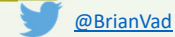
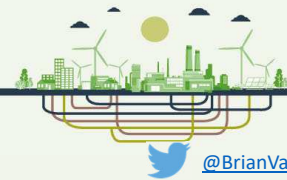


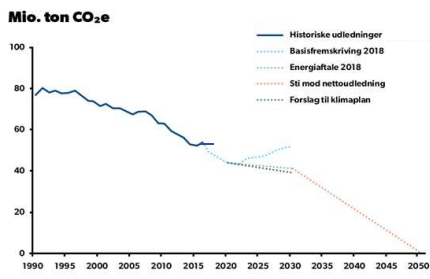
**Teknologiudvikling, Scenarier og forudsætninger mod 2050:
- Hvad er et smart energisystem og hvor stor er biomasseudfordringen?**

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

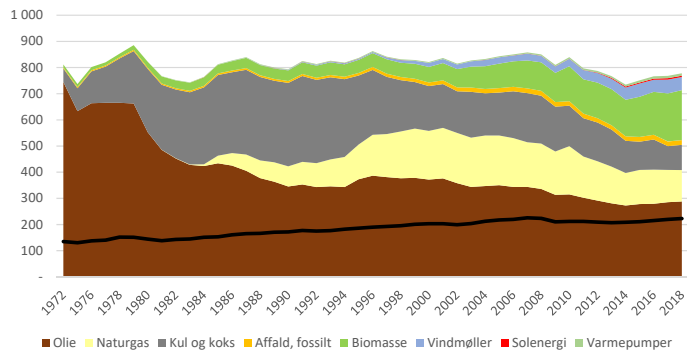


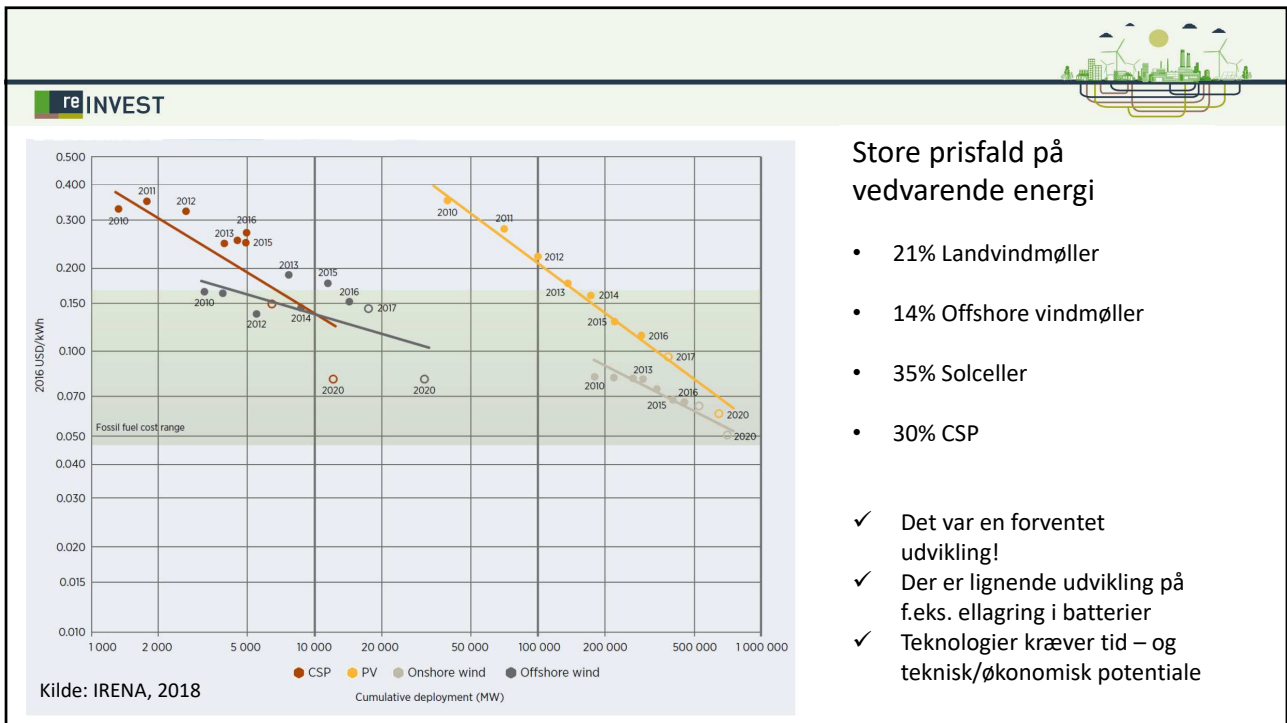
reINVEST

CO2-udslippet og energiforbruget stiger



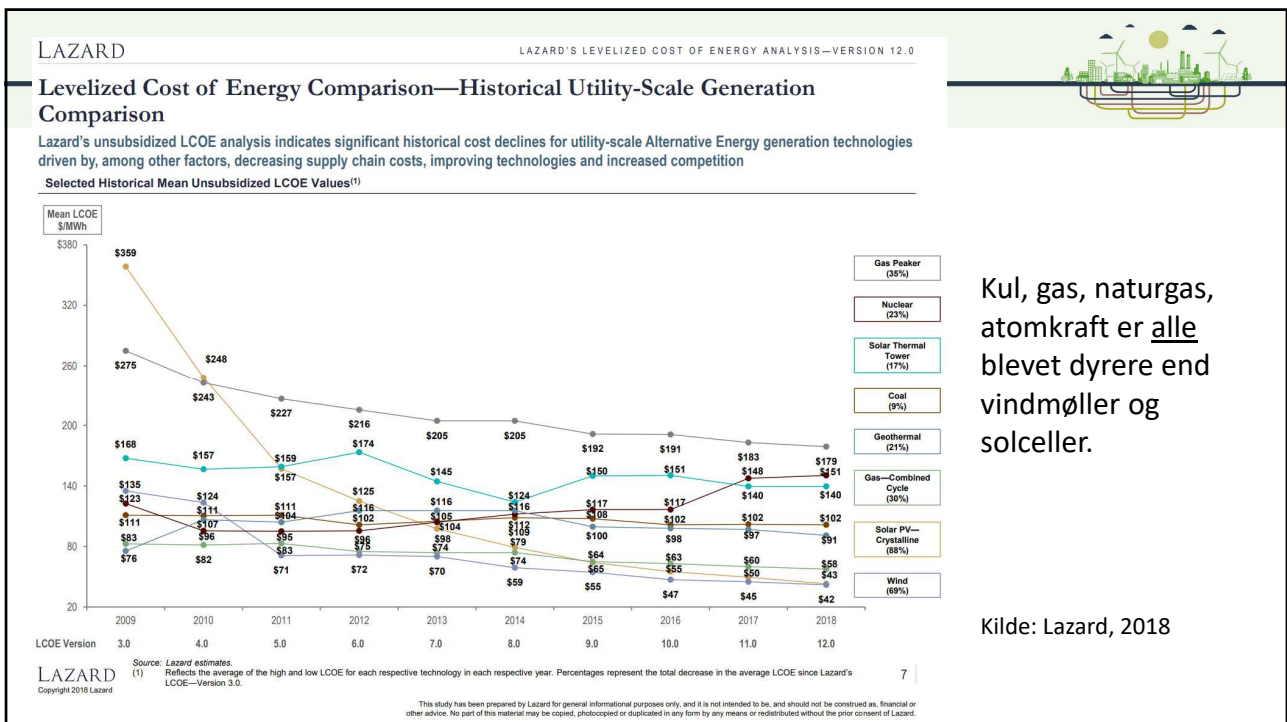
Primær energiforsyning, PJ





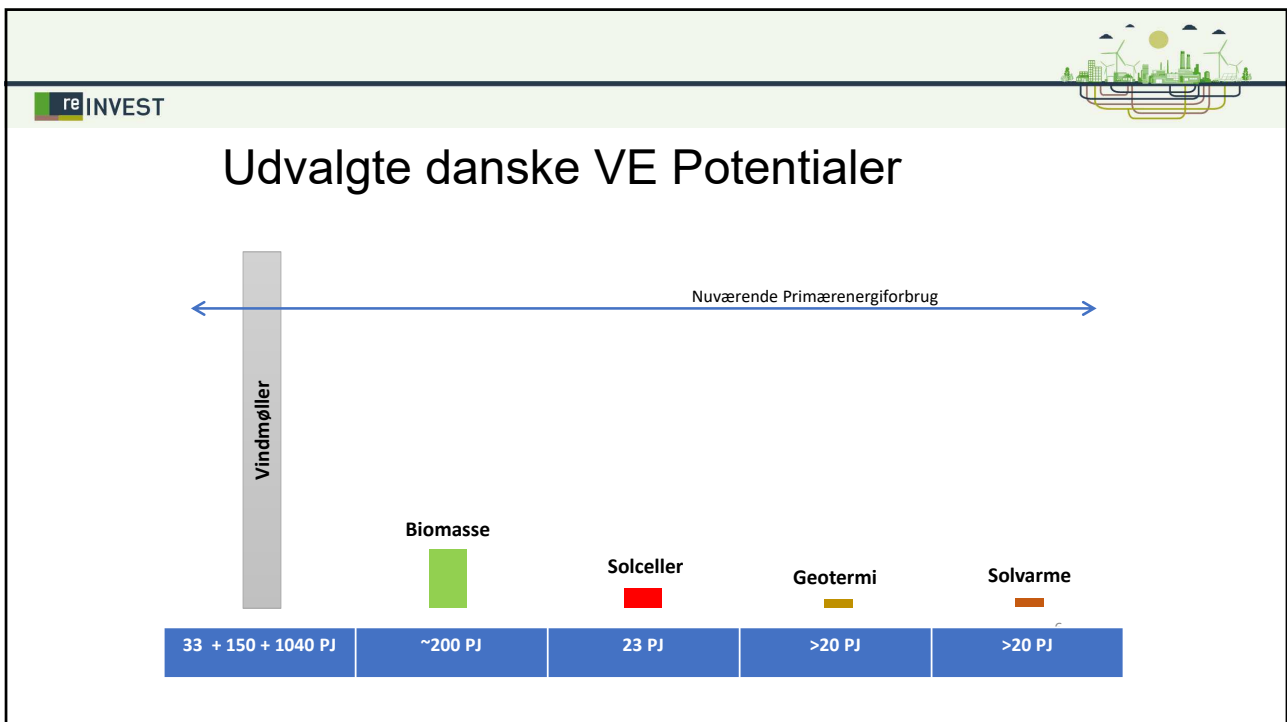
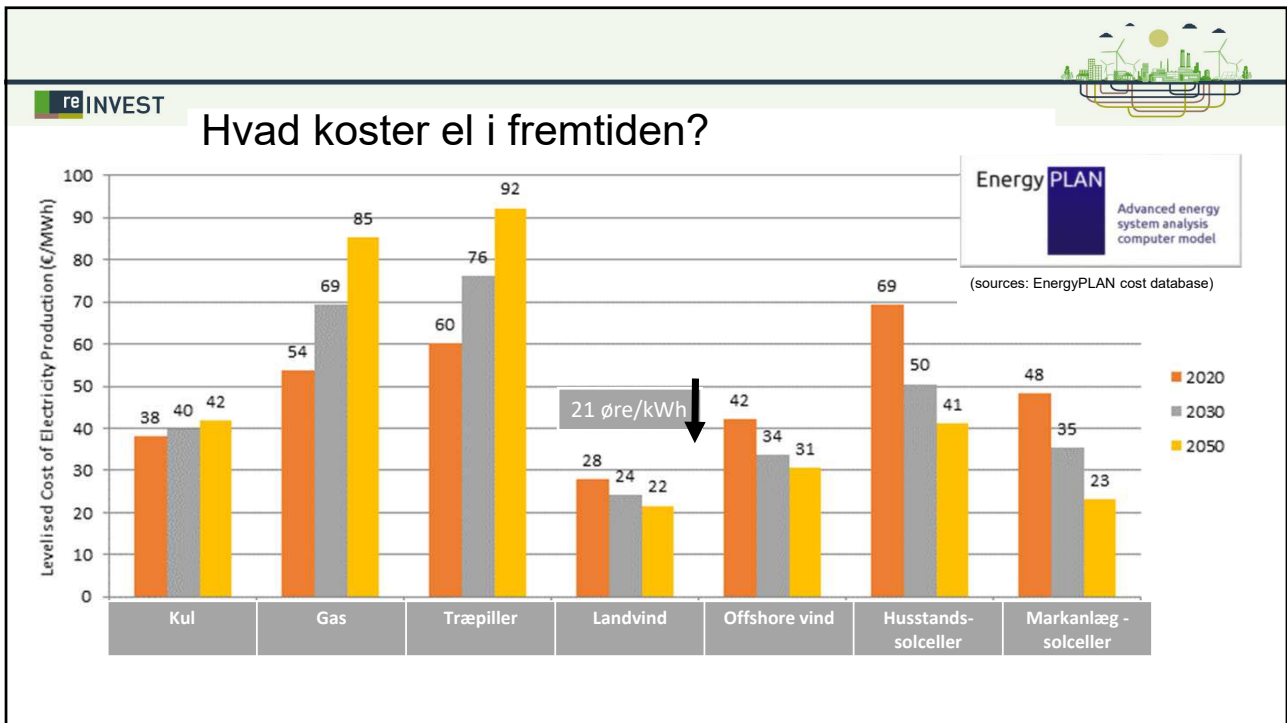
Store prisfald på vedvarende energi

- 21% Landvindmøller
 - 14% Offshore vindmøller
 - 35% Solceller
 - 30% CSP
- ✓ Det var en forventet udvikling!
 - ✓ Der er lignende udvikling på f.eks. ellagring i batterier
 - ✓ Teknologier kræver tid – og teknisk/økonomisk potentiale



Kul, gas, naturgas, atomkraft er alle blevet dyrere end vindmøller og solceller.

Kilde: Lazard, 2018



re INVEST

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 (samt integration med fjernkøling)
- IKKE behov for hushandsbatterier. Det er ikke "Smart" at flytte forbruget i boligen. Det gøres billigere og bedre i fællesskab.

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

re INVEST

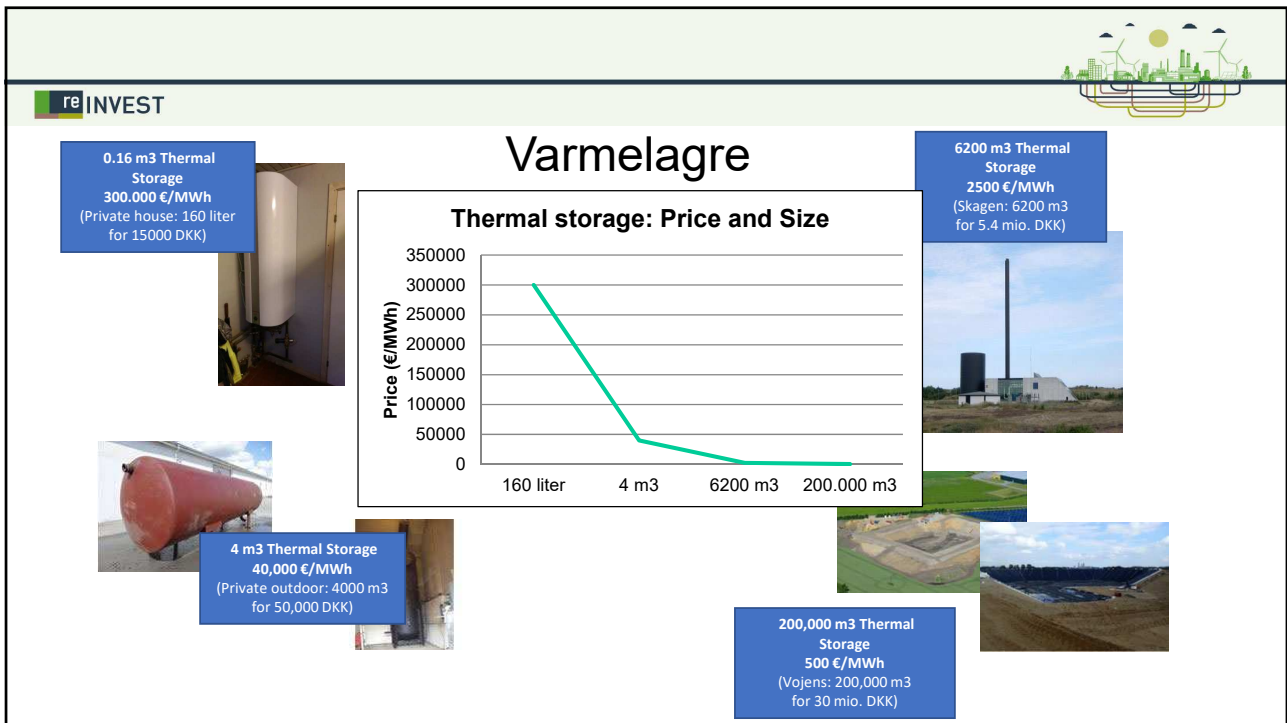
Hvordan skal bygningerne opvarmes i 2050?

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

Forskere: Er der virkelig ingen alternativer til biomassekraftvarmeværker?

“Den demokratiske proces vedrørende omstilling fra kul til grøn el og varme er vigtig. Derfor skal alle alternativer på bordet, inden nye beslutninger tages.”

Year	District heating (%)	Individual heating (%)
2015	53%	47%
2050	66%	34%



re INVEST

Transport, vedvarende energi og biomasse

- ✓ Vækst i transporten i fremtiden
- ✓ Omlægning til kollektiv transport og direkte el
- ✓ Indirekte el i elbiler
- ✓ Electrofuels (gas og flydende) til den tunge transport
- ✓ Matematikken og fysikken giver at biodiesel, bioethanol og biogas kan kun dække nichebehov i transporten

Wood (17.7 PJ), Straw (12.3 PJ), Biogas (12.3 PJ), Ethanol (12.7 PJ) → Gasification → Hydrogen production → Chemical synthesis → Methanol/DME (100 PJ) → DME or Methane

METHANOL DME ELLER METHAN?

IDA's Energy Vision 2050
Danish Roadmap for Large-Scale Implementation of Electrofuels
EnergyPLAN
Advanced energy system analysis computer model







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.

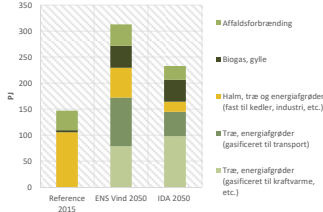






Nøgle biomasseteknologier i vedvarende energisystemer

- 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

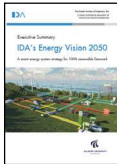


16

Top 10 investeringer mod 100% vedvarende energi i 2050



	Teknologi	Estimat på merinvesteringer frem mod 2050 i et ud af mange 100% VE scenarier 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





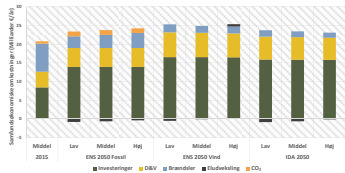
Teknologiudvikling og politikeksempler

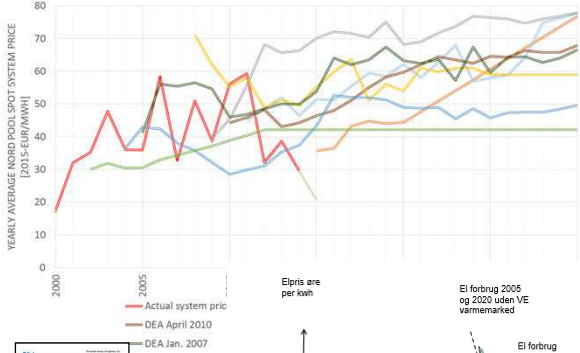
Teknologi	Samfundsøkonomi	Privatøkonomi	Udfordring
Landvindmøller	God	Usikkerhed for investor	"Energy only" elmarkedet undersætter ikke langsigtede investeringer. Aktørerne i markedet er "risk-averse" og opfører sig ikke økonomisk rationel.
Offshore vindmøller	Godt potentiale	Usikkerhed for investor	
Solceller	Godt potentiale på industritage/market	Usikkerhed for investorer. Tage udnyttes ikke.	Kørselsafgift ville fremme elbiler
Kraft-, kraftvarmeværker	God	Meget dårlig	
Elbiler	God	God, men langsigtet	Borgerne handler ikke som modellerne siger og er ikke økonomisk rationelle
Boligrenovering	God	God, men langsigtet	
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

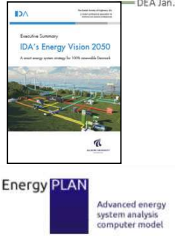



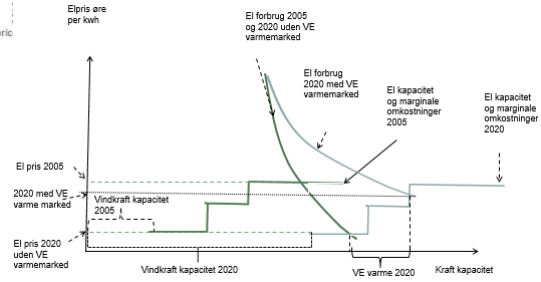
Historiske elpris-Fremskrivninger i Danmark og energisystemprisen?



.... det innovative systemdesign er afgørende for de samlede omkostninger...
 ... 100% VE kan lade sig gøre med lave/samme omkostninger som nu



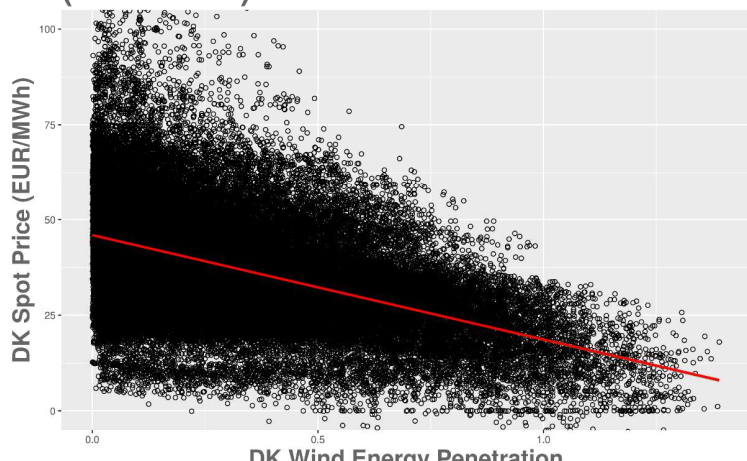




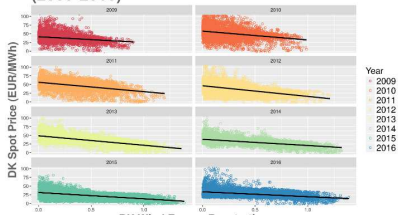


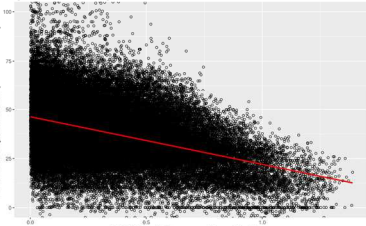
Danish Elspot Price by Danish Wind Power Penetration (2009-2016)





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



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



Vi får mere vind i Danmark og hos vores naboer

.... Udfordring for forsyningsikkerhed og omkostningseffektivitet mod 2030 og 2050..
... det haster og finde balancen mellem teknologiinvesteringerne i det integrerede energisystem af hensyn til de samlede omkostninger

