

A landscape photograph showing a vast green field in the foreground, likely a crop field, with a dense line of trees in the middle ground. The sky is bright blue with large, fluffy white clouds. The overall scene is bright and sunny.

CIP\_fonden

# Nyhedsbrev

April 2024



# Behovet for grøn omstilling er stadig presserende

De seneste år har budt på en ny politisk virkelighed, som risikerer at påvirke hastigheden i den grønne omstilling i både Danmark og Europa. Nye konkurrerende behov for investeringer i militær oprustning og i nye teknologier presser sig på. Med Rusland som aggressor på den militære front og omfattende statsstøtteprogrammer i Kina til bl.a. bilindustrien og produktion af vindmøller kræver det massive investeringer, hvis Europa skal fastholde sin position globalt.

I den forbindelse er det vigtigt at have de såkaldte tipping points for øje, som kan føre til ekstremt hurtige og uoprettelige klimaforandringer. Fx, at den grønlandske iskappe eller den arktiske vinterhavis kollapser. Den store synder er atmosfærens indhold af CO<sub>2</sub> og andre drivhusgasser, som er steget markant og fortsat gør det, og som skubber udviklingen mod disse tipping points.

Hvis vi skal leve op til Parisaftalens målsætning, og undgå at vi passerer forskellige tipping points, skal vi både reducere udledningen af CO<sub>2</sub> og bruge negative emissions-teknologier, som kompenserer for fortidens synder og trækker drivhusgasser ud af atmosfæren. Det afspejler sig i vores projekter, hvor vi både ser på omstilling af energisystemet og forskellige former for dekarbonisering.

I januar måned lancerede vi CIP Fondens andet signaturprojekt – vejen til effektiv CO<sub>2</sub>-lagring med pyrolyse og biokul – en negativ emissionsteknologi, som fuldt indfaset kan lagre to mio. ton CO<sub>2</sub> årligt. Vi bringer som opfølgning et interview med professor i klimaforandringer og glaciologi, Sebastian Mernild, SDU, som ser negative emissionsteknologier som en nødvendighed. Budskabet er klart: Vi skal ikke snakke enten-eller, når vi diskuterer reduktioner i CO<sub>2</sub>-udledninger kontra fangst og lagring af CO<sub>2</sub> med CCS eller naturbaserede løsninger som skovrejsning og biokul. Vi skal det hele og i et tempo vi ikke har set til dato. For det haster med at få nedbragt koncentrationerne af drivhusgasser i atmosfæren, hvis vi skal undgå at passere nogle af de kritiske tipping points, fx at den grønlandske havis kollapser. Læs mere [her](#).

Derudover bringer vi som optakt til vores næste projekt, som handler om, hvordan man kan skabe fleksibilitet i el-systemet gennem forbrugssiden, en artikel om mulighederne

for at balancere elnettet og sikre forsyningen af strøm med digitale energidata. Elektrificeringen af samfundet stiller nye krav til vores el-system, som skal håndtere en væsentlig større efterspørgsel, samtidig med, at en stadig stigende del af vores el vil komme fra ikke-styrbare energikilder som sol og vind.

Det skaber udfordringer på to niveauer:

- 1) Den stigende elektrificering og øget brug af ikke-styrbare energikilder gør det sværere at balancere produktion og forbrug, og
- 2) den stigende elektrificering lægger samtidig et væsentligt pres på elnettet, når der skal transporteres større mængder af strøm, hvilket risikerer at skabe flaskehalse. Hvis der ikke handles, kan der i fremtiden opstå store og langvarige strømafbrydelser i Danmark.

Afbrydelserne vil kunne komme hyppigere og vare i længere tid, jo længere ud i fremtiden vi kigger. En af løsningsmulighederne er at sikre større fleksibilitet i elforbruget, så forbruget i højere grad tilpasses produktionen og elnettet. På den måde kan vi begrænse udbygningsbehovet og sikre, at vi ikke opbygger en væsentlig overkapacitet uden for den såkaldte kogespids. Samtidig kan det sikre lavere og mere stabile priser for forbrugerne og skabe nye forretningsmuligheder. Læs mere [her](#).

**God læselyst**



Torben Möger Pedersen, Formand for CIP Fonden



Charlotte Jepsen, Ledende partner

# Indholdsfortegnelse

Behovet for grøn omstilling er stadig presserende	2
Vi har brug for en hockeystav - men den skal vendes om.	4
CIP Fonden viser vejen til effektiv CO <sub>2</sub> -lagring med biokul.	7
Data kan bidrage til balancen på et elnet med store mængder sol og vind.	9
Information og fakta	12

# Vi har brug for en hockeystav - men den skal vendes om

SDU-professor Sebastian Mernild har været en del af arbejdet i FN's klimapanel IPCC. Vi skal både reducere CO<sub>2</sub>-udledningerne og udvikle ny teknologi til CO<sub>2</sub>-lagring, som Carbon Capture Storage, fordi det er afgørende med hurtig reduktion i atmosfærens indhold af drivhusgasser, understreger han.

Sebastian Mernilds budskab er ganske klart. Vi skal ikke snakke enten-eller, når vi diskuterer reduktioner i CO<sub>2</sub>-udledninger kontra fangst og lagring af CO<sub>2</sub> med Carbon Capture and Storage eller naturbaserede løsninger som skovrejsning og biokul.

Vi skal det hele og i et tempo vi ikke har set til dato. For det haster med at få nedbragt koncentrationerne af drivhusgasser i atmosfæren, fastslår han.

Som professor i klimaforandringer og glaciologi er Sebastian Mernild en af Danmarks mest anerkendte klimaforskere. Han er leder af SDU's Climate Cluster og forfatter i FN's klimapanel IPCC, hvor han var hovedforfatter på den såkaldte Sixth Assessment Report.



Sebastian Mernild

Her gennemgik SDU-professoren og hans globale forskerkolleger forskellige scenarier til at nå målet om at holde den globale opvarmning på 1,5 grader. I ingen af scenarierne er Carbon Capture and Storage, CCS, tilstrækkeligt til, at vi kan nå klimamålene. Der skal ske store reduktioner, især fra forbruget af fossile brændstoffer. Men samtidig skal vi udvikle og udnytte potentialerne i CCS, lyder forskernes anbefaling.

IPCC opererer med et meget stort interval, når de skal estimere hvor meget CO<sub>2</sub>, som kan indfanges og gemmes. I 2050 vil man kunne nå op på at lagre to til tre gigatons CO<sub>2</sub>-ekvivalenter, lyder et forsigtigt bud fra rapporten. Det svarer til rundt regnet seks procent af de samlede reduktioner, der er nødvendige.

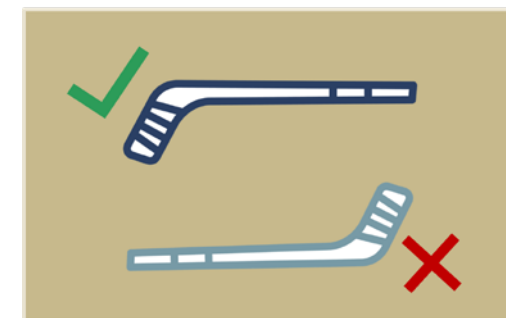
Rapporten peger på, at der er både tekniske, økonomiske, miljømæssige og socio-kulturelle barrierer. Der er stadig et relativt beskedent antal CCS-projekter. Men alene i 2021 blev antallet af projekter tredoblet. Og derfor kan effekten vise sig at blive større.

Sebastian Mernild peger på, at udledningerne af CO<sub>2</sub>, metan og andre drivhusgasser er steget år for år, det samme med temperaturerne. Hvor den globale middeltemperatur var rekordsættende i 2023. Derfor skal vi hverken vente eller afskrive bestemte teknologier. Både egentlige reduktioner i udledningerne fra landbrug, byggeri og transport, og omstillingen af den globale energisektor til vedvarende energikilder er helt afgørende virkemidler, men ikke de eneste. Vi skal have alt i brug, der kan knække kurven af koncentrationen af drivhusgasser i atmosfæren, for det er den eneste måde vi over tid kan få afbøjet kurven over temperaturstigninger.

“En hockeystav er nødvendig, men den skal vende omvendt. Det helt afgørende er, at vi får nedbragt mængden af drivhusgasser i atmosfæren, som er blevet stadig større. Og det er vigtigt at gøre noget så hurtigt som muligt. Vi nærmer os nogle af de kritiske tipping-points, som vi helst skal undgå. Derfor skal alle midler i brug. Det kan sagtens være, at der hen ad vejen kommer nye teknologier, der er både bedre og billigere, men det kan blive meget dyrt at vente, siger Sebastian Mernild.

Omkostningerne ved ikke at handle nu skal gøres op økonomisk, i miljø og klima. Og i de menneskelige omkostninger ved både ekstremt vejr med alt fra oversvømmelser og varige forandringer, hvor landbrugsarealer bliver sværere at dyrke med sult og flygtningestrømme som konsekvens.

*Hockeystaven viser vejen, men den bør vende om af hensyn til klimaet*



## TEMPERATURSTIGNING KAN BLIVE SELVFORSTÆRKENDE

IPCC har siden 2005 peget på behovet for CCS, som normalt dækker over, at man opfanger CO<sub>2</sub> i røggassen fra energiproduktion eller industrielle anlæg og gemmer den i komprimeret form adskillige kilometer ned i jorden i de stabile lag. Sideløbende bliver der også arbejdet med at opfange CO<sub>2</sub> direkte fra luften.

Det anslås, at der med de kendte lagre kan lagres CO<sub>2</sub> i undergrunden svarende til de nuværende udledninger frem til udgangen af dette århundrede.

Diskussionen om CCS er ofte blevet polariseret. I det ene ringhjørne har en række af de mest klimabelastende industrier og lande været fortalere for CCS. Og fordi det har

fremstået - og måske også har været ment - som et alternativ til egentlige reduktioner i udledningerne af drivhusgasser, er CCS blevet set på som en afledningsmanøvre.

I det andet ringhjørne står fortalere for, at man først skal gennem fuld reduktion af emissioner alle steder, før der bør foretages lagring. Det ene udelukker imidlertid ikke det andet. CO<sub>2</sub> lagring kan supplere reduktionerne. Den debat har også kørt herhjemme, hvor CCS spiller en afgørende rolle i regeringens plan for at nå klimamålene.

Helt parallelt til at det kræver både styrke- og kredsløbstræning, hvis man skal i fysisk form, er der ingen grund til at afskrive indsatser, der kan nedbringe mængden af CO<sub>2</sub> i atmosfæren.

Sebastian Mernild har for år tilbage selv sammen med kolleger afdækket et af de kritiske tippingpoints, som vi er tæt på. Kommer vi over en global temperaturstigning på 1,6 grader, kan det have afgørende konsekvenser for indlandsisen, forklarer han.

Her har man tilvæksten på overfladen af den store iskappe, når det sner mere end det smelter. Samtidig sker der en afsmeltning i bunden, ligesom der afbrækker isbjerge ud i havet.

Med temperaturstigninger forrykkes den balance da afsmeltningen på overfladen overstiger pålejringen af sne, og det kan sætte gang i stigende tab af is og forventeligt en selvforstærkende effekt. Med varmere temperaturer bliver indlandsisen mindre, så kommer toppen af indlandsisen til at ligge i lavere højder, hvor temperaturen er højere, og det betyder yderligere afsmeltning.

“På den måde kan istabet blive større og større. Indlandsisen vil ikke være i stand til at genopbygge sig selv. Her peger vores studier på, at det vil ske, når den globale temperaturstigning rammer omkring 1,6 grader. På den måde er der flere af jordens store systemer, som kan nærme sig kritiske tipping-points i nær fremtid,” siger han.

#### STORE POTENTIALER I BOKUL

En af de teknologier, som på kort sigt har store potentialer til at lagre CO<sub>2</sub>, er pyrolyse af restprodukter fra landbruget til biokul. Gennem processen bliver CO<sub>2</sub> bundet i biokul, som kan spredes på landmændenes marker, og kulstoffet vil være bundet i flere hundrede år.

Man kan fremstille biokul af alle typer biomasse. Alt fra halm og træflis til restfibre fra biomasse vil gennem pyrolyseprocessen, hvor biomassen varmes op til mindst 5-600 grader uden ilt, blive til biokul. Mens biokulene binder både kulstof og kvælstof, vil fosfor og kalium blive frigivet, og dermed kan biokul også bidrage til jordforbedring.

En handlingsplan fra CIP Fonden fra januar 2024 viser, at pyrolyse og biokul vil være samfundsøkonomisk fordelagtig, når man sammenligner med andre former for CCS.

Bestyrelsesmedlem i CIP Fonden Anne Arhning peger på, at biokul kan spille samme rolle for den grønne omstilling af landbruget, som vindteknologien har gjort i energisektoren. Teknologien er moden og billig, men der er behov for at få rammevilkårene på plads hurtigt, så der kan blive skabt et marked på området, lyder Anne Arhnings budskab.





**NORDSØEN SKAL BRUGES TIL CO<sub>2</sub>-LAGRING**

Når det er gået forholdsvis langsomt med udviklingen af CCS, skyldes det blandt andet de kraftigt faldende priser på sol og vind. Prisen på solceller er styrtdykket siden årtusindskiftet, og med lidt krøller på priskurven gælder det samme for landvind og havvind. Når økonomerne har regnet på det, så har man kunnet spare CO<sub>2</sub>-udledninger billigere ved at erstatte fossile kraftværker med sol og vind i energiproduktionen end ved CCS.

Når det gælder sikkerheden, er der ingen grund til at frygte udslip af den lagrede CO<sub>2</sub>. CO<sub>2</sub>'en vil blive lagret i typer af jordlag, hvor der i årtusinder har ligget olie. Det er det man kalder impermeable lerlag, som drivhusgas-

serne ikke kan trænge igennem, fortæller Sebastian Mernild, der understreger, at dette ikke er hans forskningsfelt, men viden fra kolleger.

Fra dansk side er man allerede i gang. I marts 2023 lød startskuddet til Project Greensand, hvor man vil udnytte undergrunden under Nordsøen til at lagre CO<sub>2</sub>. På den måde går historien i ring. Fra olie- og gasproduktion med start i 1970'erne til lagring af de fossile brændsels uønskede biprodukt 50 år senere.

Project Greensand er et spændende projekt. Men det er langt fra nok til at opfylde det øverste punkt på Sebastian Mernilds ønskeliste. Det kan skrives kort: Skala.

“Vi er nødt til at opskalere, hvis vi skal have en ordentlig effekt. Det er fint med pilotprojekter; men vi skal have projekter ud af forskningslaboratorierne, hvis det skal have en impact. Vi har globalt nettoudledninger på 19 gigatons CO<sub>2</sub> årligt, så det haster i den grad, siger han.

**KLIMAET AGERER EFTER FYSIKKENS LOVE**

Med en forholdsvis ny teknologi er der stor sandsynlighed for teknologispring i lighed med det, som er set på sol og vind, men det er vigtigt, at den viden, man får gennem forskning og innovation, bliver sat i spil på tværs af virksomheder og lande. Skalering af CCS-projekterne vil bidrage yderligere til innovationen. Med flere projekter vil der være en større volume for at opsamle erfaringer og effektivisere.

“Kurven for udledningerne er kun gået opad og opad. Det er helt afgørende, vi får den knækket. I realiteten er det ikke kun udledningerne, der er afgørende. Det er koncentrationen af drivhusgasser i atmosfæren, som er bestemmende for temperaturforandringerne. Det er velbeskrevet, at mængden af drivhusgasser i atmosfæren, udledningerne og temperaturstigninger hænger tæt sammen. Derfor er tid helt essentielt her. Derfor er anbefalingen en omvendt hockeystav,” siger Sebastian Mernild.

Som forsker holder han sig uden for de politiske diskussioner. Og indimellem kan de politiske trakasserier flytte fokus fra det væsentlige, påpeger han.

De seneste temperaturmålinger indikerer, at vi er meget tæt på Paris-aftalens 1,5 graders mål. Men det kan være svært at afgøre, for her går der hurtigt politik i diskussionen. Her mangler man den præcise definition for, hvordan man opgør temperaturstigninger.

“Klimaet er ligeglad med politik og definitioner, så det bliver hurtigt noget sniksnak. Nok er der masser af usikkerheder. Både på de direkte konsekvenser for klimaet, og på hvad det medfører af ekstremt vejr, flygtningestrømme og andre menneskelige katastrofer, men uanset om vi har overskredet de 1,5 grader eller blot er tæt på, så er klimaet ligeglad med en diskussion om definitioner, for klimaet er det alene fysikken, der tæller,” siger han.

Fysikkens love kan nok så mange politikere ikke ændre. Derfor understreger Sebastian Mernild endnu en gang, at alle værktøjer skal i brug.

“Vi har skubbet til vores klimasystem, så der er skabt en ubalance, som kan have uoverskuelige konsekvenser. Derfor skal vi op i gear. Vi skal agere i langt højere hastighed end tidligere, og vi skal gøre det på tværs af sektorer. Vi skal fx have mere bæredygtig mobilitet, grønnere landbrug, byggeri og energi. Vi skal huske at agere internationalt, for klimaet er ligeglad, hvor udledningerne kommer fra. Vi skal også have teknologiløsninger som CCS, og samtidig skal vi ændre adfærd, hvor alt fra kostvaner til vores forbrug er i spil,” siger han.



Credit: Project Greensand

# CIP Fonden viser vejen til en effektiv CO<sub>2</sub>-lagring med biokul

Biokul kan understøtte den grønne omstilling af dansk landbrug ved at lagre CO<sub>2</sub> effektivt og langvarigt, fungere som gødningsprodukt og producere grøn energi undervejs.

Samfundsøkonomisk er fortrængningsomkostningerne ved at fjerne et ton CO<sub>2</sub> fra atmosfæren med biokul meget konkurrencedygtige i forhold til øvrige klimavirkemidler.

CIP Fonden lancerede i januar 2024 en række rapporter om brugen af biokul som klimavirkemiddel. Hovedrapporten [Vejen til effektiv CO<sub>2</sub>-lagring med biokul](#) viser, hvordan biokul kan understøtte landbruget i den omfattende og investeringskrævende grønne omstilling, og samtidig skabe grøn energi til resten af samfundet sammen med andre sidegevinster.

## BIOKUL AF RESTER FRA LANDBRUGET

Biokul laves af restbiomasser, der ikke har væsentlig anden økonomisk anvendelse. Typisk rester nederst i en kaskadanvendelse af biomasser. Det kan fx være restfibre fra biogas-



anlæg, husdyrgødning, halmrester, der i dag nedmuldes på markerne, og andre græs- og planterester. Eller rester som spildevandsslam og have/park affald. Altså sidestrømme, som kan bruges påny, give anledning til indtægter, og hvor vigtige næringsstoffer kan indgå i en cirkulær anvendelse, mens potentielt problematiske stoffer renses fra biomassen.

Når man laver biokul, opvarmes restbiomasserne i en pyrolyseovn, og ud af det kommer grøn energi i form af pyrolysegas (til varme og el), overskudsvarme (fx til fjernvarme), og bioolie, der kan bruges til grønne brændstoffer i sektorer, der ellers er svære at omstille. Ud kommer også en fast rest i form af biokul, der kan bruges som gødningsprodukt og til jordforbedring, men hvis egenskaber også er relevante i eksempelvis byggematerialer. Og som indeholder CO<sub>2</sub> fra biomassen på en fast og stabil form, altså kulstoflagring.

Se [her](#), hvis du vil vide mere om processen.

## BIOKUL SOM KLIMAVIRKEMIDDEL

Det er forholdsvis nyt, både herhjemme og i udlandet, at se på biokul som et klimavirkemiddel. En såkaldt negativ emissionsteknologi, der fanger og lagrer CO<sub>2</sub>.

**1 ton biokul ~ 2 ton lagret CO<sub>2</sub>e**

Processen skaber også andre klimagevinster: når restbiomasserne behandles istedet for fx at blive bragt direkte ud på markerne, undgår man emissioner fra biomassen af potente drivhusgasser. Og når den grønne energi fra processen erstatter fossile alternativer, fortrænger man den type udledninger.

**80 pct.** af kulstoffet i biokullene er der stadig efter 100 år

**75 pct.** er der stadig efter 1.000 år

Det har videnssynesen om biokul fra Aarhus Universitet fra 2022 vist. Og en række andre forskningsartikler har vist, at kulstoflagringen er både meget langvarig og stabil.

Biokullene kan på dokumenterbar vis lagre kulstof som andre CCS-teknologier. Dét er nyt. Biokul kan klimamæssigt både hjælpe med at "rydde op" efter tidligere tiders udledninger til atmosfæren, men også efter udledninger, der ellers er svære helt at fjerne, fx emissioner fra jord og fra husdyr.

## NYT KLIMAVIRKEMIDDEL BASERET PÅ GAMMELKENDT TEKNOLOGI

Selve brugen af biokul er dog ikke noget nyt. Allerede for mere end 2.500 år siden brugte man biokul til jordforbedring i Amazonas. Jorden i regnskoven er ofte sandet og ufrugtbar under det første tynde, men frodige jordlag. Ved at tilføre biokul har det været muligt at omdanne jorden til en mere næringsrig og frugtbar jord til dyrkning af fx fødevarer.

I Europa og en række andre lande bliver biokul i dag brugt til at forbedre jorden på landbrugsbedrifter og som gødningsprodukt til have/park-anlæg, i gartnerier og private haver. Og nogle steder også til at blande i cement, asfalt og forskellige andre materialer.

## BIOMASSE NOK TIL POLITISK MÅLSÆTNING

NIRAS har undersøgt omfanget af relevante restbiomasser i Danmark til biokul. Ud fra fem af de større kilder (ubjærgede halmrester, digestat, dybstrøelse, have/park affald og spildevandsslam) er der nok restbiomasse



til at nå Landbrugsaftalens målsætning om lagring af 2 mio. ton CO<sub>2</sub>e årligt fra 2030<sup>1</sup>. Og der er potentiale til mere fra dansk landbrug med op til 10 mio. ton flere bioressourcer i 2030, jf. det Nationale Bioøkonomiske Panel.

Biokul giver samtidigt gode muligheder for at genbruge vigtige næringsstoffer som fx fosfor og kalium fra biomasserne og omfordele det mellem landbrugsjorde. Fosfor er afgørende for plantevækst, men er samtidig en knap ressource, som udvindes fra miner, importeres og spredes via kunstgødning. Biokul har samtidig en kalkende effekt på jorden.



### BIOKUL ER IKKE BARE BIOKUL ...

De største gevinster kommer, når man anvender biokullet på landbrugsjord. Som gødning og som jordforbedring, hvor bl.a. jordens vandholdende evne styrkes, og hvor biokulene kan være med til at begrænse udvaskningen af kvælstoffer fra jorden til vådområder.

Men effekterne af at bruge biokul er ikke så lette at generalisere. Biokul er ikke bare biokul. Virkningen afhænger af en række forhold: hvilken biomasse de er lavet af, hvilken behandlingsproces de har været gennem, og hvilken type jord de anvendes på.

Der er allerede meget forskning om effekterne af at bruge biokul, også fra danske forsøg. Men der er brug for, at resultaterne bliver opsamlet systematisk og kategoriseret, så man bliver bedre til at se, hvor man med fordel kan anvende biokul og af hvilken slags.

### KLIMAKREDITTER BETALER FOR KULSTOFFLAGRING

CIP Fonden har undersøgt business casen bag forskellige typer af biokul for den samlede værdikæde og finder det rentabelt - når der vel at mærke også er et bidrag til betaling for kulstofflagringen. Det er ikke gratis. Nogen skal altså betale for biokullets positive klimaeffekt, hvis det skal være rentabelt for landmændene og pyrolyseværkerne.

Den betaling kan i dag komme fra markedet for køb og salg af klimacertifikater, fra højere priser på produkter i en værdikæde, der har gavn af det lavere klimaaftryk, eller fra støtte til kulstofflagring (CCS støtte).

Et klimacertifikat er et bevis på, at der er fjernet et ton CO<sub>2</sub> fra atmosfæren. Når et certifikat handles, kaldes det en klimakredit.

Kulstofflagring med biokul har gode forudsætninger for at finde medfinansiering gennem det voksende, globale marked for klimakreditter, fordi teknologien leverer en troværdig og langvarig lagring, der kan lokaliseres. Samtidig leverer biokul en række sidegevinster, som også har betydning for betalingsvilligheden.

Køberne af et klimacertifikat kan bruge det i deres klimaregnskaber. Priserne for klimacertifikater er aktuelt omkring 130 euro pr. ton CO<sub>2</sub>e, men markedet for klimakreditter ("carbon removals") er endnu i sin opstart, og der er stor usikkerhed omkring de fremtidige priser. Se fx analyse af klimakreditter udført af SEGES Innovation for CIP Fonden [her](#).

En europæisk standard for certificering af kulstoffjernelse og et fælles register er på vej fra EU, og det vil kunne styrke markedet for køb og salg af klimacertifikater med større transparens og troværdighed.

### BIOKUL ER SAMFUNDSØKONOMISK GODT KLIMAVIRKEMIDDEL

Samfundsøkonomisk er prisen for at lagre et ton CO<sub>2</sub> med biokul konkurrencedygtigt sammenlignet med andre CCS-teknologier som mekanisk fangst fra luften (direct air capture, DACCS) og afbrænding af biomasse på varmeværker (BECCS), hvor CO<sub>2</sub>'en efterfølgende indfanges ved skorstenen og lagres i undergrunden. Det skyldes bl.a. flere positive sideeffekter, hvor fx næringsstoffer recirkuleres istedet for fx at blive brændt af i et kraftvarmeværk, men også lavere produktionspriser. Se bl.a. EA Energianalyses rapport for CIP Fonden [her](#).

Det bør derfor overvejes at give biokul adgang til at søge CCS støtte på lige vilkår med disse teknologier. Det vil samtidig understøtte opbygningen af en industri til biokul ved at reducere noget af risikoen.


Biokul har klimamæssigt potentiale til at bidrage til Danmarks 2030-målsætning, og herunder de specifikke målsætninger for landbruget. Men det tager tid at opbygge en ny produktion og opnå klimaeffekterne. Og jo flere usikkerheder der er, jo mere omkostningsfyldt er det at begive sig ud i.

### BEHOV FOR KLARE RAMMER




Teknologimæssigt er Danmark godt med, og der laves biokul 12 forskellige steder i Danmark. Med god geografisk spredning og samtidig også med variation i størrelsen af anlæg og i hvordan og af hvad man laver biokul. Og flere er på vej.

På nuværende tidspunkt knytter de væsentligste udfordringer ved markedsgørelsen af biokul sig til fraværet af en direkte regulering af biokul i dansk lovgivning. Jo længere tid det tager, jo mindre vil biokul kunne bidrage til klimamålsætninger på kort sigt. Potentialet er imidlertid stort og størst efter 2030 frem mod senere målsætninger om fx klimaneutralitet i 2045 og nettonegativ status i 2050.

Du kan læse mere om CIP Fondens hovedrapport og delrapporter [her](#), hvor du også kan finde svar på forskellige spørgsmål om biokul.



**CIP Fondens hovedanbefalinger**

-  **Etabler hjemmel for brug af biokul af landbrugets rester**
-  **Understøt opstart med CCS-støtte, der afløses af markedet for klimakreditter**
-  **Etabler guidelines for brug af biokul i landbruget**



# Data kan bidrage til balancen på et elnet med store mængder sol og vind

**På elnettet skal produktion og forbrug følges ad, og det kan være en udfordring. Med grønne energikilder skal balancen i stigende grad hentes ved at skrue op og ned på forbrugssiden. Det kan kun lykkes med systematisk opsamling og deling af data.**

Når vi sætter mobiltelefonen til opladning eller tænder for lyset, er vi vant til, at der er strøm. For de teknisk ukyndige er strøm både et selvfølgelig gode og en endimensionel råvare. Strømmen kommer ud af stikkontakten og sikrer liv i alt fra lamper til laptops.

Men tager vi et kig ind bag kontakten og følger kablerne tilbage, er det langt fra så enkelt. I hvert fald ikke for dem, som står med ansvaret. Elnettet kræver, at produktion og forbrug hele tiden er på samme niveau inden for et snævert interval. Som en vippe, der skal holdes i balance. Ellers får vi black-outs, hvor strømmen ryger.

Med flere vedvarende energikilder som sol og vind i el-produktionen og forbrugere, der indimellem reagerer uforudsigeligt, er ba-

lanceringen af elsystemet blevet langt mere kompliceret end tidligere. Her er data og datadeling et helt afgørende greb, der kan sikre en el-forsyning, hvor stor forsyningsikkerhed, en stor andel af grønne energikilder, effektivitet og fornuftige priser går hånd i hånd. Og en stor del af data skal komme fra forbrugerne selv. Hvor man tidligere kunne skrue op og ned for produktionen for at holde balancen, skal der i fremtiden også skrues på forbruget.

“Det er relativt nemt at skrue op for produktionen på traditionelle kraftværker, men det kan man ikke med sol og vind. Men i stedet kan vi justere på forbruget. Det kan være i store kontorlokaler, lagerhaller, processer i forsyningssektoren, butikker, industriprocesser, i boliger, opladning af elbiler eller andre steder. Om du skruer op for produktionen eller ned for forbruget, giver samme nettovirkning,” siger Flemming Silius Nielsen, Head of Flex Partner hos Andel Energi.

I energiselskabet er man i gang med at hente erfaringer via den såkaldte Flex Platform, som selskabet har udviklet i samarbejde med IBM. I første omgang er det en række af helt store elkunder i Andel-koncernen, blandt andre Salling Group, Københavns Kommune og på det seneste jernstøberiet Birn og andre større industri- og telekommunikationsvirksomheder, som er med i partnerskaber, hvor de leverer det fleksible forbrug, som kan sikre balancen.

## SOM ET SPIL TETRIS

Alt fra supermarkedernes køle- og frysediske til varmepumper og ventilatorer, der sikrer behagelig temperatur og luft på kontorer, kan kobles ud - eller tændes for - i kortere perioder, uden der sker skade på hverken fødevarer eller komforten i lokalerne. På den måde bidrager partnerne til at sikre balancen i elnettet.

Helt enkelt er det dog ikke. For de forskellige enheder - assets som Flemming Silius Nielsen kalder dem - opfører sig forskelligt. I Flex Platformen skal man kende kapaciteten, og man skal vide hvor lang tid, man kan holde en køledisk slukket eller lukke for varmen i en kontorbygning.



“Vi plejer at beskrive det som et tetrisspil. Vi har en række byggeklodser, som er de forskellige elementer, som kan tændes eller slukkes.

Nogle assets som eksempelvis batterier kan reagere lynhurtigt, mens det eksempelvis ikke gælder for varmepumper. Vi skal have klodserne til at passe sammen, ligesom i Tetris,” siger han.

Indtil videre har Andel kun store erhvervs-kunder med på Flexplatformen. For man skal have realtidsdata specifikt for enkelte assets. I privatboliger er udfordringen at få adgang til kundernes relevante assets, som eksempelvis varmepumper, elvarme, elbils-ladestander, solceller og batterier m.m. på en rimelig omkostningseffektiv måde, ligesom der altid skal være strøm til den router, der sikrer netforbindelse. Samtidig skal det hele køre digitalt og i realtid.

“Der er store potentialer i de private husholdninger, men det kræver helt andre dataløsninger end vi har i dag. Derfor er vi startet med de store erhvervs-kunder”, siger Flemming Silius Nielsen.

## FLEKSIBELT FORBRUG UNDERSTØTTER GRØNT EL-NET

Han skelner mellem det, han kalder privat-økonomisk optimering, altså at kunderne vælger at bruge strøm, når prisen er lav, og det fleksible forbrug. Det fleksible forbrug er et helt nyt marked, hvor man som kunde bliver belønnet for, at ens strømforbrugende

enheder kan tænde og slukke, når balance- ringen af elnettet kræver det.

Der er både store økonomiske gevinster og store klimagevinster. Mængden af vedvaren- de energi i energiproduktion kan blive langt højere, og der er i langt mindre omfang behov for termiske kraftværker, der brænder kul, olie eller biomasse som backup til sol og vind.

Den såkaldte frekvensregulering, som er mar- kedet for ydelser, der kan balancere elnettet, er sidste skud på stammen i den enorme forandring, der er sket med elsystemet de seneste 25 år.

Går vi 30 år tilbage, leverede det lokale elselvskab strømmen og drev det lokale net. Alle betalte ud fra forbruget, typisk hvert hele eller halve år.

Med liberaliseringen omkring årtusindskiftet blev først erhvervskunderne og siden de pri- vate kunder sat fri, så man selv kan vælge sin elleverandør. De første mange år var der dog meget få privatkunder, som benyttede denne mulighed.

Men med de stigende el- og energipriser i efteråret 2022 blev det pludselig en folke- sport at optimere sit elforbrug. I tusindvis fik danske husstande downloadet apps, hvor de kunne følge, hvordan elpriserne svigede hen over døgnet. Og alt fra opladning af elbiler til opvask blev flyttet til nattetimerne, hvor strømmen var billigst. På sit højeste var det omkring 30 procent af strømmen, som blev flyttet til tidspunkter med billige kilowatttime- priser.

### AKTIVE KUNDER GIVER NYE UDFORDRINGER

Det er positivt, at vi får udjævnet strøm- forbruget henover døgnet, understreger Flemming Silius Nielsen. Vindmøller kan også producere strøm om natten. Og vi udnytter både produktionskapacitet og investeringerne i transmission- og distributionsnet bedre, jo mere jævnt fordelt over hele døgnet forbruget er.

Men den privatøkonomiske optimering og stadig mere prisbevidste forbrugere har også givet nye udfordringer i balanceringen af el-nettet.

Hver dag laver de balanceansvarlige aktører i elsektoren og Energinet detaljerede prognoser for morgendagens elforbrug, hvor døgnet er opdelt på time- og 15-minutters niveau. Det er ud fra den prognose, at elproducenterne spiller ind med deres produktion. Men når for- brugerne i kølvandet på prognosen kan tjekke de timebaserede el-priser, så flytter de deres forbrug. På den måde disrupter prognosen sig selv, for pludselig er forbruget anderledes.

Man kan sammenligne det med trafik. Hvis man får en detaljeret prognose over hvornår, der er myldretid og kø-kørsel, så vil mange af dem, som har muligheden, vælge at køre tidligere eller senere end den værste myld- retid. Og så kan det være, at myldretiden forskubber sig.

I trafikken må man tålmodigt leve med at køre i kø. I elsystemet kan ubalancen og effektmangel i perioder med vindstille og tåge potentielt give black-outs eller de lidt mindre dramatiske brown-outs, hvor de ansvarlige for elforsyningen bevidst slukker for strømmen i specifikke områder i en kortere periode for holde elnettet kørende uden store nedbrud.

### DATA SKAL FLYDE FRIT

På én og samme tid er data både nøglen og en af de helt store udfordringer i designet af fremtidens elsystem, hvor kundernes fleksi- ble forbrug er med til at holde balancen på nettet.

I dag stopper energiselskabernes viden ved hovedmåleren. Bag ved den hersker privat- livets fred. Eller måske snarere de private leverandørers fred.

I store moderne bygninger vil der typisk være et BMS, Building Management System, hvor der vil indgå data fra opvarmning, ventilation med mere. Flex Platform er grundlæggende designet så den kan kommunikere med langt de fleste større BMS-systemer. På den måde er der adgang til de bagvedliggende assets.

I bygninger uden opdaterede BMS-systemer, specialprocesser i industrien, mindre indu- strivirksomheder og hos privatkunder, er den digitale adgang til de bagvedliggende assets derimod vanskeligere og kræver ofte special- designede IoT-løsninger.

“Der vil være behov for langt flere data, som skal flyde på tværs. Det gælder både på forbrugssiden, og det gælder samtidig i selve el-systemet, hvor man skal kende belastnin- gen på transformerstationerne, for de kan også blive flaskehalse i systemet, siger senior Research og Innovations Manager Lea Schick fra Alexandra Instituttet. Hun har gennem flere år arbejdet med projekter om data i el-sektoren.



Når det gælder el-forbruget er der allerede samlet data i Energinets såkaldte datahub. Her er der dog ikke tale om realtidsdata, hvilket vil være påkrævet, hvis man for alvor skal have et marked for fleksibilitet til at fungere.

Det vil samtidig være oplagt at få data fra andre forsyningsarter. Produktionen på kraftvarmeværker, de store pumper på rensningsanlæg og i vandforsyningen er noget af det, som kan tændes og slukkes og bidrage med en vis effekt, påpeger Lea Schick, der hurtigt peger på, at der også er nye udfordringer i den sammenhæng.

“Det er meget store datamængder, men der er oplagte sikkerhedsgrunde til, at vi ikke skal have det på én server eller i en stor datapark. Hvis russerne eller andre, som ikke vil os det godt, finder ud af det, er det et oplagt mål. Derfor er det afgørende, at have data decentralt,” siger hun.

#### FORBRUGERNE ER IKKE RATIONELLE

Lea Schick peger på Data Spaces som fremtidens løsning. Både lovgivningsmæssigt og teknisk er der stadig mange udfordringer, som skal løses. Data Spaces er grundlæggende et system, hvor man kan give relevante aktører adgang til relevante data.

I øjeblikket er der et stort arbejde i EU, som skal bane vejen for en organisatorisk og digital infrastruktur, hvor det bliver lettere at dele data, samtidig med at data ligger decentralt. Den enkelte virksomhed eller forbruger vil stadig skulle give tilladelse til datadeling. Men det skal være lettere, så man ikke skal have separate aftaler for alle de strømforbrugende enheder, der eksempelvis kobles på Andels Flexplatform eller lignende initiativer.

“I EU arbejder man på både lovgivning og teknologiudvikling, og man giver store støttepuljer for at udvikle grundstrukturer for såkaldte Common European Data Spaces. På tværs af sektorer har du meget ensartede problemstillinger. Der er behov for data spaces i både energisektoren, sundhedsområdet, transport og mobilitet for blot at nævne nogle eksempler på de sektorspecifikke data spaces, der arbejdes på på europæisk plan. Der er både et spørgsmål om det tekniske set-up, sikkerhed og governancestruktur, og ikke mindst hvem der skal have ejerskab til data,” siger Lea Schick.

Hun peger på flere udfordringer. Teknologien og mængden af data skal videreudvikles for at skabe et mere fleksibelt elsystem. Men udfordringerne ligger også i vanetænkningen. Både hos dem, der laver systemerne og kunderne selv.

“Der er et kæmpe potentiale i de almindelige husholdninger. Og der er en kæmpe opgave i at få kunderne til at forstå, hvorfor de skal sige ja til at være med,” siger Lea Schick.

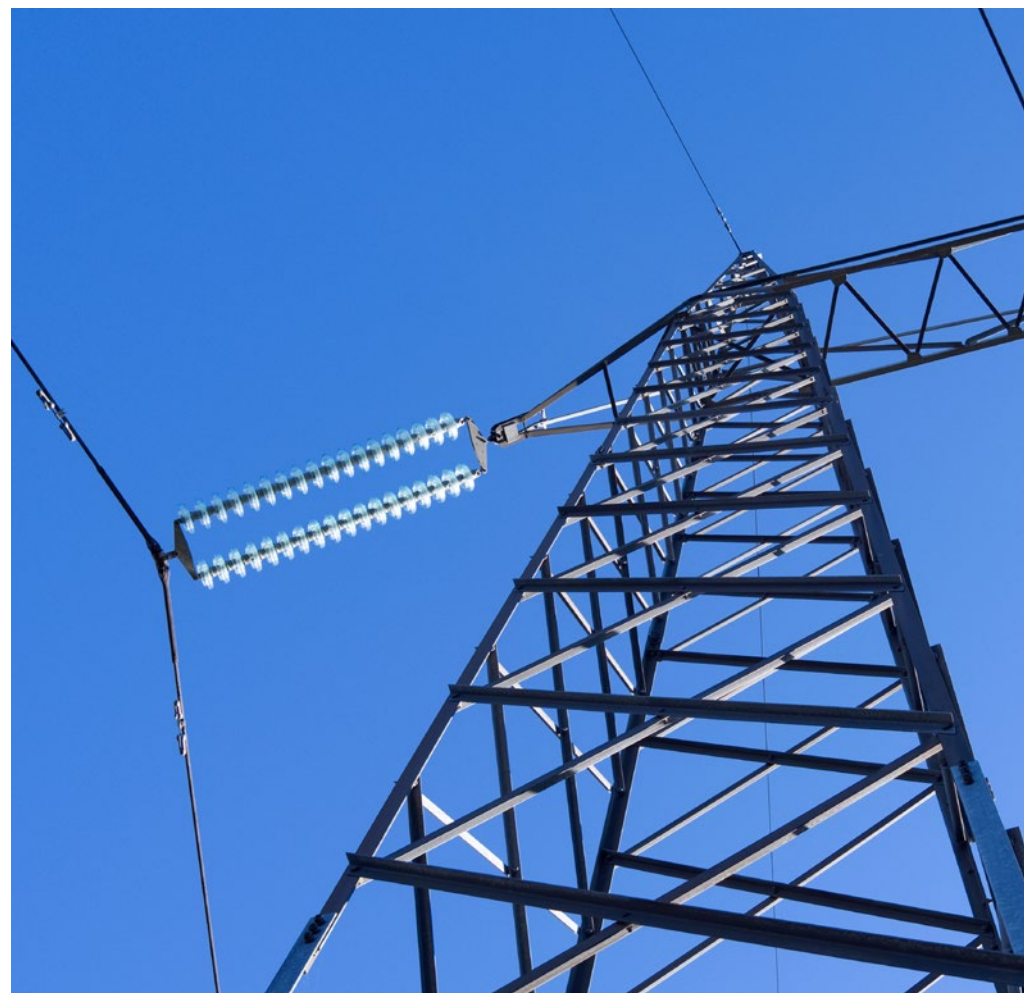
Forandringen er på linje med den omkalfatring, der skete med internettet, da det gik fra at være et værktøj for forskere til at blive en bred folkelig kommunikationsmotorvej. Man skal forstå kunderne dybere.

“Energisystemet er udviklet af det, man i forskningen kalder “the rational resource man” – hvide, midaldrende mænd med ingeniørbaggrund. Problemet er bare, at der er mange, der ikke opfører sig med samme rationaler, som udviklerne forudsætter. Det kan godt være, at du kan spare penge på at vaske tøj om natten og hænge tøjet til tørre

om morgenen. Men hvis du har tre børn, og fodboldtøjet skal være rent til næste kamp, så kører vask og tørretumbler på andre tidspunkter,” lyder Lea Schicks eksempel.

Der er flere forandringer, som skal tages hånd om i den kæmpe omstilling af vores energisystemer, vi står over for, påpeger hun.

“Vi skal udvikle nye digitale systemer, sikre langt større grad af og en mere sikker udveksling af data. Det kræver både indsigt i forbrugernes vaner i at bruge energi og ikke mindst en grundlæggende accept fra forbrugerside. Det er alt sammen parametre, som skal være på plads, for at vi kan udnytte det fulde potentiale i fleksibelt energiforbrug,” siger Lea Schick.

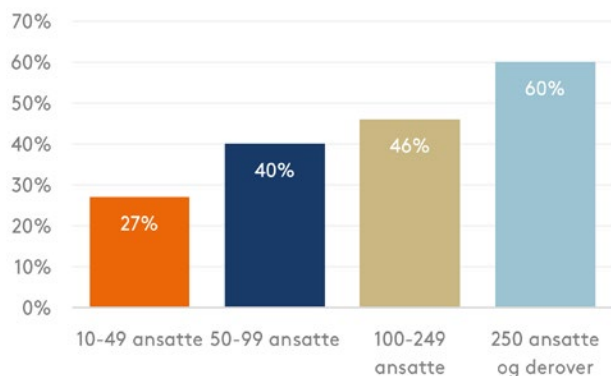




# Information og fakta

# Data og digitalisering

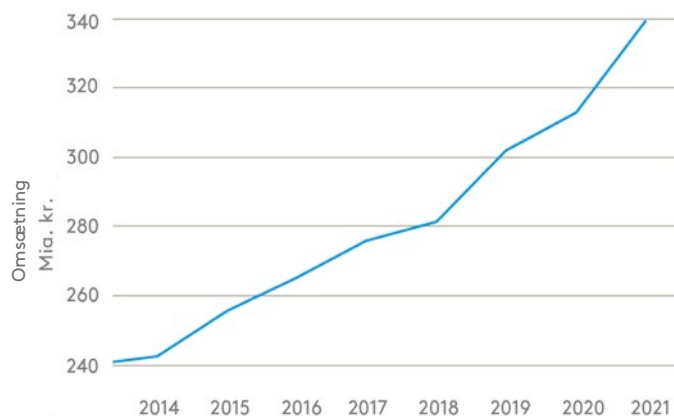
## Særligt store virksomheder bruger digitale enheder el. systemer til overvågning/fjernstyring via internettet (IoT)



Kilde: Danmarks Statistik (2023), ITAV20.

Anm.: Virksomhedernes brug af satellitter og Internet of Things (10+ ansatte) efter branche (DB07), anvendelse, tid og virksomhedsstørrelse

## Fortsat stor vækst i de digitale brancher siden 2014



Kilde: Danmarks Statistik (GF01), særkørsel.

## Fakta om data og digitalisering

Kun

**15%**

af den danske befolkning mellem 16-74 år brugte 'smart-home' løsninger i 2022 til at styre energiforbruget i hjemmet.<sup>1</sup>

EU forventer investeringer på

**170 mia. EUR**

i digitaliseringen af energisystemet frem til 2030.<sup>2</sup>

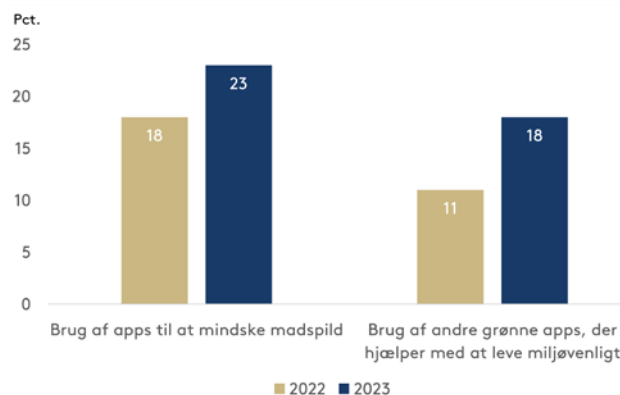
Datatrafikken er

**x2**

alene i løbet af de sidste 5 år.<sup>3</sup>

Kilde: 1) Danmarks Statistik, IT-anvendelse i befolkningen 2022, 2) IEA (2024), 3) Danmarks Statistik (2023).

## Stigende tendens til at bruge grønne apps til at mindske madspil og leve miljøvenligt



Kilde: Danmarks Statistik, BEBRIT09.

## Nylige og kommende udgivelser

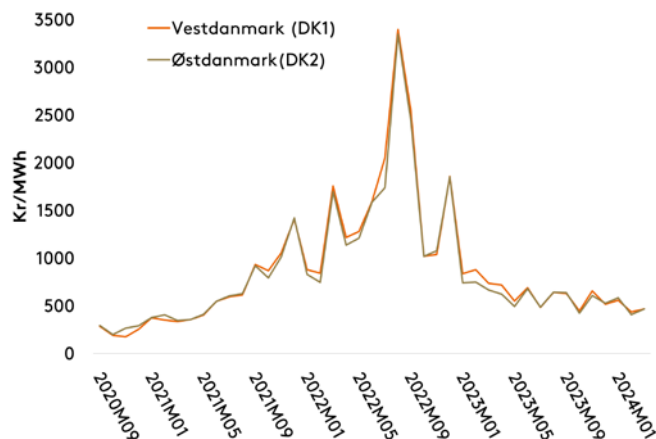
- Februar 2024** Decoding the EU AI Act (KPMG) →
- Februar 2024** Capturing the potential of AI and gen AI in tech, media and telecom (QuantumBlack, McKinsey & Co) →
- Marts 2024** Brancheanalyse: Danmarks GenAI Paradox: From Lagging to Leading (Dansk Industri Digital) →
- Marts 2024** Kommunernes Teknologiradar 2024 (Kommunernes Landsforening) →

## Kommende aktiviteter

- 24. maj 2024** DI Service Årsdag 2024 (DI Service) →
- 3. juni 2024** Webinar om datafrisættelse i energi- og forsyningssektoren (Intelligent Energi & Alexandra Institutet) →
- 18. juni 2024** Grøn IT i den offentlige sektor (Kommunernes Landsforening) →

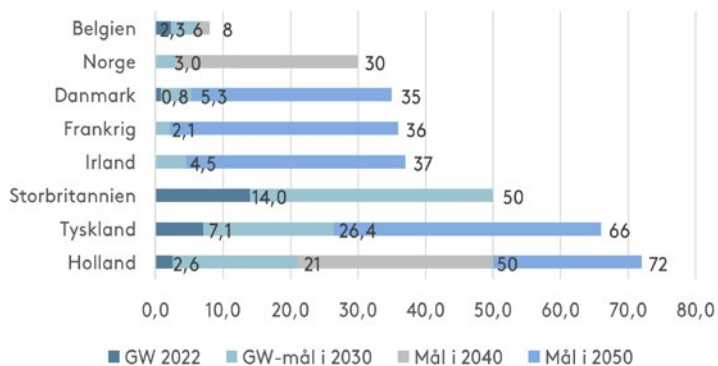
# Energi og infrastruktur

## De danske elpriser er stabile



Kilde: Energistyrelsen (2023) Prisdatabase\_7.xlsx (live.com)

## Der er stor variation i Nordsølandenes målsætninger for havvind



Kilde: CIP Fonden på baggrund af Oostende-erklæringen og Royal HaskoningDHV (2023)

## Fakta om energi

### VE-investeringer steg næsten

**50 %**

på globalt plan i perioden 2019-2023, med en stigning på omtrent 10 % hvert år.

### Energiforbrug i bygninger

**42 %**

af al energien brugt i EU i 2021, blev brugt i bygninger.

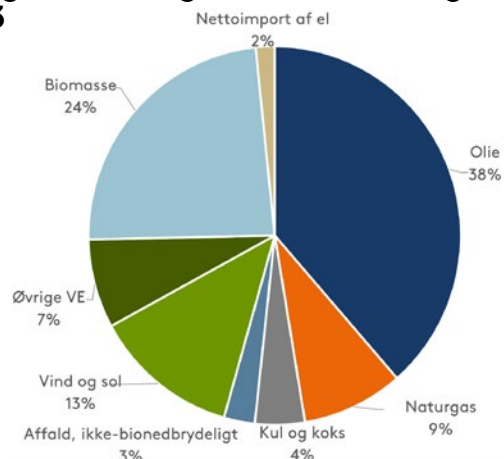
### Beskedne forbedringer på

**1 %**

i den globale energieffektivitet, hvilket er x4 lavere end COP28-løftet om en fordobling af energi-effektiviteten inden 2030.

Kilde: IEA (2024)

## Energimikset bag det danske energiforbrug 2023



Kilde: Energistyrelsen (2023)

Anm.: Øvrige VE dækker over biogas, vand, geo og varmepumper. Opgørelsen er foreløbig.

## Nylige og kommende udgivelser

- Februar 2024** Grøn elbalance i fremtiden (Green Power Denmark) →
- Marts 2024** National mobilitetsstrategi: Hvorfor, hvad og hvordan? (CONCITO) →
- Marts 2024** Value of green transition in Europe (estimate) (EA Energianalyse) →
- Forår 2024** Havne & havvind (CIP Fonden)

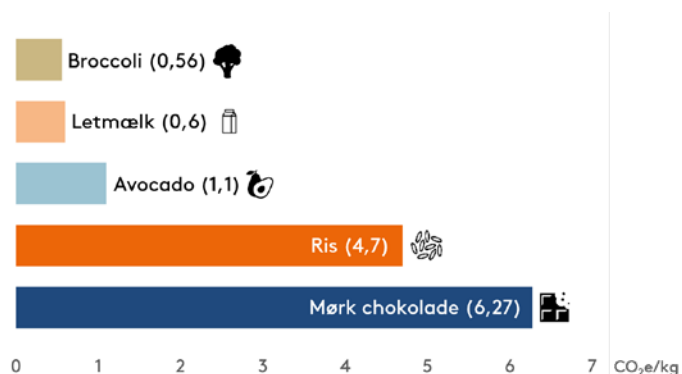
## Kommende aktiviteter

- 6. maj 2024** Fremtidens europæiske energipolitik (DI Energi, CIP, Green Power Denmark, Tænk tanken Europa) →
- 7. maj 2024** Konference - El i vejtransporten (IDA) →
- 14.-16. maj 2024** EL & TEKNIK '24 (Green Power Denmark) →
- 23. maj 2024** Topmøde 2024 (Green Power Denmark) →



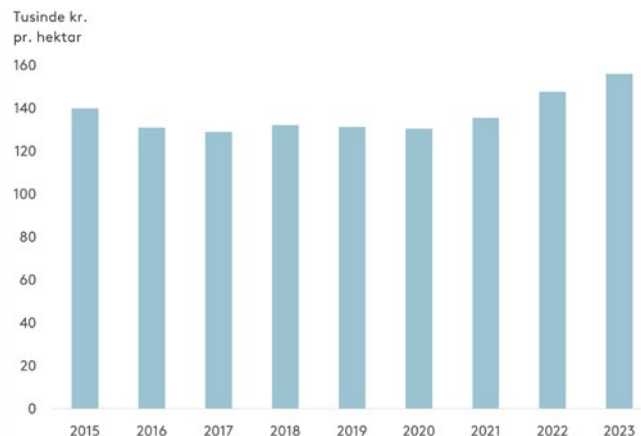
# Landbrugs- og fødevarerproduktion

## Forskellige fødevarers klimaaftryk (kg CO<sub>2</sub>e pr. kg produkt)



Kilde: CONCITO (2024): Den Store Klimadatabase, version 1.1

## Stigende jordpriser efter flere års stagnation siden 2015



Kilde: Danmarks Statistik (LPRIS37)

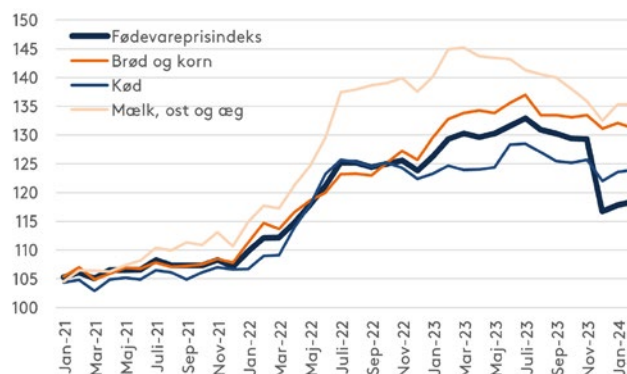
Anm: Løbende priser. Tal for 2022 og 2023 er foreløbige.

## Konsekvenser ved en CO<sub>2</sub>-afgift (750 kr.)

<b>Jobeffekt</b>	-8000	årsværk i landbruget frem til 2030.
<b>Prisstigning</b>	2-4 %	vil priserne stige på mælk og oksekød.
<b>Udgiftsstigning</b>	135 kr./år	er den forventede gennemsnitlige husstands stigning i udgifter til fødevarer ved et uændret forbrug af mælk, ost og oksekød.

Kilde: Skatteministeriet: "Grøn skattereform - endelig afrapportering"

## Fødevarerpriserne stiger igen i Danmark, især på animalske produkter såsom kød, mælk, æg og ost



Kilde: Danmarks Statistik (PRIS111)

Anm: Forbrugerprisindeks (2015 = 100)

## Nylige og kommende udgivelser

<b>Januar 2024</b>	Vejen til effektiv CO <sub>2</sub> -lagring med biokul (CIP Fonden) →
<b>Februar 2024</b>	CO <sub>2</sub> -afgifter i landbruget "Grøn skattereform - endelig afrapportering" (Skatteministeriet) →
<b>Februar 2024</b>	Forskere på KU bruger blågrønalger til "kødagtige" proteiner (KU FOOD) →
<b>Februar 2024</b>	Komparativ EU analyse af nuværende fødevarer-lovgivning (CLEVERFOOD) →
<b>Februar 2024</b>	Status på landbrugets klimamålsætninger (Landbrug & Fødevarer) →

## Kommende aktiviteter

<b>2. maj 2024</b>	Konference: Food, Trends & Sustainability 2024 (Food & Bio Cluster, SEGES, m.fl.) →
<b>22. maj 2024</b>	Internationalt synopsis om plantebaserede fødevarer i Middelfart (Food & Bio Cluster) →
<b>12. juni 2024</b>	Øko-markdag 2024 (Landbrug & Fødevarer) →
<b>21. august 2024</b>	Webinar: Markedsupdate på det økologiske dagligvaremarked Q2 2024 (Økologisk Landsforening) →

# Vil du fortsætte med at modtage nyhedsbrevet om CIP Fondens aktiviteter og projekter?

Hvis du ønsker at modtage fremtidige nyhedsbreve, kan du tilmelde dig nedenfor.

Tilmeld dig nyhedsbrevet her

CIP fonden

Kontakt os på:  
CIP Fonden  
Gdanskgade 18  
2150 Nordhavn  
Danmark