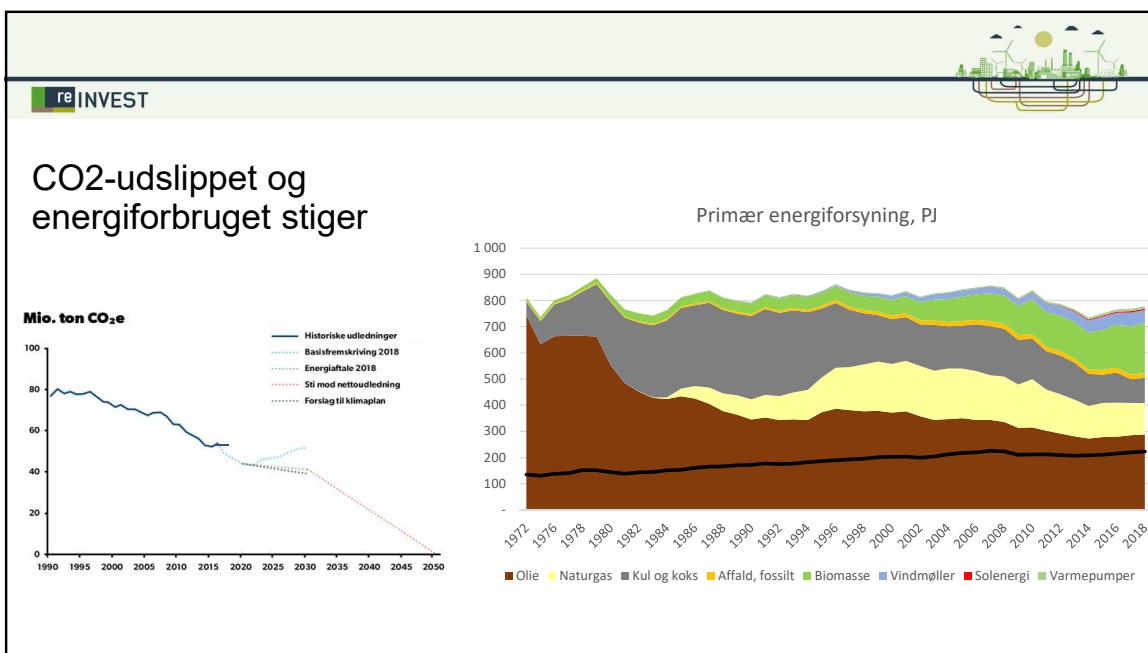


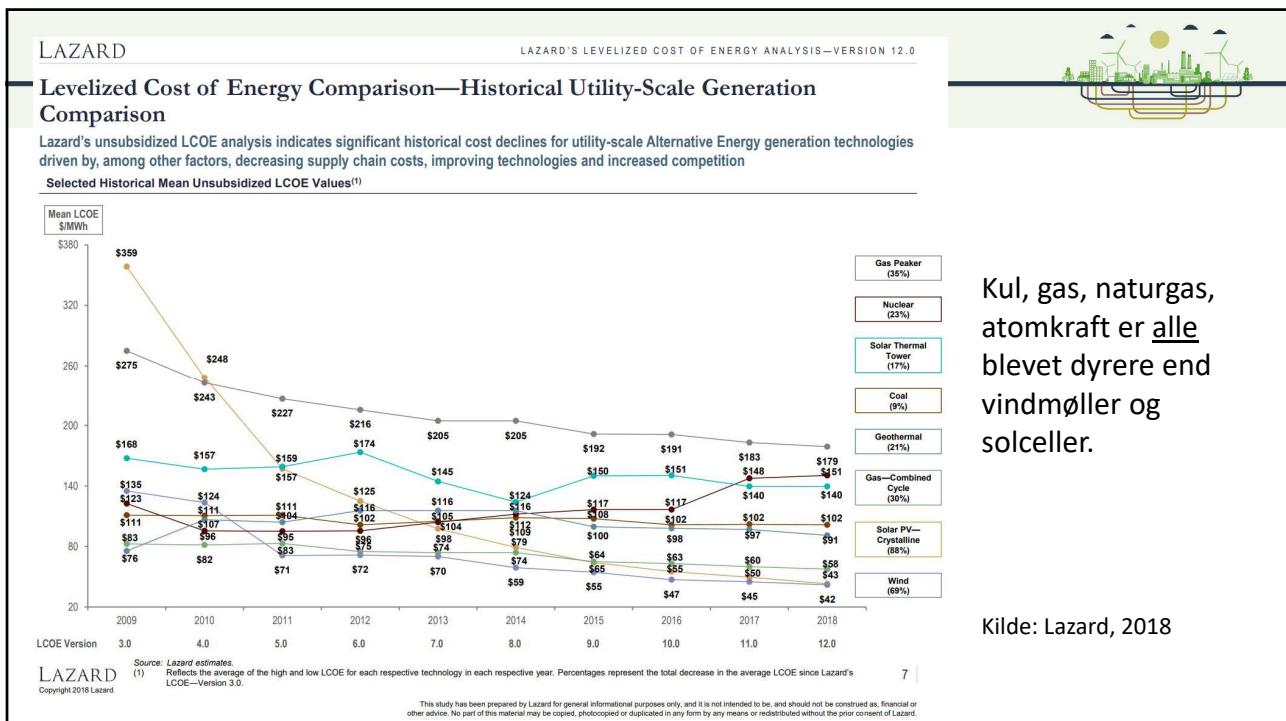
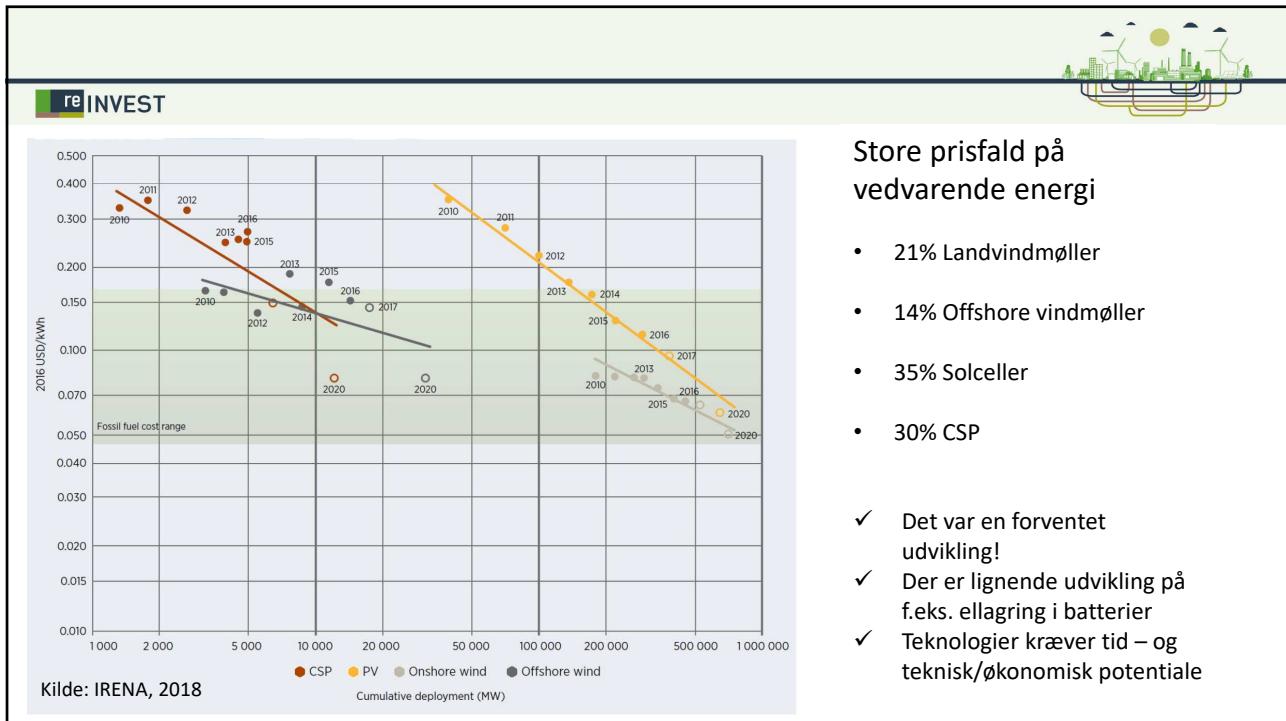
Teknologiudvikling, Scenarioer og forudsætninger mod 2050:
- Hvad er et smart energisystem og hvor stor er biomasseudfordringen?

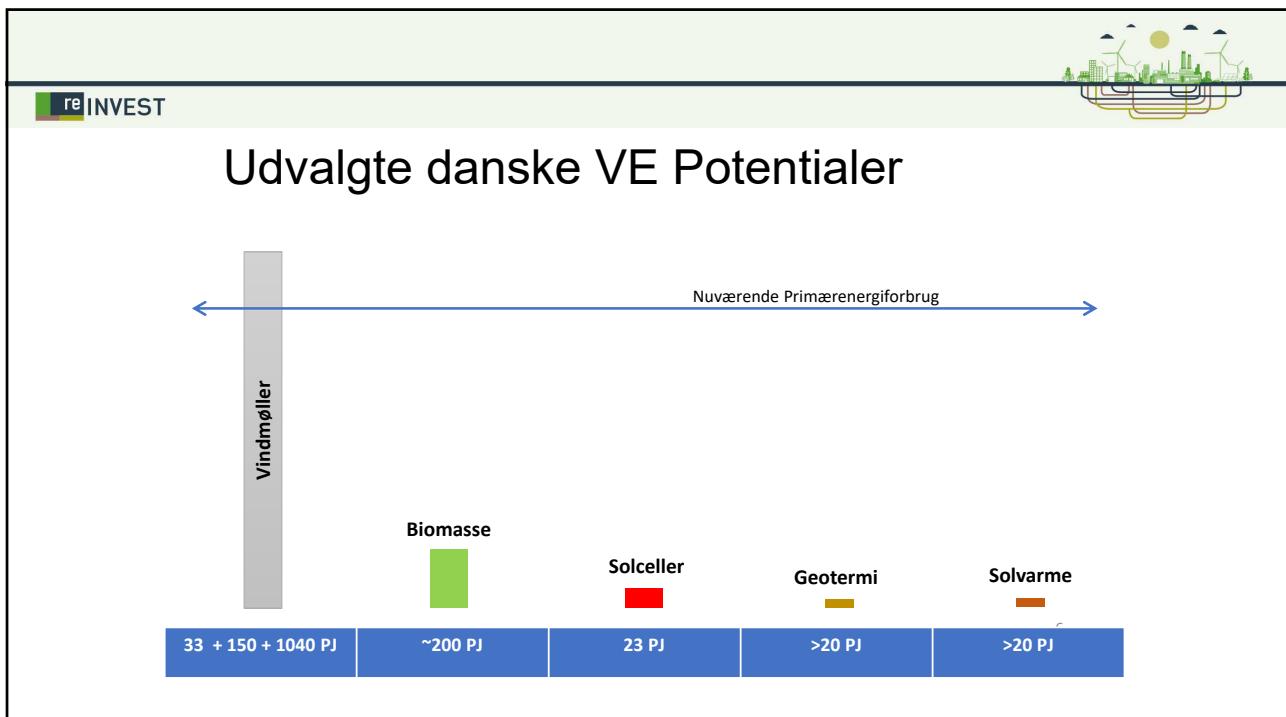
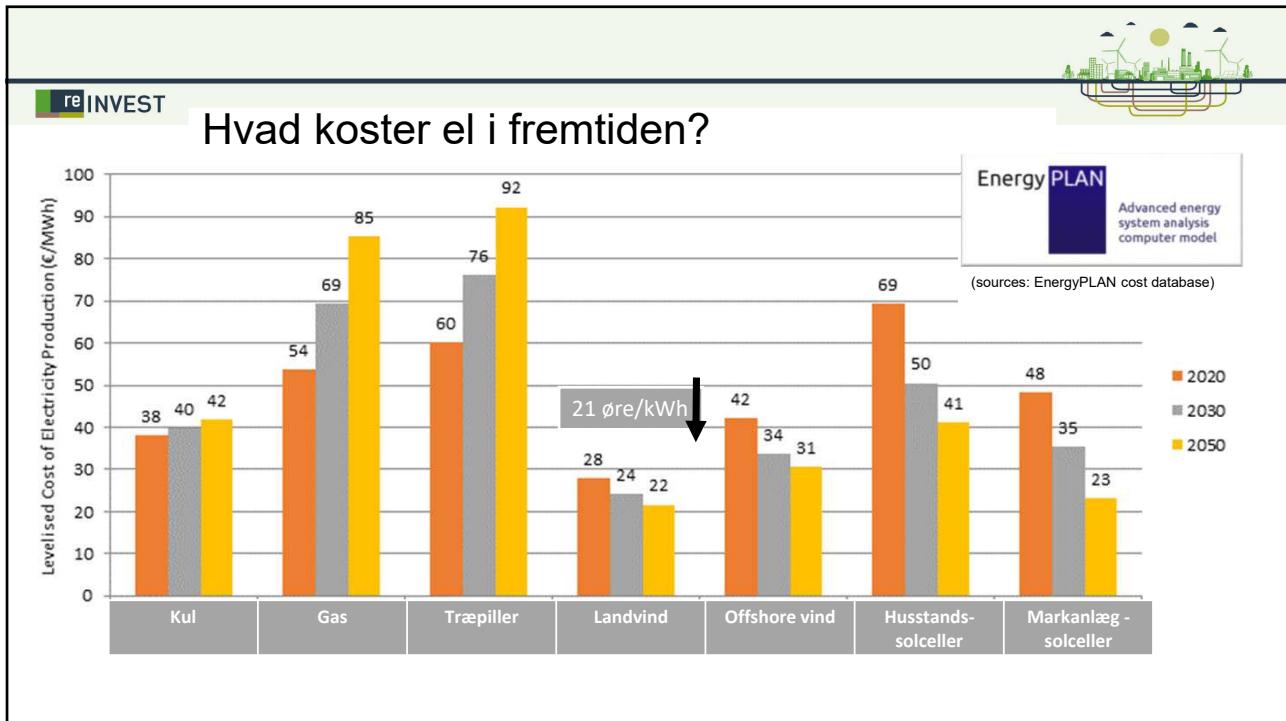
Brian Vad Mathiesen, Aalborg Universitet - 10. April 2019,
Folketingets Energi-, Forsynings- og Klimaudvalg - Hørning

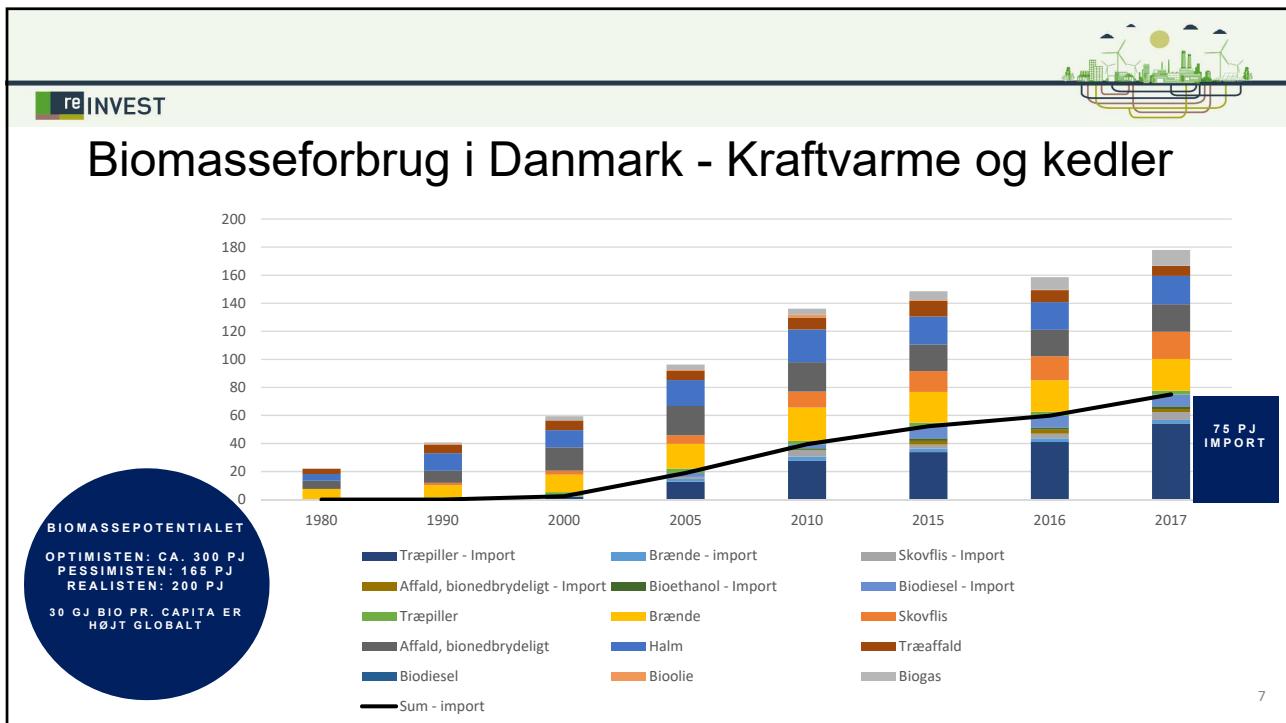
 Innovation Fund Denmark

 @BrianVad

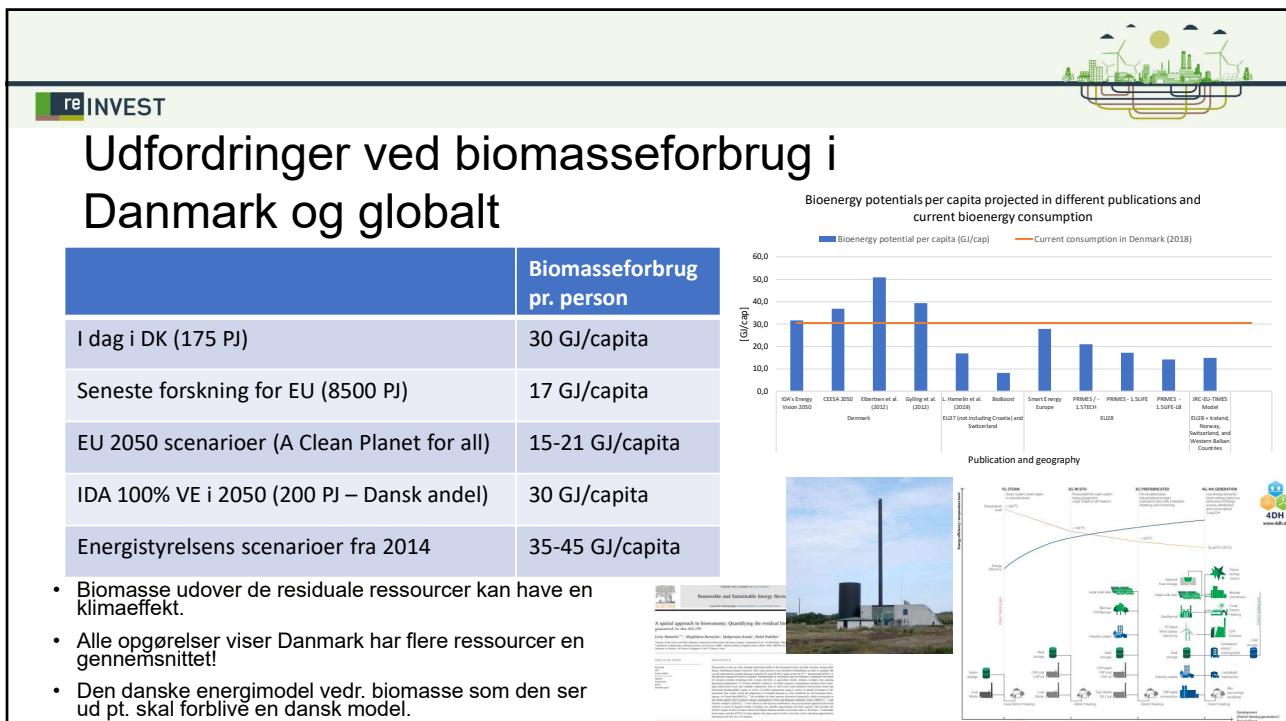








7



Hvad er en "smart" bygning?

- Byggeriets varmeforbrug skal reduceres med ~40%
 - Kvantitativt: Hvis ikke, så øges presset på økonomi, biomasse og vind (+ 58 PJ og 2 mia.kr./året)
 - Kvalitativt: Hvis ikke, skabes der barrierer for lavtemperatur-fjernvarme og varmepumper (samtidig integration med fjernkøling)

Der er brug for fokus på drifts-fasen og Smart Meters kan hjælpe med at nedbringe el og varme forbruget + med at fremme lav-temperatur opvarmning

- IKKE behov for hustandsbatterier. Det er ikke "Smart" at flytte forbruget i boligen. Det gøres billigere og bedre i fællesskab.

Hvordan skal bygningerne opvarmes i 2050?

- Mere fjernvarme og flere varmepumper!
 - i kombination med besparelser

IDA 2050: F.eks Solvarme i fjernvarmen 2,3 TWh (6%) og Geotermi 4,6 TWh (12%). VP, Biomasse og Solvarme i ind-bygninger 2,2 TWh (15%)

reINVEST

Smart Energy Systems

The Danish Society of Engineers (IDA) is a modern professional association for research and development in engineering.

IDA's Energy Vision 2050
A smart energy system strategy for 100% renewable Denmark

Executive Summary
IDA's Energy Vision 2050

IDA

Smart Energy Systems

Download rapport:
www.EnergyPLAN.eu/IDA

Smart energy research leading to ZERO ENERGY BUILDINGS

4DH

reINVEST

Energilagring

Pump Hydro Storage
175 €/kWh
(Source: Electricity Energy Storage Technology Options: A White Paper Primer on Applications, Costs, and Benefits. Electric Power Research Institute, 2010)

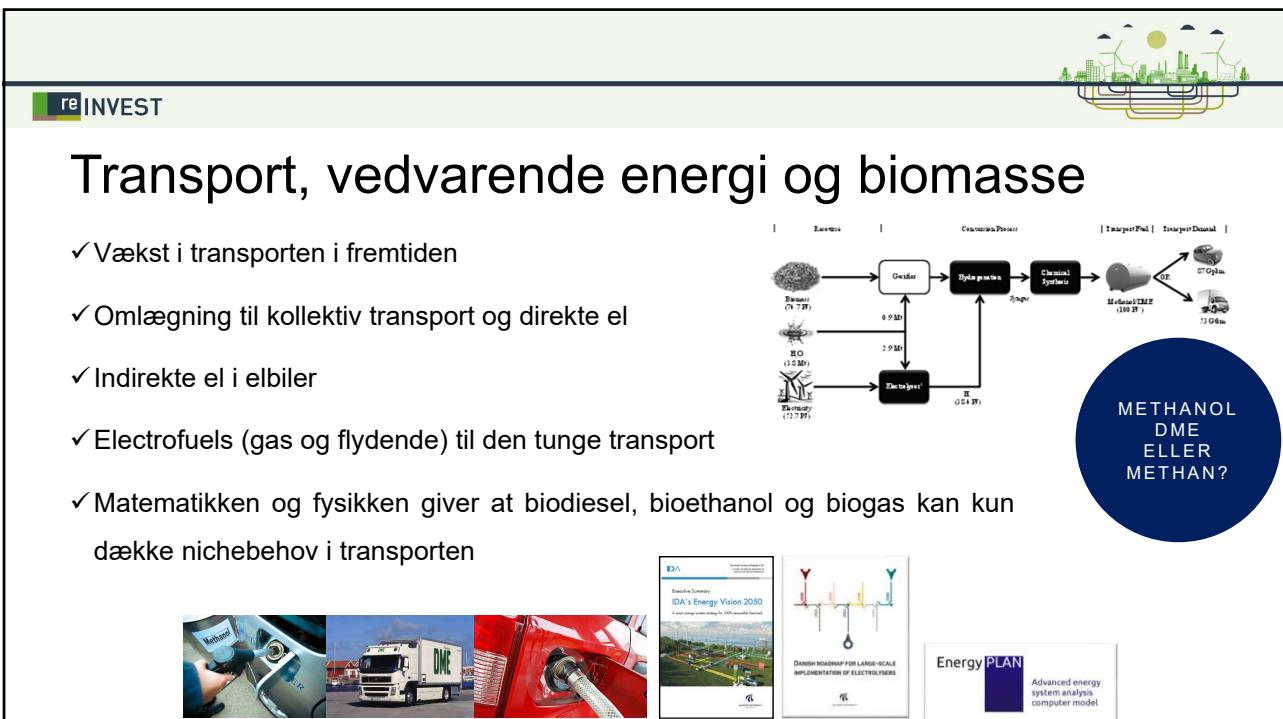
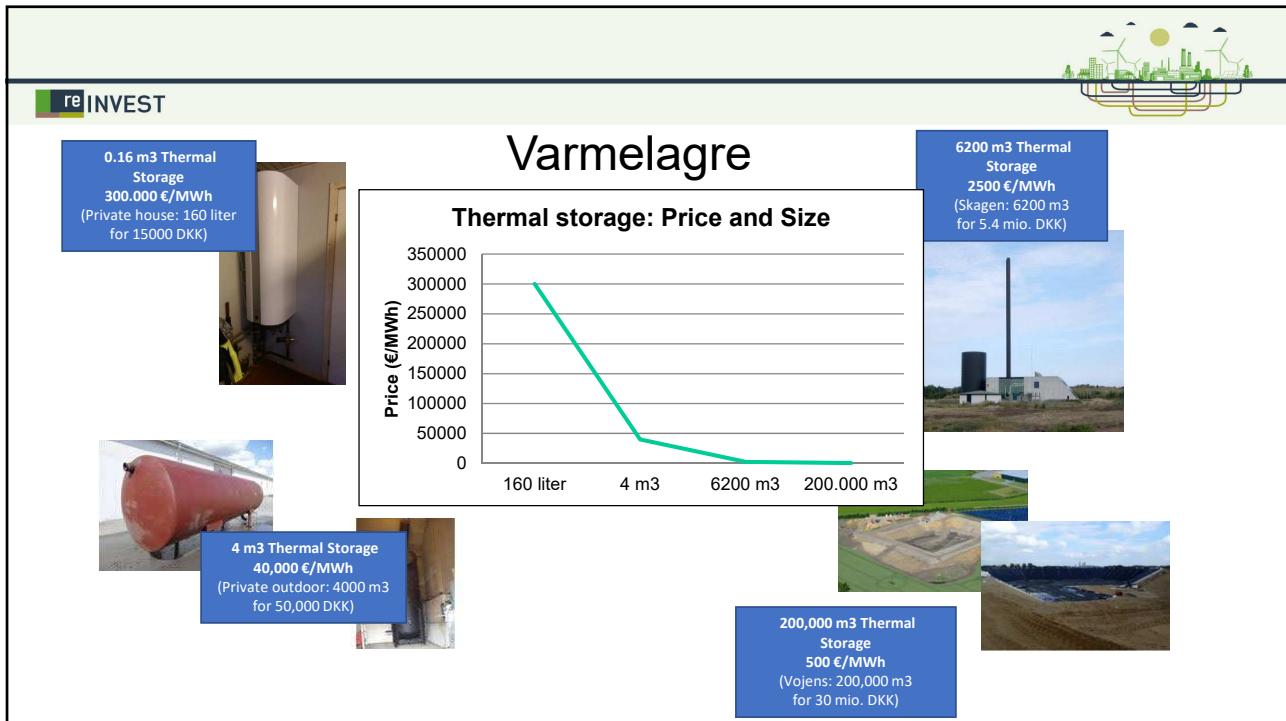
Natural Gas Underground Storage
0.05 €/kWh
(Source: Current State Of and Issues Concerning Underground Natural Gas Storage. Federal Energy Regulatory Commission, 2004)

Energy storage: Price and Efficiency

Storage Type	Price (€/MWh)	Efficiency (%)
Electricity	~100,000	~20
Thermal	~10,000	~80
Gas	~1,000	~90
Liquified Fuel	~100	~95

Thermal Storage
1-4 €/kWh
(Source: Danish Technology Catalogue, 2012)

Oil Tank
0.02 €/kWh
(Source: Dahl KH, Oil tanking Copenhagen A/S, 2013; Oil Storage Tank. 2013)



reINVEST



Gassystemet

- Udfasning af Naturgas (fra nu 37 TWh/år)
 - Varmebesparelser, konvertering til fjernvarme, grønne gasser
 - Barrierer: Aktører, gæld og vedligehold, samfundsøkonomiske beregningsforudsætninger – Aftalemodel?
- Vi har behov for gasnet i fremtiden, men udfordringen er kompleks (mere kompleks end branchen hævder)
 - biogas og forgasset biomasse bruges i industrien og fleksibelt kraft/varme (hovedsageligt direkte)
 - Brint, CO2, syntese gas til elektrofuels samt lagring
- Nye gassystemer og mere viden er nødvendig.

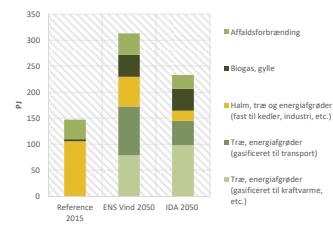


reINVEST



Nøgle biomasseteknologier i vedvarende energisystemer

- Knap ressource og ikke klimaneutral i store mængder – skal anvendes effektivt
- Højeste værdiskabelse vinder:
 - Produkter, kemi, lægemidler,
 - energiformål sidst i køen - anvendelse er forbundet med typen af biomasse
- Biogas og forgasset biomasse bruges i industrien og fleksibelt kraft/varme (hovedsageligt uopgraderet)
- Elbaserede transport biobrændsler (Electrofuels)
- Undgå ren varmeproduktion eller baseload – udnyt til kraftvarme
- Tænk affald og biomasse sammen
 - En del ud som gas - andet til materialer
 - Forbrænding sidst i køen
 - Tænk affaldsforbrænding sammen med geotermi



Scenario	Affaldsforbrænding	Biogas, gylle	Halm, træ og energigrøder (fast til kælder, industri, etc.)	Træ, energigrøder (gasificeret til transport)	Træ, energigrøder (gasificeret til kraftvarme, etc.)
Reference 2015	~10	~10	~10	~10	~10
ENS Wind 2050	~10	~10	~10	~10	~10
IDA 2050	~10	~10	~10	~10	~10

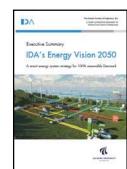
16

reINVEST



Top 10 investeringer mod 100% vedvarende energi i 2050

	Teknologi	Estimat på merinvesteringer frem mod 2050 i et ud af mange 100% VE scenarioer i milliarder kroner
1	Boligrenovering	220
2	Vindmøller	210
3	Individuelle varmepumper	110
4	Fjernvarmeudvidelse	41
5	Electrofuel produktion	33
6	Solceller	20
7	Individuel solvarme	20
8	Biogas anlæg	20
9	Ladestationer	16
10	Store varmepumper i fjernvarmen	15



reINVEST



Teknologiudvikling og politikeksempler

Teknologi	Samfundsøkonomi	Privatøkonomi	Udfordring
Land vindmøller	God	Usikkerhed for investor	"Energy only" elmarkedet undersøtter ikke langsigtede investeringer.
Offshore vindmøller	Godt potentiale	Usikkerhed for investor	Aktørerne i markedet er "risk-adverce" og opfører sig ikke økonomisk rationel.
Solceller	Godt potentiale på industritage/marker	Usikkerhed for investorer. Tage udnyttes ikke.	
Kraft-, kraftvarmeværker	God	Meget dårlig	
Elbiler	God	God, men langsigtet	Kørselsafgift ville fremme elbiler
Boligrenovering	God	God, men langsigtet	Borgerne handler ikke som modellerne siger og er ikke økonomisk rationelle
Electrofuels	God (i forhold til andre VE løsninger)	Usikker, meget usikker	Brændsler til tung transport kommer ikke selv, selv om nogle teknologierne er modne.
.... og mange flere..... Med god samfundsøkonomi...	Og dårlig privatøkonomi eller tekniske forhindringer	Utalige – lige nu er der mange teknologier under stop-go regimet

re INVEST

Historiske elpris- Fremstrivninger i Danmark og energisystemprisen?

.... det innovative systemdesign er
afgørende for de samlede
omkostninger...

... 100% VE kan lade sig gøre med
lave/samme omkostninger som nu

YEARLY AVERAGE NORD POOL SPOT SYSTEM PRICE [2015-EUR/MWh]

Actual system price (red line)
DEA April 2010 (brown line)
DEA Jan. 2007 (green line)

El pris øre per kWh

El forbrug 2005 og 2020 uden VE varmemarked

El kapacitet og marginale omkostninger 2005

El kapacitet og marginale omkostninger 2020

El pris 2005
2020 med VE varmemarked
Vindkraft kapacitet 2005
Vindkraft kapacitet 2020
VE varme 2020
Kraft kapacitet

Executive Summary
IDA's Energy Vision 2050
A long-term energy strategy for 100% renewable sources

Energy PLAN
Advanced energy system analysis computer model

Middel 2015
Lev Middel Høj Lev Middel Høj Lev Middel Høj
ENE 2050 Modell ENE 2050 Wind ENE 2050 D&V ENE 2050 Brændstof Elhushusholdning CO₂

re INVEST

Danish Elspot Price by Danish Wind Power Penetration (2009-2016)

DK Spot Price (EUR/MWh)

DK Wind Energy Penetration

Danish Elspot Price by Danish Wind Power Penetration (2009-2016)

DK Spot Price (EUR/MWh)

DK Wind Energy Penetration

Year

- 2009
- 2010
- 2011
- 2012
- 2013
- 2014
- 2015
- 2016

North-western Germany Elspot Price by Danish Wind Power Penetration (2009-2016)

DE-NW Spot Price (EUR/MWh)

DK Wind Energy Penetration

