

# KAPITEL 7



**FIGUR 55.** Havvindmølleparker i Danmark er en del af den grønne sektor. Shutterstock.



# DEN GRØNNE ØKONOMI

## DEN GRØNNE ØKONOMI

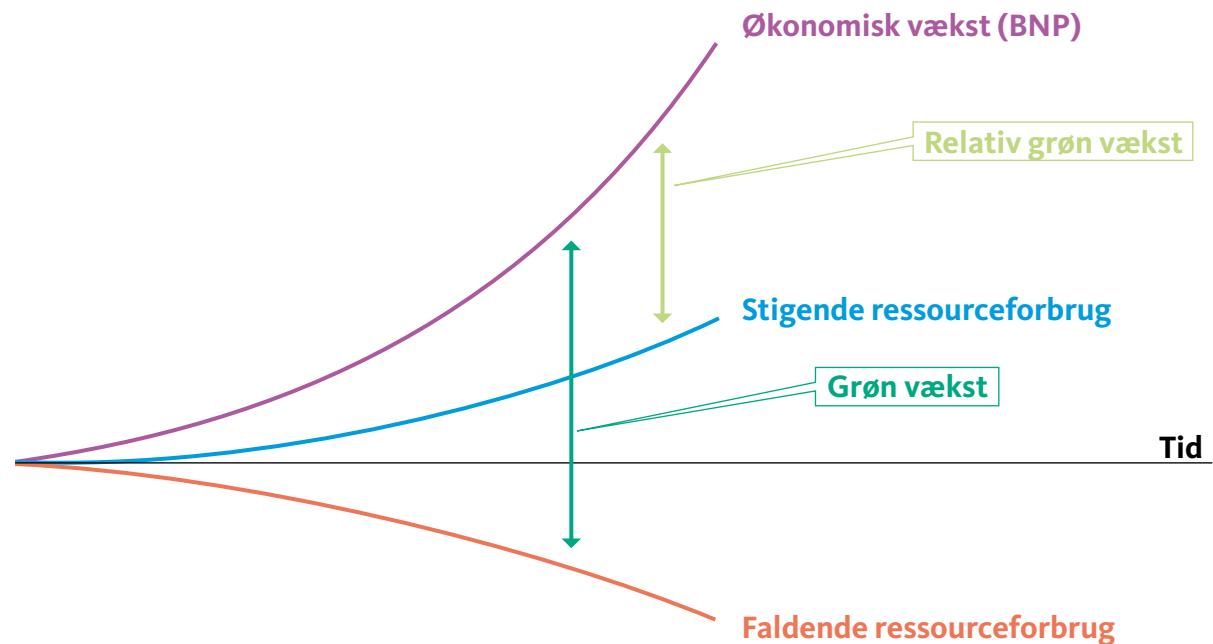
Klimaforskernes beregninger de seneste 20 år viser, at der med stor sandsynlighed er sammenhæng mellem de observerede klimaændringer og det stærkt stigende menneskeskabte CO<sub>2</sub>-udslip. I takt med den voksende, brede folkelige og politiske forståelse af denne årsagssammenhæng og fokus på FN's verdensmål, er verdenssamfundet i gang med at omlægge energiproduktionen til bæredygtige teknologier. De grønne energiteknologier dækker over en bred vifte af tiltag, som simplificeret kan opdeles i følgende hovedsektorer (figur 57):

- Miljøvenlig energi og energilagring
- Cirkulær økonomi
- Bæredygtig vandressourceforvaltning
- Bæredygtig transport
- Ressource- og materialeeffektivisering
- Energieffektivitet

Grøn omstilling, grønne teknologier og den grønne sektor trækker dagligt overskrifter i medierne, politikere debatterer det, og virksomheder brander sig på at være grønne. Betegnelsen 'grøn' tilføjes ofte til begreber

som fx økonomi, teknologi og virksomheder som en samlebetegnelse, der skal udtrykke bæredygtighed og altså være en aktivitet, som ikke påvirker vores omgivelser, miljø og ressourcer negativt.

Den grønne økonomi er defineret som en økonomi, der på både samfunds- og virksomhedsniveau skal sikre, at udviklingen er bæredygtig. FN's Miljøprogram (UNEP) definerede allerede i 2011, at en grøn økonomi



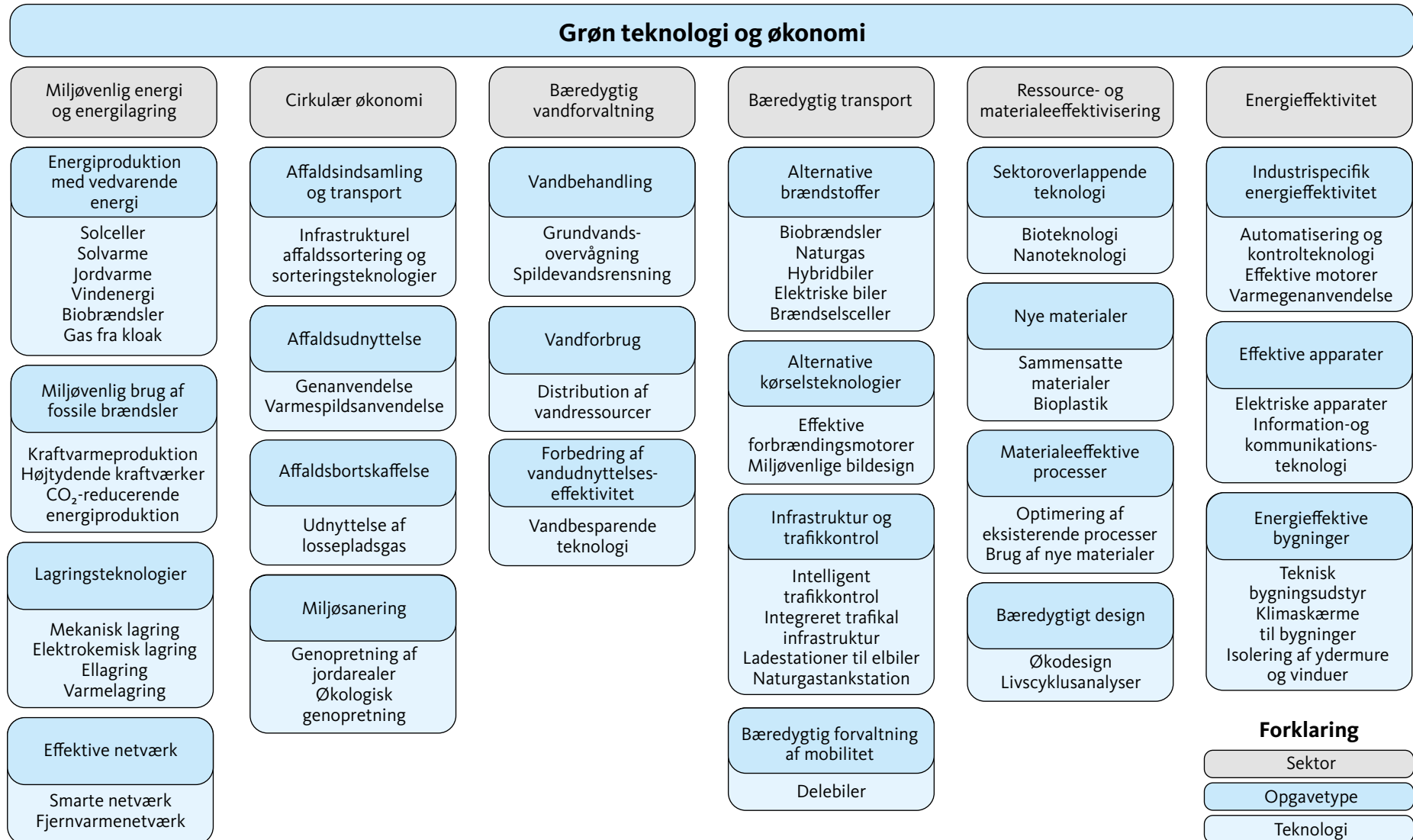
**FIGUR 56.** I den grønne økonomi er den økonomiske udvikling afkoblet fra ressourceforbruget og den fossile energi, men er baseret på bæredygtige teknologier.

Kun når der sker fald i ressourceforbruget, er der tale om grøn vækst.

Ved relativ grøn vækst er ressourceforbruget ikke helt afkoblet fra den økonomiske vækst.

Efter Fischer-Kowalski et al. (2011).

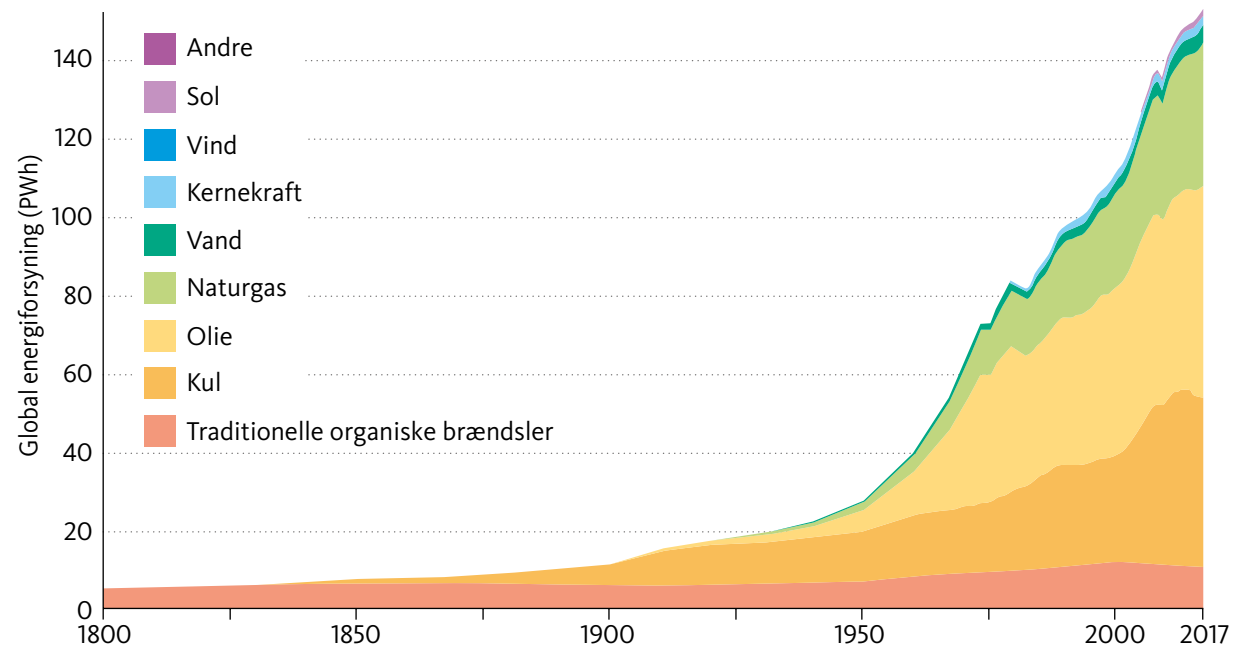
**FIGUR 57.** Sektoropdeling af de 'grønne' industrier. Efter Rentmeister et al. (2013).



ikke kun skal være effektiv, men også sikre en retfærdig overgang til en ressourceeffektiv økonomi. I den grønne økonomi afkobles samfundets vækst fra ressourceforbruget, således at energiforbruget, baseret på kul, olie og gas, som skal bruges for at omdanne råstoffer til varer, til stadighed reduceres. Hvis denne afkobling af brugen af fossile energikilder skal lykkes, er det nødvendigt:

- at udskifte energiråstofferne med vedvarende energikilder, og
- at genanvende de øvrige råstoffer uden tab.

De fleste økonomer definerer en økonomisk vækst som grøn, når dette sker uden et stigende forbrug af ressourcer og miljøbelastning (figur 56). Hvis belastningskurven stiger langsommere end stigningen i BNP, kaldes det for en relativ afkobling, som ikke er rigtig grøn vækst i modsætning til en rigtig grøn vækst, hvor belastningskurven falder, selv når BNP stiger. Som målestok for hvor grøn en økonomi er, bruger økonomerne begrebet ressourceproduktivitet, som udtrykker hvor meget værdi, der skabes pr. ton CO<sub>2</sub>, vand eller mineralske råstoffer.



#### FN'S VERDENSMÅL OG ENERGITEKNOLOGI

To af FN's 17 verdensmål er knyttet til energiforsyningen: Verdensmål 7 skal sikre, at energien produceres uden at være til skade for miljøet og til en pris, som gør det muligt for alle mennesker at have adgang til elektricitet. Verdensmål 13 skal sikre, at energiproduktionen ikke belaster klimaet. Opfyldelsen af dette mål er vigtigt, fordi det er en forudsætning for mange af de øvrige mål. For at opfylde Verdensmål 13 skal energi-

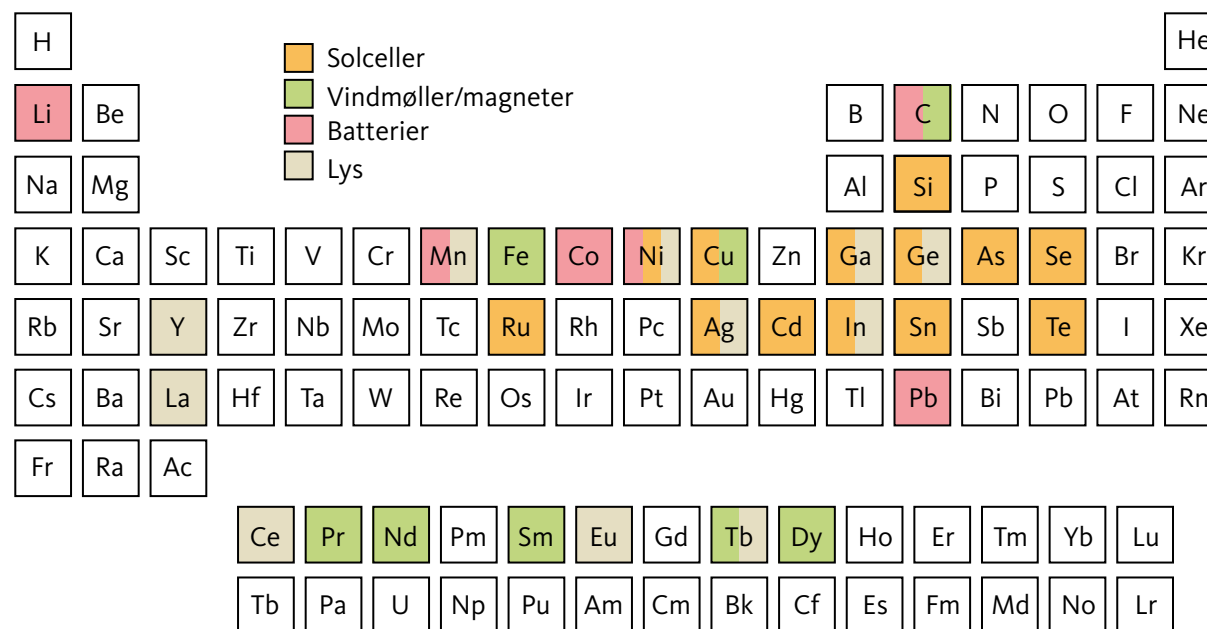
**FIGUR 58.** Udviklingen i den globale energiforsyning fordelt på teknologier fra 1800 til 2017 opgjort i petawatttimer (PWh). Olie og gas er stadig de to helt dominerende teknologier. I 2016 udgjorde de vedvarende energiformer kun omkring 10 %. Efter Ritchie & Roser (2019).

produktionen baseres på metoder, som ikke frigør CO<sub>2</sub>, hvilket kræver, at der foretages en hurtig omlægning af energiformerne. De teknologiske indsatser på disse områder omfatter både udvikling af metoder til CO<sub>2</sub>-fri energifremstilling og udvikling af metoder, der reducerer energiforbruget.

Omstillingen fra fossil energi til vedvarende energiformer kan kun lade sig gøre, hvis man i stedet for kul, olie og gas udnytter en række andre råstoffer; de råstoffer som skal bruges til vindmøller, solceller, batterier osv., og som med rette kaldes de 'nye energiråstoffer'. Der er sket en meget hurtig vækst af disse nye energiråstoffer, og det er derfor relevant at vurdere, om energiomstillingen opfylder Verdensmål 12, som skal sikre en forsvarlig produktion og et forsvarligt forbrug.

#### VERDENS ENERGIFORSYNING – EN VIFTE AF TEKNOLOGIER

Når man ser på verdens energiforsyning, er det tydeligt, at den første industrielle revolution medførte et stigende forbrug af kul, som under den anden industrielle revolution blev suppleret med energi fra olie og senere



også fra naturgas (figur 58). Siden 1950'erne er en lille del af denne energimængde produceret med solceller, kerne-, vand- og vindkraft. Omkring 2015 toppede forbruget af kul og olie, og en lille del blev erstattet af naturgas og vedvarende energiformer. I dag udgør den energimængde, der leveres af de grønne teknologier, mindre end 10 %, så udfasning af de fossile brændstoffer med grønne teknologier er ikke lige om hjørnet.

**FIGUR 59.** Nøgleråstofferne til de vedvarende energiteknologier og batterier.

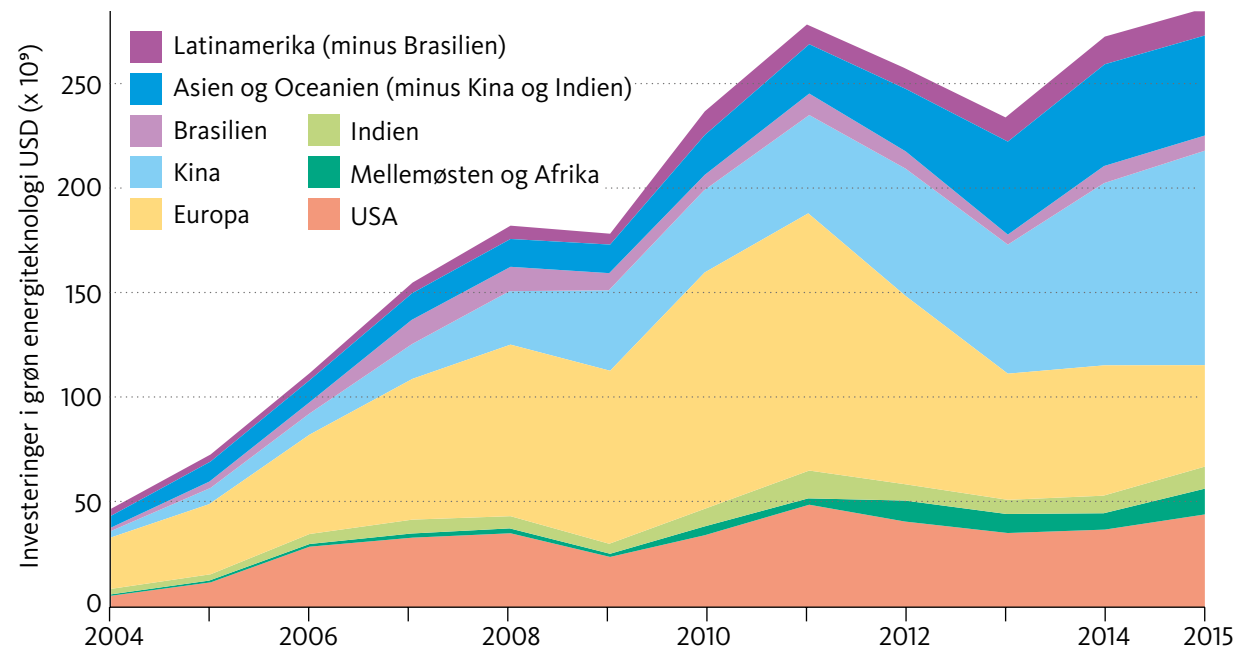
Blandt disse råstoffer udvindes bl.a. bly, kobolt, germanium og gallium som biprodukter, hvorfor produktionen af disse er afhængige af, at andre råstoffer, der bruges til andre ting, bliver brudt.

Af MiMa (2019).

Skiftet til nye vedvarende energiteknologier betyder ikke, at afhængigheden af mineral-ske råstoffer forsvinder; det bliver blot nogle andre råstoffer energiforsyningen bliver afhængig af. Kul, olie og gas udskiftes med de råstoffer, der skal bruges i produktionen af solceller, vindmøller, batterier etc., som fx sjældne jordartsmetaller, kobolt, nikkel, lithium, grafit, germanium, gallium og mange andre (figur 59).

På globalt plan blev der i perioden fra 2004 til 2016 investeret massivt i grønne energianlæg, hvoraf langt de fleste var i omlægning til vind- og solenergianlæg. Disse teknologier kan, i modsætning til bølgeenergi, geotermi og vandkraft, indpasses i mange lande.

Omstillingen til grøn energi afhænger ikke alene af, hvad der politisk besluttes, selvom om det har stor betydning. Da der kræves store økonomiske investeringer for at få produktionsanlæg, infrastruktur og lagring af energi op at køre, er det også nødvendigt, at der er investeringsvillig kapital til stede. Kombinationen af politiske ambitioner og økonomiske realiteter gør, at der er store forskelle på, hvor meget der investeres i forskellige dele af verden (figur 60). De samlede



investeringer i Asien er størst, mens investeringerne i Europa falder.

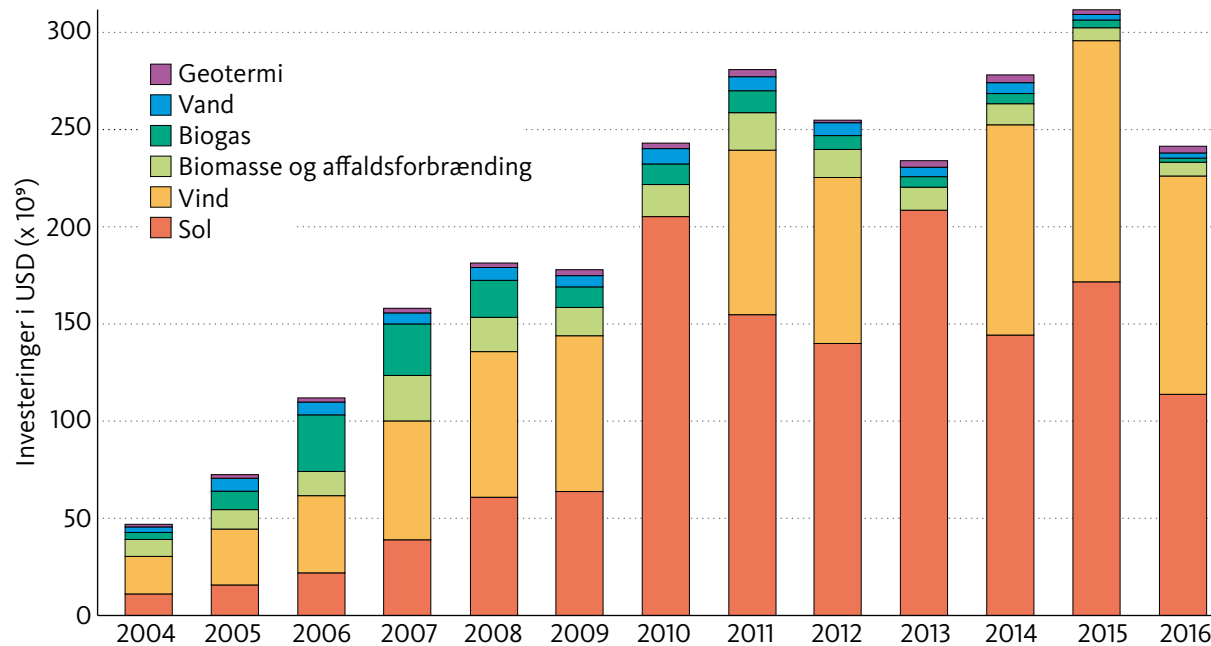
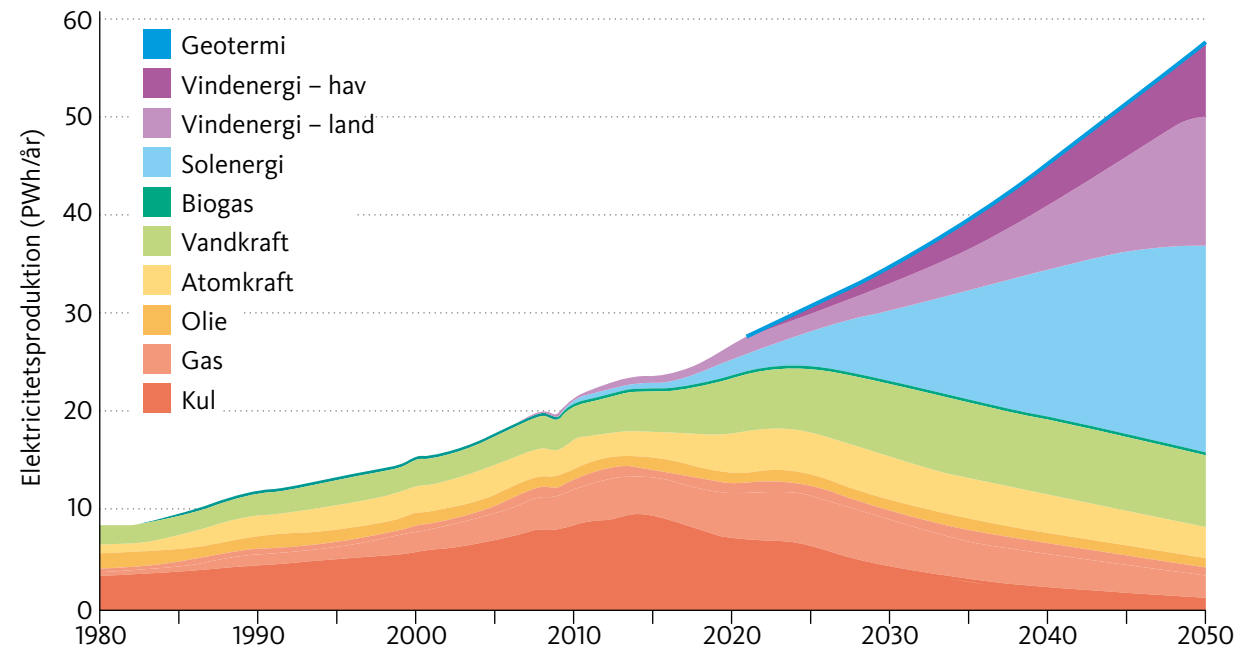
Når industrien fremstiller nye modeller af en vare, betyder det næsten altid, at der er ændret i sammensætningen af de grundstoffer, der indgår i de materialer, der anvendes. Det betyder, at nye grundstoffer kommer i spil, mens andre måske udfases. Sådanne ændringer ses meget tydeligt i forbindelse med den grønne teknologi inden for både

**FIGUR 60.** Udviklingen i investeringerne i grønne energiteknologier fordelt på regioner. Det fremgår at den europæiske investering i udbygning af vedvarende energianlæg er reduceret i modsætning til Kina, som fortsat investerer kraftigt. Hvordan vil kurverne se ud, hvis investeringerne blev opgjort pr. indbygger? Efter Ritchie & Roser (2019).

**FIGUR 61.** Historisk og forventet udvikling i den globale elektricitetsforsyning fordelt på teknologier fra 1980 frem til 2050.

Som det ses vil sol- og vindenergi være de dominerende energiteknologier.

Efter Energy Transition Outlook (2018).



**FIGUR 62.** Udviklingen globalt i investeringerne i de vedvarende energikilder fordelt på forskellige teknologier.

Trods stigende fokus på og forståelse af nødvendigheden af at udfase olie og gas hurtigt, har væksten i investeringer siden 2010 stoppet og ligger på et stabilt niveau.

Det ses også, at vind- og solenergi er de teknologier, som der investeres langt mest i.

Efter Ritchie & Roser (2019).

solceller, vindmøller, batterier og belysning, hvor der pludselig er stor efterspørgsel efter grundstoffer, som ikke tidligere blev brugt særligt meget. Eksempler på dette er bl.a. selen, ruthenium og tellurium, som nu bruges i stigende mængder til solceller.

Så spørgsmålet er nu, om FN's Verdensmål 7 og 13 bliver opfyldt? Det har den private organisation DNV-GL forsøgt at vurdere, bl.a. ved at lave nogle modeller for elektricitetsforsyningen frem til 2050. Modellerne sandsynliggør, at de traditionelle kul-olie-gas-baserede kraftværker er udfaset i 2050, og at den energimængde, som dermed kommer til at mangle, vil blive erstattet af energi leveret af solceller og vindmøller. Disse to teknologier forventes endda også at kunne forsyne verden med den ekstra energi, som er en nødvendig følge af den globale befolkningstilvækst og større købekraft (figur 61). Fordelingen i investeringerne i de forskellige teknologier vil få indflydelse på den fremtidige energiforsyning og på hvilke teknologier, der vil være dominerende (figur 62).

## NØGLEBEGREBER

- Grøn vækst
- Relativ grøn vækst
- Grønne energiteknologier

## REFERENCER

- Energy Transition Outlook. (2018). Energy Transition Outlook 2018. Hentet fra <https://eto.dnvgl.com/2018/download>
- Fischer-Kowalski, M., Swilling, M., von Weizsäcker, E. U., Ren, Y., Moriguchi, Y., Crane, W., ... Sewerin, S. (2011). *Decoupling natural resource use and environmental impacts from economic growth, A Report of the Working Group on Decoupling to the International Resource Panel*. Hentet fra <https://www.resourcepanel.org/reports/decoupling-natural-resource-use-and-environmental-impacts-economic-growth>
- Rentmeister, H., Übelacker, S., Kleinschmidt, L., Schmickler, P., Ammon, M., & Olbrecht, T. (2013). *Cleantech-Standortgutachten 2013: Chancen und Perspektiven für Ostdeutschland*. Hentet fra [http://www.dcti.de/fileadmin/pdfs/dcti/DCTI\\_Studien/Cleantech\\_Standortgutachten\\_2013\\_barrierefrei\\_sec.pdf](http://www.dcti.de/fileadmin/pdfs/dcti/DCTI_Studien/Cleantech_Standortgutachten_2013_barrierefrei_sec.pdf)
- Ritchie, H., & Roser, M. (2019). Energy. Hentet fra <https://ourworldindata.org/energy-production-and-changing-energy-sources>