



Redskab til vurdering af grønne forsknings- og innovationsindsatser

Afsluttende rapport fra ekspertgruppen om forskningens betydning for den grønne omstilling

November 2024

Ekspertgruppen om forskningens betydning for den grønne omstilling

Udgivet af Ekspertgruppen om forskningens betydning for den
 grønne omstilling

Layout Ekspertgruppens sekretariat

Publikationen kan hentes på [ekspertgruppens hjemmeside](#)

ISBN (elektronisk publikation): 978-87-93807-76-1

Indholdsfortegnelse

Forord	4
Målgruppe og læsevejledning	5
Sammenfatning	6
1. Det offentliges rolle i den grønne omstilling	9
1.1 Rationaler for offentlig indblanding	9
1.2 En strategisk offentlig indsats	11
2. Ekspertgruppens opgave	12
2.1 Et styrket vidensgrundlag	12
2.2 Den analytiske ramme	12
3. Et styrket vidensgrundlag	14
3.1 Forsknings- og innovationsindsatser i andre lande	14
3.2 Tekniske fremskrivninger og roadmaps	16
3.3 Ekspertgruppens egne undersøgelser	18
4. Koncept for vurderingsredskab	20
4.1 En systematisk tilgang til forsknings- og innovationsinvesteringer	20
4.2 Vurderingsredskabets opbygning	20
4.3 Uddybning af trin og parametre	22
5. Overvejelser om vurderingsredskabet	28

5.1 Et fleksibelt vurderingsredskab	28
5.2 Vurderingsredskabets begrænsninger	28
5.3 Hensyn og fravalg i vurderingsredskabet	29
5.4 Ressourcetræk	29
5.5 Identificering af barrierer og mulige politiske tiltag	29
6. Brugen af vurderingsredskabet	31
6.1 Indsatsbeskrivelse	31
6.2 Trin 1: Reduktionspotentiale	32
6.3 Trin 2: Betingelser	51
6.4 <i>Investeringer og finansiering</i>	51
6.5 <i>Styrkepositioner</i>	59
6.6 <i>Kapacitet</i>	71
6.7 <i>Governance</i>	78
6.8 Trin 3: Vigtige hensyn	81
7. Bilag	82
7.1 Bilag 1: Ekspertgruppens virke	82
7.2 Bilag 2: Interessentinddragelse	83
7.3 Bilag 3: Opsamling på redskabet	84
8. Litteratur	88

Forord

Den grønne dagsorden er blevet en stor del af hverdagen for os alle, og fra politisk side er der høje ambitioner til håndteringen af klimaudfordringerne. Dette kommer til udtryk i klimamålsætningerne, og med "*Regeringsgrundlag: Ansvar for Danmark*"¹ hæves ambitionsniveauet yderligere. Ambitionen er, at Danmark skal være klimaneutralt i 2045 og have et nettooptag af udledninger på godt 8 mio. ton CO₂e per år i 2050. Sagt med andre ord: Vi har travlt.

Det offentlige har et ansvar for at skabe de nødvendige rammer for den grønne omstilling, hvor forskning og innovation spiller en central rolle. Dette kommer til udtryk i udviklingen af den offentlige forskningsfinansiering, hvor der er truffet politisk beslutning om at hæve niveauet markant. Niveauet blev i 2020 løftet med 1,2 mia. kr., så der samlet set blev prioriteret 2,5 mia. kr. til den grønne forskning og innovation. Det er politisk aftalt, at niveauet for de grønne forsknings- og innovationsinvesteringer fastholdes på 2020-niveauet frem til 2025. Senest er det aftalt, at der frem mod 2030 skal afsættes mindst 15 mia. kr. til grøn forskning og innovation.

De ambitiøse politiske målsætninger og det høje niveau af grønne forsknings- og innovationsinvesteringer understreger vigtigheden af, at vi bliver klogere på, hvordan de offentlige midler bliver prioriteret, så vi får mest muligt ud af dem. Sagt med andre ord, er der en vigtig opgave i at forbedre det videns- og beslutningsgrundlag, der anvendes i politiske prioriteringer af grønne forsknings- og innovationsinvesteringer. Regeringen nedsatte derfor en ekspertgruppe, der blev bedt om at styrke vidensgrundlaget for effekten af grøn forskning og innovation, da et solidt vidensgrundlag bidrager til velfunderede politiske beslutninger. Ekspertgruppen blev også bedt om at udvikle en analytisk ramme, der kan kvalificere, hvordan offentligt finansieret forskning og innovation bedst kan bidrage til reduktion af drivhusgasudledninger. Denne analytiske ramme skal forstås som et redskab, der kan anvendes til vurderingen af fremtidige offentlige forsknings- og innovationsindsatser.

Ekspertgruppens arbejde bygger videre på den viden, der allerede eksisterer, ligesom ekspertgruppen har udført en række analyser og undersøgelser, der alt sammen er med til at styrke vidensgrundlaget for forskning og innovation. Dertil har ekspertgruppen udviklet et vurderingsredskab, der kan anvendes til at systematisere vurderingen af offentlige forsknings- og innovationsindsatser, der er målrettet reduktion af drivhusgasudledninger.

Dette er den afsluttende rapport, og ekspertgruppen ønsker at takke alle, der har bidraget til arbejdet, herunder eksterne eksperter, forskere, interessenter og andre involverede aktører. Deres input og engagement har været afgørende for arbejdet og særligt udarbejdelsen af vurderingsredskabet.

Ekspertgruppens medlemmer

- **Philipp Schröder**, professor, Aarhus Universitet (formand)
- **Mette Termansen**, professor, Københavns Universitet
- **Teis Hansen**, professor, Københavns Universitet

Ekspertgruppen blev nedsat i juni 2022, og er afsluttet i november 2024. Ekspertgruppens øvrige publikationer samt relevante informationer kan findes på [ekspertgruppens hjemmeside](#).

¹ Regeringen (2022), *Regeringsgrundlag: Ansvar for Danmark*, <https://fm.dk/udgivelser/2022/december/regeringsgrundlag-ansvar-for-danmark/>

Målgruppe og læsevejledning

Denne rapport er udarbejdet til de politiske aktører, der er ansvarlige for prioriteringen af grønne forsknings- og innovationsinvesteringer, men vil også være relevant for en bredere vifte af aktører, der arbejder med finansiering og prioritering af investeringer til grøn forskning og innovation. I rapporten præsenteres et vurderingsredskab, en såkaldt analytisk ramme, som er ekspertgruppens bud på en systematisk tilgang til at vurdere, hvordan forsknings- og innovationsindsatser kan bidrage til at reducere drivhusgasudledninger. Redskabet er designet til at skabe et ensartet grundlag for vurdering og sammenligning af forsknings- og innovationsindsatser på tværs af forskellige områder og indsatsstyper. Det sigter mod at understøtte beslutningsprocesser ift. prioritering af forsknings- og innovationsindsatser, ved at fremme en ensartet vurdering af flere indsatser og understøtte, at de parametre og betingelser, der har væsentlig indflydelse på indsatsens potentiale, bliver vurderet ud fra det samme grundlag.

For at understøtte, at rapportens indhold kan læses og anvendes af forskellige aktører, er den struktureret herefter. Altså er det muligt for læseren, kun at forholde sig til de afsnit, der er relevante.

I den indledende **sammenfatning** gives et overblik over rapportens hovedkonklusioner. I **afsnit 1** kan der læses om nogle af de rationaler, som ligger til grund for offentlig indblanding i grøn forskning og innovation, samt behovet for, at man fra offentlig side sætter en retning for klimaindsatsen. I **afsnit 2** præsenteres den opgave, som ekspertgruppen blev stillet, hvor der redegøres for baggrunden og formålet med at styrke vidensgrundlaget, samt udarbejdelsen af et vurderingsredskab. Heri kan der også findes en beskrivelse af de principper, som har lagt til grund for ekspertgruppens arbejde. **Afsnit 3** går i dybden med det styrkede vidensgrundlag. Der er foretaget en sammenligning af, hvordan der træffes beslutninger om forsknings- og innovationsindsatser i andre lande. Derefter beskrives det, hvordan der arbejdes med teknologifremskrivninger, der er relevante for ekspertgruppens arbejde. Der fremhæves ligeledes pointer fra nogle af de undersøgelser og analyser, som ekspertgruppen selv har foretaget.

I **afsnit 4** præsenteres konceptet for det vurderingsredskab, som ekspertgruppen har udviklet. Det beskrives som en systematisk tilgang til forsknings- og innovationsinvesteringer, og der gives en detaljeret gennemgang af redskabets opbygning, og en uddybning af de trin og parametre, der indgår i vurderingsprocessen. I **afsnit 5** fremhæves nogle af de overvejelser, der har været ved udarbejdelsen af vurderingsredskabet, herunder redskabets begrænsninger og hvordan det hensigtsmæssigt kan blive anvendt. **Afsnit 6** fokuserer på den egentlige anvendelse af vurderingsredskabet i praksis, og der præsenteres mulige måder at anvende det på, med eksempler på indikatorer og data. Her beskrives de forskellige trin i processen, herunder reduktionspotentiale (trin 1), vurdering af betingelser (trin 2) og vigtige hensyn (trin 3). De metodiske udfordringer ved den fremsatte anvendelse vil ligeledes blive fremhævet. Der er tale om en relativ teknisk gennemgang af vurderingsredskabet, hvorfor der løbende anvendes illustrative eksempler.

Sammenfatning

Forskning og innovation spiller en central rolle i at skabe ny viden, udvikle grønne teknologier og løsninger samt give os en dybere forståelse af klimaforandringerne, som alt sammen er afgørende for den grønne omstilling. Der er samtidig høje forventninger og stor tiltro til, at forskningens potentiale for at bidrage til klimaindsatsen kan styrkes, hvilket også understreges af de markante offentlige investeringer i grøn forskning og innovation i de senere år. Selvom forskningen kan være afgørende, er vejen fra forskning i laboratoriet til konkrete reduktioner af drivhusgasser ofte lang, og der er mange faktorer, der skal gå op i en højere enhed, før forskningsresultaterne får en reel effekt i virkeligheden. Løsningerne får først betydelig indflydelse, når de er implementeret og skaleret af erhvervslivet samt udbredt i samfundet. Af den grund er det essentielt at vurdere, hvor gode betingelserne er for, at dette vil lykkes, når man beslutter, hvilke forsknings- og innovationsindsatser, f.eks. forskningsmissioner eller målrettede forsknings- og innovationsprogrammer, der skal sættes på. Et eksempel er udviklingen af vindmøller. Selvom der er veletablerede forskningsmiljøer bag vindmølleteknologi, og den har potentiale til at reducere drivhusgasudledninger markant, ser vi først den reelle effekt, når teknologien bliver implementeret i stor skala. Det kræver omfattende investeringer, politisk støtte, udvikling af infrastruktur og opbakning fra lokalsamfundet for at opskalere vindmøller fra forsøgsprojekter til brede anvendelser. Først når vindmøllerne er produceret af virksomheder, faktisk opstillet på land og til havs, integreret i energinetværket og har erstattet fossile energikilder, opnås de betydelige reduktioner i drivhusgasudledninger, som forskning og innovation har potentiale til at skabe.

De høje forventninger til forskning og innovation er ikke kun et dansk fænomen. Overalt i verden øger virksomheder, lande og globale aktører deres fokus på at bekæmpe klimaforandringer gennem forskning og innovation. Det er i den forbindelse vigtigt at tage højde for, at meget af den viden og mange af de løsninger, der skal bidrage til den grønne omstilling, vil blive udviklet uden for Danmarks grænser. Vi kan lære af omverdenen, og tilpasse vores indsats herefter, men Danmark kan også bidrage til den globale omstilling med ny viden.

Det er vores vurdering, at der også i fremtiden vil blive rettet mange offentlige midler mod grøn forskning og innovation. Der eksisterer derfor et betydeligt potentiale i at anvende en systematisk tilgang til forsknings- og innovationsinvesteringer, så vi bedre kan vurdere forskellige indsatser og deres potentiale for at reducere udledninger. Dette bakkes op af Klimarådet, som ligeledes understreger vigtigheden af en struktureret og systematisk vurdering af forsknings- og innovationsindsatser målrettet klimaudfordringerne.²

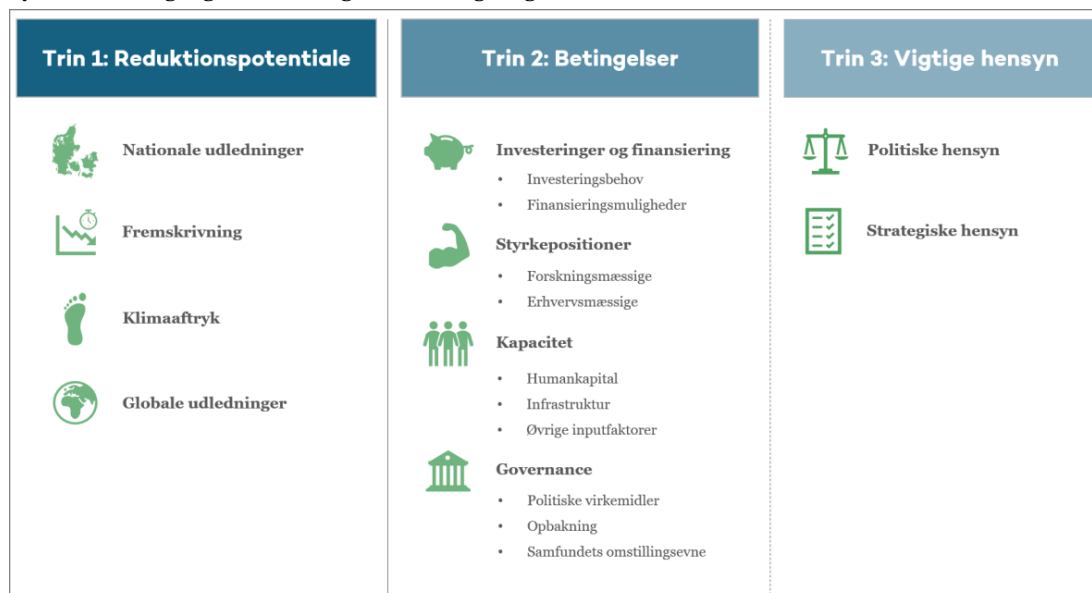
Som en del af vores arbejde har vi undersøgt, hvordan andre lande takler udfordringen med at vurdere forsknings- og innovationsindsatser. Der arbejdes med disse emner i andre lande, men det har ikke været muligt for os at identificere en systematisk tilgang, der kan overføres til en dansk kontekst. Derfor har vi givet et bud på, hvordan man kan gå struktureret og systematisk til værks. At systematisere og strukturere fordelingen af grønne forsknings- og innovationsinvesteringer er naturligvis ikke en nem opgave. Vi har haft mange overvejelser om, hvordan dette gøres bedst, hvad der skal inddrages, og hvor omfattende det skal være. Det har krævet overvejelser og fravalg samt involvering af eksperter, interessenter og andre, der har bidraget med input og kvalificeret vores arbejde. Vi præsenterer her vores bud på et vurderingsredskab, der kan systematisere vurderingen

² Klimarådet (2023), *Danmarks globale klimaindsats*, <https://klimaraadet.dk/da/analyse/danmarks-globale-klimaindsats>, Klimarådet (2024), *Kommentering af global afrapportering*, <https://klimaraadet.dk/da/analyse/kommentering-af-global-afrapportering-2024> & Klimarådet (2024), *Forskning og innovation målrettet klimaomstillingen*, <https://klimaraadet.dk/da/analyse/forskning-og-innovationmaalrettet-klimaomstillingen>

og fordelingen af grønne forsknings- og innovationsinvesteringer, hvilket er illustreret i nedenstående figur.

Figur 1.1

Systematisk tilgang til vurdering af forsknings- og innovationsindsatser



Kilde: Ekspertgruppen om forskningens betydning for den grønne omstilling

Eftersom målet er, at forsknings- og innovationsindsatser skal bidrage til at mindske drivhusgas-udledninger, skal der naturligvis først ses på potentialet herfor. **Det første trin** omfatter derfor vurderingen af indsatsens reduktionspotentiale. En vurdering af reduktionspotentialet som det første understøtter, at investeringer prioriteres til de indsatser, der kan påvirke de største udledningskilder. Først og fremmest er der tale om en vurdering af potentialet for at reducere de nationale udledninger, men der ses også på Danmarks samlede klimaaftryk og de samlede globale udledninger. Dette giver et helhedsbillede af, hvordan forskellige indsatser kan bidrage til at reducere udledninger, både nationalt og globalt, og hvor vi får mest ud af de grønne forsknings- og innovationsmidler. Hvor reduktionspotentialet er et udtryk for indsatsens potentiale for at mindske udledninger og dermed realiseringen af klimamålsætningerne, findes der også en række betingelser, der sandsynliggør, om indsatsen faktisk forventes at kunne realisere sit potentiale. I **det andet trin** sandsynliggøres reduktionspotentialet derfor via vurderingen af en række parametre, som vurderes at være de mest betydningsfulde for, hvorvidt en indsats forventes at opnå sit reduktionspotentiale. Investeringer og finansiering omfatter vurderingen af, om der forventes at være tilstrækkelige private midler til at gennemføre indsatsen og dække investeringsbehovet, eller om offentlig intervention forventes at blive nødvendigt. Et særligt opmærksomhedspunkt her er, at private investeringer for så vidt muligt ikke bliver fortrængt af de offentlige investeringer. Styrkepositioner omhandler tilstedeværelsen af relevante forskningsmiljøer og erhvervsområder. Kapacitet dækker over de ressourcer, der er nødvendige for indsatsen, som f.eks. humankapital og infrastruktur. Governance omhandler de strukturelle forhold, der er nødvendige for at understøtte indsatsens udvikling. Ved at vurdere disse betingelser får man en bedre forståelse af, hvor sandsynligt det er, at en indsats vil kunne gennemføres succesfuldt, og dermed realisere sit reduktionspotentiale. Udover reduktionspotentialet og de faktorer, der har betydning for, om indsatsen lykkes, er der også andre væsentlige hensyn, der bør tages i betragtning ved vurderingen af indsatsen. I **det tredje trin** ses der på forskellige vigtige hensyn, der ikke relaterer sig direkte til reduktionspotentialet af

den enkelte indsats, men giver et billede af de bredere samfundsmæssige og miljømæssige konsekvenser af indsatsen. Dette kan være sociale, økonomiske, miljømæssige eller strategiske hensyn, der er væsentlige for at opnå en helhedsorienteret vurdering af indsatsen.

Ovenstående tilgang kan anses som et vurderingsredskab, der er designet til at understøtte en systematisk vurdering af forsknings- og innovationsindsatser rettet mod reduktion af drivhusgasudledninger. Ved at strukturere vurderingen i de beskrevne trin, hvor hvert trin fokuserer på forskellige parametre i relation til indsatsen, understøttes en dækkende og nuanceret vurdering, med stadig overskuelig og acceptabel anvendelse af administrative ressourcer og tid. Dette giver de bedste forudsætninger for, at forsknings- og innovationsinvesteringerne prioriteres til de områder, hvor der er størst potentiale og størst sandsynlighed for succes. Tilsvarende kan det være med til at identificere barrierer og årsager til, at nogle indsatser ikke skal prioriteres og potentielt bidrage til at synliggøre begrænsende eller fremmende politiske tiltag. På denne måde opnås en mere effektiv allokering af de offentlige midler, hvilket øger sandsynligheden for, at forskning og innovation kan indfri forventningerne om at bidrage til klimaindsatsen og realiseringen af klimamålsætningerne. Samlet set skal det gerne bidrage til, at vi får mest muligt grøn omstilling for pengene.

1. Det offentliges rolle i den grønne omstilling

Ekspertgruppen blev bedt om at se på effekten af forskning og innovation på den grønne omstilling, og har derfor fokuseret på den offentlige forsknings- og innovationsindsats, og hvordan den bedst bidrager til realiseringen af klimamålsætningerne. Det er vigtigt at se den offentlige forsknings- og innovationsindsats i et helhedsorienteret perspektiv, og den kan med fordel betragtes som en portefølje, bestående af flere underliggende indsatser og initiativer. Det er i den forbindelse vigtigt, at der ikke kun fokuseres på udviklingen af nye grønne teknologier, men at der også ses på indsatser, som fokuserer på mere samfundsmæssige forhold som f.eks. adfærdsforskning eller forskning i design af effektive politiske instrumenter. Ved at tilgå den offentlige indsats som en portefølje understøttes bl.a. risikospredning og diversificering af indsatserne. Tilsvarende er det med til at understøtte, at der tages højde for forskellige tidshorisonter med henblik på de forskellige klimamål. Dette skal gerne bidrage til en mere robust og langsigtet tilgang til forskning og innovation og i sidste ende realiseringen af klimamålsætningerne.

1.1 Rationaler for offentlig indblanding

Den grønne omstilling og realiseringen af klimamålsætningerne sker ikke af sig selv, og det er kræver, at der etableres de nødvendige rammer for at samfundet når i mål. Dette er et politisk ansvar, og der er flere rationaler for, hvorfor det offentlige skal blande sig, bl.a. ved at give støtte til forskning og innovation. I ekspertgruppens første rapport, *Rapport 1: Baggrunden for ekspertgruppen om forskningens betydning for den grønne omstilling*³, gennemgås nogle af disse rationaler og deres begrænsninger. En række af hovedpointerne opsummeres herunder.

Rationalerne for offentlig indblanding skal findes i en række komplekse forhold og udfordringer, som ikke bliver løst af sig selv. Dette omtales også som markedsfejl, samt strukturelle og transformative systemfejl⁴. De beskriver situationer, hvor markedet ikke af sig selv formår at udnytte samfundets ressourcer effektivt, og hvor innovations- og omstillingsprocesser foregår i et utilstrækkeligt tempo. Generelt har fokus været på at rette markedsfejl samt at fremme incitamenter til innovation i den samlede økonomi. Denne tilgang har imidlertid haft svært ved at løse store og komplekse samfundsudfordringer som f.eks. klimaforandringer.

Først og fremmest er produktionen og forbruget stadig i høj grad baseret på teknologier, der udleder drivhusgasser. Selvom der findes klimavenlige alternativer, kan mange ikke konkurrere med de eksisterende teknologier. Enten fordi de ikke er tilstrækkelig modne eller konkurrencedygtige, eller fordi de eksisterende teknologier nyder godt af subsidier, barrierer forbundet med at skifte teknologier eller lignende. Selv små produktivitsforskelle kan gøre det svært for nye teknologier at vinde frem, da producenter af gamle teknologier, bevidst såvel som ubevidst, kan være med til at bremse udbredelsen af de nye. Uden store gevinster for slutbrugeren, vil der ikke være incitament til at skifte til mere klimavenlige alternativer. **Et andet forhold** er den interne afhængighed mellem teknologier og andre nødvendige elementer som infrastruktur, regulering, komplementære teknologier, mv. Alene tilstedeværelsen af en teknologi, der potentielt kan bidrage til den grønne omstilling, garanterer ikke udbredelse på markedet. Udbredelsen kan være afhængig

³ Ekspertgruppen om forskningens betydning for den grønne omstilling (2023), *Publikationer*, <https://ufm.dk/forskning-og-innovation/radog-udvalg/andre-udvalg/ekspertgruppe-groenne-omstilling/publikationer>

⁴ Weber, K.M. and H. Rohracher. (2012). Legitimizing research, technology and innovation policies for transformative change: Combining insights from innovation systems and multi-level perspective in a comprehensive 'failures' framework. *Research Policy* 41:1037-1047.

af, at der er tilgængelige ressourcer som f.eks. velfungerende infrastruktur eller kompatibilitet med eksisterende systemer, og om der eksisterer økonomiske incitamenter til at understøtte implementering. Hvis ikke disse elementer er tilstede, risikerer det at begrænse udviklingen og i sidste ende teknologiens udbredelse. **Et tredje forhold** er, at den grønne omstilling kræver en bred vifte af instrumenter, og det er kun det offentlige, der har kapaciteten til at koordinere dette i stor skala. F.eks. kan afgifter og reguleringer bruges til at reducere drivhusgasudledninger ved at motivere virksomheder til at implementere eksisterende klimavenlige teknologier og løsninger eller udvikle nye, samt tilskynde forbrugerne at ændre adfærd. Men enkeltstående tiltag er ikke nok, og en bred portefølje af politiske instrumenter er nødvendig, da særligt den teknologiske udvikling er usikker, og markedet ofte har fokus på de kortsigtede løsninger⁵. Derfor er der brug for en mere omfattende offentlig indsats for at koordinere instrumenter og skabe en effektiv omstilling.

Et vigtigt instrument i den offentlige værktøjskasse er forsknings- og innovationsinvesteringer. Offentlige midler kan være afgørende for at fremme den nødvendige udvikling, hvor markedet og virksomhederne ikke selv kan skabe de nødvendige incitamenter eller finansiere langsigtede løsninger. Der eksisterer desuden en række argumenter for, hvorfor offentlige investeringer er et nyttigt instrument.

For det første kan forskning og innovation skabe samfundsmæssige gevinster, der rækker ud over den enkelte virksomheds private udbytte, hvilket også omtales som en positiv eksternalitet. Det betyder bl.a., at andre aktører kan drage fordel af viden og forskningsresultater, de ikke selv har investeret i. Da den enkelte virksomhed ikke høster de samlede gevinster af deres forsknings- og innovationsinvesteringer risikerer det at føre til, at der underinvesteres i forskning og innovation i forhold til hvad der er samfundsmæssigt optimalt. Her kan offentlige investeringer give det ønskede samfundsøkonomiske afkast og udnytte positive eksternaliteter i form af videnspredning. **For det andet** kan virksomheder have svært ved at tiltrække risikovillig kapital, da de ofte har mere viden om deres forskningsprojekter end investorerne, hvilket gør det til en usikker investering for investoren. Dette omtales også som asymmetrisk information og kan gøre det vanskeligt at skaffe privat finansiering til forskning og innovation, især inden for grøn omstilling, hvor store og usikre anlægsinvesteringer samt følgeinvesteringer ofte er nødvendige. **For det tredje** er ny viden kun værdifuld, hvis der også er de nødvendige færdigheder, finansiering og incitamenter til at anvende den. Succesfuld innovation kræver derfor mere end blot viden, det kræver også koordinering af ressourcer og efterspørgsel. Offentlige tiltag kan spille en rolle ved at understøtte denne koordinering, f.eks. gennem uddannelse af kvalificeret arbejdskraft som ph.d.-uddannede, for at undgå mangel på videnskabeligt personale. Det offentlige kan ligeledes påvirke efterspørgslen ved at skabe en hensigtsmæssig prisstruktur og incitamenter igennem f.eks. afgifter. Alt sammen noget, der kan bidrage til efterspørgslen på nye løsninger. **For det fjerde** kan nogle brancher, især dem med mange mindre virksomheder og iværksættere, mangle kapacitet til selv at håndtere forsknings- og innovationsaktiviteter. Selvom virksomheder kan gå sammen om at skabe private institutioner for at dele viden og ressourcer, er det i visse tilfælde nødvendigt, at det offentlige træder til med støtte og ekspertise for at understøtte samarbejde, innovation og skabe den samfundsmæssige værdi.

Der findes altså flere gode argumenter for, hvorfor en offentlig indsats og investeringer i forskning og innovation er nødvendigt. Men det er selvfølgelig ikke uden udfordringer, og der kan opstå problemer som ineffektivitet og koordinationsfejl. Disse problemstillinger behandles mere indgående i den første rapport, hvor der gives en grundig gennemgang af både fordele og ulemper ved offentlige investeringer i forskning og innovation. Herunder det væsentlige opmærksomhedspunkt, at offentlige investeringer til forskning og innovation for så vidt muligt ikke skal fortrænge tilsvarende

⁵ Rosenbloom, D.; J. Markard; F.W. Geels; and L. Fuenfschilling. (2020). Why carbon pricing is not sufficient to mitigate climate change and how "sustainability transition policy" can help. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 117:8664-8668.

investeringer som det private ellers selv ville foretage. Sagt med andre ord, det er ikke alle lovende indsats, som skal modtage offentlig støtte, kun hvor det private ikke selv kan løfte opgaven og indsatsen har en samfundsmæssig interesse. Dertil gælder det, at selv hvis det private ikke investerer i en bestemt indsats, betyder det heller ikke nødvendigvis, at det offentlige skal træde til. Nogle indsats vil simpelthen ikke være lovende nok, hvilket netop understreger behovet for en systematisk vurderings- og prioriteringsproces.

1.2 En strategisk offentlig indsats

I realiseringen af de ambitiøse klimamålsætninger spiller den offentlige forsknings- og innovationsindsats altså en afgørende rolle. For at understøtte, at der skabes den størst mulige effekt, er det vigtigt at sætte en strategisk retning for forsknings- og innovationsindsatsen. Et effektivt redskab til dette er forskningsmissioner, som er konkrete og ambitiøse målsætninger, der retter sig mod centrale samfundsmæssige udfordringer. Missioner repræsenterer en udvælgelse af de udfordringer, som man fra politisk hold ønsker at prioritere, uden på forhånd at definere specifikke løsninger, hvilket omtales som ”picking the challenges”. Dette giver fleksibilitet i tilrettelæggelsen af indsatsen, da det sjældent er entydigt fra starten, hvilke løsninger der vil være de mest effektive.

Det er imidlertid ikke enkelt at sætte en retning for forskning og innovation. Udvælgelsen af missioner og indsats indebærer en proces, hvor nogle områder prioriteres, mens andre fravælges. Samtidig er det sjældent klart fra begyndelsen, hvilke missioner og indsats, der har det største potentiale for at bidrage til klimamålsætningerne. Ekspertgruppen vurderer, at der er et potentiale for at understøtte beslutningstagere i denne udvælgelsesproces ved at anvende en mere systematisk tilgang til at vurdere forsknings- og innovationsindsats. Behovet for en mere systematisk tilgang til vurderingen af forsknings- og innovationsindsats er særligt relevant for de forskningsaktiviteter, der fokuserer på at skabe nye løsninger med direkte anvendelse i praksis. Dette omfatter bl.a. forskning målrettet mod at løse konkrete problemer og udvikle ny viden, der kan omsættes til specifikke anvendelser. Det kan ligeledes omfatte forskning, der bygger på eksisterende viden og erfaringer og har til formål at skabe eller forbedre produkter, processer eller metoder, og som kan finde anvendelse i f.eks. samfundet eller erhvervslivet. Til gengæld er behovet for at understøtte en systematisk udvælgelsesproces mindre relevant for forskningsaktiviteter, der primært fokuserer på mere grundlæggende forskning. Denne slags forskningsaktiviteter har oftest som mål at skabe ny viden om fænomener og observerbare fakta, men uden nødvendigvis at stile efter konkret anvendelse. Dette er essentielt i dannelsen af nye ideer, og handler om at udvide det generelle vidensgrundlag fremfor at skabe løsninger, der kan bidrage til opfyldelsen af klimamålsætningerne.

Behovet for strategisk udvælgelse af forsknings- og innovationsindsats er aktuelt frem til, at forskningen når kommercialisering og rammer markedet. Når forskningsresultater som f.eks. teknologier og løsninger når dette stadie, spiller særligt erhvervslivet en større rolle i den videre udvikling, implementering og skalering. Her tager markeds kræfterne over, men det betyder ikke, at der ikke fortsat er behov for offentlig indblanding. På dette tidspunkt er den offentlige forsknings- og innovationsindsats dog sandsynligvis ikke længere det mest relevante eller hensigtsmæssige instrument at anvende. I stedet indebærer den offentlige rolle at skabe øget efterspørgsel blandt virksomheder og forbrugere, hvor andre instrumenter, som f.eks. afgifter og regulering, tages i brug for at skabe incitamenter til den videre udvikling og understøtte, at omstillingen fortsat bevæger sig i den ønskede retning.

Ekspertgruppens arbejde kan anvendes til at identificere de forsknings- og innovationsindsats, der har et betydeligt reduktionspotentiale og de bedste forudsætninger for, at potentialet bliver realiseret. Dette bidrager til et mere solidt beslutningsgrundlag og understøtter udvælgelsen af de mest lovende indsats, så vi får mest mulig grøn omstilling for pengene.

2. Ekspertgruppens opgave

Ekspertgruppen fik til opgave at styrke vidensgrundlaget for effekten af den offentlige forsknings- og innovationsindsats samt udarbejde en analytisk ramme, som skal understøtte vurderingen af, hvordan offentlig forskning og innovation bedst bidrager til reduktion af drivhusgasudledninger. I deres første rapport, kommer ekspertgruppen nærmere ind på den stillede opgave. I følgende afsnit følger en opdateret beskrivelse af ekspertgruppens opgave, og hvordan den er blevet tolket og løst.

2.1 Et styrket vidensgrundlag

Af ekspertgruppens kommissorium fremgår det, at ekspertgruppen...

"... skal styrke vidensgrundlaget for effekten af forsknings- og innovationsindsatsen. Arbejdet kan bygge på eksisterende litteratur om effektiviteten af den grønne forsknings- og innovationsindsats med relevans for Danmark og ved at analysere effekten af den historiske grønne forsknings- og innovationsindsats fra forskning på universiteter til private virksomheders innovation samt på tværs af offentlige myndigheder. Det forventes, at ekspertgruppen også undersøger det grundlag, andre lande benytter sig af til vurdering af forsknings- og innovationsindsats."

Som ekspertgruppen beskriver i deres første rapport, bidrager et solidt vidensgrundlag til velfunderede politiske beslutninger. Den viden, der indsamles, kan gøre samfundet klogere på den vigtige rolle forskning og innovation spiller i den grønne omstilling. Ekspertgruppen har derfor prioriteret arbejdet med at styrke vidensgrundlaget for forsknings- og innovationsindsatsens betydning. Dette er bl.a. sket ved at foretage litteratur- og casestudier af, hvordan andre lande tilrettelægger forsknings- og innovationsindsatser, med henblik på at afdække det grundlag, der anvendes til prioritering af forsknings- og innovationsinvesteringer. Derudover er der i arbejdet set på den historiske indsats, samt den litteratur, der allerede er tilgængeligt og indgår i det eksisterende vidensgrundlag. Dette er bl.a. rapporter og analyser fra aktører som forskere, Klimarådet, interesseorganisationer, ministerier, kommissioner, ekspertudvalg og andre, som alle leverer ind i det samlede vidensgrundlag. Ekspertgruppen har også selv udarbejdet supplerende analyser, hvor vidensgrundlaget vurderes at være mere sparsomt. Dette er resulteret i en række analyser af ph.d.-uddannedes betydning for den grønne omstilling, virksomheders barrierer ifm. den grønne omstilling samt spredningen af grøn viden og ideer fra Danmark til andre lande. Ekspertgruppen har også afholdt en række møder med eksterne interessenter og videnspersoner, hvor formålet særligt har været at indsamle input til udarbejdelsen af den analytiske ramme.

2.2 Den analytiske ramme

Af ekspertgruppens kommissorium fremgår det også, at ekspertgruppen...

"...skal etablere en analytisk ramme (model), der ud fra objektive kriterier kan anvendes til at skønne over effekten af investeringer i forskning og innovation på reduktion af drivhusgasser."

Som det beskrives indledningsvist i denne rapport har der været et ønske om at styrke det vurderings- og beslutningsgrundlag, der ligger til grund for de politiske prioriteringer af grønne investeringer i forskning og innovation. Dette er vigtigt for at understøtte, at samfundet får mest muligt ud af de grønne forsknings- og innovationsinvesteringer, så forskningen bidrager til realiseringen af klimamålsætningerne. Dette omtales i kommissoriet som en såkaldt analytisk ramme, hvilket

her forstås som et vurderingsredskab, der kan strukturere og understøtte en systematisk vurdering af forsknings- og innovationsindsatser rettet mod reduktion af drivhusgasudledninger. Der ligger allerede et stort stykke arbejde forud for de nuværende og tidligere beslutninger om de politiske prioriteringer, hvilket ekspertgruppen har taget med i udviklingen af vurderingsredskabet.

Ambitionerne for arbejdet og udarbejdelsen af vurderingsredskabet er sket under en række vejledende principper. Disse opsummeres herunder, ligesom det er muligt at læse mere om dem i ekspertgruppens første rapport.

En missionsdrevet indsats er et vigtigt middel til, at Danmark når klimamålsætningerne. Det er desuden vigtigt, at missioner adresserer udvalgte samfundsudfordringer såsom klimaet, hvilket omtales som "picking the challenges". Derudover skal missioner sætte en retning for den offentlige indsats, men uden at specificere enkelte teknologier, hvilket omtales som "tilting the playing field". Formålet er derfor ikke at vurdere enkelte teknologier eller projekter, men at se på finansiering af forskning og innovation mere overordnet, og ud fra en systematisk tilgang.

Der er langt fra forskning til implementering, og det er vigtigt at se på hele værdikæden, da der er mange faktorer som skal gå op i en højere enhed, før forskningsresultaterne bliver omsat til faktiske drivhusgasreduktioner. I forlængelse deraf opnår resultaterne fra forskning først deres fulde effekt når de er **udrullet i samfundet, fuldt ud skaleret af virksomheder og implementeret i Danmark samt på globalt plan**.

Arbejdet og særligt udarbejdelsen af vurderingsredskabet er sket under **inddragelse af eksterne aktører**, som har bidraget med input samt kvalificeret ekspertgruppens arbejde løbende. En lang række af forskellige interessenter, som spiller en vigtig rolle i grøn forskning og innovation til daglig, er blevet involveret i arbejdet løbende.

Opgaven har været at **udarbejde et redskab og ikke give egentlige anbefalinger** til prioriteringer af investeringer til grøn forskning og innovation ved f.eks. at pege på konkrete områder eller teknologier. Redskabet skal bidrage med en **systematisk tilgang** ved at understøtte en ensartet vurdering af forskellige forsknings- og innovationsindsatser, der kan bidrage til drivhusgasreduktioner således, at disse ville kunne sammenlignes på tværs. Det skal understøtte, at der ses på de parametre, der vurderes at have en betydning for de forventede reduktioner, samt give et ensartet datagrundlag, som kan indgå i vurderingen.

3. Et styrket vidensgrundlag

Som nævnt i ovenstående afsnit, der beskriver ekspertgruppens opgave, har ekspertgruppen bl.a. skulle styrke vidensgrundlaget for effekten af den offentlige forsknings- og innovationsindsats på reduktionen af drivhusgasudledninger. Arbejdet har været centreret omkring tre centrale temaer: Forsknings- og innovationsindsatser i andre lande, eksisterende relevant viden, samt hvor der mangler ny viden. På baggrund af undersøgelsen finder ekspertgruppen, at:

- Forsknings- og innovationspolitik i Danmark og andre lande er i højere grad missionsorienteret i dag i forhold til tidligere, og skal bidrage med samfundsmæssige afkast såsom klimamål og bæredygtig udvikling. Dette stiller nye krav til måden, hvorpå forskningens potentialer måles og vurderes. Det har ikke været muligt at identificere andre lande, som har knækket koden til, hvordan man gør dette systematisk og struktureret.
- Viden om tekniske reduktionspotentialer som bl.a. spiller ind i regeringens øvrige klimaarbejde, spiller en central rolle i vurderingen af eksisterende teknologiers potentiale. Denne slags data er dog begrænset til enkelte teknologier og ikke velegnet til at fremskrive teknologier, der endnu ikke er udviklet til et tilstrækkeligt modningsniveau. Det fungerer derfor som input til ekspertgruppens arbejde, men vil ikke kunne stå alene.
- De private virksomheder er centrale for den grønne omstilling, da en stor del af omstillingen skal foregå gennem udvikling og implementering af nye løsninger i virksomhederne. Derfor er det undersøgt, hvilke barrierer og incitamenter virksomhederne oplever, samt hvilken højt specialiseret arbejdskraft de anvender, og om deres viden kan anvendes af virksomheder i andre lande. Der er også inddraget en række interessenter, der har givet yderligere viden ikke kun fra private virksomheder, men også offentlige og private fonde samt offentlige virksomheder.

3.1 Forsknings- og innovationsindsatser i andre lande

Kortlægningen af andre landes forsknings- og innovationsindsatser viser, at mange lande historisk har målrettet deres respektive indsatser mod at opretholde et vist niveau af innovation for at opnå produktivitetsvækst. Generelt har fokus været på at rette markedsfejl samt at fremme incitamenter til innovation i den samlede økonomi. Denne tilgang har imidlertid haft svært ved at løse store og komplekse samfundsudfordringer. Der er derfor kommet et øget fokus på at anvende missionsorienteret forsknings- og innovationspolitik til at håndtere store samfundsudfordringer. Et eksempel på dette er de forskningsmissioner, der er indført i Horizon Europe, EU's rammeprogram for forskning og innovation.

Skiftet mod en mere missionsorienteret forsknings- og innovationspolitik har gjort, at der er et øget fokus på, hvordan man vurderer og opgør forskningens potentiale. I den forbindelse er det relevant at undersøge, hvordan andre lande tilrettelægger deres forsknings- og innovationsindsatser for at identificere strategier og tilgange, der kan styrke og bidrage til Danmarks egen indsats. Det har imidlertid ikke været muligt at identificere andre lande, der anvender en systematisk og struktureret tilgang til deres respektive indsatser, som kan overføres direkte til en dansk kontekst.

3.1.1 Missionsdrevet forsknings- og innovationspolitik

Det at tilrettelægge forsknings- og innovationsindsatser, der har til formål at nedbringe udledningen af drivhusgasser, er ikke udelukkende en satsning, der sker i dansk regi. Flere lande i særligt EU og globale aktører satser stort på at fremme generering af ny viden og teknologisk udvikling til gavn for klimaet. Det er derfor af interesse at undersøge om andre lande har udviklet og anvender nogle værktøjer, der ville kunne danne grundlag for udviklingen af et lignende redskab i Danmark. Undersøgelsen fokuserer ikke udelukkende på indsatser som skal nedbringe drivhusgasser. Indsatser og områder, der f.eks. skal løse andre af FN's verdensmål, kan ligeledes have interesse. Disse rummer elementer af samfundsudfordringer, der ikke alene forbedres gennem produktivitetsvækst, f.eks. afskaffelse af fattigdom eller ligestilling mellem kønnene, og dermed potentielt kan give idéer til ekspertgruppens arbejde. Udgangspunktet har været litteraturen om forskningsfinansiering og -politik samt en undersøgelse af det grundlag, som andre lande anvender til at vurdere forsknings- og innovationsindsatser. Det overordnede formål med at undersøge andre lande har været, at bidrage med input til ekspertgruppens arbejde. Litteraturen om forskningsfinansiering og -politik illustrerer, at der er en stærk bevægelse mod anvendelsen af missionsdrevet forsknings- og innovationspolitik som et værktøj til at tackle store og komplekse samfundsudfordringer såsom klimaudfordringerne⁶.

Missionsdrevet innovationspolitik er i et vist omfang et buzz-ord, der dækker over flere forskellige tilgange til politik. Den læner sig dog op ad missionsorienteret politik fra 1970'erne og 1980'erne, der især fandt anvendelse indenfor forsvars- og rumindustrien⁷. I modsætning til den tidligere missionsrettede politik, så er den nuværende karakteriseret ved, at tekniske innovationer ikke er tilstrækkelige for at opfylde nutidens missioner. Komplexiteten er større og løsningerne skal implementeres og skaleres af virksomheder og husholdninger, hvor de eksisterende strukturer kan være med til at hindre dette og ultimativt realiseringen af klimamålsætningerne. Der er derfor et behov for at tænke mere helhedsorienteret når det kommer til forsknings- og innovationspolitik.

3.1.2 Forskningsfinansiering som styringsredskab

Et særligt fokus inden for den missionsorienterede tilgang er, hvordan finansiering anvendes til at styre forskningen i retningen af at løse samfundsmæssige udfordringer. Governance og offentlig styring spiller en central rolle i missionsdrevne forsknings- og innovationspolitikker, og kan være afgørende for realiseringen af de fastsatte mål. Et aktuelt studie af Norn et al.⁸ viser, hvordan finansieringsinstrumenter i Norge, Holland og Danmark er designet og implementeret for at styre forskning mod løsningen af komplekse samfundsudfordringer. I studiet kategoriseres styring af forskning efter tre dimensioner: Specifikke temaer, vurdering af samfundsøkonomisk indvirkning eller krav om samarbejde. Her er særligt vurderingen af den samfundsøkonomiske indvirkning interessant for arbejdet i ekspertgruppen. Fælles for de tre lande er et bredere fokus på den samfundsøkonomiske indvirkning end udelukkende produktivitetsvækst, men også at der i alle tre lande kun er vagt defineret, hvad der adskiller de to mål. De forfalder derfor til i en vis grad at anvende allerede eksisterende indvirkning, der er baseret på en forsknings- og innovationsindsats, som skal opretholde produktivitetsvæksten på et vist niveau.

⁶ Mazzucato, M. (2019). Governing missions in the European Union. Independent Expert Report, Wohler, J., & Norn, M. T. (2023). Fra forskning til forandring: Hvordan kan universiteternes innovationsindsats bidrage til udviklingen af forskningsbaserede løsninger på store samfundsudfordringer? Janssen, M. J., Torrens, J., Wesseling, J. H., & Wanzenböck, I. (2021). The promises and premises of mission-oriented innovation policy—A reflection and ways forward. *Science and public policy*, 48(3), 438-444. Hekkert, M. P., Janssen, M. J., Wesseling, J. H., & Negro, S. O. (2020). Mission-oriented innovation systems. *Environmental innovation and societal transitions*, 34, 76-79.

⁷ Foray, D. (2022). The Economics of Incomplete Plan - on Conditions, Procedures and Design of Future Mission - Oriented Innovation Policies.

⁸ Norn, M-T, Aagaard, K, Bjørnholm, J & Stage, AK. (2024). 'Funder strategies for promoting research addressing societal challenges: Thematic, impact, and collaboration targeting', *Science and Public Policy*. <https://doi.org/10.1093/scipol/scae033>

3.1.3 Strukturert og systematisk tilrettelæggelse af forskning

Det er undersøgt, om andre lande i tilrettelæggelsen af deres respektive forsknings- og innovationsindsatser anvender en systematisk tilgang til prioriteringen af grønne forsknings- og innovationsinvesteringer. I undersøgelsen har det været muligt at identificere en række paralleller til ekspertgruppens arbejde, ved bl.a. at tage udgangspunkt i OECD's "Missions-oriented Innovations Policies" (MOIP)⁹. Dette er en oversigt over OECD-landenes missionsorienterede politiske initiativer, omtalt som MOIP-projekter. Disse projekter giver indsigt i de kriterier, der er anvendt til udvælgelsen af specifikke missioner. MOIP-projekterne dækker missioner indenfor mange områder, men fokus har her været på grønne MOIP-projekter, der adresserer klimaudfordringer. I forlængelse heraf er der gennemført en dybdegående analyse af Tyskland, hvor vurderingsgrundlaget er undersøgt på tværs af forskellige samfundsmæssige udfordringer som f.eks. sundhed og demografi.

Kortlægningen af grønne MOIP-projekter på tværs af landene, og de tyske MOIP-projekter, har givet værdifuld indsigt, selvom det ikke har været muligt at finde eksempler, der fuldt dækker den systematiske tilgang, der efterspørges fra ekspertgruppens arbejde. I stedet fylder subjektive betragtninger en stor del af vurderingsprocessen. Eksempler på de fremsatte kriterier lyder "*beskrivelse af problemets relevans*", "*kvaliteten af projektideen*" og "*gennemførligheden af projektideen*". Et sted, hvor der modsat tilstræbes en mere systematisk tilgang til forsknings- og innovationsindsatser er OECD's Committee for Scientific and Technological Policy (CSTP), der bl.a. har igangsat initiativet Mission Action Lab (MAL) i 2021. Der er i MAL et særligt fokus på udviklingen af praktiske værktøjer og metoder til operationaliseringen af missioner. Et særligt interessant værktøj er deres "Mission Action Lab mission self-assessment tool"¹⁰, som har bidraget til ekspertgruppens arbejde, da den har samme formål: At gøre beslutningstageren klogere på forsknings- og innovationsindsatser og sandsynligheden for at de lykkes, altså hvordan det understøttes, at indsatserne realiserer deres mål. Den italesætter temaer som f.eks. ressourcer, politiske virkemidler og opbakning, der kan genfindes i ekspertgruppens arbejde. Deres redskab kræver dog, at de relevante aktører for missionen "missionsfællesskabet" er identificeret, og at de besvarer et spørgeskema, der er grundlaget for selvevalueringen.

3.2 Tekniske fremskrivninger og roadmaps

Der findes forskellige kilder til viden, data og beskrivelser af den forventede udvikling, herunder de forventede udledninger på baggrund af kendte teknologier, som f.eks. spiller ind i regeringens årlige Klimastatus- og fremskrivning. Eksempler på dette er Energistyrelsens teknologikataloger og IEA's teknologifremskrivning, der netop anvendes til at foretage fremskrivninger af de forventede udledninger for konkrete teknologier. Eftersom ekspertgruppen ser på indsatser af mere overordnet karakter, der kan bestå af flere teknologier, løsninger mv. vil denne slags viden ofte være for snæver. Derudover vil der være indsatser, der ikke fokuserer på teknologier men i stedet på f.eks. adfærdsforskning, hvor det altså ikke vil være muligt at anvende f.eks. Energistyrelsens teknologikataloger. Viden om teknologiernes udvikling og potentiale er imidlertid et vigtigt input til arbejdet og i vurderingsredskabet, men kan altså ikke stå alene. Der eksisterer også andre kilder til viden, som f.eks. roadmaps i de grønne missionspartnerskaber, der indeholder beskrivelser af konkrete forsknings- og innovationsaktiviteter.

3.2.1 Tekniske reduktionspotentialer

Indsigt i fremtidens teknologier, hvor der er krævet en forsknings- og innovationsindsats, er yderst vanskelig med f.eks. historiske teknologier og data. Givet en relativ stor forskel mellem teknologier

⁹ OECD (2024), *Mission-Oriented Innovation policies online toolkit*, <https://stip.oecd.org/moip/>

¹⁰ OECD (2024), *Mission Action Lab*, <https://oecd-missions.org/>

og givet, at udviklingen er ustabil over tid, så vil historiske teknologier kun bidrage marginalt til beskrivelsen af fremtidig udvikling af teknologier. Derfor er ekspertviden en central størrelse for at sige noget om teknologisk udvikling og potentialer på specifikke områder. Den ekspertviden, der eksisterer i form af analyserapporter for grøn teknologisk udvikling i Danmark, er relativt begrænset og specifik samt opdateres kun efter behov. Nedenfor gengives nogle af mulighederne.

Et eksempel på ekspertviden om grøn teknologisk udvikling, er Energistyrelsens teknologikataloger. Disse bliver udarbejdet og opdateret løbende, og er opdelt i otte kategorier. De otte teknologikataloger giver detaljerede oplysninger om forskellige energiteknologier og deres potentiale i forhold til Danmarks klimamålsætninger, hvor et væsentligt input er ekspertviden. Disse kataloger dækker en bred vifte af teknologier inden for områder som vedvarende energi, energieffektivitet og energilagring. Formålet med teknologikatalogerne er at give beslutningstagere, forskere og industriaktører et solidt grundlag for at vurdere og implementere energiteknologier, der kan bidrage til den grønne omstilling. Rapporterne inkluderer også vurderinger af teknologiernes modenhedsniveau, hvilket angiver, hvor langt teknologierne er fra at kunne implementeres i stor skala. Dette er afgørende for at forstå, hvilke teknologier der kan anvendes på kort sigt, og hvilke der kræver yderligere forskning og udvikling. Teknologikatalogerne giver desuden indsigt i de potentialer og begrænsninger, der er forbundet med hver teknologi, hvilket hjælper med at prioritere forsknings- og innovationsindsatser¹¹. Teknologikatalogerne anvendes ikke direkte i vurderingsredskabet. Dette skyldes, at der er tale om detaljerede teknologiske opgørelser og beskrivelser, hvilket ikke er i overensstemmelse med vurderingsredskabets generelle domæne, som i højere grad er de store samfundsmæssige forhold i teknologiudviklingen. Set i forhold til ekspertgruppens arbejde, så er teknologikatalogerne dog stadig nyttige redskaber. Eksempelvis kan de anvendes til at få viden om teknologier via katalogernes teknologibeskrivelser.

I begyndelsen af 00'erne blev der gennemført teknologiske fremsyn på forskellige teknologiske områder, herunder et inden for klima¹². Fremsyn er systematisk gennemgang af et forsknings- og innovationsfelt i dialog mellem forskere og eksperter. Det er et samarbejde, der typisk strækker sig over mange møder og længere perioder, hvor det handler om at nå til konsensus om hvilke specifikke udviklinger, der er sandsynlige og dermed giver muligheder for politisk prioritering. Det er relativt omfattende arbejde, og der eksisterer ikke systematisk teknologiske fremsyn, som kan spille ind i ekspertgruppens redskab, længere.

3.2.2 Roadmaps i de grønne missionspartnerskaber

De fire grønne missionsdrevne forsknings- og innovationspartnerskaber, som Danmark har etableret, er centrale initiativer i landets strategi for at fremme den grønne omstilling gennem målrettet forskning og innovation. Disse partnerskaber fokuserer på specifikke områder inden for klima- og miljøteknologi, og er designet til at takle nogle af de største udfordringer inden for den grønne omstilling. Hvert partnerskab er understøttet af et roadmap, der skitserer de strategiske mål, konkrete initiativer og milepæle for at opnå de ønskede resultater.

De forskellige roadmaps indeholder en beskrivelse af de nødvendige forsknings- og innovationsaktiviteter set fra deltagerne i partnerskabernes perspektiv, og de forventede resultater og tidsrammer, der skal overholdes. De beskriver også de nødvendige investeringer, og de samarbejdsstrukturer, der skal etableres for at understøtte en effektiv gennemførelse af de planlagte initiativer. Der er således elementer fra disse roadmaps, der overlapper med ekspertgruppens arbejde. Men der er

¹¹ Energistyrelsen (2024), *Teknologikataloger*, <https://ens.dk/service/teknologikataloger>

¹² Uddannelses- og Forskningsministeriet (2003), *Grønt teknologisk fremsyn om perspektivrige grønne teknologier med erhvervspotentiale*, <https://ufm.dk/publikationer/2003/gront-teknologisk-fremsyn-om-perspektivrige-gronne-teknologier-med-erhvervspotentiale>

ikke anvendt en fælles systematisk ramme, der vil kunne finde direkte anvendelse i den i ekspertgruppens vurderingsredskab.

3.3 Ekspertgruppens egne undersøgelser

For at udbygge det eksisterende vidensgrundlag for den offentlige forsknings- og innovationsindsats, har ekspertgruppen indsamlet viden på forskellige måder med relevans for den grønne omstilling. Dette indebærer en række tekniske analyserapporter, afholdelse af interessentmøder samt eksternt udførte analyser.

3.3.1 Hovedrapport og tekniske analyserapporter

I august 2023 publicerede ekspertgruppen deres første hovedrapport, *Rapport 1: Baggrunden for ekspertgruppen om forskningens betydning for den grønne omstilling*. I denne rapport peger ekspertgruppen bl.a. på nogle af rationalerne for nødvendigheden af offentlig indblanding, og præsenterer nogle af grundprincipperne for arbejdet. Ekspertgruppen har også foretaget tre undersøgelser af områder, der er særlig relevant for den offentlige forsknings- og innovationsindsats, og belyser forskellige aspekter af barrierer og incitamenter relateret til grøn forskning og innovation. Dette arbejde har resulteret i tre tekniske analyserapporter.

Ph.d.-uddannede og virksomhedernes grønne omstilling: Den første tekniske analyserapport ser nærmere på et centralt element i den grønne omstilling, hvilket er uddannelsen af videnskabelig arbejdskraft, herunder særligt ph.d.-uddannede. Ph.d.-uddannede udfører grøn forskning på universiteterne, ligesom de bidrager til at forstå og indarbejde international forskning og viden i deres arbejde. Denne viden tager de med ud i virksomhederne, hvor de kan bidrage til at omsætte den nyeste viden til konkrete løsninger. Rapportens fokus er derfor at belyse de ph.d.-uddannedes bidrag til den grønne omstilling, og analysen af ph.d.-uddannede bidrager med flere fund:

- Målt på andelen af ph.d.-uddannede inden for forskellige hovedområder viser analysen, at virksomheder med grøn forskning og udvikling har en højere andel tekniske og naturvidenskabelige ph.d.-uddannede ansat end virksomheder, der forsker inden for andre områder.
- Andelen af tekniske og naturvidenskabelige ph.d.-uddannede med grønne forskningsinteresser under deres uddannelse er højere i de grønne forskningsvirksomheder end i andre forskningsvirksomheder.
- Analysen finder ingen forskel på, om virksomhederne har ph.d.-uddannede ansat i forhold til om de har grøn innovation. Det samme gælder for, hvilke hovedområder de ph.d.-uddannede kommer fra. Derimod er samfundsvidenskabelige og teknisk ph.d.-uddannede med grønne interesser i højere grad ansat i virksomheder med grøn innovation.

Virksomhedernes grønne omstilling, barrierer og drivkræfter: Den anden tekniske analyserapport undersøger en anden central aktør i den grønne omstilling, de private virksomheder. Virksomhederne spiller en central rolle, både når det gælder virksomhedens egne udledninger, men i særdeleshed også i udviklingen af grønne løsninger og teknologier, der kan reducere drivhusgasudledninger andre steder. For at blive klogere på, hvilke drivkræfter og barrierer virksomhederne oplever i forhold til at forske og innovere inden for den grønne omstilling og adoptere grønne teknologier og løsninger, har ekspertgruppen udført en spørgeskemaundersøgelse blandt private virksomheder i Danmark. Undersøgelsen viser bl.a., at:

- De største barrierer for virksomhederne har været høje opstartsomkostninger, andre prioriteringer, manglende teknologisk modenhed samt gældende love og regler.
- De største drivkræfter for virksomhederne har været deres omdømme, frivillige grønne tiltag og kundernes efterspørgsel.

Patenter og vidensspredning: Den tredje tekniske analyserapport ser på spredningen af viden og ideer. Spredningen af viden og ideer fra Danmark til andre lande spiller en vigtig rolle i den grønne omstilling, da det er med til at udvikle og udbygge de forsknings- og erhvervsmæssige styrkepositioner inden for konkrete områder i Danmark, ligesom spredningen af viden og ideer fra Danmark til andre lande bidrager til den globale indsats for reduktion af drivhusgasudledninger. Rapporten ser på patenter og citationer som et mål for vidensspredning, og formålet er at se på inden for hvilke teknologier til afbødning af klimaforandringer Danmark er stærkest. Dertil ses der på vidensspredning fra danske patenter til udenlandske patenter gennem patentcitationer.

Analyserne har været med til at understrege, at indholdet i vurderingsredskabet ikke kun er teoretisk relevant, men også relevant i praksis. F.eks. illustrerer ph.d. analysen behovet for humankapital, undersøgelsen af virksomhedernes barrierer for grøn omstilling viser problemet med de høje omkostninger og behovet på løbende finansiering. Patentanalysen har vist, at vidensspredning er en essentiel del af den grønne omstilling, og at Danmark opererer i en global kontekst. Analyserne kan findes i deres fulde længde på ekspertgruppens hjemmeside¹³.

3.3.2 Interessentmøder

Ekspertgruppen har i løbet af 2023 og 2024 inddraget en bred vifte af interessenter, eksperter og aktører for at understøtte en omfattende og nuanceret tilgang til arbejdet. Ekspertgruppen har afholdt møder med både interne og eksterne aktører, hvor møderne havde et tema og indhold tilpasset de specifikke deltagere. For eksempel har mødet med repræsentanter fra universiteterne fokuseret på forskning og vidensgenerering, mens møderne med de offentlige og private fonde har bidraget med indsigt om kriterier, udvælgelsesprocesser og evaluering af forskningsprojekter. Desuden har en række eksperter givet faglige oplæg. Samlet set har disse møder givet værdifulde bidrag, der er integreret i ekspertgruppens arbejde, og de involverede aktører har overvejende været positive over for ekspertgruppens arbejde, bidraget med input til arbejdet og udarbejdelsen af vurderingsredskabet. I nedenstående bilag kan der findes en mødeoversigt med informationer om de involverede aktører.

3.3.3 Eksterne analyser

Undervejs i arbejdet har ekspertgruppen fået løst enkelte opgaver ved hjælp af en række eksterne analysefirmaer. Målet har været at understøtte operationaliseringen af vurderingsredskabet. Her har analysefirmaerne givet deres bud på, hvordan det er muligt at operationalisere f.eks. det at måle om der er tilstrækkelig arbejdskraft for, at en indsats kan lykkes. De tre underliggende parametre samt indikatorer i vurderingsredskabet, hvor der er indhentet eksterne analyser fra, er: (1) Humankapital, (2) Finansiering og investeringer samt (3) Styrkepositioner.

¹³ Ekspertgruppen om forskningens betydning for den grønne omstilling (2023), Publikationer, <https://ufm.dk/forskning-og-innovation/rad-og-udvalg/andre-udvalg/ekspertgruppe-groenne-omstilling/publikationer>

4. Koncept for vurderingsredskab

I dette afsnit præsenteres konceptet for ekspertgruppens bud på en systematisk tilgang til at vurdere forsknings- og innovationsindsatser, der er målrettet reduktionen af drivhusgasudledninger i form af et vurderingsredskab. Formålet er at skabe et systematisk redskab, der kan anvendes til at identificere og prioritere de mest lovende indsatser, så de offentlige midler bliver rettet derhen, hvor de har den største forventede effekt.

4.1 En systematisk tilgang til forsknings- og innovationsinvesteringer

Der bliver fra offentlig side prioriteret mange midler til grøn forskning og innovation. For at understøtte, at der opnås mest mulig grøn omstilling for pengene, er det vigtigt at anvende en mere systematisk tilgang. Ekspertgruppen har til dette formål udviklet en systematisk tilgang i form af et redskab, der kan strukturere vurderingen af forsknings- og innovationsindsatser. Dette vurderingsredskab repræsenterer ekspertgruppens forståelse af, hvilke forhold der er væsentlige for at vurdere indsatsers potentielle bidrag til at reducere Danmarks drivhusgasudledninger, samt hvordan man kan strukturere vurderingen af disse forhold. Vurderingsredskabet kan bidrage til den politiske styring af den missionsdrevne indsats, og være med til at identificere områder, hvor det vil kræve politisk involvering for at fjerne eventuelle barriere for en indsats, hvilket beskrives i afsnit 5.5.

Det er ekspertgruppens vurdering, at det hverken vil være muligt eller hensigtsmæssigt at udarbejde en decideret model, der kan levere et entydigt facit i et givent antal mio. ton. CO₂e. En sådan beregningsmodel vil per definition ikke være mulig på forsknings- og innovationsområdet, da resultaterne fra forskning og innovation i sagens natur ikke kan forudsiges med sikkerhed. Sagt med andre ord, hvis der er tale om en indsats, hvor det er muligt at udarbejde et validt estimat på dens effekt på udledninger, forventede omkostninger og gennemførlighed, vil den næppe opfylde definitionen af en forsknings- og innovationsindsats og derfor ikke være relevant i dette henseende. I stedet fremsættes et vurderingsredskab, som er designet til at være praktisk anvendeligt på forskellige typer af forsknings- og innovationsindsatser.

For at kunne anvende vurderingsredskabet effektivt er det først nødvendigt at forstå, hvad der menes med "indsatser" i denne kontekst. Indsatser refererer her til specifikke forsknings- og innovationsprogrammer eller initiativer, der har til formål at reducere drivhusgasudledninger gennem udvikling og implementering af nye teknologier, produkter eller løsninger. Dette spænder altså lige fra større forskningsmissioner til enkeltstående forskningsprogrammer. F.eks. de fire forskningsmissioner i den grønne forskningsstrategi fra 2020¹⁴ eller tematisk øremærkede midler i offentlige forskningsfonde. Disse er som udgangspunkt noget bredere end konkrete, enkeltstående grønne projekter, hvor redskabet ikke anses for at være relevant eller velegnet til anvendelse.

4.2 Vurderingsredskabets opbygning

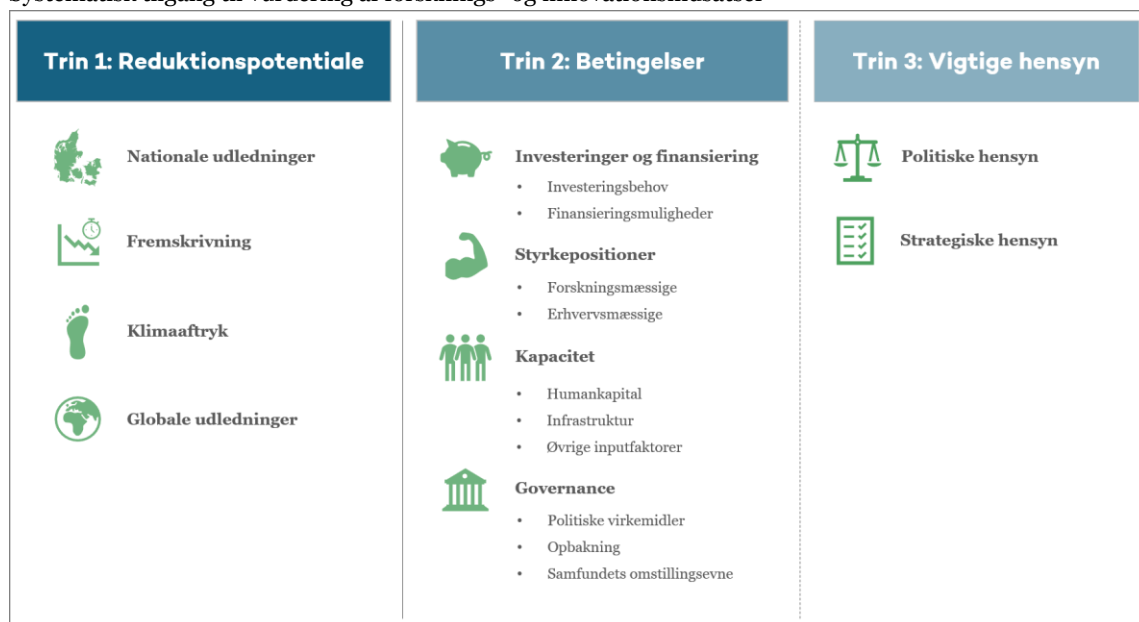
Vurderingsredskabet er struktureret i en række trin, der hver især fokuserer på specifikke aspekter og består af en række underliggende parametre, som vurderes at have relevans for vurderingen af

¹⁴ Uddannelses- og Forskningsministeriet (2020), *Grøn forskningsstrategi sætter klar retning for den grønne forskning og styrker samspil med erhvervslivet*, <https://ufm.dk/publikationer/2020/fremtidens-gronne-losninger-strategi-for-investeringer-i-gron-forskning-teknologi-og-innovation/gron-forskningsstrategi/opgorelse-af-gron-forskning-i-danmark/bibliometrisk-analyse-af-danmarks-gronne-forskning.pdf>

en forsknings- og innovationsindsats. Redskabet består af i alt tre trin "Reduktionspotentiale", "Betingelser" og "Vigtige hensyn", hvilket er illustreret i nedenstående figur. Reduktionspotentialet er et udtryk for de udledninger, som en indsats forventes at kunne påvirke og reducere. Betingelserne omfatter en række parametre, der sandsynliggør, om indsatsen faktisk forventes at kunne realisere sit potentiale. Vigtige hensyn indeholder andre forhold, som kan være relevante at medtage i vurderingen af den enkelte indsats.

Figur 4.2

Systematisk tilgang til vurdering af forsknings- og innovationsindsatser



Kilde: Ekspertgruppen om forskningens betydning for den grønne omstilling

Inden vurderingen af de enkelte trin og parametre, kan der udarbejdes et indledende overblik i form af en grundig beskrivelse af den pågældende indsats. **Indsatsbeskrivelsen** inkluderer en mere overordnet fremstilling af selve indsatsen, som kan kommunikeres på tværs af forskellige aktørtyper. Det inkluderer også en beskrivelse af, hvordan indsatsen forventes at kunne reducere udledninger, samt om der på forhånd kan identificeres åbenlyse opmærksomhedspunkter, med relevans for indsatsen.

Trin 1 indeholder fire parametre, som hver især giver indsigt i, hvor og hvordan en indsats potentielt kan reducere drivhusgasser. Her er tale om de nationale udledninger, dvs. de udledninger, der sker som følge af produktion inden for de danske grænser, herunder også hvordan disse udledninger forventes at udvikle sig. Herudover er der også inddraget klimaaftryk, som er et udtryk for de udledninger, som det danske forbrug skaber både i og udenfor Danmark. Dertil ses der på de globale udledninger, som viser det globale omfang af udledningerne inden for det område, som en indsats berører.

Trin 2 omfatter fire betingelser, der alle består af en række underliggende parametre. Den første betingelse vedrører indsatsens investeringsbehov og de dertilhørende finansieringsmuligheder. Styrkepositioner omhandler Danmarks forsknings- og erhvervmæssige position inden for et område. Kapacitet ser på potentielle flaskehalse, der kan opstå i forhold til realiseringen af et reduktionspotential. Det kan eksempelvis være, om der er tilstrækkeligt arbejdskraft til at skalere en indsats, eller om der mangler testfaciliteter til at udvikle en teknologi. Governance omhandler de mere

strukturelle forhold som en indsats er underlagt. Det kan f.eks. være, om der er folkelig og politisk opbakning til en teknologi, eller om teknologien i særlig grad efterspørges i befolkningen.

Trin 3 ser på de andre hensyn, som en indsats måtte være forbundet med eller have indflydelse på udover drivhusgasudledninger. Dette kan være andre politiske hensyn som f.eks. opretholdelse af biodiversitet, eller strategiske hensyn som f.eks. om indsatsen passer ind i den eksisterende portefølje af indsatser.

4.3 Uddybning af trin og parametre

Dette afsnit giver en mere uddybende beskrivelse af de fremsatte trin og underliggende parametre for at give en bedre forståelse af deres indhold.

4.3.1 Trin 1: Reduktionspotentiale

Vurderingen af en indsats' reduktionspotentiale er det første trin. Dette trin hjælper med at prioritere investeringer mod indsatser, der er målrettet de største udledningskilder. Der fokuseres på at reducere nationale udledninger, samtidig med at Danmarks samlede klimaaftryk og globale udledninger også vurderes. Denne vurdering giver et samlet billede af, hvordan indsatser kan bidrage både nationalt og globalt, og understøtter, at udbyttet af de grønne forsknings- og innovationsmidler maksimeres.

Reduktionspotentiale som et mål

Reduktionspotentiale forstås her som omfanget af de drivhusgasudledninger, som en forsknings- og innovationsindsats potentielt kan påvirke og reducere.

Det omfatter først og fremmest potentialet for at påvirke specifikke udledningskilder, altså hvor udledningerne kan henføres til et område, branche, produkt eller lignende. F.eks. en indsats omhandlende forskning i energieffektivitet i private boliger, som vil kunne påvirke husholdningernes forbrug af el og brændstof. Her vil reduktionspotentialet svare til udledningerne forbundet med forbruget. Vurderingen af reduktionspotentiale omfatter også negative udledninger. Negative udledninger skal forstås som reduktionen af eksisterende drivhusgasser i atmosfæren, hvilket kan bidrage til at reducere de samlede koncentrationer af drivhusgasser i atmosfæren, men hvor det ikke nødvendigvis er muligt eller relevant at henføre til en konkret udledningskilde. Eksempler på indsatser, hvor negative udledninger er relevante, er forskning i naturbaserede metoder som skovrejsning, hvor træer optager drivhusgasser, og forskning i teknologiske løsninger som Direct Air Capture (DAC), der suger drivhusgasserne direkte ud af atmosfæren.

Selvom det for indsatser, hvor reduktionspotentialet omfatter negative udledninger, ikke er muligt at henføre udledningerne direkte til en kilde, er de stadig meget relevante for den grønne omstilling. De bidrager til målsætningen om klimaneutralitet, eftersom der kan være udledninger, som er for komplekse eller umulige at reducere, hvorfor der skal kompenseres på anden vis. Dertil vil de negative udledninger blive mere relevante, hvis den politiske ambition om 110 pct. reduktion i 2050 ift. 1990-niveau bliver vedtaget som et klimamål.

Trinnet indeholder først og fremmest en vurdering af potentialet for at påvirke de **nationale udledninger**, dvs. de udledninger der er resulteret af dansk produktion inden for landets grænser, og som er relateret direkte til Danmarks klimamålsætninger, som defineret i Klimaloven. Udover de observerede udledninger medtages ligeledes de forventede udledninger (**Fremskrivning**). Årsagen til dette er at undgå situationer, hvor man medregner nogle udledninger i reduktionspotentiale, som allerede forventes afbødet af eksisterende tiltag, teknologier eller trends. Klimaloven indeholder en række øvrige principper, som klimaindsatsen skal tage hensyn til. Et af disse hensyn

er, at realiseringen af klimamålsætningerne ikke må ske på bekostning af, at udledningerne flyttes til udlandet. Af den grund medtages en vurdering af potentialet for at mindske Danmarks samlede **klimaafttryk**, som ikke nødvendigvis vil bidrage direkte til realiseringen af de danske klimamålsætninger, eftersom det også medtager udledninger uden for Danmarks grænser. Hvis en indsats f.eks. sigter mod at reducere udledningerne fra cementproduktionen, men omkostningerne forbundet med implementering af indsatsen fører til, at produktionen flyttes til udlandet, vil udledningen i Danmark ganske vist falde, men dette vil ske på bekostning af de globale udledninger. Det kan også omfatte indsats, der sigter mod at begrænse import af varer fra andre lande. Af Klimaloven fremgår det også, at Danmark skal være et foregangsland for den samlede globale klimaindsats. Af den grund medtages også en vurdering af potentialet for at bidrage til at reducere de **globale udledninger**. Dette skal forstås som udledninger, der ikke er relateret til hverken dansk produktion eller forbrug, og som hverken har direkte eller indirekte relevans for de danske udledninger. For eksempel kan dansk udvikling og eksport af nye, mere effektive solcellepaneler reducere de globale udledninger ved at gøre vedvarende energi mere tilgængelig og attraktiv på verdensplan, selvom det ikke direkte påvirker Danmarks egne udledninger.

Vurderingen af de nationale udledninger, fremskrivninger, klimaafttrykket og de globale udledninger suppleres med en række parametre, der er med til at nuancere vurderingen af det egentlige reduktionspotentiale.

- Tidshorisont:** Tidshorisonten er en beskrivelse af, hvornår effekten af en given indsats forventes at slå igennem. Tidshorisonten kan opgøres i f.eks. kort, mellem og lang sigt, hvilket vil kræve en definition af de forskellige tidsniveauer med udgangspunkt i f.eks. Klimaloven eller en prædefineret tidsperiode på f.eks. 5, 15 og 25 år. Formålet med denne vurdering er at understøtte, at der er en ligelig fordeling mellem lang- og kortsigtede forsknings- og innovationsindsatser, således at de pejlemærker, der er defineret i klimaloven, kan nås.
- Kompleksitet:** For at nuancere vurderingen af indsatsens potentiale ses der på kompleksiteten i at afbøde udledningerne. Her vurderes den teknologiske kompleksitet indenfor de relevante sektorer, altså om der er tale om udledninger, som er svære eller nemme at nedbringe. Dette er vigtigt, fordi nogle teknologier kan være meget dyre, pga. den teknologiske kompleksitet indenfor området. Eksempelvis er et område som betonindustrien, af rent tekniske årsager, vanskeligt at reducere udledninger fra. I et sådant tilfælde, vil man måske skulle acceptere højere omkostninger ift. reduktionspotentialet, end man ellers ville.
- Forældelsesrisiko:** Sidst ses der også på risikoen for, at indsatsens indhold og aktiviteter bliver overhalet af andre løsninger, og dermed bliver forældede. Dette er særligt relevant for indsatser målrettet områder, som i forvejen er præget af forskellige teknologiske tilgange og løsninger. Et eksempel er udbredelsen af elbiler, der er med til at gøre nye klimaløsninger, der er baseret på optimering af forbrændingsmotoren, mindre relevante.

4.3.2 Trin 2: Betingelser

I det andet trin sandsynliggøres realiserbarheden af indsatsens reduktionspotentiale via vurderingen af en række betingelser, som anses for at være de mest betydningsfulde. Dette trin identificerer de væsentlige faktorer og hjælper med at sandsynliggøre, om indsatsen kan realisere sit reduktionspotentiale. Der fokuseres på investeringer og finansiering, styrkepositioner, kapacitet og governance. Denne vurdering giver et samlet billede af, hvor sandsynligt det er, at indsatsen vil kunne gennemføres succesfuldt, realisere sit reduktionspotentiale og dermed maksimere effekten af de grønne forsknings- og innovationsinvesteringer.

4.3.2.1 Investeringer og finansiering

Finansiering er afgørende for at understøtte gennemførelsen af en forsknings- og innovationsindsats. Uden den tilstrækkelige finansiering til at dække indsatsens investeringsbehov, risikeres det at medføre forsinkelser, skaleringsproblemer mv. Derudover kan de finansielle betingelser være med til at identificere potentielle private investorers risikovillighed samt nødvendigheden af offentlig intervention, for at understøtte den nødvendige udvikling af indsatsen.

I vurderingen af investeringsbehovet sondres der mellem tre investeringstyper.

- Direkte investeringer:** Dette er investeringer, som er direkte forbundet med at gennemføre indsatsen. Altså omkostninger forbundet med f.eks. udviklingen af teknologierne i indsatsen, inden de rammer et kommercielt stadie, hvor de bliver tilgængelige på markedet. En vurdering af de direkte investeringer er vigtig, da der kan være en uoverensstemmelse mellem investorernes risikovillighed og tidshorisont, og så den risiko og tidshorisont, der er forbundet med investeringerne i indsatsen. I så fald risikeres det, at indsatsen ikke opnår tilstrækkelig finansiering, hverken offentlig eller privat.
- Forventede følgeinvesteringer:** Dette vedrører investeringsbehovet forbundet med indsatsens afledte aktiviteter. Dette kan være investeringer til etablering af den nødvendige infrastruktur eller investeringer forbundet med udrulningen og skalering af indsatsens løsninger. Følgeinvesteringerne ligger derfor typisk først, når indsatsens teknologier rammer et højere modningsniveau. En vurdering af følgeinvesteringerne er vigtig, da sådanne investeringer kan være af et omfang, der kan være vanskeligt at finansiere for private investorer.
- Investeringer i kommercialiseringsfasen:** Dette omhandler understøttelsen af teknologiernes rolle på markedet. Selv færdigudviklede grønne teknologier, kan i mange tilfælde have svært ved at slå igennem på markedet. Sådanne investeringer kan bl.a. omfatte anlægs- eller produktionsstøtte. Historien om den danske vindmølleindustri har vist, at sådanne investeringer kan være nødvendige for at konsolidere økonomien og teknologien indenfor en indsats, også selvom teknologierne er på et højt teknologisk modningsniveau.

Når de potentielle private finansieringsmuligheder til at dække investeringsbehovet vurderes, kan der ses på både danske og internationale aktører, eftersom investorer i høj grad agerer internationalt. De primære parametre for vurderingen er investorernes risikovillighed samt tidshorisonten for deres investeringer. Dette er vigtigt, da teknologier med lavere modningsniveau som udgangspunkt kræver investorer med større risikovillighed og længere tidshorisont, end indsatser med teknologier på højere modningsniveau. Altså afhænger potentialet for investeringer af overensstemmelsen mellem indsatsens modningsniveau og investorernes investeringsprofil. Hvis der er usikkerhed om tilstrækkeligheden af private finansieringsmuligheder, kan staten gå ind og skabe incitament for private for at skabe de nødvendige investeringer f.eks. via afgifter eller støtteordninger. Dette kan f.eks. være afgifter på fossile brændstoffer, der vil få virksomheder til at søge mod mere bæredygtige energikilder, idet afgifterne har skabt incitamentet.

4.3.2.2 Styrkepositioner

Tilstedeværelsen af stærke forskningsmiljøer er nødvendige for udviklingen og styrkelsen af forskningsfronten, mens et konkurrencedygtigt erhvervsliv bidrager til at omsætte og implementere denne viden til praktiske løsninger. Kombinationen af forskning og erhverv giver de bedste mulig-

heder for, at nye teknologier og løsninger ikke kun udvikles, men også bliver markedsført og skaleret, hvilket er afgørende for at sandsynliggøre indsatsens reduktionspotentiale. For eksempel har Danmark stærke forskningsmiljøer inden for vindenergi, som kombineret med en solid erhvervsmæssig styrkeposition i vindmølleindustrien, har gjort det muligt at udvikle, markedsføre og opskalere vindmølleparker både nationalt og internationalt. Man skal dog være opmærksom på, at der også er en risiko forbundet med at investere meget i de etablerede forskningsmiljøer og erhvervsområder, da det kan blive konserverende, og give mindre plads til udviklingen af nye ideer og områder.

-Forskningsmæssig styrkeposition: For at øge sandsynligheden for, at forsknings- og innovationsindsatser lykkedes, skal der være forskningsmiljøer i Danmark, som kan bidrage til udviklingen og styrkelsen af forskningsfronten inden for området. Dette kræver allerede etablerede eller betydelige forskningsmiljøer med potentiale for yderlig vækst, hvilket ofte tager lang tid at opbygge. Stærke forskningsmiljøer, der kan varetage forskningsaktiviteterne, vil være relevant gennem hele indsatsens forløb. Det er desuden væsentligt at tage højde for Danmarks relative styrkeposition ift. andre lande på området. Eftersom forskning kan betragtes som et ikke-rivaliserende gode, kan vi potentielt trække på andre landes styrker og erfaringer.

-Erhvervsmæssig styrkeposition: For at fremme videreudviklingen af indsatsens resultater, er det relevant at vurdere om der er et erhvervsliv, som kan varetage denne videreudvikling og understøtte, at indsatsens potentiale realiseres og fører til reduktioner. Et eksempel på en dansk erhvervsmæssig styrkeposition er skibsfart, hvor de danske rederier kan være med til at implementere resultaterne af forskning og udvikling inden for grønne brændstoffer. Eksemplet illustrerer desuden overgangen fra forskningsmiljøer til erhvervslivet, hvor kapaciteten og potentialet for samarbejde mellem forskningsmiljøer, virksomheder, organisationer, offentlige myndigheder mv. inden for området spiller ind. Et effektivt samarbejde mellem disse aktører er med til at understøtte, at forskningsresultater fra indsatsen faktisk bliver absorberet og videreudviklet, når de introduceres på markedet og implementeres. Det er først i dette sidste led i værdikæden, at forskningen reelt fører til reduktion af udledninger.

4.3.2.3 Kapacitet

Manglende eller begrænset kapacitet kan udgøre en barriere for indsatsen og hindre dens effekt på reduktionen af udledninger. Der kan opstå kapacitetsproblemer flere steder, bl.a. i relation til humankapital, infrastruktur og øvrige input. Uden tilstrækkelig og tilgængelig kapacitet i Danmark kan forsknings- og innovationsindsatser ikke gennemføres effektivt, hvilket kan føre til forsinkelser og ineffektivitet i implementeringen og skaleringen af løsninger. For eksempel kræver udviklingen af avancerede energisystemer både højt kvalificerede ingeniører og tilstrækkelige testfaciliteter. Hvis der ikke er nok ingeniører eller adgang til passende testfaciliteter, kan det forsinke udviklingen og implementeringen af nye energiløsninger, hvilket vil reducere deres bidrag til at mindske udledninger. Der sondres mellem tre forskellige kapacitetstyper.

-Humankapital: Afhængigt af indsatsens karakter kræves forskellige typer af arbejdskraft. I vurderingen af humankapital sondres der mellem arbejdskraft direkte involveret i indsatsen og den involveret i de efterfølgende aktiviteter. Forsknings- og innovationsindsatser kræver typisk videnskabelig arbejdskraft som forskere og ph.d.-uddannede, mens afledte aktiviteter, som implementering og skalering, kan kræve faglært arbejdskraft. Et eksempel er en indsats inden for energisystemer. Her er arbejdskraft som ingeniører nødvendige i forskning og udvikling af f.eks. smart grid-systemer. Dette skulle gerne resultere i egentlige

løsninger, der kræver installation, hvor elektrikere er nødvendige. Hvis ikke den nødvendige humankapital er tilgængelig kan der opstå flaskehalsproblemer, hvilket risikerer at få betydning for indsatsens udvikling.

-Infrastruktur: Infrastruktur kan for nogle områder sætte nogle begrænsninger, da en forsknings- og innovationsindsats kan kræve forskellige former for infrastruktur. Tilgængelig og tilstrækkelig infrastruktur kan dermed blive en forudsætning for, at forskningsresultater bliver til konkrete løsninger. Eksempelvis kan mangel på test- og demonstrationsfaciliteter, som skal anvendes til udviklingen og skaleringen af Power-to-X, blive en barriere for udviklingen indenfor området, ligesom mangel på rørledninger til transport af brint kan blive en barriere for implementeringen af brint i en stor skala.

-Øvrige inputfaktorer: Udover humankapital og infrastruktur, kan der være andre input som er nødvendige for en indsats. Dette omfatter særligt input, som forventede løsninger skal bygge på f.eks. kritiske råstoffer, biomasse, landareal mv. Et eksempel er udviklingen af bioethanol, hvor der skal anvendes et stort areal til at dyrke afgrøder. Hvis ikke det nødvendige landareal er tilgængelig, vil det forhindre skaleringen af løsningen.

4.3.2.4 Governance

Der eksisterer en række strukturelle og systemmæssige forhold, som skal være faciliterende for indsatsen, så den ender med at bidrage til drivhusgasreduktioner. Governance omfatter en række af disse forhold. Et af dem er politiske virkemidler som lovgivning, afgifter, regulering, tilskud og standarder, der kan være understøttende eller begrænsende for indsatsen. Et andet forhold er opbakning, eller manglen på samme, som kan forekomme på forskellige niveauer. F.eks. lokalopbakning til solcelleanlæg, EU-opbakning til GMO-teknologier, eller opbakning til atomkraft. Endelig er samfundets omstillingsevne, med henblik på at tage nye løsninger og teknologier i brug, relevant, da ændret adfærd kan understøtte implementeringen af indsatsen. For eksempel kan der være opbakning til at omlægge dansk husdyrproduktion både af hensyn til klimaet og dyrevelfærd. Men selvom denne opbakning eksisterer, kan øgede omkostninger for både landbruget og forbrugerne udgøre en barriere. Governance indeholder tre parametre.

-Politiske virkemidler: Politiske virkemidler kan være vigtige for at understøtte forsknings- og innovationsindsatsernes mulighed for i sidste ende at reducere udledninger. Disse inkluderer lovgivning, afgifter, reguleringer, tilskud og standarder, som hver især spiller en rolle i at skabe incitamenter og rammebetingelser for, hvordan indsatsen kan implementeres i samfundet. For eksempel kan en afgift på drivhusgasudledninger i landbruget motivere sektoren til at omlægge produktionen og tage nye processer i brug, der reducerer udledninger, hvilket vil være afgørende for en indsats' succes inden for dette område.

-Opbakning: Opbakning, eller mangel på samme, kan være vigtig for gennemførelsen af en forsknings- og innovationsindsats og særligt implementeringen af resultaterne. F.eks. lokalopbakning (modstand) i Danmark til opsætning af solcelleanlæg, opbakning (modstand) i EU til forskning i GMO-teknologier samt international opbakning (modstand) til brugen af atomkraft i den grønne omstilling.

-Samfundets omstillingsevne: Samfundets omstillingsevne går ud over opbakning og ser ikke kun på holdninger til den grønne omstilling, men også hvorvidt der faktisk er handling og ændret adfærd. Dette omhandler adfærdssændringer, og ser på om samfundet evner at betale de nødvendige omkostninger som den grønne omstilling medfører. F.eks. kan der

være bred national opbakning til at omlægge dansk husdyrproduktion af hensyn til klimaet og dyrevelfærd uden, at det afspejler sig i ændrede forbrugsvaner.

4.3.3 Trin 3: Vigtige hensyn

Det tredje trin omhandler de hensyn, som også vurderes at være vigtige for at opnå en helhedsorienteret vurdering af en forsknings- og innovationsindsats. Hensynene kan opdeles i to kategorier.

- **Politiske hensyn:** Som udgangspunkt vil en indsats blive vurderet ud fra en betragtning om forholdet mellem reduktionspotentiallet, midlerne som skal tildeles og sandsynligheden for succes. Ved også at medtage politiske hensyn, kan der tages højde for andre politiske prioriteter eller bundlinjer, der altså vil indgå som et led i vurderingen. Dette kan f.eks. være væsentlige hensyn som betydningen for biodiversitet eller de fordelingsmæssige konsekvenser. Eksempelvis kan man måske acceptere en mindre sandsynlighed for, at en indsats vil realisere sit fulde potentiale ift. reduktioner af drivhusgasser, hvis man i stedet kan forvente en forbedring af biodiversitet. Omvendt kan indsatser med højt reduktionspotentiale og sandsynlighed for succes forkastes, hvis det eksempelvis har høje negative fordelingsmæssige konsekvenser.
- **Strategiske hensyn:** Udover politiske hensyn kan der også medtages de mere strategiske overvejelser i vurderingen. Et strategisk hensyn kan være, om den pågældende indsats komplementerer den eksisterende portefølje bestående af øvrige forsknings- og innovationsindsatser. I forlængelse heraf kan et andet hensyn være, om indsatsen er afhængig af den samme kapacitet og input som øvrige indsatser. F.eks. landareal, der fungerer som input for forskellige områder som landbrug, biodiversitet, opstilling af solceller mv. Derudover kan et hensyn være, at den pågældende indsats understøtter eller forstærker andre offentlige tiltag og strategier.

Det er vigtigt at påpege, at ovenstående liste over både politiske og strategiske hensyn, hverken er statisk eller fuldstændig, da disse hensyn både kan ændre sig med tiden, men også kan være meget specifikke for den enkelte indsats. Af den grund er trin 3 udarbejdet til at være fleksibelt.

5. Overvejelser om vurderingsredskabet

I dette afsnit diskuteres det, hvordan og hvornår vurderingsredskabet kan anvendes, herunder det forventede ressourcetræk samt, hvilke overvejelser der skal tages i betragtning, når redskabet anvendes til at vurdere forsknings- og innovationsindsatser.

5.1 Et fleksibelt vurderingsredskab

Redskabet er udarbejdet som en fleksibel og struktureret tilgang til at vurdere forskellige typer af forsknings- og innovationsindsatser, men det er vigtigt at være opmærksom på, at dets anvendelighed vil variere afhængigt af den specifikke indsats. Ikke alle elementer i redskabet vil være lige relevante for alle indsatser, og det er derfor nødvendigt at tilpasse dets anvendelse efter indsatsens karakter.

Eksempelvis vil indsatser, der fokuserer på samfundsmæssige forhold som adfærdsforskning f.eks. forskning i reduktion af madspild i private husholdninger, ikke nødvendigvis drage nytte af en vurdering af de erhvervsmæssige styrkepositioner. I sådanne tilfælde vil andre parametre som samfundets opbakning og omstillingsevne være mere relevante at fokusere på. Ved indsatser, der omhandler udvikling af løsninger, som f.eks. avancerede energilagringssystemer, vil vurderingen af infrastruktur være særlig relevant. Først og fremmest skal der anvendes infrastruktur i relation til implementeringen som f.eks. ledningsnetværk ligesom strøm fungerer som et centralt input. Ved indsatser som omhandler udviklingen af nye løsninger eller teknologier som f.eks. Power-to-X, vil der være behov for investeringer i elektrolyseanlæg og infrastruktur til distribution, både til udviklingen men særligt også når det skal op i fuldskala produktion. Altså vil det her være særligt relevant at vurdere det forventede investeringsbehov, og om der forventes at være private finansieringskilder, som kan dække de fremtidige omkostninger. Indsatser, der indeholder forskning i f.eks. økonomiske instrumenter som afgifter, kan potentielt bidrage meget til den grønne omstilling, men det vil være mindre relevant at vurdere indsatsens reduktionspotentiale, da disse områder ikke direkte resulterer i reduktioner. Derudover kan der være tilfælde, hvor indsatsen omfatter negative udledninger, som ikke nødvendigvis kan henføres til en specifik udledningskilde, hvilket gør den fremsatte tilgang til vurdering af reduktionspotentiale mindre relevant. I stedet kan det overvejes at foretage en vurdering af, hvor mange negative udledninger en indsats vil kunne bidrage med.

Det er vigtigt at forstå, at der er tale om et fleksibelt redskab, hvor dele af det kan være mere relevante end andre afhængigt af den konkrete indsats. Brugeren skal aktivt vurdere, hvilke aspekter af redskabet der skal prioriteres i forhold til den pågældende forsknings- og innovationsindsats.

5.2 Vurderingsredskabets begrænsninger

Der er tale om et redskab, der kan understøtte og kvalificere vurderinger af, hvordan forsknings- og innovationsindsatser bidrager til at reducere drivhusgasudledninger, men det har også sine begrænsninger. Da der ikke er tale om en model, der automatisk genererer et resultat, kræver det aktive valg og fortolkninger fra brugeren for at vurdere indsatsen. Selvom det giver en struktureret tilgang til vurderingen, er det stadig nødvendigt at have tilstrækkelig indsigt for at kunne fortolke resultaterne korrekt. Derudover kan det ikke erstatte den ekspertvurdering, som ofte er nødvendig for at forstå de fulde implikationer af forsknings- og innovationsindsatser. Desuden fanger det ikke samtlige potentielle sociale, økonomiske og miljømæssige påvirkninger, der kan være relevante for

en indsats og selvom den inkluderer nogle af disse parametre, er det umuligt at dække alle aspekter fuldt ud. Disse er komplekse og kræver ofte ressourcekrævende dybere analyser og specifikke værktøjer for at blive fuldt forstået. Redskabet har derfor sine begrænsninger og det er vigtigt, at det anvendes hensigtsmæssigt. Den kræver aktive valg og fortolkninger fra brugeren for at understøtte, at vurderingsprocessen er velbegrunderet og nuanceret. Men anvendt korrekt kan redskabet forbedre eksisterende processer ved at give et systematisk grundlag for vurderingen.

5.3 Hensyn og fravalg i vurderingsredskabet

I udviklingen af redskabet er der blevet foretaget visse fravalg for at fokusere på de parametre, der vurderes at være mest centrale og afgørende baseret på den nuværende viden og ekspertise. Afgrænsningen er derfor sket ud fra en række hensyn. For det første er der tale om et forvaltningsredskab, hvilket betyder, at redskabet skal være praktisk og anvendelig i en administrativ kontekst. Dette indebærer, at den ikke må blive for ressourcekrævende, da dette vil kunne forhindre dens anvendelse i praksis. Dette har haft særlig betydning for omfanget af parametre, som er medtaget. For det andet er nogle ting for komplekse at vurdere i denne sammenhæng, hvilket kan gøre det svært at inkludere dem på en meningsfuld måde. Et eksempel er spørgsmålet om, hvad der ville ske, hvis midlerne ikke blev prioriteret, og om investeringerne så ville komme fra et andet sted. Selvom det er et relevant spørgsmål, vil en anskueliggørelse af kontrafaktiske scenarier være behæftet med en for stor usikkerhed og er derfor blevet udeladt. Endelig vil nogle aspekter være for omfattende at vurdere, hvilket kan føre til stor usikkerhed i resultaterne. F.eks. er effektivvurderinger af forskning ofte præget af betydelig usikkerhed og bliver derfor en umulig opgave at udføre, hvis der skal opnås en tilstrækkelig dækkende vurdering.

5.4 Ressourcetræk

Det er vanskeligt på forhånd at give et estimat på, hvad det vil kræve af ressourcer at anvende vurderingsredskabet. Det skyldes både, at der kan være et stort spænd i indsatsernes bredde, og dermed kompleksitet, men også at betingelserne og parametrene i vurderingsredskabet i sig selv omhandler komplicerede samfundsforhold, som potentielt kan afføde meget detaljerede undersøgelser. I sidste ende er det op til brugeren at beslutte, hvilken detaljeringsgrad undersøgelsen af de enkelte parametre skal være på, og det er vigtigt, at selve vurderingen står mål med det man ønsker at opnå og forbliver proportionelt ift. den indsats, som bliver vurderet. Man skal derfor overveje, hvor dyb vurderingen skal være for hver enkelt indsats.

I afsnittet "*Brugen af vurderingsredskab*" præsenteres et bud på, hvordan vurderingsredskabet kan anvendes i praksis. Der gives eksempler på, hvordan de forskellige trin og parametre kan vurderes med indikatorer og data, men der gives ikke direkte anbefalinger til, hvordan man bør foretage vurderingen. Der er bevidst lagt op til en mere fleksibel brug af redskabet, hvor det er muligt at tilpasse brugen af det ud fra den pågældende indsats.

5.5 Identificering af barrierer og mulige politiske tiltag

Vurderingsredskabet er udviklet til at understøtte den politiske prioritering af investeringer til de forsknings- og innovationsindsatser, der har det største potentiale for at bidrage til reduktion af drivhusgasudledninger. Som resultat af redskabets anvendelse kan der identificeres mulige barrierer, som risikerer at hindre en given indsats i at realisere reduktionspotentialen. Her gælder det dog, at barriererne potentielt kan afhjælpes af andre politiske tiltag. Da vurderingsredskabet kan være med til at identificere barrierer for en indsats vil det også potentielt kunne hjælpe med at pege på, hvor der vil være behov for politiske tiltag, som kan afhjælpe mulige barrierer, hvis der er et politisk ønske om at gennemføre indsatsen.

For eksempel kan en indsats, der sigter mod at udvikle avancerede energilagringssystemer, støde på udfordringer i forhold til manglende infrastruktur eller utilstrækkelig finansiering til følgeinvesteringer. Ved at identificere disse barrierer kan redskabet pege på, at forsknings- og innovationsindsatsen sandsynligvis ikke vil realisere sit reduktionspotentiale, uden at der samtidig findes løsninger på disse barrierer. Nogle barrierer, såsom eksisterende lovgivning, er oftest indført med et konkret formål f.eks. at understøtte andre samfundsinteresser. Et eksempel på dette kan være en indsats, der sigter mod at udvikle og implementere grønne brintanlæg, der som en central energikilde har potentiale til at reducere afhængigheden af fossile brændstoffer i bl.a. energilagring og transportsektoren. En væsentlig barriere for denne indsats kunne være eksisterende miljølovgivning, som regulerer etablering af nye industrikomplekser, og har strenge krav til støjniveauer, lokal forurening og arealanvendelse. Disse love er designet til at beskytte lokale miljøer og samfund, men kan samtidig forhindre opskalering af teknologier som brintanlæg.

Det er vigtigt at understrege, at vurderingsredskabet ikke i sig selv udstikker anbefalinger til politiske tiltag. Det præsenterer blot en systematisk tilgang til bl.a. at identificere mulige barrierer, hvor potentielle politiske tiltag så kan overvejes i forbindelse med en indsats.

6. Brugen af vurderingsredskabet

I de foregående afsnit er konceptet for vurderingsredskabet blevet præsenteret sammen med nogle af de overvejelser, der har lagt til grund for udviklingen af det. I dette afsnit beskrives det, hvordan den er tiltænkt at kunne anvendes i praksis. Dette afsnit gennemgår operationaliseringen af de forskellige trin og underliggende parametre, som udgør vurderingsredskabet. Formålet er at illustrere, hvordan redskabet kan bruges til at strukturere vurderingen af forsknings- og innovationsindsatser. Der anvendes løbende illustrative eksempler på indsatser, hvilket gerne skal vise, hvordan den kan bidrage til en systematisk og struktureret tilgang til vurderingen af grønne forsknings- og innovationsindsatser.

6.1 Indsatsbeskrivelse

Inden redskabet tages i brug til vurderingen af forsknings- og innovationsindsatser, kan man med fordel beskrive den pågældende indsats grundigt. Formålet med dette indledende skridt er at give et grundlæggende overblik, inden vurderingen af indsatsen påbegyndes, samt vurdere, om redskabet er passende at anvende. Dette skal give et bedre udgangspunkt for vurderingen af de enkelte trin og parametre ved bl.a. at understøtte nødvendige afgrænsninger, valget af datakilder samt identificering af eventuelle relevante opmærksomhedspunkter. Desuden er dette tæt relateret til trin 3, der netop ser på andre vigtige hensyn, som der måtte være.

Indsatsbeskrivelsen kan struktureres ud fra følgende elementer.

- **Indsatsbeskrivelse:** Først og fremmest bør det være muligt at give en generel beskrivelse af indsatsen, der indeholder de mest centrale informationer. Beskrivelsen skal være tilpas detaljeret, så den kan forstås og formidles på tværs af forskellige aktortyper og organisatoriske niveauer. Dette er særligt relevant, hvis flere indsatser skal vurderes på samme tid.
- **Indsatsens reduktion af drivhusgasudledninger:** Dernæst bør det være muligt at svare relativt ukompliceret på, hvordan indsatsen reelt forventes at kunne bidrage til at reducere drivhusgasudledninger. Her tænkes der ikke på en længere teknisk forklaring, men en mere overordnet beskrivelse af, hvilke teknologier, løsninger, aktiviteter mv. der ligger i indsatsen, og hvordan de forventes at kunne reducere drivhusgasudledninger.
- **Åbenlyse opmærksomhedspunkter:** Afslutningsvist kan der identificeres eventuelle opmærksomhedspunkter med relevans for indsatsen. Her tænkes der på opmærksomhedspunkter, der er direkte relateret til redskabet og derfor vil blive genbesøgt senere i vurderingen, men kan ligeledes omfatte opmærksomhedspunkter, som ikke umiddelbart er dækket af redskabets trin. Et eksempel på et opmærksomhedspunkt er anvendelsen af landareal. Der er fra politisk side flere forskellige formål, hvor landareal er tænkt som input. Dette gælder bl.a. opsætning af solceller, rejsning af skov, dyrkning af jord mv. Altså skal man være særlig opmærksom på, at det kan blive en knap ressource på sigt, hvilket indgår i vurderingen af kapacitet i trin 2.

6.2 Trin 1: Reduktionspotentialer

I dette afsnit gennemgås det, hvordan det første trin kan operationaliseres. Trinnet indeholder vurderingen af det omfang af drivhusgasudledninger, som en forsknings- og innovationsindsats potentielt kan reducere. Dette omtales som reduktionspotentialer, og refererer til omfanget af udledninger inden for en sektor, branche eller lignende, som en given indsats potentielt kan påvirke. Først vurderes omfanget af de nationale udledninger, hvilket inkluderer potentialer for at reducere drivhusgasudledninger i forskellige sektorer og områder i Danmark. Udover de nationale udledninger omfatter vurderingen også Danmarks klimaaftryk, inklusive udledninger fra international skibsfart og lignende, som typisk ikke indgår i de nationale opgørelser. Der ses også på fremskrivning af forventede reduktioner baseret på eksisterende tiltag for at undgå dobbeltoptælling. Endelig vurderes omfanget af de globale udledninger, heraf i sektorer udenfor Danmark, som løsninger fra indsatsen potentielt kan bidrage til at reducere. Vurderingen af udledningerne suppleres med parametre som tidshorisont, der angiver, hvornår reduktionspotentialer kan realiseres, f.eks. kort, mellem og lang sigt. Komplexiteten i at reducere udledningerne og risikoen for, at indsatsen bliver forældet, vurderes også for at nuancere reduktionspotentialer.

6.2.1 Mål for reduktionspotentialer

Vurderingen af reduktionspotentialer for en indsats kan per definition ikke være et forudgående eksakt estimat af forskningens effekt på drivhusgasudledninger, da resultaterne fra forskning er forbundet med en iboende usikkerhed. For at gøre vurderingen realistisk og håndterbar, anvendes her i stedet en bred forståelse af reduktionspotentialer. Reduktionspotentialer skal forstås som omfanget af udledninger inden for en sektor, branche, område eller lignende, som en given indsats potentielt kan påvirke. Denne tilgang tager udgangspunkt i kvantificeringen af de udledninger, der direkte eller indirekte stammer fra de relevante brancher, teknologier og produkter knyttet til indsatsen. Det skal bemærkes, at denne tilgang altså ikke sigter mod at levere en decideret effektivvurdering af, hvor meget en indsats kan reducere drivhusgasudledninger. I stedet handler det om at vurdere, hvor stor en del af de eksisterende udledninger, som indsatsen forventes at kunne påvirke. Et eksempel kan være en indsats, der omhandler forskning i fodersammensætning med det formål at reducere udledninger fra kvæg. Her vil vurderingen af reduktionspotentialer ikke kunne gå i detaljer med, hvordan eller hvor meget den specifikke fodersammensætning præcist påvirker udledninger. I stedet vil reduktionspotentialer blive vurderet ud fra de samlede udledninger fra kvæget i dag og fremskrivninger, der viser, hvordan de vil udvikle sig med de nuværende teknologier og løsninger.

Den primære årsag til, at der ikke foretages egentlige effektivvurderinger af indsatsen er, at resultater fra forskning i sigens natur er usikre, og en effektivvurdering vil derfor være præget af betydelig usikkerhed. Denne usikkerhed forstærkes yderligere, når der er tale om umodne teknologier eller løsninger, hvilket ofte er tilfældet for forsknings- og innovationsindsatser. Derudover vil nogle indsatser være mere overordnede og generelle, hvilket betyder, at de kan omfatte mange forskellige teknologier og løsninger, som ikke altid er detaljeret beskrevet, hvilket gør eventuelle effektivvurderinger mere usikre. På grund af denne usikkerhed skal en egentlig effektivvurdering være grundig og veldokumenteret for at give pålidelige resultater, hvilket vil kræve store investeringer i både tid, ressourcer og ekspertise, og vil selv med den mest grundige effektivvurdering, være forbundet med betydelig usikkerhed. Desuden vil det skævvride redskabet og de efterfølgende vurderinger mod modne og veldokumenterede teknologier eller løsninger risikerer at blive prioriteret, på bekostning af nybrud.

Det bemærkes, at vurderingen af reduktionspotentialer kan foretages på forskellige måder, og at den beskrevne tilgang her blot er én af dem, der her vurderes som mest hensigtsmæssigt. Selvom

en vurdering af reduktionspotentialet ud fra en bred kvantificering kan være passende og praktisk, kan der være tilfælde, hvor en mere detaljeret effektvurdering er mulig og ønsket. Det er derfor vigtigt at overveje, om den valgte måde er hensigtsmæssig for den pågældende indsats.

6.2.2 Opgørelse af drivhusgasudledninger

I vurderingen af reduktionspotentialet er det vigtigt at tage højde for, at drivhusgasudledninger kan opdeles og henføres på forskellige måder. Overordnet er det muligt at opdele i produktionsbaserede udledninger og forbrugsbaserede udledninger. I den produktionsbaserede opgørelse er udledninger henført til selve produktionsprocessen. Den forbrugsbaserede opgørelse, også kaldet klimaafttryk, omfatter derimod udledninger knyttet til det samlede forbrug af varer og tjenester. I nedenstående eksempel illustreres forskellen mellem de to opgørelser, ligesom der henvises til Klimarådets rapport fra 2023 om Danmarks globale indsats, for en mere uddybende forklaring af forskellene mellem de produktions- og forbrugsbaserede udledninger.¹⁵ I afsnittet "Afgrænsning" beskrives det, hvordan de forskellige opgørelser kan afgrænses til den pågældende indsats.

Eksempel på forskellen mellem en produktionsbaseret og forbrugsbaseret udledningsopgørelse

En dansk virksomhed producerer en kobberledning. Selve kobbermaterialet importeres fra udlandet, og det endelige ledningsprodukt eksporteres til udlandet.

Produktionsbaseret: Udledninger fra selve produktionen af ledningsproduktet henføres til Danmarks udledninger. Udledninger forbundet med at producere kobberet henføres til det land, hvor kobberet er produceret.

Forbrugsbaseret: Udledninger forbundet med produktionen af ledningen samt udledninger forbundet med at udvinde kobberet henføres til det land, hvor den endelige anvendelse finder sted. Altså det land, hvor kobberledningen bliver eksporteret til.

Der er flere årsager til, hvorfor der skal tages højde for, hvordan udledningerne opgøres. Hvis der kun tages udgangspunkt i den territoriale produktionsbaserede opgørelse, som udarbejdes af Nationalt Center for Miljø og Energi, herefter omtalt som DCE, vil indsatser som f.eks. omfatter reduktionen af importerede varer, ikke blive vurderet til at have noget reduktionspotential da det i så fald vil være de forbrugsbaserede udledninger. Den territoriale produktionsbaserede opgørelse medtager kun udledninger, der er sket i Danmark. Dette betyder, at international skibs- og flytrafik ikke medregnes i opgørelsen, og indsatser målrettet dette område vil derfor ikke opnå en retvisende vurdering af betydningen for det samlede klimaregnskab. Derudover risikeres det, ved kun at medtage de produktionsbaserede udledninger, at der ikke tages højde for lækage, altså hvor en reduktion i udledningerne skyldes, at produktionen er flyttet til udlandet. I forlængelse heraf er opgørelserne med til at gøre vurderingen af reduktionspotentialet mere fleksibel, eftersom det muliggør en tilpasning af vurderingen afhængigt af, hvor udledningerne kan henføres. Den produktionsbaserede opgørelse omfatter de nationale udledninger, hvilket er særlig nyttigt i forbindelse med prioriteringen af indsatser med direkte indflydelse på de nationale klimamålsætninger. Modsat gør den forbrugsbaserede opgørelse det muligt at prioritere indsatser ud fra et mere globalt perspektiv, ved at inkludere udledninger forbundet med forbruget af importerede varer, hvilket kan være afgørende for at forstå de globale konsekvenser af en indsats og dermed opnå en mere dækkende og retvisende vurdering af reduktionspotentialet.

¹⁵ Klimarådet (2023), Danmarks globale klimaindsats, <https://klimaraadet.dk/da/analyse/danmarks-globale-klimaindsats>

6.2.3 Datagrundlag

Som beskrevet tidligere skal vurderingen af reduktionspotentialiet forstås som kvantificeringen af de udledninger, der direkte eller indirekte stammer fra de relevante brancher, teknologier og produkter knyttet til indsatsen. At kunne foretage denne vurdering er i høj grad afhængig af de tilgængelige datakilder, og der findes en række forskellige, som kan benyttes til at vurdere reduktionspotentialiet for en given indsats. Blandt de mest typiske er:

- Officielle statistikker fra f.eks. Danmarks Statistik, DCE, Eurostat, IPCC mv.
- Videnskabelige studier og rapporter fra f.eks. Klimarådet, regeringen, universiteter, GTS'er mv.
- Industri- og sektorrapporter f.eks. Energistyrelsens teknologikataloger, rapporter fra IEA, brancheforeninger mv.

Udgangspunktet for vurderingen af reduktionspotentialiet er de officielle statistikker, eftersom de vurderes at være mest hensigtsmæssigt at anvende. Man skal dog være opmærksom på at anvende de datakilder, som er mest passende for den pågældende indsats. Af tabel 6.1 fremgår mulige kilder til både de produktionsbaserede og forbrugsbaserede udledninger. Udover de egentlige opgørelser af udledningerne medtages også klimafremskrivningen, som er en teknisk fremskrivning af de forventede udledninger, samt en kilde, der kan anvendes til at vurdere de globale udledninger.

Tabel 6.1

Forslag til datakilder

Indhold	Opgørelsestype	Producent
Nationale udledninger	Produktion	DCE ¹⁶
	Produktion	Danmarks Statistik ¹⁷
Klimaaftryk	Forbrug	Energistyrelsen og Danmarks Statistik ¹⁸
	Forbrug	Energistyrelsen ¹⁹
Klimafremskrivning	Produktion	Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet ²⁰
Globale udledninger	Produktion	IPCC (FN's klimapanel) ²¹

6.2.3.1 Nationale udledninger

De produktionsbaserede udledninger, her omtalt som nationale udledninger, anvendes som første parameter i vurderingen af reduktionspotentialiet, da det er disse udledninger, som knytter sig direkte til de nationale klimamålsætninger fremsat i Klimaloven. Der kan her med fordel inddrages dataopgørelser fra både DCE og Danmarks Statistik. Årsagen til, at begge er medtaget skyldes primært en række tekniske forskelle. De to opgørelser er baseret på forskellige nomenklaturer (klassifikationer), og giver derfor forskellige muligheder for at knytte opgørelserne til andre datakilder

¹⁶ European Environment Agency (2024), *European Environment Information and Observation Network*, <https://www.eionet.europa.eu/>

¹⁷ Danmarks Statistik (2024), *Statistikbanken*, <https://statistikbanken.dk/statbank5a/default.asp?w=1920>

¹⁸ Danmarks Statistik (2024), *Statistikbanken*, <https://statistikbanken.dk/statbank5a/default.asp?w=1920>

¹⁹ Energistyrelsen (2024), *Danmarks globale klimapåvirkning - Global afrapportering*, <https://ens.dk/service/fremskrivninger-analyser-modeller/danmarks-globale-klimapaavirkning>

²⁰ Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet (2024), *Klimastatus og -fremskrivning*, <https://www.kefm.dk/klima/klimastatus-og-fremskrivning/klimastatus-og-fremskrivning-2024>

²¹ UNFCCC (2019), *GHG data from UNFCCC*, <https://unfccc.int/topics/mitigation/resources/registry-and-data/ghg-data-from-unfccc>

som f.eks. virksomhedsstatistik. Derudover indeholder opgørelsen fra Danmarks Statistik data på udledninger fra international transport, som er foretaget af danske skibe, fly og køretøjer, der ikke indgår i den opgørelse, som DCE udarbejder. I nedenstående afsnit "Afgrænsning" uddybes forskellene mellem opgørelserne, herunder hvordan DCE's opgørelse tilbyder en mere detaljeret indsigt i klimarelaterede data, mens Danmarks Statistiks opgørelse muliggør bredere sammenligninger på tværs af brancher og økonomiske indikatorer. Dette giver fleksibilitet i anvendelsen af data og ultimativt vurderingen af reduktionspotentialer. For at illustrere, hvordan man kan anvende dataopgørelser om produktionsbaserede udledninger, gives der herunder et meget forsimplet eksempel om de nationale udledninger inden for landbrugsområdet, hvor opgørelsen fra DCE er anvendt.

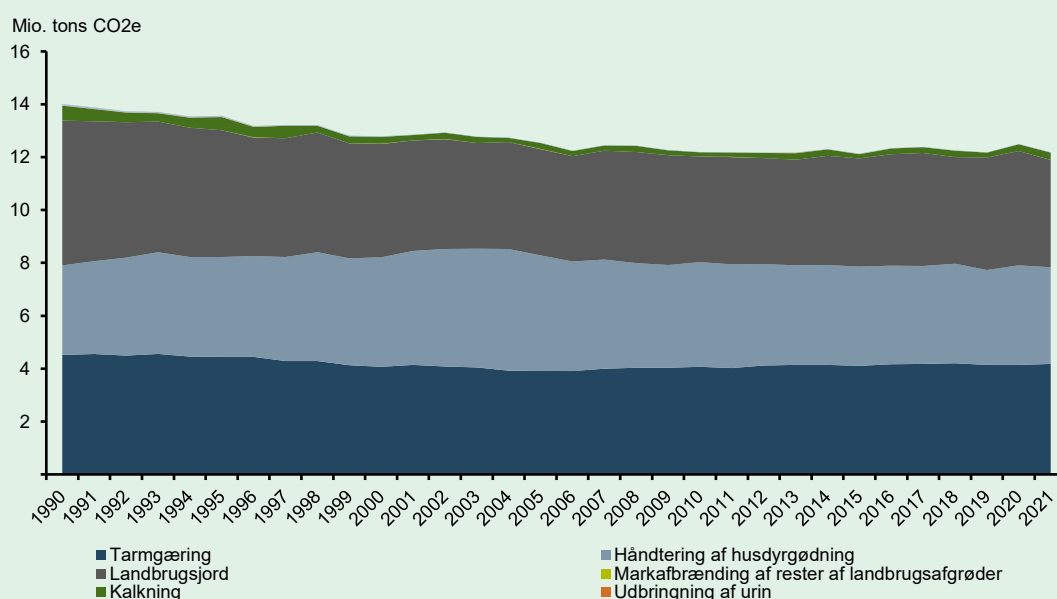
Eksempel på nationale udledninger fra landbruget i perioden 1990-2021

I Danmark udgjorde udledningerne fra landbruget ca. 12,5 mio. tons CO₂e i 2021, hvilket teoretisk kan betragtes som landbrugets samlede reduktionspotentialer, jf. figur 6.3. Landbrugets udledninger fordeler sig primært mellem tarmgæring, landbrugsjord og håndtering af husdyrgødning, som hver udleder ca. 1/3 af landbrugets udledninger. Det er vigtigt at udvælge de underkategorier, der passer til indsatsen, for dermed at opnå en mere retvisende vurdering af reduktionspotentialer. F.eks. ved en indsats, der omhandler optimering af gyllehåndtering, er det vigtigt, at reduktionspotentialer kun vurderes ift. de kategorier, der omhandler gødningshåndtering.

Hvis man er i tvivl om, hvilke kategorier som passer til en indsats, kan der henvises til bind 1, kapitel 8 i "2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories"²², som indeholder definitioner af de enkelte kategorier.

Figur 6.3

Udviklingen i udledninger fra landbruget, 1990-2021



Anm.: Danske oversættelser hentet fra EUR-Lex.

Kilde: Ekspertgruppen om forskningens betydning for den grønne omstillings egne beregninger på baggrund af data fra EIONET

²² IPCC (2006), 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol1.html>

6.2.3.2 Danmarks klimaaftryk

Klimaaftryk kan anvendes i tilfælde, hvor indsatsen har en betydning for Danmarks forbrug og de globale udledninger, selvom de ikke direkte bidrager til opfyldelsen af Danmarks nationale klimamålsætninger. Her kan der inddrages en opgørelse fra Danmarks Statistik og Energistyrelsen, med data om klimaaftrykket af dansk forbrug. Der er generelt mange anvendelsesmuligheder i denne opgørelse. F.eks. har Danmarks Statistik udarbejdet en analyse, som viser nogle af mulighederne i aftryksopgørelsen.²³ Herudover kan der henvises til Energistyrelsens årlige rapport om Danmarks globale klimapåvirkning.²⁴ Man har bl.a. mulighed for at se på, hvilke lande udledningerne fordeler sig på, hvordan udledningerne er opstået, samt hvilke brancher udledninger forekommer i. Denne opgørelse kan være relevant at anvende ved en indsats, som f.eks. omhandler genanvendelse af materiale i byggeri, hvilket vil reducere anvendelsen og importen af stål i byggeriet. Størstedelen af effekten fra denne indsats vil kunne ses på det danske klimaaftryk, og altså ikke på de nationale udledninger, jf. nedenstående boks, der viser, hvordan reduktionspotentialer for metalindustrien kan se ud. Derved kan indsatsen alligevel få relevans, selvom den ikke direkte bidrager til opfyldelsen af Danmarks klimamålsætninger.

²³ Danmarks Statistik (2021), *Dansk forbrug sætter i høj grad sit klimaaftryk i udlandet*, <https://www.dst.dk/da/Statistik/nyheder-analyser-publ/Analyser/47752-dansk-forbrug-saetter-i-hoej-grad-sit-klimaaftryk-i-udlandet>

²⁴ Energistyrelsen (2024), *Danmarks globale klimapåvirkning - Global afrapportering*, <https://ens.dk/service/fremskrivninger-analyser-modeller/danmarks-globale-klimapaavirkning>

Eksempel på Danmarks klimaaftryk for metalindustrien

Udledningerne fra metalindustriens produktion i Danmark udgjorde 0,2 mio. tons CO₂e i 2021, mens det globale klimaaftryk fra dansk og udenlandsk metalindustri som følge af dansk forbrug udgjorde 3,2 mio. tons CO₂e samme år, jf. tabel 6.2. Altså er der tale om et relativt begrænset reduktionspotentiale i den danske produktion, mens der er et større globalt reduktionspotentiale, hvis man f.eks. kan reducere importen af materiale eller genanvende det. Eksemplet illustrerer, hvor stor en forskel der kan være mellem de produktionsbaserede og forbrugsbaserede opgørelser, og hvorfor det er vigtigt at identificere de relevante opgørelser for den pågældende indsats.

Tabel 6.2

Metalindustriens udledninger i mio. ton CO₂e fordelt på opgørelsestype, 2021

Opgørelsestype	Drivhusgasudledninger
Produktionsbaseret	0,2
Forbrugsbaseret (Klimaaftryk)	3,2

Kilde: Ekspertgruppen om forskningens betydning for den grønne omstillings egne beregninger på baggrund af data fra Danmarks Statistik

Aftryksopgørelsen giver ligeledes mulighed for at se, hvor i verden udledningen har fundet sted, samt hvor den endelige anvendelse af de produkter, der har skabt udledningerne, finder sted. Klimaaftrykket er kun et mål for udledningerne skabt i forbruget af produkter, som finder anvendelse i Danmark, og ikke dem som finder anvendelse i udlandet dvs. bliver eksporteret. Af tabel 6.3 kan man se metalindustriens udledninger fordelt på deres endelige anvendelse og udledningssted. Tabellen viser bl.a., at en væsentlig del af de afledte udledninger skyldes produkter, som senere eksporteres. Af de produkter, som ikke eksporteres (klimaaftrykket), sker 3,1 mio. tons af udledningerne ud af de samlede 3,2 mio. tons CO₂e i udlandet. De tre lande, hvor der er flest afledte udledninger skabt gennem dansk forbrug, er Kina, Tyskland og Indien, som samlet udleder 2,1 mio. tons CO₂e ud af de samlede 3,2 mio. tons.

Tabel 6.3

Metalindustriens udledninger i mio. ton CO₂e fordelt på anvendelsestype og geografisk placering, 2021

Udledningssted	Anvendelse	
	Indenlandsk (Aftryk)	Eksport
Danmark	0,1	0,1
Resten af verden	3,1	4,8
<i>Heraf udgør:</i>		
Kina	1,5	-
Tyskland	0,3	-
Indien	0,3	-

Kilde: Ekspertgruppen om forskningens betydning for den grønne omstillings egne beregninger på baggrund af data fra Danmarks Statistik

Af tabellen kan man ligeledes se, at en del af udledningerne ikke ender med at blive anvendt i Danmark, men bliver i stedet eksporteret. Disse udledninger fremgår af kolonnen "eksport". Her kan man se, at eksport af danske varer fra metalindustrien samlet udledte ca. 4,9 mio. tons CO₂e, hvor udledninger fra anvendelse i Danmark kun udgjorde ca. 0,1 mio. ton. Langt de fleste af udledningerne fra metalindustrien er altså sket i udlandet som følge af eksport, og Danmark er i denne sammenhæng et mellemland.

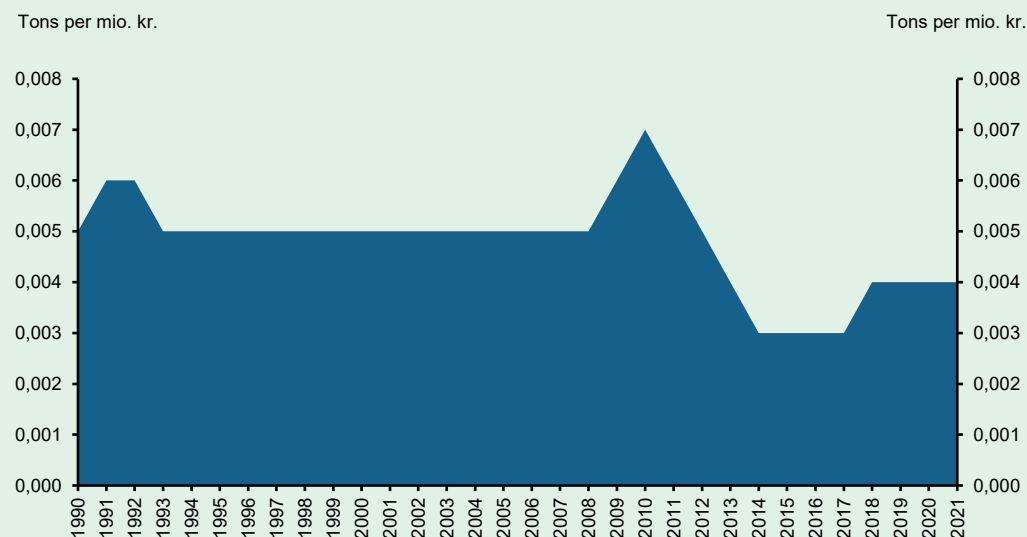
Anvendelsen af opgørelsen med klimaaftryk giver derudover muligheder for at se på de udledningsmæssige konsekvenser af ændrede produktionsforhold i Danmark, da opgørelsen indeholder en række miljømultiplikatorer. Her er der i EXIOBASE bl.a. tal for udledningsintensitet, dvs. hvor meget en branche forventes at udlede per mio. kr. i omsætning. Da emissionsintensiteten er et udtryk for forholdet mellem omsætning og udledninger, vil det i højere grad være "renset" for ændringer i aktiviteten, således man kan bruge det som indikation på, om en branche er bedre til at udlede mindre, uagtet om der har været ændring i aktiviteten indenfor branchen.

Eksempel på udviklingen i emissionsintensiteten for metalindustrien i perioden 1990-2021

I dette eksempel ses der på metalindustrien emissionsintensitet, som er faldet fra 1990 til 2021 fra ca. 0,006 tons per mio. kr. i omsætning til ca. 0,004. Det betyder, at metalindustrien omsætter for mere per udledning i 2021 sammenlignet med 1990.

Figur 6.4

Emissionsintensitet for metalindustrien, 1990-2021



Kilde: Ekspertgruppen om forskningens betydning for den grønne omstillings egne beregninger på baggrund af data fra Danmarks Statistik

Emissionsintensiteten kan være et vigtigt mål, da det kan give en god indikation af, om en branche er blevet mere "udledningseffektiv". Man skal dog være varsom med substantielle tolkninger uden nærmere undersøgelse. I nogle tilfælde kan ændringerne nemlig skyldes andre forhold end mere klimavenlig produktion, eksempelvis databrud eller prisændringer pga. globale hændelser.

Et alternativ eller supplement til emissionsintensiteten kan være, at sammenstille aktivitetstallene med udledningerne (se afsnit om *aktivitetsdata*). For nogle brancher kan det ligeledes være relevant at se på udviklingen i energiforbruget fordelt på energitype (Statistikbanken: ENE2HA), og se hvorvidt der er ændringer i forbruget af udledende brændstoffer.

6.2.3.3 Klimafremskrivning

Hvor de ovenstående produktions- og forbrugsbaserede opgørelser giver mulighed for at vurdere reduktionspotentialer ud fra de historiske og nuværende udledninger, kan man ligeledes inddrage fremskrivninger af de forventede udledninger. Klimafremskrivninger er en beregning baseret på nuværende observerbare trends af, hvordan udledningen af drivhusgasser udvikler sig fremadrettet. De kan i vurderingsredskabet anvendes til at undgå en situation, hvor man tæller et reduktionspotentialer i de nuværende udledninger, der allerede er omfattet af forventede fremtidige reduktioner i udledningerne.

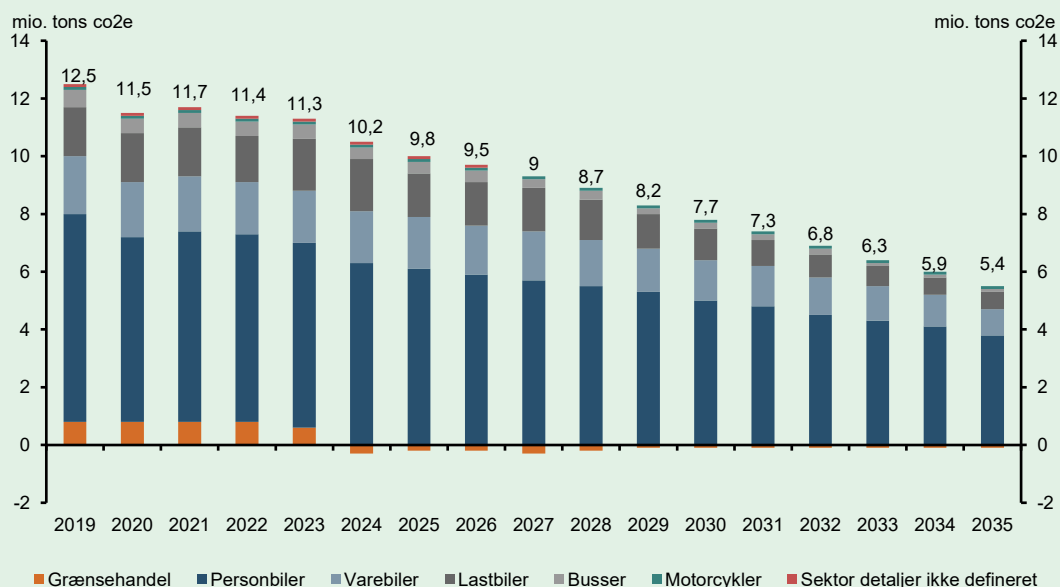
Den seneste klimafremskrivning er fra 2024 løber frem til 2035. Da fremskrivningerne er en del af klimaloven, er de også opgjort sådan, at de er i overensstemmelse med indberetningerne til IPCC. De kan derfor anvendes til at vurdere, om Danmark lever op til sine internationale klimaforpligtelser. Fremskrivningerne er udført ud fra et "frozen policy" scenarie, dvs. et scenarie med udgangspunkt i den klimalovgivning og de reguleringer, som findes i øjeblikket.

Eksempel på klimafremskrivning: Landtransportens forventede udledninger frem til 2035

For landtransporten forventes et større fald fra ca. 11,7 mio. tons CO₂e i 2021 ned til 5,4 mio. tons i 2035, jf. figur 6.5. Det skyldes primært et fald i udledningerne fra personbiler og varebiler. Det er vigtigt, når man vurderer reduktionspotentialer at se på fremskrivningerne således, at man ikke overvurderer det reduktionspotentialer, som kan fremstå ved blot at se på de nuværende udledninger. I dette tilfælde, forventes det eksempelvis, at udledninger falder ret markant, og reduktionspotentialer på nye indsatser indenfor transportområdet er således lavere, end man umiddelbart ville se på de nuværende udledninger.

Figur 6.5

Forventede udledninger indenfor "Landtransport" frem til 2035



Kilde: Ekspertgruppen om forskningens betydning for den grønne omstillings egne beregninger på baggrund af data fra Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet

6.2.3.4 Globale udledninger

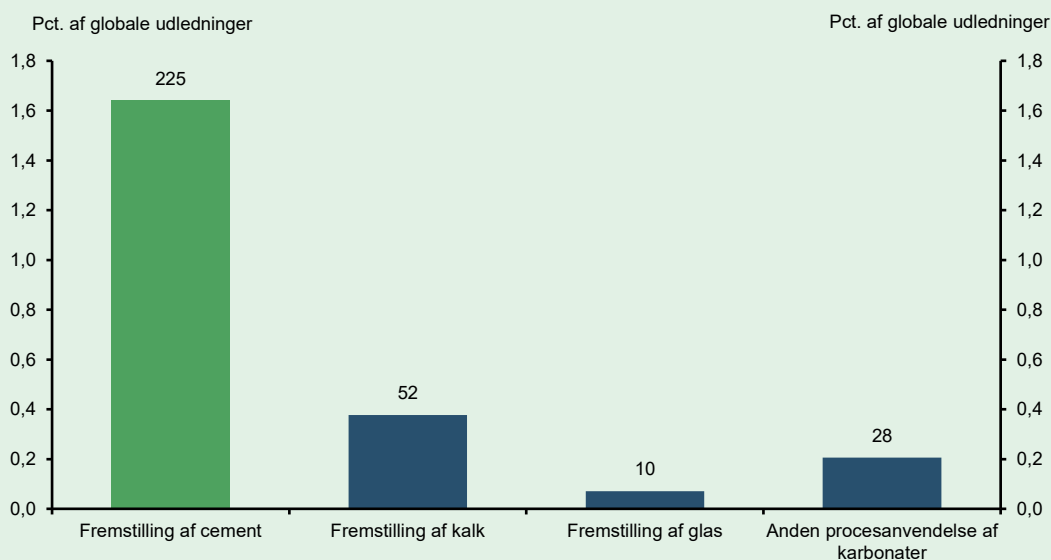
Fælles for de produktionsbaserede og forbrugsbaserede opgørelser samt klimafremskrivninger er, at udledningerne kan relateres direkte til Danmark. Eftersom Danmark har ambitioner om at være et grønt foregangsland, kan de globale udledninger også medtages i den samlede vurdering af reduktionspotentiallet. Dermed kan man vurdere udledninger inden for tilsvarende brancher og områder i andre lande. Dette kan særligt være relevant i tilfælde af forskningsområder, hvor Danmark samarbejder med andre lande. Selvom dette ikke vurderes på samme måde som de nationale opgørelser, giver det mulighed for at undersøge det globale potentiale for en indsats. Et eksempel kan være en indsats med gode eksportmuligheder for en teknologi. Ved at belyse det globale potentiale, kan man illustrere reduktionspotentiallet, hvis en teknologi eller løsning spredt sig globalt. Den danske udvikling og forskning i vindmølleteknologi har f.eks. ikke kun haft en positiv indvirkning på Danmarks evne til at producere vedvarende energi, men har også vist sig at have et stort globalt potentiale.

Eksempel på globale udledninger fra glas og cement

Både glas og cement er vigtige materialer i byggeindustrien, hvor cement bl.a. indgår i produktionen af beton. Produktionen af glas og cement indgår i IPCC-opgørelserne inden for kategorien "Mineral Industry", og af nedenstående figur fremgår omfanget af de globale udledninger. Af disse er cementproduktion den største, set i forhold til antal udledninger, og udgør ca. 1,6 pct. af de samlede globale udledninger, jf. figur 6.6. Produktionen af glas udgør ca. 0,1 pct. af de samlede globale udledninger.

Figur 6.6

Andel af globale udledninger inden for kategorien "Mineral industry", 2021



Anm.: Kun Annex-1 lande er medtaget. Mt CO₂e i datamærkater. Danske oversættelser hentet fra EUR-Lex.

Kilde: Ekspertgruppen om forskningens betydning for den grønne omstillings egne beregninger på baggrund af data fra UNCF

6.2.3.5 Aktivitetsdata

Udledningsopgørelserne er hovedbestanddelen i vurderingen af reduktionspotentiale. En anden side af sagen er dog den aktivitet, som ligger bag udledningerne. Sådanne aktiviteter kan eksempelvis være antallet af tons cement produceret, eller antallet af kilometer kørt i en bil. Inddragelsen af sådanne aktivitetstal kan i nogle tilfælde hjælpe til at sætte udledningsopgørelserne i kontekst, så man bl.a. kan se, hvordan udledningerne hænger sammen med aktiviteten på området. Det kan eksempelvis være, at stigende udledninger indenfor et område skyldes øget produktion fremfor, at produktionen vare-for-vare udleder mere.

I forhold til de danske datakilder skitseret i tabel 6.1, vil den primære kilde til aktivitetstal typisk være Statistikbanken i Danmarks Statistik. Der findes dog også databilag til både IPCC-indberetningerne²⁵ og til klimafremskrivningen, som ligeledes kan indeholde nyttige aktivitetstal. Tabel 6.4 indeholder en liste med disse aktivitetstal.

For Statistikbanken er ligeledes medtaget nogle eksempler på tabeller, som kan give information om aktivitet inden for et område. Hvis man eksempelvis er interesseret i at se forbruget af elektricitet og benzin indenfor en branche, kan man anvende energiregnskabet. Vil man gerne vide noget om affaldsproduktionen indenfor en branche, kan man anvende affaldsregnskabet.

Tabel 6.4

Eksempler på kilder til aktivitetstal

Kilde	Indhold
Statistikbanken ²⁶	Generelle aktivitetstal
<i>ENE3H</i>	<i>Energiregnskab (fordelt på energitype og branche)</i>
<i>AFFALD</i>	<i>Affaldsregnskab</i>
<i>BIL5, BIL54</i>	<i>Transport, Bestand og Salg af biler</i>
<i>BYGV11</i>	<i>Byggeaktivitet</i>
<i>HDYR07</i>	<i>Antal dyr i landbruget</i>
Følgedata til IPCC-indberetningen ²⁷	Aktivitetsdata relateret til de fleste udledningskategorier
Følgedata til klimafremskrivningen ²⁸	Fremskrivning af aktivitetstal

At finde globale aktivitetsdata vil ofte være mere vanskeligt, da forskellige lande også kan have forskellige måder at opgøre aktiviteterne på. Et godt sted at finde globale aktivitetsdata kan derfor være FN's forskellige underorganisationer, da data her ofte vil være bearbejdet efter et standardiseret system. I tabel 6.5 er vist tre eksempler på datakilder fra FN.

²⁵ Nationalt Center for Miljø og Energi (2023), *Denmark's National Inventory Report 2023. Emission Inventories 1990-2021*, <https://dce.au.dk/udgivelser/vr/501-599/abstracts/no-541-denmarks-national-inventory-report-2023-emission-inventories-1990-2021>

²⁶ Danmarks Statistik (2024), *Statistikbanken*, <https://www.statistikbanken.dk/statbank5a/default.asp?w=1920>

²⁷ European Environment Agency (2023), *National Inventory Report 2023*, https://cdr.eionet.europa.eu/dk/Air_Emission_Inventories/Submission_UNFCCC/colzdpsvg/envzdpisq/

²⁸ Energistyrelsen (2024), *Klimastatus og -fremskrivning*, <https://ens.dk/service/fremskrivninger-analyser-modeller/klimastatus-og-fremskrivning>

Tabel 6.5

Eksempler på kilder til aktivitetsdata fra FN

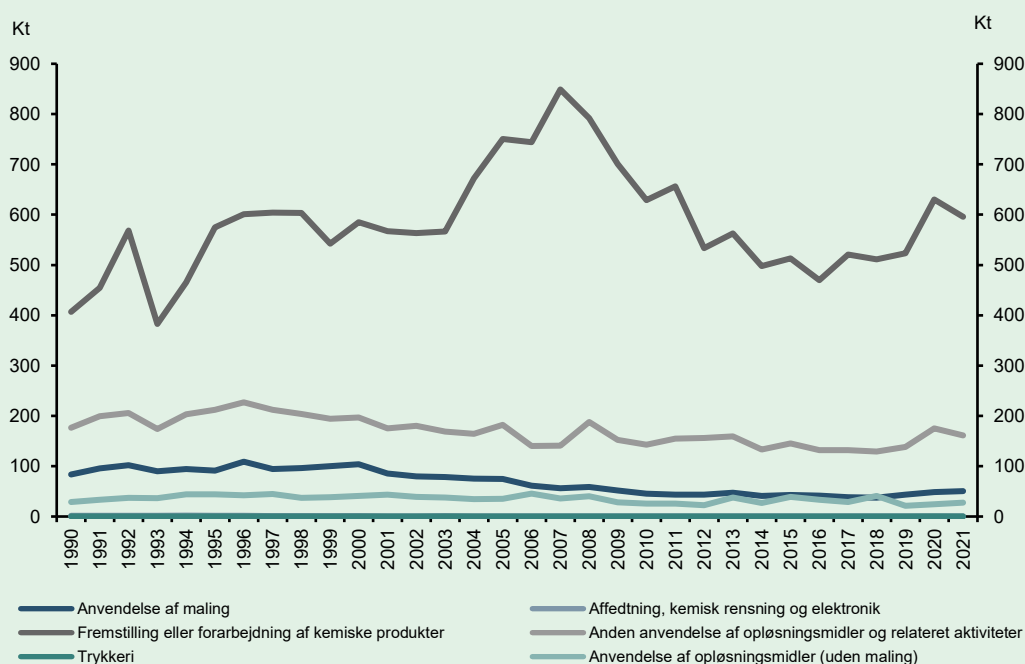
Emner	Producent
Fødevarer, landbrug, skovbrug mm.	FAO ²⁹
Energistatistik, brændstof mm.	IEA ³⁰
Databank for FN data (vareproduktion, beskæftigelse mm.)	UNdata ³¹

Eksempel på aktivitetstal fra de nationale udledningsopgørelser

Aktivitetstallene tilhørende de nationale indberetninger til IPCC indeholder aktivitetsdata om de store udledningskilder, som eksempelvis cementproduktion eller kvæg i landbruget, men det er ligeledes muligt at finde data for mindre udledningskilder, som ellers kan være vanskelige at finde. Af figur 6.7 fremgår udviklingen i brugen af opløsningsmidler fra 1990 til 2021. Af figuren kan man bl.a. se, at der tidligere har været et væsentligt højere forbrug af opløsningsmidler i industrien, men at dette er reduceret til et niveau svarende til 1991.

Figur 6.7

Brug af opløsningsmidler i Danmark, 1990 til 2021



Anm.: Kun Annex-1 lande er medtaget. Mt CO₂e i datamærkater. Ekspertgruppens egen danske oversættelse.
Kilde: Ekspertgruppen om forskningens betydning for den grønne omstillings egne beregninger på baggrund af data fra EIONET

²⁹ Food and Agriculture Organization (2024), FAOSTAT, <https://www.fao.org/faostat/en/#data>
³⁰ The International Energy Agency (2023), Energy Statistics Data Browser, <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/energy-statistics-data-browser>
³¹ United Nations Statistics Division (2024), Industrial Commodity Statistics Database, <http://data.un.org/Explorer.aspx?d=ICS>

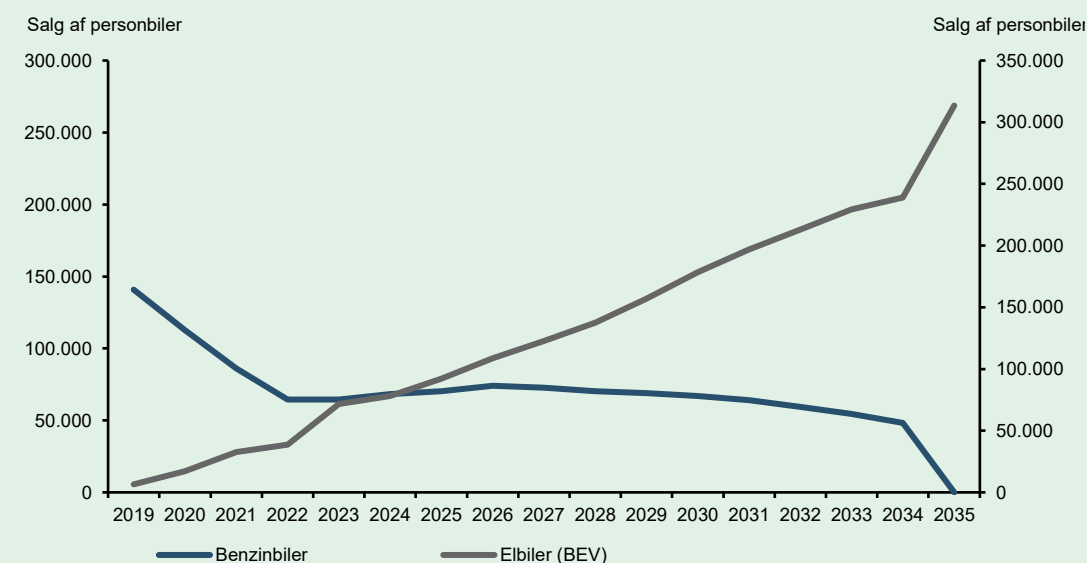
Eksempel på aktivitetstal fra klimafremskrivningen

Fra 2035 vil det i EU, med enkelte undtagelser, ikke være tilladt at sælge biler, som udleder drivhusgasser. Figur 6.8 viser den forventede udvikling i salget af personbiler frem til 2035. Det er aktivitetstal som disse, der lægger til grund for den forventede udledning i figur 6.5.

Aktivitetstallene giver kontekst til udledningsfremskrivningen, men kan også anvendes til at understøtte betragtningerne i de øvrige betingelser. Antallet af elbiler kan eksempelvis påvirke vurderingen af, hvornår det er nødvendigt at have relaterede teknologier, som f.eks. ladestandere, klar. Det kan ligeledes give en indikation på, med hvilken hastighed elbilerne vil begynde at belaste elnettet.

Figur 6.8

Forventet udvikling i salget af benzindrevne biler og elbiler, 2019-2035



Anm.: BEV – "Battery Electric Vehicle"

Kilde: Ekspertgruppen om forskningens betydning for den grønne omstillings egne beregninger på baggrund af data fra Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet

6.2.4 Afgrænsning

Anvendelsen af de produktionsbaserede og forbrugsbaserede opgørelser forudsætter, at der kan foretages en afgrænsning af indsatsens reduktionspotentiale. Altså en afgrænsning til de områder, hvor indsatsen potentielt vil kunne bidrage til at nedbringe drivhusgasudledninger. Hvis en indsats f.eks. omhandler genanvendelse af beton, er det vigtigt, at det kun er udledninger relateret til dette materiale, som medtages i vurderingen af reduktionspotentialet. Vanskeligheden af at afgrænse indsatsen kan variere afhængigt af indsatsens indhold. For indsatser bestående af enkelte produkter eller løsninger, vil afgrænsningen være mere lige til. Men ved indsatser, der enten består af flere teknologier eller løsninger, eller hvor de går på tværs af flere områder, kan det være svært at identificere samtlige relevante områder.

Mulighederne for at fortage en afgrænsning af indsatsens reduktionspotentiale, er i høj grad betinget af de tilgængelige opgørelser og datakilder, som blev gennemgået i det forrige afsnit. Dette besværliggøres yderligere af, at der i opgørelserne ikke altid anvender de samme nomenklaturer, hvilket derfor medfører, at en indsats potentielt skal afgrænses til flere forskellige kategorier på tværs af opgørelserne. I tabel 6.6 er de forskellige nomenklaturer oplistet.

Tabel 6.6

Oversigt over nomenklatur

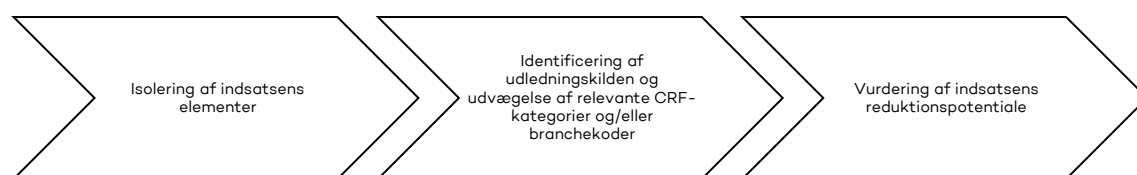
Indhold	Opgørelsestype	Producent	Nomenklatur
Nationale udledninger	Produktion	DCE	CRF/SNAP
	Produktion	DST	Nationalregnskabets brancheinddeling
Klimaaftryk	Forbrug	DST og Energistyrelsen	Nationalregnskabets brancheinddeling
Klimaaftryk	Forbrug	Energistyrelsen	Nationalregnskabets brancheinddeling
Klimafremskrivning	Produktion	Klima- og energiministeriet	CRF/SNAP
Globale udledninger	Produktion	IPCC	CRF/SNAP

I opgørelserne fra Danmarks Statistik anvendes Nationalregnskabets brancheinddeling, hvor opgørelserne fra DCE, Klima-, Energi- og Forsynings-ministeriet samt IPCC anvender CRF-kategorierne (Common Reporting Format). For hver nomenklatur, der anvendes, skal der foretages en afgrænsning, og det er ikke sikkert, at det altid vil være muligt at anvende begge nomenklaturer på en indsats. I tilfælde af, at det ikke vurderes at være muligt at foretage en passende afgrænsning, bør man overveje, om opgørelserne i det hele taget skal indgå, da det er vigtigt, at afgrænsningen er præcis. Problemstillingen er vigtigt at have for øje, da der er både risiko for, at afgrænsningen og dermed opgørelsen af reduktionspotentialer bliver for smal, dvs. relevante udledninger overses og medtages ikke i den endelige opgørelse. Tilsvarende er der også risiko for, at afgrænsningen bliver for bred, hvor der medtages udledninger, der egentlig ikke burde indgå i afgrænsningen. Der vil, uanset hvad, altid indgå en vis usikkerhed i en sådan vurdering, og vurderingen af reduktionspotentialer bør derfor heller ikke alene være definerende for den samlede vurdering af en indsats.

Eftersom indsatsernes indhold kan variere i både omfang og emne, er det ikke muligt på forhånd at afgøre, hvordan afgrænsningen bør udføres. I stedet er det udarbejdet en fremgangsmåde, som kan understøtte afgrænsningen, som fremgår af nedenstående figur 6.9.

Figur 6.9

Fremgangsmåde: Afgrænsning af indsatsen



Først isoleres indsatsens elementer. Med elementer menes der her de teknologier, produkter, brancher eller løsninger, som indgår i indsatsen. Hvis indsatsen omhandler en enkelt teknologi, er der sandsynligvis kun et enkelt element, men i mange tilfælde vil der være tale om flere elementer. Hvis man eksempelvis har en indsats om bæredygtige byggematerialer, vil der sandsynligvis være flere forskellige materialer såsom glas, beton, trævarer mm. Beton kan herudover yderligere opdeles på sine bestanddele, eksempelvis cement. Formålet med at isolere udledningskilderne for de enkelte elementer, er at man fanger de rigtige kategorier i udledningsopgørelserne, og ikke tæller dobbelt ved at inddrage samme kategori to gange. Dette er gældende uanset hvilken opgørelse der anvendes. **Herefter findes udledningskilden** på de enkelte elementer i relation til den opgørelse som anvendes, og derefter **udvælges de relevante CRF-kategorier samt branchekoder**. Dette er gældende uanset, om det er DCE's opgørelse eller DST's opgørelse, der anvendes.

I de fleste tilfælde vil det være trivielt, men der kan være situationer, hvor det kan være vanskeligt. Hvis man eksempelvis anvender en opgørelse baseret på branchebegrebet og indsatsen omhandler en konkret aktivitet, kan man risikere, at branchebegrebet er for aggregeret til at kunne isoleres til denne aktivitet. Omvendt kan man have indsatsen omhandlende hele branche, eksempelvis at gøre byggebranchen mere bæredygtig, hvor det kan være nemmere at anvende branchebegrebet fremfor de enkelte aktiviteter fra IPCC opgørelserne. **Afslutningsvist foretages en vurdering af indsatsens reduktionspotentiale** med afsæt i ovenstående afgrænsning.

6.2.4.1 Afgrænsning med udgangspunkt i CRF

CRF er et standardiseret system udviklet af FN's klimakonvention til indsamling og rapportering af data om drivhusgasudledninger, som anvendes af medlemslandene til indberetningen af de årlige drivhusgasudledninger. Kategorierne i CRF er generelt nemme at forstå, da nomenklaturen er baseret på udledningskilder. Overordnet set består nomenklaturen af seks hovedkategorier³²:

1. Energi
2. Udledninger fra industriprocesser og anvendelse af produkter
3. Udledninger fra landbrugsprocesser
4. LULUCF-udledninger (arealanvendelse, ændringer i arealanvendelse og skovbrug)
5. Affaldsrelaterede udledninger (ekskl. Affaldsforbrænding)
6. Andet

Under disse hovedkategorier findes en række underkategorier, som hver især indeholder forskellige aktiviteter. Disse aktiviteter repræsenterer slutkilden til en udledning, og derfor ikke et decideret produkt f.eks. kan man ikke placere betonproduktion under mineralindustrien. Her skal man i stedet kende indholdet af produktet, hvilket i tilfælde med beton primært vil sige cement. At udledningen opgøres på kilden betyder også, at brugen af elektricitet henføres til producenten. Hvis en industri derfor vil ændre en produktionsproces til at anvende mindre elektricitet, vil det altså som udgangspunkt, i denne opgørelsestype, ikke betyde en lavere udledning indenfor netop denne industri. I nedenstående boks er der givet et eksempel på afgrænsning, hvor CRF anvendes.

Eksempel på afgrænsning med udgangspunkt i CRF: Anvendelse af enzymer i foder

I dette eksempel anvendes en indsats, der omfatter brugen af enzymer i foderstoffer i landbruget. Til at foretage en afgrænsning af indsatsens reduktionspotentiale, anvendes her CRF-kategorierne. Indenfor landbruget findes der en række underkategorier jf. tabel 6.7. For denne indsats omhandlende enzymer vil afgrænsningen kun omfatte underkategori 3A. På EIONET³³ er det ligeledes muligt at finde det underliggende data om sammensætningen af dyr og emissionsfaktorerne fra fordøjelsen. Dermed er det også muligt at forfine afgrænsningen yderligere, hvis man eksempelvis har en indsats som kun omhandler enkelte typer landbrugsdyr.

Tabel 6.7

CRF-kategorier som er relevante for brugen af enzymer i foderstoffer i landbruget

Hovedkategori	Underkategori (CRF-Kode)	Beskrivelse
Udledninger fra landbrugsprocesser	3A	Tarmgæring
	3B	Håndtering af husdyrsgødning

³² Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet (2024), *Klimastatus og -fremskrivning 2024*, <https://www.kefm.dk/klima/klimastatus-og-fremskrivning/klimastatus-og-fremskrivning-2024>

³³ European Environment Agency (2023), *National Inventory Report 2023*, https://cdr.eionet.europa.eu/dk/Air_Emission_Inventory/Submission_UNFCCC/colzdpvsg/envzdp1q/

3D	Landbrugsjord
3F	Markafbrænding af rester af landbrugsafgrøder
3G	Kalkning
3H	Udbringning af urin
3I	Anden kulstofholdig gødning

Kilde: Ekspertgruppen om forskningens betydning for den grønne omstillings egne beregninger på baggrund af informationer fra EIONET

Årsagen til, at Nationalregnskabets brancheinddeling ikke anvendes skyldes, at samtlige udledninger i landbrugssektoren aggregeres til én branche "Landbrug og gartneri". Eftersom enzymer kun er relevante for de dele af landbrugets udledninger, der knytter sig til husdyravl og deres fordøjelse, vil det ikke være hensigtsmæssigt at anvende brancheindelingen i dette tilfælde.

6.2.4.2 Afgrænsning med udgangspunkt i Nationalregnskabets brancheinddeling

Nationalregnskabets brancheinddeling anvendes til kategorisering af økonomiske aktiviteter og er baseret på DBo7 (Dansk Branchekode 2007). Derved er den ikke udviklet til at opgøre data om drivhusgasudledninger, hvilket er et særligt opmærksomhedspunkt, hvis det anvendes til at afgrænse indsatsens reduktionspotentiale. Der er i alt fem aggregeringsniveauer, hvor den mest aggregeret indeholder i alt 10 kategorier, hvoraf de seks mest relevante i denne sammenhæng er³⁴:

- A: Landbrug, skovbrug og fiskeri
- B: Råstofindvinding
- C: Industri
- D-E: Forsyningsvirksomhed
- F: Bygge og anlæg
- G-I: Handel og transport mv.

Fordelen ved at anvende brancheindelingen er, at det gør det muligt at belyse udledningerne fra virksomhederne og husholdningerne, ligesom det kan kobles med deres økonomiske aktiviteter.

³⁴ Danmarks Statistik (2024), Nationalregnskab, https://cdr.eionet.europa.eu/dk/Air_Emission_Inventories/Submission_UNFCCC/colzdpvsg/envzdp1q/

Eksempel på afgrænsning med udgangspunkt i brancheinddeling: Klimaneutral vejtransport

I dette eksempel ses der på to indsatser relateret til klimaneutral vejtransport. Den ene omfatter husholdningerne, og den anden omfatter landbruget. I opgørelsen af klimaaftrykket er det muligt både at se på, hvilken branche som forårsager udledningerne, samt forbrugstypen som er årsagen til udledningerne. I tilfældet med ovenstående indsatser er dette relevant, da denne kombination er nødvendig for at kunne afgrænse opgørelsen til de respektive indsatser. I tabellen nedenfor fremgår det, at husholdningerne transport udledte ca. 5,22 mio. tons CO₂e, mens det for landbruget ligger på ca. 0,05 mio. tons CO₂e.

Tabel 6.8

Brancher på anvendelsestype i mio. ton CO₂e, 2021

Branche	Anden transport og kommunikation
Husholdninger	5,22
Landbrug, skovbrug og fiskeri	0,05

Anm.: Udledninger relateret til logistik som f.eks. at transportere fødevarer til fabrikker eller butikker er ikke medregnet.

Kilde: Ekspertgruppen om forskningens betydning for den grønne omstillings egne beregninger på baggrund af data fra Danmarks Statistik

Anvendelsen af Nationalregnskabets brancheinddeling til afgrænsning af indsatsen kan være mere udfordrende end at bruge CRF-kategorierne af to grunde. For det første kan branchernes udledninger være aggregeret af flere forskellige aktiviteter. Et eksempel er landbrugets udledninger, hvor det ikke er muligt at adskille aktiviteter som gødning, fordøjelse mv. For det andet er branchebegrebet knyttet til en opdeling af økonomisk aktivitet, hvilket betyder, at der både kan være kategorier for udledningskilder (produktion) og anvendelsen (forbrug). Dette betyder også, at husholdningerne indgår som deres egen branche. Et eksempel kan være en indsats omhandlende bæredygtige byggematerialer. I brancheinddelingen findes her branchen "Opførelse af bygninger", der ... *omfatter virksomheder med ansvar for komplet opførelse af bygninger for egen regning med henblik på salg eller på kontraktbasis. Byggeprocessen kan udliciteres helt eller delvist.* I dette tilfælde er det dog ikke kun udledninger fra selve bygningsaktiviteten, som er relevante, men også de udledninger, som er sket i forbindelse med produktionen af byggematerialerne. Her skal man altså finde de brancher, som står for produktionen af byggematerialerne. Dette kan bl.a. være branchen "Fremstilling af byggematerialer af beton", som ...*omfatter fremstilling af byggematerialer af beton. Det kan være fliser, plader, rør og piller af beton, men også større præfabrikerede bygningselementer, hvor hovedmaterialet er beton eller cement.*

For at håndtere usikkerheden og tvivl om, hvordan brancherne skal udvælges, kan man anvende branchedata fra nationalregnskabet, som bl.a. har tabeller der viser varestrømme mellem forskellige brancher, jf. nedenstående boks.

Eksempel på afgrænsning med udgangspunkt i varestrømme

Af tabel 6.9 nedenfor kan man se de tre brancher, hvor branchen ”nybyggeri” har flest afledte udledninger. F.eks. ”Beton industri og teglværker”, der beskrives som: *Branchen omfatter fremstilling af ildfaste produkter, fx ildfast mørtel, beton og mursten. Fremstilling af mellemprodukter af sand, grus, ler og sten er også omfattet, ligesom varmeisolerende produkter af fossilt kiselmel eller moler.*³⁵

På denne måde er det muligt at udlede, at branchen nybyggeri anvender en del produkter, der udleder drivhusgasser, fra betonindustrien, og at denne industri bl.a. fremstiller mørtel, beton og mursten. På denne måde, kan vi også indirekte finde relevante kategorier fra CRF, hvilket i dette tilfælde er produktion af beton.

Tabel 6.9

De tre største udledningsstrømme fra branchen ”Nybyggeri”, 2021

Til	Fra
Nybyggeri	Betonindustri og teglværker
	Renovation, genbrug og forureningsbekæmpelse
	Elforsyning

Kilde: Ekspertgruppen om forskningens betydning for den grønne omstilling på baggrund af data fra Danmarks Statistik

6.2.5 Vigtige opmærksomhedspunkter

Vurderingen af reduktionspotentialer, ud fra ovenstående tilgang, kan med fordel suppleres med en række øvrige parametre, som kan være med til at nuancere vurderingen. Disse parametre skal ikke operationaliseres, men indgår i stedet som nogle underliggende opmærksomhedspunkter i vurderingen.

6.2.5.1 Tidshorisont

Da forskellige forsknings- og innovationsindsatser vil være på forskellige modningstrin, kan der være væsentlige forskelle på, hvornår forskellige indsatser kan forventes at have effekt fra. Det har betydning for bl.a. at nå klimamålene fastsat i Klimaloven, altså at der skal reduceres 70 pct. af udledningerne i 2030, set i forhold til 1990, og Danmark skal blive klimaneutralt i 2050. Et væsentligt opmærksomhedspunkt i vurderingen af en indsats, er derfor spørgsmålet om, hvornår indsatsen forventes at kunne påvirke Danmarks drivhusgasudledninger. Mange teknologier indenfor det grønne område har en relativ lang implementeringstid. Her tænkes ikke kun på egentlige tekniske løsninger, men også deres samfundsmæssige integration. Det er eksempelvis ikke nok, at elbiler eller pyrolyse er tilgængeligt, det kræver også, at de anvendes i samfundet. For elbilerne kræver dette både ændrede forbrugsmønstre, men også etableringen af støtteinfrastruktur, såsom ladestander og lignende, mens der for pyrolyse skal der etableres robuste logistikrøder, således at der er tilgængeligt feedstock, og anlæggene skal integreres i den nuværende infrastruktur, så eksempelvis eventuel overskudsvarme kan anvendes andetsteds. Dette kan potentielt tage mange år, og det er derfor nødvendigt at være opmærksom på, om indsatsernes implementeringsprofil spænder bredt, således at reduktionerne i drivhusgasserne kommer løbende, og ikke risikerer først

³⁵ AFTRYK1 og AFTRYK2 anvender Nationalregnskabs branchepdeling, men denne kan nemt forbindes til den mere anvendte branchepdeling DB07, hvorfor ovenstående beskrivelse kommer fra.

at blive en relevant løsning efter 2050. En måde at vurdere, hvornår en indsats vil begynde at kunne bidrage til udledningsreduktioner er at indhente vurderingen direkte fra den aktør, som har indmeldt indsatsen. Alternativt kan man i stedet læne sig op ad den vurdering af modningsniveau, som foretages i forbindelse med trin 2.

6.2.5.2 Komplexitet

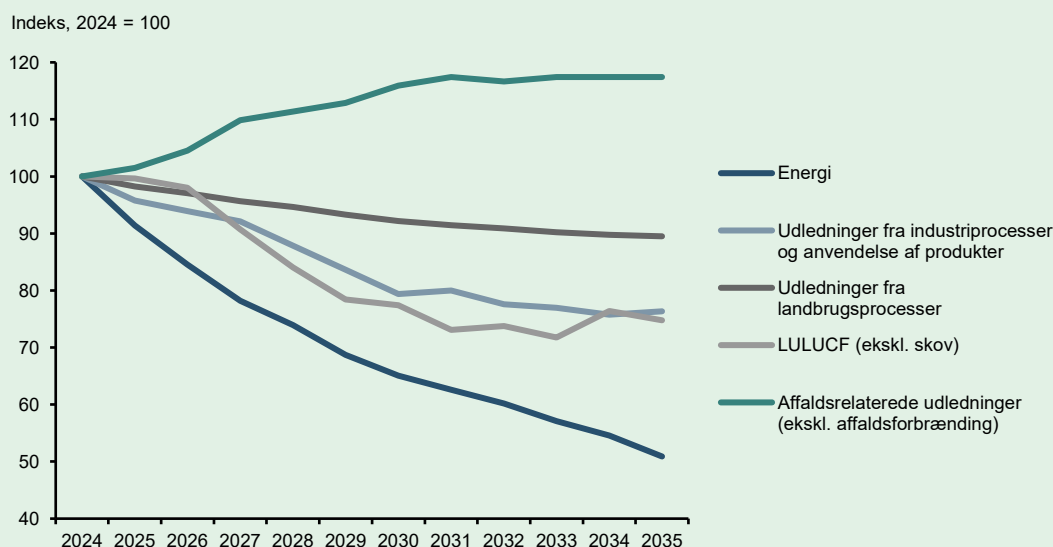
Det kan være relevant at overveje, om der er tale om udledninger, som er svære eller lette at afbøde. F.eks. kræver nogle indsatser en væsentlig mere omfattende teknologisk udvikling for at kunne levere potentielle reduktioner. Kemikalie-, beton- og stålindustri er områder, hvor det af tekniske årsager er vanskeligt at reducere udledningerne. Det er altså områder og teknologier behæftet med kompleksitet, hvilket med fordel kan medtages i den samlede vurdering. For hjælp til vurderingen af kompleksitet, henvises der til den fremsatte typologi af Malhotra og Schmidt ³⁶, der netop opgør de varierende grader af kompleksitet.

Eksempel på Komplexitet

I sidste ende er spørgsmålet om kompleksitet en teknisk vurdering af teknologierne i indsatsen. Denne vurdering kan dog kvalificeres ved at se på klimafremskrivningen. Sektorer og områder, hvor der forventes et stort fald i fremskrivningen vil som udgangspunkt ikke være svære at afbøde. På den måde, kan man ikke nødvendigvis bekræfte at et område er teknologisk komplekst, men man kan afkræfte det, hvis der allerede nu er projekteret substantielle fald i de forventede udledninger indenfor området. Ser vi på seneste fremskrivning, fremgår det, at der frem mod 2035 forventes et fald i udledningerne blandt alle sektorer, med undtagelse af affaldssektoren, hvor de største reduktioner forventes i el- og fjernvarmesektoren, husholdningerne og serviceerhvervene jf. figur 6.10. Kategorierne i figuren er aggregeringer af forskellige aktiviteter, og det er derfor også muligt, at se fremskrivninger for mere specifikke aktiviteter i de enkelte kategorier, hvilket sandsynligvis i mange tilfælde vil blive nødvendigt.

Figur 6.10

Forventet udvikling i danske udledninger fordelt på sektorer, 2024-2035



Kilde: Ekspertgruppen om forskningens betydning for den grønne omstillings egne beregninger på baggrund af data fra Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet

³⁶ Abhishek Malhotra, Tobias S. Schmidt 2020 'Accelerating Low-Carbon Innovation', Joule, <https://doi.org/10.1016/j.joule.2020.09.004>

6.2.5.3 Forældelsesrisiko

Forældelsesrisikoen er særligt relevant for indsatser, som forventes at løbe over mange år. I sådanne tilfælde, kan der være en risiko for, at teknologien risikerer at blive irrelevant inden den kommer i kommerciel brug. Eksempelvis betyder den kraftige ekspansion i anvendelsen af elbiler, at teknologier vedrørende optimering af forbrændingsmotorer i personbiler, risikerer at blive irrelevante. Risikoen for forældelse kan ikke sættes på formel, men bør indgå som en vurdering baseret på betragtninger af teknologilandskabet. Det kan eksempelvis være en vurdering af konkurrerende teknologier, eller om der forventes større ændringer blandt de elementer, som indgår i en indsats samlede forsyningskæde.

6.2.6 Metodiske udfordringer

En af udfordringer med opgørelsen af reduktionspotentialer vil være at udarbejde en korrekt oversættelse af indholdet i indsatsen, så det matcher med kategorierne i opgørelserne. I nogle tilfælde vil indsatserne være mindre konkrete, hvorved der vil skulle træffes nogle mindre sikre valg ift., hvad der skal indgå i vurderingen. Eksemplerne ved udvælgelsen ovenfor viser ligeledes, hvorfor der altid vil være en grad af valg i vurderingen. Først og fremmest, skal man identificere de relevante udledninger, produkter eller brancher i indsatsen, men selv efter at dette er gjort, vil der være et vurderingselement i selve forståelsen af de kategorier, som er udvalgt. I betoneksemplet fra det tidligere afsnit, kunne man godt finde produktets primære udledningskilde, som var cementproduktion. Der var både passende kategorier for cementproduktion i SNAP-inddelingen og i brancheinddelingen, men i SNAP inddelingen var ingen underinddeling på produkttypen. Det kan derfor være vanskeligt i nogle tilfælde at vide sig sikker på, at man har udvalgt de korrekte kategorier. I dette tilfælde er der dog kategorier i både branche- og SNAP-inddelingen, hvorved man også vil kunne sammenligne udledningerne i de to forskellige opgørelser. Hvis de er nogenlunde ens kan man derfor med en vis sikkerhed sige, at man har udvalgt de korrekte kategorier.

6.3 Trin 2: Betingelser

Redskabet indeholder en vurdering af betingelserne for udviklingen af en forsknings- og innovationsindsats og i trin to ses der på en række af disse betingelser, som vurderes at påvirke sandsynligheden for, om indsatsen kan bidrage til at realisere reduktionspotentialet. Dette trin skal tage højde for, at der er en række forhold, udover reduktionspotentialer, der påvirker sandsynligheden for, at en given indsats fører til reduktion af udledninger. De mest centrale betingelser vurderes at knytte sig til: Investeringer og finansiering, Styrkepositioner, Kapacitetsbegrænsninger og Governance. Trinnet indeholder en vurdering af, om betingelserne og underliggende parametre er med til at skabe gode vilkår for indsatsen, eller om der forventes at opstå barrierer for indsatsen.

Herefter gennemgås betingelserne samt mulige måder på, hvordan de kan operationaliseres. Som var tilfældet ved reduktionspotentialer skal det bemærkes, at det altid bør overvejes, om den anvendte tilgang er hensigtsmæssig for at vurdere den givne forsknings- og innovationsindsats, eller om det bør gøres på anden vis.

6.4 Investeringer og finansiering

I dette afsnit gennemgås det, hvordan den første betingelse i trin 2 kan operationaliseres. Her ses der på en række finansielle forhold, som vurderes at påvirke sandsynligheden for, om indsatsen kan realisere de forventede reduktioner. Trinnet indeholder en vurdering af det investeringsbehov, der er forbundet med at hæve modningsniveauet for indsatsens teknologier, samt en vurdering af de øvrige investeringer, der måtte være behov for til kommercialisering af indsatsens resultater. Der sondres her mellem tre forskellige investeringstyper: Direkte investeringer, følgeinvesteringer og investeringer i kommercialisering. Direkte investeringer dækker omkostninger forbundet med at udvikle teknologier før de når et kommercielt stade, typisk finansieret af offentlige midler og private fonde. Følgeinvesteringer relaterer sig til afledte aktiviteter, som etablering af infrastruktur, når teknologierne er mere modne. Investeringer i kommercialisering fokuserer på at understøtte teknologiernes markedsrolle, f.eks. gennem produktionsstøtte eller afgifter, som kan være afgørende for teknologiens succes på markedet. Tilsvarende indeholder trinnet en vurdering af de finansieringsmuligheder, der forventes at kunne dække det forventede investeringsbehov. For at forsknings- og innovationsindsatser kan føre til faktiske reduktioner af drivhusgasudledninger, kræves der ofte investeringer. Det er nødvendigt at vurdere, om der forventes at være finansiering til at dække disse investeringer og offentlig intervention kan være nødvendig, hvis privat finansiering ikke er tilstrækkelig. Potentielt offentlig intervention skal for så vidt muligt undgå, at private investeringer bliver fortrængt. Teknologiuudvikling indebærer ofte større omkostninger og investeringsbehov end indsatser uden teknologier, hvorfor fokus her er på at vurdere investeringsbehovet for teknologibaserede indsatser.

6.4.1 Fremgangsmåde for vurdering af investeringsbehov og finansieringsmuligheder

Her beskrives det, hvordan vurderingen af det forventede investeringsbehov og finansieringsmuligheder kan struktureres. Grundlæggende er der tale om en vurdering, som er afhængig af, at det er muligt at afgrænse indsatsen til en eller flere konkrete teknologier. Tilsvarende er formålet ikke at give et decideret estimat på, hvor meget en indsats kommer til at koste fra start til slut. I stedet skal vurderingen gerne belyse, om der risikeres at opstå mangel på finansiering til det forventede investeringsbehov. Altså handler det om at vurdere det forventede investeringsbehov forbundet med at udvikle og modne indsatsen, og om der forventes at være tilstrækkelig risikovillig finansiering til at dække behovet. Til dette formål er der udarbejdet en fremgangsmåde, som fremgår af nedenstående figur 6.11.

Figur 6.11

Fremgangsmåde: Vurdering af investeringsbehov og finansieringsmuligheder



Kilde: Ekspertgruppen om forskningens betydning for den grønne omstilling

I **første del** indplaceres indsatsens teknologi på det aktuelle modningsniveau, hvilket med fordel kan gøres ud fra f.eks. TRL-skalaen. I **anden del** udføres en vurdering af de direkte investeringer, som er forbundet med at videreudvikle indsatsens teknologi til et højere TRL-niveau. I **tredje del** kobles oplysninger om teknologiens TRL-niveau og det forventede investeringsbehov med en vurdering af de forventede finansieringsmuligheder. I **fjerde del** indgår en vurdering af de forventede følge- og kommercialiseringsinvesteringerne. Der er som udgangspunkt ikke tale om en decideret vurdering, som ved de direkte investeringer, men i stedet en beskrivelse af potentielle finansielle opmærksomhedspunkter, som kan opstå i takt med, at indsatsens teknologi når de højere TRL-niveauer og ultimativ kommercialiseringsniveauet.

6.4.1.1 Vurdering af teknologiens modningsniveau

Vurderingen af modningsniveauet for en teknologi kan gøres på flere måder, men en tilgang er at måle teknologien efter en skala, som afgør hvor tæt den er på komplet markedsintegration. Til dette formål bliver "Technology Readiness Level³⁷" (TRL) skalaen ofte anvendt, bl.a. i EU's store forskningsprogram "Horizon Europe". I denne operationalisering anvendes TRL-skalaen ligeledes i vurderingen af modningsniveauet for den eller de teknologier, som indgår i en forsknings- og innovationsindsats. Fordelen ved at anvende TRL-skalaen fremfor andre skalaer er, at den anvendes bredt af forskellige aktører og det vil derfor være nemmere at søge den nødvendige information, i forbindelse med vurderingen af indsatsens modningsniveau. Det bemærkes dog, at TRL-skalaen ikke er den eneste tilgang, og man kan overveje om der er andre mere hensigtsmæssige måder at vurdere teknologiens modningsniveau. Selve indplaceringen af teknologien på et TRL-niveau er en vurdering, som kan udføres ved litteraturstudier, henvisning til eksisterende vurderinger af modningsniveauet mv. Særligt eksisterende vurderinger af teknologier er relevante for vurderingsprocessen og til at understøtte indplacering af indsatsens teknologi kan man med fordel anvende "ETP Clean Energy Technology Guide" udarbejdet af det Internationale Energiagentur (IEA), hvor ca. 550 teknologier er indplaceret på TRL-niveauer. Udover TRL-niveauer indeholder den grønne teknologi-guide ligeledes beskrivelser af teknologien, relevante sektorer, værdikæder mv. Et udsnit af teknologier og deres tilhørende TRL-niveauer fremgår af nedenstående tabel.

³⁷ Et opmærksomhedspunkt er, at antallet af niveauer i skalaen kan variere mellem aktører. F.eks. indeholder IEA's TRL-skala niveau 10 og 11.

Tabel 6.10

TRL-niveauer for tilfældigt udvalgte teknologier taget fra IEA's "ETP Clean Energy Technology Guide"

Navn	TRL
Additive manufacturing for building materials	7
Battery electric urban transit bus	9
Charge and Injection carbon substitution with biomass sources	5
Micro-algae and Macro-algae (biogas)	3-4
Potassium-ion battery	3
Shape-stabilised phase change material (ss-PCM)	4
Solar tower	9

Kilde: Ekspertgruppen om forskningens betydning for den grønne omstilling på baggrund af informationer fra IEA

Som tabellen viser, favner IEA's guide en bred portefølje af teknologier, og vil derfor kunne understøtte vurderingen af mange forskellige typer indsatser og deres underliggende teknologier.

Eksempel på vurdering af modningsniveau

I dette eksempel anvendes en indsats omhandlende fangst og lagring af drivhusgasudledninger. Indsatsen indeholder potentielt mange teknologier, hvilket også illustreres ved brugen af IEA's guide, der giver i alt 73 teknologier inden for temaet "CCUS". I dette eksempel er dog kun medtaget en mindre del af alle teknologierne fordelt på følgende undersektorer: CO₂-fangst, CO₂-lagring og CO₂-transport.

Tabel 6.11

Udvalgte teknologier med TRL-niveauer vedrørende fangst og lagring af drivhusgasudledninger

CCUS	Teknologi	TRL 2023	Mangler
CO ₂ -fangst	Solid DAC (S-DAC)	7	Kommerciel demonstration og drift på fuld skala
	Liquid DAC (L-DAC)	6	Demonstration og drift på fuld skala
CO ₂ -lagring	Advanced monitoring technologies	7-8	Kommerciel demonstration og drift på fuld skala
	Depleted oil and gas reservoir	7-8	Kommerciel demonstration og drift på fuld skala
	Dissolved CO ₂ injections	5	Stor og fuld skala prototype, demonstration og drift på fuld skala
	Supercritical CO ₂ injections	3	Prototype, demonstration og drift på fuld skala
CO ₂ -transport	Shipping	6-7	Demonstration og drift på fuld skala

Kilde: Ekspertgruppen om forskningens betydning for den grønne omstilling på baggrund af informationer fra IEA

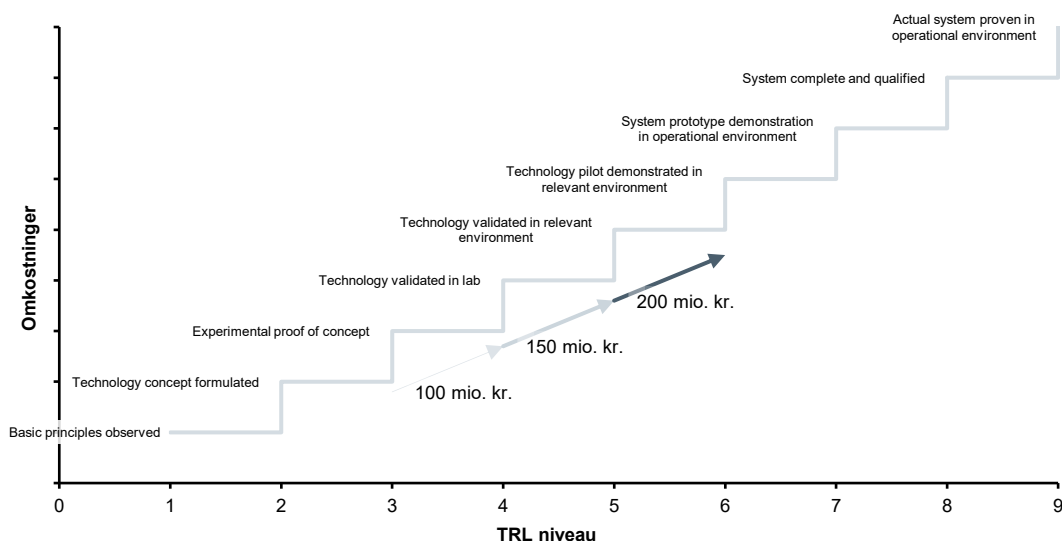
Det kan i nogle tilfælde være hensigtsmæssigt at udarbejde en samlet vurdering for et område, f.eks. de tre undersektorer herover, og af TRL-niveauet. Derudover er teknologier, der ligger over niveau 9, ikke medtaget i den samlede vurdering af TRL eftersom de allerede er på markedet og det ikke længere omhandler udvikling af teknologien. Der kunne herfra foretages en vurdering af de tilbageværende 7 teknologier enkeltvis, ift. hvad det vil kræve for at modne dem.

6.4.1.2 Vurdering af de direkte investeringer til modning af teknologien

De direkte investeringer, der er nødvendige for at modne teknologien til et højere TRL-niveau, kan involvere alt fra investeringer i testfaciliteter, laboratorier, prototyper eller lignende til lønninger af forsknings- og udviklingspersonale, eller administrative udgifter til indsamling af data. I figur 6.12 illustreres det, hvordan man kan visualisere indplaceringen af en indsats' teknologi på et TRL-niveau og investeringsbehovet forbundet med at hæve teknologien til et højere TRL-niveau. I det illustrative eksempel er teknologien på TRL-niveau 3 og det vurderes at kræve 100 mio. kr. at hæve det til niveau 4, 150 mio. kr. at hæve det til niveau 5 og 200 mio. kr. til niveau 6. Det er vanskeligt på forhånd at vurdere, hvor langt op af TRL-skalaen, man vil vurdere en given teknologi, men som udgangspunkt vil usikkerheden stige i takt med, at man kommer længere væk fra der, hvor teknologien er nu, og der kommer flere ubekendte faktorer med i vurderingen.

Figur 6.12

Eksempel: Indplacering af teknologi på TRL-skala og vurdering af investeringsbehov for modning



Anm.: Omkostningerne i figuren er tænkte eksempler, og ikke på baggrund af nogen konkret vurdering.

Kilde: Ekspertgruppen om forskningens betydning for den grønne omstilling på baggrund af informationer fra Europa-Kommissionen

Til at understøtte vurderingen af de direkte investeringer, kan man undersøge allerede igangsatte projekter fra eksempelvis *Det Energiteknologiske Udviklings- og Demonstrationsprogram (EUDP)* eller *det Miljøteknologisk Udviklings- og Demonstrationsprogram (MUDP)*. Disse kan anvendes til at fremsøge lignende projekter og sammenligne med den pågældende indsats. Her kan man finde beskrivelser af de enkelte projekter, og det bevilligede beløb og projektbudget. Ved at se på allerede igangsatte og lignende projekter, kan man få en overordnet ide om, hvad investeringsbehovet for indsatsen potentielt kan blive. Projekterne kan eventuelt, hvis en virksomhed er pro-

jektansøgeren, knyttes til CVR-data. På denne måde kan man få en ide om omsætningen, størrelsen, branchetilknytningen for de virksomheder, som ansøger de relevante projekter og vurdere, om der er et tilstrækkeligt antal virksomheder til at kunne afsætte de midler, som er knyttet til indsatsen. Derudover findes der flere internationale databaser, hvor man kan søge i forskellige projektbeskrivelser, og hvor der bl.a. også indgår information om omkostningerne til de enkelte projekter. Dette kan også fungere som en slags opslagsværk, der giver nogle generelle estimater på omkostninger mv. Af tabel 6.12 fremgår enkelte af disse databaser.

Tabel 6.12

Eksempler på internationale databaser over projektbeskrivelser

Beskrivelse	Producent
CCUS Projects Database	The International Energy Agency ³⁸
Hydrogen Production and Infrastructure Projects Database	The International Energy Agency ³⁹
Clean Energy Demonstration Projects Database	The International Energy Agency ⁴⁰
Renewable Energy Planning Database	Department for Business, Energy & Industrial Strategy ⁴¹
IEDO Project Database	The U.S. Department of Energy ⁴²
AMMTO Project Database	The U.S. Department of Energy ⁴³
CCU Projects Database	CO2 Value Europe ⁴⁴

I Danmark findes der en lang række af forskellige offentlige fonde og programmer, som hver giver midler til projekter på forskellige TRL-niveauer. Da der er tale om offentlige fremfor private midler, er bevillingernes projektansøgninger typisk offentligt tilgængelige, og i disse er bl.a. specificeret de bevilligede midler og det overordnede projektbudget. Ud fra disse oplysninger er det muligt at give nogle overordnede estimater på, hvad det typisk har kostet at udvikle projekter med løsninger og teknologier på tidligere stadier af teknologiområdet. Ved at se på lignende projekter på et lavere modningsniveau, kan det give en indikation af, hvad teknologierne eller løsningerne i en indsats som *minimum* vil koste. Hvis et demonstrationsanlæg koster 100 mio. kr., kan man, hvis der ikke er noget andet som taler imod det, godt vurdere, at et fuldskalaanlæg vil være væsentlig dyrere. Dog skal man være opmærksom på, at private aktører muligvis vil være tilbøjelige til at dække noget af investeringsbehovet. Til formålet er der derfor også samlet en liste med ca. 7.000 forskellige danske projektbevillinger, der er givet i forskellige offentlige fonde og programmer⁴⁵. Der er udvalgt fonde og programmer, som både rammer projekter på lavere TRL-niveau og på højere TRL-niveauer, således at man kan finde projekter på mange forskellige TRL-niveauer. Mængden af projekt i listen gør, at man ofte vil kunne finde lignende projekter at sammenligne med. Af tabel 6.13 fremgår antallet af projektbeskrivelser med matchende søgeord. Som man kan se af tabellen, vil der i mange tilfælde være et passende antal projekter at sammenligne med.

³⁸ The International Energy Agency (2024), *CCUS Projects Database*, <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-product/ccus-projects-database>

³⁹ The International Energy Agency (2023), *Hydrogen Production and Infrastructure Projects Database*, <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-product/hydrogen-production-and-infrastructure-projects-database>

⁴⁰ The International Energy Agency (2023), *Clean Energy Demonstration Projects Database*, <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/clean-energy-demonstration-projects-database>

⁴¹ Department for Business, Energy & Industrial Strategy (2024), *Renewable Energy Planning Database*, <https://data.barbour-abi.com/smart-map/repd/beis/?type=repd>

⁴² The U.S. Department of Energy (2024), *IEDO Project Database*, <https://www.energy.gov/eere/iedo/iedo-project-database>

⁴³ The U.S. Department of Energy (2024), *AMMTO Project Database*, <https://www.energy.gov/eere/ammto/ammto-project-database>

⁴⁴ CO2 Value Europe (2024), *CCU Projects*, <https://database.co2value.eu/>

⁴⁵ Landbrugsstyrelsen (2024), *Grøn Projektbank*, <https://groenprojektbank.dk/> og Energistyrelsen (2024), *Energiforskning*, <https://energiforskning.dk/>

Tabel 6.13

Antal projekter som indeholder udvalgte søgeord, august 2024

Søgeord	Antal projekter
Beton	58
Asfalt	6
Pyrolyse	36
Plastik	37
Polymer	84
Gylle	67

Kilde: Ekspertgruppen om forskningens betydning for den grønne omstilling

Eksempel på vurdering af de direkte investeringer

I dette eksempel anvendes en indsats omhandlende klimaneutral vejtransport, der bl.a. indeholder elektrificering af køretøjer. For at vurdere behovet for direkte investeringer til modning af teknologien, er der udarbejdet en kortlægning af relevante projekter, hvor der i projektbeskrivelsen indgår ordene elbiler, ladestandere og ladenet. Her er tale om en simpel søgning på stikord. I praksis kan dette forfines betydeligt med f.eks. anvendelsen af sprogmodeller, som kan anvende synonymer i søgningen.

I dette tilfælde er budgettet for relevante projekter ca. 5 -20 mio. kr. Vurderingen kræver dog stort set altid, at man vil skulle undersøge projektbeskrivelsen nærmere, for at få de mest relevante projekter med. I dette tilfælde er der eksempelvis et projekt om deltagelsen i et internationalt samarbejde, hvilket ikke er relevant i denne sammenhæng. I mange tilfælde, vil projektbeskrivelserne være tilstrækkelige til at vurdere, hvorvidt de er relevante ift. en vurdering. Hvis man vil øge detaljegraden i vurderingen, kan man dog i mange tilfælde ligeledes inddrage de rapporter, som projekter leverer i forbindelse med afslutningen af projektet. Disse slutrapporter indeholder information om de tekniske resultater, men ofte ligeledes refleksioner om markedspektiver og skalering.

Tabel 6.14

Oversigt over projekter vedrørende: Elbiler, ladestandere og ladenet

Projekt navn	Program	Samlet budget	Startår
EASY-E - Nem energieffektivitet gjort tilgængelig for industrien via termisk topologioptimering	EUDP	19.014.599 kr.	2020
OpenGIS4ET	EUDP	4.317.997 kr.	2021
TOPCharge - Variabelt topologi batteri system for optimeret netbelastning under højeffekt opladning af Elbiler	EUDP	19.846.360 kr.	2020
ACDC - Autonomously Controlled Distributed Chargers	EUDP	17.376.300 kr.	2020
Fortsat aktiv danske deltagelse i IEA HEV TCP (elektrisk transport)	EUDP	595.000 kr.	2020
WABAT - "Værkstedets Automatiseret-BATteriTester"	EUDP	10.139.280 kr.	2019
Parker	EUDP	5.412.365 kr.	2016
IEA Task 28 - forlængelse af 64014-0546 for at kunne færdiggøre projektet sammen med de resterende lande	EUDP	210.499 kr.	2018
The Energy Collective	EUDP	13.580.000 kr.	2017
Improved system performance for automotive exhaust cleaning	MUDP	1.756.236 kr.	2011

Anm.: Der er fremsøgt på elbiler, ladestandere og ladenet i projektbeskrivelsen

Kilde: Ekspertgruppen om forskningens betydning for den grønne omstilling på baggrund af data fra Grøn Projektbank og Energiforskning

6.4.1.3 Vurdering af de forventede finansieringsmuligheder

Vurderingen af de forventede finansieringsmuligheder kan tage udgangspunkt i en oversigt over potentielle investorer, som f.eks. private og offentlige fonde, virksomheder mv. Hertil kan man se på de enkelte investorers investeringsprofil, og vurdere hvorvidt denne er i overensstemmelse med det modningsniveau, som indsatsen har. Yderpolerne i investeringsprofilerne kan eksempelvis bestå af pensionsselskaberne på den ene side, som typisk er mindre risikovillige og dermed også mindre tilbøjelige til at finansiere indsatser på lavt TRL-niveau, og f.eks. de statslige og internationale fonde, som er væsentligt mere risikovillige og dermed også i højere grad relevante for finansiering

af indsatser på lavere et TRL-niveau. Mellem disse poler ligger mange typer af investorer, som eksempelvis kapitalfonde og lignende.

Deloitte har på vegne af ekspertgruppen foretaget en kortlægning af investeringslandskabet knyttet til den grønne omstilling. I denne kortlægning har Deloitte bl.a. vurderet udvalgte danske investortypers risikoprofil samt tidshorisonten på deres investeringer. Herudover har Deloitte ligeledes samlet oplysninger om investorernes samlede forvaltede kapital, andelen af kapital dedikeret til grøn omstilling og hvorvidt investorerne har en grøn målsætning. Ved at anvende denne type oplysninger, kan det sandsynliggøres, hvorvidt der vil være ikke-statslige finansieringsmuligheder for en indsats efter at den indledende bevilling er ophørt. Det skal dog også være klart, at der er tale om et opslagsværk, der udelukkende ser på danske aktører, hvilket med fordel kan udvides til også at inkludere internationale aktører. I praksis vil en udvælgelse af en række sandsynlige investorer skulle underbygges af ”desk research” vedrørende de forskellige investorers typiske investeringer.

6.4.1.4 Vurdering af følge- og kommercialiseringsinvesteringer

Udover vurderingen af de direkte investeringer forbundet med at hæve en indsats til et højere TRL-niveau, kan der ligeledes foretages en vurdering af potentielle følge- og kommercialiseringsinvesteringer. Ved følgeomkostninger menes der større investeringer i infrastruktur, ledningsnet, rørføring og lignende, som i udgangspunktet vil være vanskelig for private virksomheder at påtage sig alene. Dette skyldes, at denne type investeringer typisk har en længere tidshorisont sammenlignet med de direkte investeringer, og usikkerheden ved at vurdere dem er tilsvarende også større. Af den grund lægges der op til, at vurderingen af de forventede følgeinvesteringer foretages som en selvstændig kvalitativ vurdering, som skal gøre opmærksom på, hvis der forventes at være behov for store følgeinvesteringer. Tilsvarende kan der foretages en vurdering af potentielle kommercialiseringsinvesteringer, som kan foregå på samme måde som ved følgeinvesteringerne. Ved indsatser med teknologier på et højt modningsniveau, vil man i nogle tilfælde kunne se på forholdet mellem de løbende udgifter og anlægsudgifter for nuværende teknologier med udgifterne udledt fra demonstrationsanlæg. I realiteten vil det dog, grundet indsatsernes lave modningsniveau, sandsynligvis være urealistisk at foretage en sådan sammenligning med en rimelig grad af sikkerhed, således at den vil kunne anvendes i en egentlig vurdering.

6.4.2 Metodiske udfordringer

Det at vurdere investeringsniveauet for forsknings- og innovationsindsatser kan være vanskeligt. Først og fremmest er der tale om vurdering af teknologier indenfor en indsats, hvor der typisk ikke findes direkte sammenlignelige teknologier, da teknologierne netop er nyskabende. En vurdering vil derfor også som udgangspunkt være skønsmæssig, da der vil være aspekter ved ny teknologi, som ikke kan forudses eller vurderes ud fra nuværende viden.

I forhold til vurderingen af de direkte omkostninger ud fra ovenstående tilgang baseret på projektbudgetter, skal det bemærkes, at der kun er tale om forskning, hvor der har været givet offentlig støtte. Meget forskning og udvikling sker i virksomheder, hvorfor der ikke er en samlet oversigt eller datagrundlag, som muliggør en datadrevet vurdering af omkostninger til denne type teknologiuudvikling. Der kan derfor være en indbygget bias i vurderingen, som man skal være opmærksom på. Man kan eksempelvis forestille sig, at projektbudgetter i virkeligheden undervurderer de egentlige udgifter, da nogle udgifter afholdes ”skjult” af de tilknyttede virksomheder – eksempelvis med at stille målere og lignende til rådighed.

6.5 Styrkepositioner

I dette afsnit gennemgås en tilgang til, hvordan man kan opgøre Danmarks relative forsknings- og erhvervsmæssige styrkepositioner. Her ses der på forskellige forhold, der relaterer sig til de forskningsmæssige og erhvervsmæssige styrkepositioner. Det beskrives, hvordan afgrænsningen af relevante forsknings- og erhvervsområder kan foretages samt hvilke indikatorer, der kan anvendes til at vurdere styrkepositionerne. Et stærkt erhvervsliv kan bidrage til videreudviklingen af forskningsresultaterne og i sidste ende implementering og skalering af dem. Effektivt samarbejde mellem forskningsmiljøer og erhvervsliv er afgørende for, at forskningsresultaterne fører til faktiske reduktioner af udledninger. Desuden kan der ses på, hvordan Danmark er placeret relativt ift. andre lande.

Risikoen for en konserverende effekt

I den fremgangsmåde, som præsenteres i dette afsnit, til at vurdere de forsknings- og erhvervsmæssige styrkepositioner, er der et særligt opmærksomhedspunkt. Eftersom der bl.a. ses på, om der eksisterer stærke og veletablerede forsknings- og erhvervsmiljøer, skal man være opmærksom på om der risikeres at opstå en konserverende effekt. Man skal desuden være opmærksom på, at styrkepositioner altid skal ses i forhold til den generelle portefølje, og ikke bidrager til at skabe en uhensigtsmæssig ensretning af forskningsinvesteringerne. Dette kan være uhensigtsmæssigt, da der altid er en risiko for, at et forskningsområde enten ikke fører til brugbare resultater, eller overhales af andre konkurrerende områder.

6.5.1 Indikatorer og datakilder

For at kunne foretage en vurdering af styrkepositioner som en betingelse for en forsknings- og innovationsindsats effekt på drivhusgasudledninger, kan der anvendes forskellige indikatorer. Dette gør det muligt at foretage en vurdering af de enkelte parametre, samt foretage en helhedsvurdering af styrkepositioner som en samlet betingelse. Det bemærkes desuden, at styrkepositioner kan opgøres på mange flere måder, og at nedenstående liste blot er et bud på indikatorer. Altså bør man altid overveje, om indikatorerne er passende og om de skal suppleres eller erstattes af andre indikatorer.

Et særligt opmærksomhedspunkt for anvendelsen af indikatorerne er den tidsmæssige samt geografiske dimension. Altså hvor mange år der medtages, samt hvem der sammenlignes med. For nogle indikatorer og variable kan det være relevant at se på en akkumuleret periode med en tidsmæssig begrænsning, f.eks. 10 år for bibliometrisk forskningsdata. I andre tilfælde kan det være relevant at se på udviklingen for en tidsbestemt årrække, for at identificere eventuelle trends for et område. Tilsvarende skal det overvejes, hvilket geografisk sammenligningsgrundlag, der anvendes. Ideelt set bør vurderingen af styrkepositioner altid ske ud fra et internationalt benchmark, hvor Danmark sammenlignes med andre lande. Både ved den tidsmæssige og geografiske dimension gælder dog, at det vil være begrænset af tilgængeligheden på den pågældende data, og man bør derfor altid overveje, om der er tale om en hensigtsmæssig afgrænsning.

6.5.1.1 Forskningsmæssige styrkepositioner

Her følger et oplæg til en mulig operationalisering af de forskningsmæssige styrkepositioner, som bl.a. er inspireret af en række analyser⁴⁶, der blev udarbejdet ifm. grøn forskningsstrategi i 2020. Dette inkluderer bl.a. en bibliometrisk analyse af Danmarks grønne forskning, samt analyser af

⁴⁶ Uddannelses- og Forskningsministeriet (2020), *Opgørelse af grøn forskning i Danmark*, <https://ufm.dk/publikationer/2020/fremtidens-gronne-losninger-strategi-for-investeringer-i-gron-forskning-teknologi-og-innovation/gron-forskningsstrategi/opgorelse-af-gron-forskning-i-danmark/bibliometrisk-analyse-af-danmarks-gronne-forskning.pdf>

offentlig grøn forskning, grøn forskning i private virksomheder og en opgørelse over grønne ph.d.-uddannede. Formålet med at vurdere de forskningsmæssige styrkepositioner er bl.a. at skabe overblik over den grønne danske forskning for at identificere, hvor dansk forskning har styrkepositioner, samt hvor dansk forskning står mindre stærkt. Forskning i grøn omstilling er et komplekst felt, som ikke er entydigt afgrænset. Der kan således være væsentlige måleudfordringer behæftet ved opgørelser af grøn forskning, udvikling og innovation. For at imødekomme dette kan vurderingen af forskningsmæssige styrkepositioner eventuelt bestå af flere typer af data, som sammenholdes. Til dette formål kan der både ses på forskningsoutput i form af bibliometriske opgørelser, da bibliometrisk data belyser størrelsen og gennemslagskraften af Danmarks grønne forskning, samt forskningsinput i form af ph.d.-uddannede og forskningsinvesteringer. Antallet af ph.d.-uddannede giver en indikation af den nuværende og fremtidige forskningskapacitet for forskningsmiljøerne, hvor antallet af forskningsinvesteringer foretaget af offentlige aktører, samt bevilligede fondsmidler giver en indikation på de økonomiske prioriteringer af forskningsområderne. I tabel 6.15 opsummeres de to indikatorer og variable, som kan anvendes til vurdering af forskningsmæssige styrkepositioner, hvis de vurderes at være passende.

Tabel 6.15

Indikatorer og variable til måling af forskningsmæssig styrkeposition

Indikator	Variable	Beskrivelse	Datakilder
Forskningsoutput	Antal publikationer per million indbyggere	Antallet af publikationer for et forskningsområde de sidste 10 år, omregnet til per indbygger (million) sammenlignet med andre lande. En publikation tæller én gang for hver institution/land, der har en forfatter, som indgår på publikationens forfatterliste.	Bibliometriske databaser som Scopus eller Web of Science
	Forskningsspecialisering	Forskningsspecialisering beregnes ved at sætte andelen af publikationer inden for et forskningsområde i et givent land i forhold til andelen af publikationer inden for det samme forskningsområde på verdensplan for de sidste 10 år. Viser, om et land er særligt specialiseret inden for et forskningsområde. En dansk forskningspecialisering på 1,00 betyder, at forskningsområdet publiceringsmæssigt fylder det samme i Danmark som i resten af verden, mens en værdi på 1,5 betyder, at det fylder 50 pct. mere i Danmark end i resten af verden.	
	Top 10 pct.	Top 10 pct. viser, hvor stor en andel af publikationerne inden for forskningsområdet, der ligger blandt de 10 pct. mest citerede publikationer i verden for alle forskningsområder for de sidste 10 år. Hvis procentsatsen overstiger 10 pct., ligger flere publikationer blandt de 10 pct. mest citerede end verdensgennemsnittet.	
	International sampublicering	Måler antallet af danske forskningspublikationer med mindst en international medforfatter for de sidste 10 år. International sampublicering giver en indikation af forskningens gennemslagskraft.	
	Sampublicering med erhvervslivet	Måler antallet af publikationer med forfattere fra både offentlige forskningsinstitutioner og erhvervslivet for de sidste 10 år sammenlignet med andre lande.	
Forskningsinput	Ph.d.er fordelt på grønne forskningstemaer	Andelen af ph.d.er., som har angivet de syv grønne forskningstemaer til at udgøre en del af ph.d.-uddannelsesforløbet forskningsaktivitet.	Danmarks Statistik
	Offentlige forskningsinvesteringer	De samlede grønne forskningsinvesteringer i den offentlige sektor fordelt på de syv grønne forskningstemaer, i form af en skønsmæssig fordeling (pct.) af universiteternes samlede forskningsaktivitet på de syv forskningstemaer.	

Indikator	Variable	Beskrivelse	Datakilder
	Bevillige fondsmidler	De samlede bevillige fondsmidler for erhvervsdrivende fonde, almene fonde og	
	ler	fondslignende foreninger fordelt på de syv grønne forskningstemaer.	

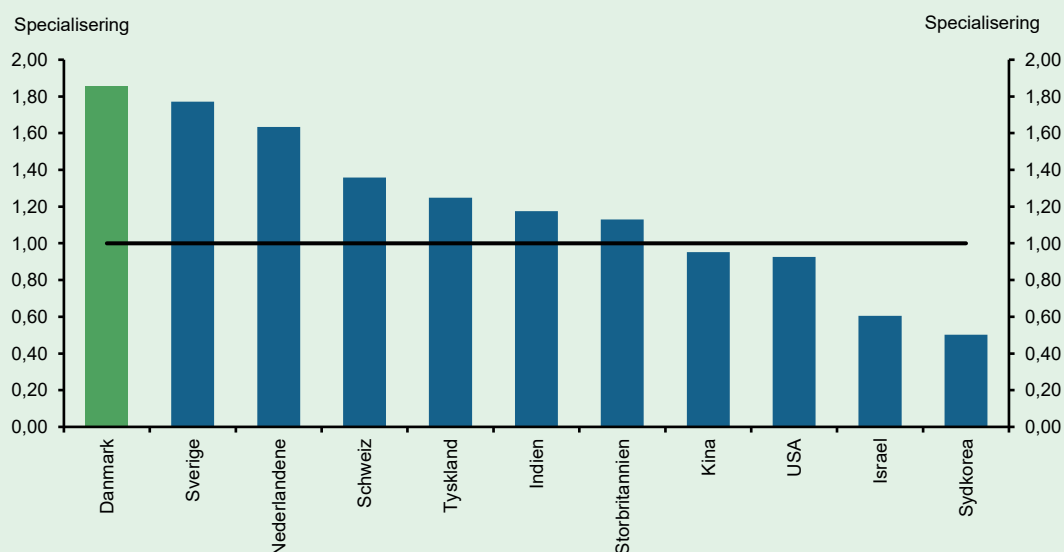
Eksempel på anvendelse af indikatorer: Forskningsmæssige styrkepositioner

I dette eksempel anvendes en indsats omhandlende reduktioner af udledninger i landbruget. Fra ovenstående liste med indikatorer og variable er der udvalgt et par stykker, som skal eksemplificere anvendelsen. I forhold til forskningsområdet, afgrænses indsatsen til det relevante forskningstema, der her vurderes at være nr. 3 "Bæredygtig fødevarerproduktion, landbrug og skove". Det bemærkes, at afgrænsningen blot er for eksemplificeringens skyld.

Af nedenstående figur fremgår resultaterne for forskningsspecialisering, der skal forstås som, hvor meget forskningspublikationer fylder i de enkelte lande. Af figuren kunne det tyde på, at området vedrørende fødevarer og landbrug fylder meget i Danmark, sammenlignet med andre lande, hvor området fylder næsten dobbelt så meget i Danmark end i verdens samlede produktion. Dette kan tyde på, at Danmark har en særlig høj specialiseringsgrad på området.

Figur 6.13

Forskningsspecialisering inden for "Bæredygtig fødevarerproduktion, landbrug og skove" for udvalgte lande, 2012-2021



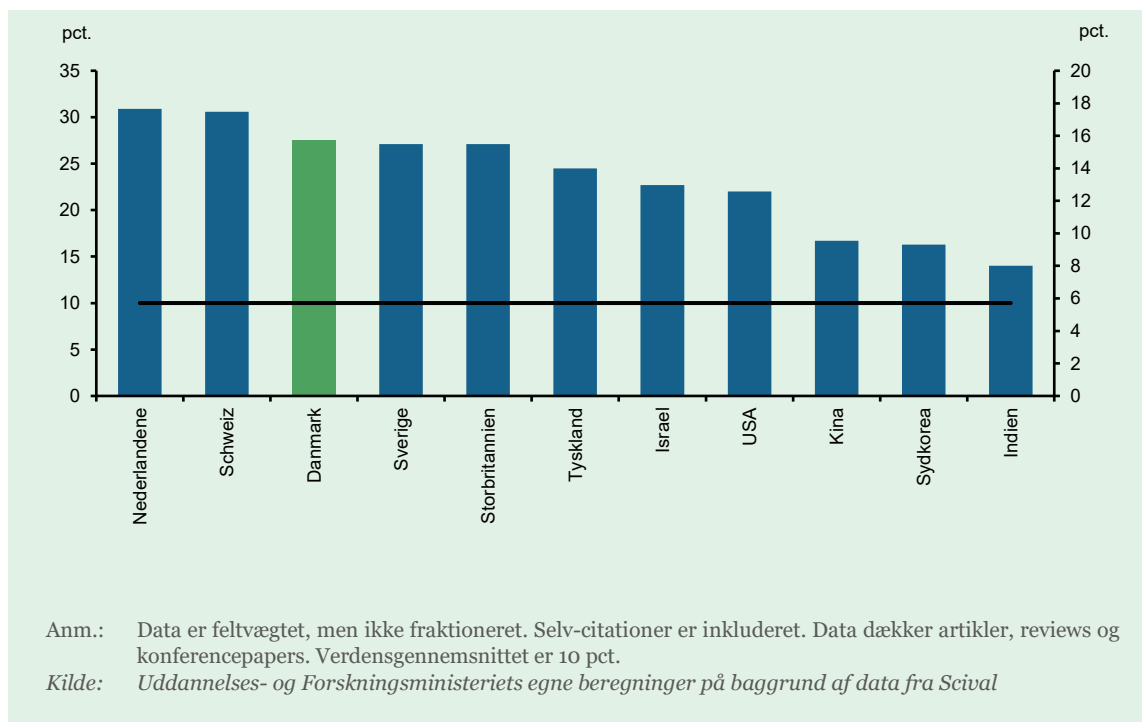
Anm.: Opgørelsen er ikke fraktioneret. Analysen dækker publikationstyperne: Artikler, reviews og konferencebidrag. Indeks 1=verdensgennemsnit

Kilde: Uddannelses- og Forskningsministeriets egne beregninger på baggrund af data fra Scival

Af nedenstående figur fremgår resultaterne for andelen af danske publikationer blandt de top ti pct. mest citerede. Her ligger Danmark igen et godt stykke over gennemsnittet for hele verdenen, men er dog placeret under lande som Nederlandene og Schweiz.

Figur 6.14

Andel af publikationer blandt de top ti pct. mest citerede indenfor "Bæredygtig fødevarerproduktion, landbrug og skove" for udvalgte lande, 2012-2021



6.5.1.2 Erhvervsmæssige styrkepositioner

Vurderingen af de erhvervsmæssige styrkepositioner kan tage udgangspunkt i en række forskellige indikatorer. Til dette formål er der flere indikatorer, som ofte går igen i forskellige undersøgelser og analyser, se f.eks. kortlægningen af styrkepositioner foretaget af IRIS Group i 2019⁴⁷ samt Erhvervsministeriets redegørelse om vækst og konkurrence fra 2023⁴⁸. Generelt anvendes flere af de samme indikatorer i denne operationalisering, men er suppleret for at give et bredere billede af de erhvervsmæssige styrkepositioner. Formålet med at vurdere de erhvervsmæssige styrkepositioner er bl.a. at skabe overblik over det danske erhvervsliv og erhvervsområder for at identificere, om der er kapacitet for at absorbere viden og omsætte resultater fra forskning til implementering og skalering af grønne løsninger. Tilsvarende er formålet at kortlægge, om der forventes at være gode muligheder for spinoff virksomheder på området. I denne sammenhæng vurderes det også at skulle indgå i vurderingen af områdets styrkeposition, om evnen til udvikling og fornyelse er til stede. Dette vurderes at være særlig relevant ift. implementeringen af grønne løsninger. For at vurdere både de etablerede styrkepositioner, samt evnen til udvikling og fornyelse, kan der opsættes tre indikatorer: "Størrelse og produktivitet", "Internationale relationer" og "Forskning, udvikling og innovation". Information om erhvervsområdets andel af den samlede beskæftigelse, værditilvækst, eksport samt produktivitet fortæller noget om dets størrelse og betydning for den danske økonomi. Oplysninger om f.eks. internationale investeringer og eksportintensitet kan sige noget om de internationale relationer, mens omfanget af virksomheder, der er aktive inden for forskning, udvikling og innovation kan belyse områdernes evne til fornyelse, herunder oversættelsen af forskning og viden til faktiske grønne teknologier og løsninger. I nedenstående tabel 6.16 gennemgås indikatorerne for vurdering af de erhvervsmæssige styrkepositioner og de underliggende variable.

⁴⁷ IRIS Group (2019), Kortlægning af styrkepositioner, <https://erhvervsfremmebestyrelsen.dk/iris-group-2019-kortlaegning-af-styrkepositioner>

⁴⁸ Erhvervsministeriet (2023), Redegørelse om vækst og konkurrenceevne 2023, <https://www.em.dk/aktuelt/udgivelser-og-aftaler/2023/jun/redegørelse-om-vækst-og-konkurrenceevne-2023>

Tabel 6.16

Indikatorer og variable til måling af erhvervsmæssig styrkeposition

Indikator	Variable	Beskrivelse	Kilde
Størrelse og produktivitet	Beskæftigelse	Erhvervsområdets andel af den samlede beskæftigelse sammenlignet med andre lande.	Danmarks Statistik OECD
	Værditilvækst	Erhvervsområdets andel af den samlede værditilvækst, approksimeret med virksomhedernes samlede salg fratrukket køb, sammenlignet med andre lande.	
	Vareeksport	Erhvervsområdets andel af den samlede eksport sammenlignet med andre lande.	
	Produktivitet	Produktivitet er approksimeret med erhvervsområdets gennemsnitlige lønniveau ift. lønniveauerne (PPP-justeret) sammenlignet med andre lande.	
Internationale relationer	Internationalt ejerskab	Investeringer til Danmark (inward FDI) i erhvervsområdet sammenlignet med andre lande.	OECD
	Relative styrker	Investeringer fra Danmark til andre lande (outward FDI) i erhvervsområdet.	
	Eksportintensitet	Erhvervsområdets eksportintensitet (Revealed Comparative Advantage) opgjort på produkter sammenlignet med andre lande.	
Forskning, udvikling og innovation	FUI-aktive virksomheder	Andelen af forsknings-, udviklings-, og innovationsaktive virksomheder i erhvervsområdet sammenlignet med andre erhvervsområder. En virksomhed defineres som aktiv, hvis den har afholdt udgifter til forsknings-, udviklings- eller innovationsaktiviteter i analyseåret.	Danmarks Statistik
	Spinoff virksomheder	Antallet af spinoff virksomheder, altså nye virksomheder, der udspringer fra en eksisterende virksomhed, i erhvervsområdet sammenlignet med andre erhvervsområder.	
	Private forskningsinvesteringer	De samlede grønne forskningsinvesteringer i den private sektor fordelt på de syv grønne forskningstemaer, i form af en skønsmæssig fordeling (pct.) af de samlede forskningsaktiviteter på de syv forskningstemaer.	
	Patenter	Erhvervsområdets ansøgte patenter per million indbyggere sammenlignet med andre lande.	OECD
	Internationale vidensarbejdere	Antallet af internationale vidensarbejdere f.eks. ph.d.er, forskningsledere mv. sammenlignet med andre lande.	

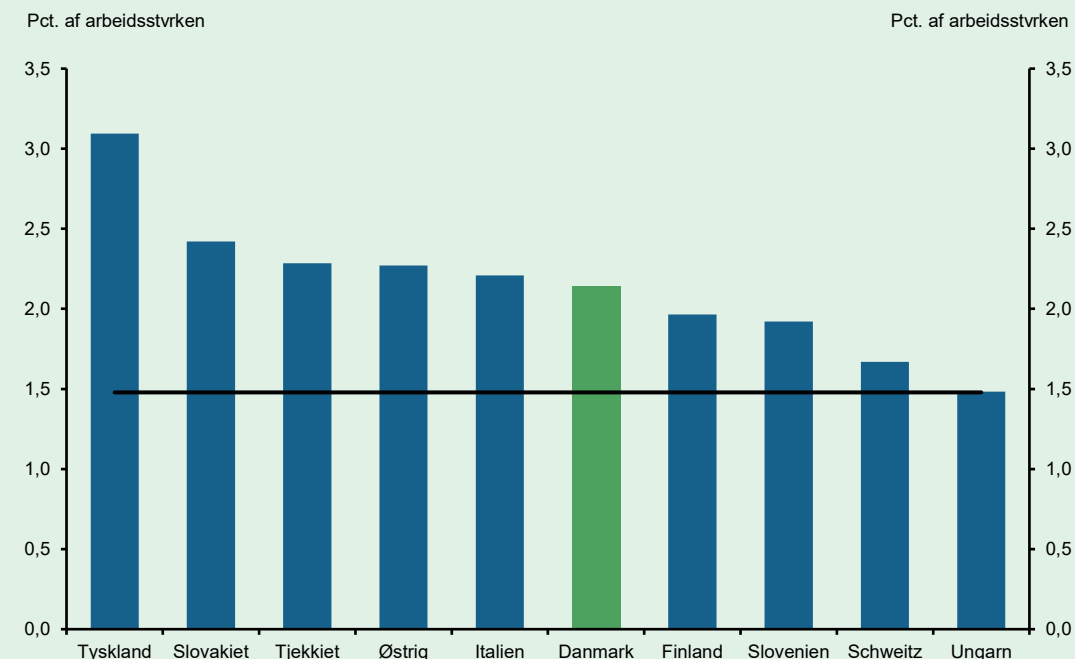
Eksempel på anvendelse af indikatorer: Erhvervsmæssige styrkepositioner

Her gives eksempler på to forskellige måder at illustrere vurderingen af en erhvervsmæssig styrkeposition, med fokus på vindteknologi, baseret på beskæftigelsesstatistik og på patentdata.

Figur 6.15 viser andelen af beskæftigede indenfor branchen ”Fremstilling af maskiner og udstyr”. Det er indenfor denne branche, at beskæftigede som arbejder med fremstilling af vindmøller er registreret. Figuren viser, at Danmark har en relativ høj andel beskæftigede indenfor branchen.

Figur 6.15

De 10 lande mest største andel af beskæftigede indenfor branchen "Fremstilling af maskineri og udstyr", 2023



Kilde: Ekspertgruppen om forskningens betydning for den grønne omstillings egne beregninger på baggrund af data fra Eurostat

Nedenstående tabel viser antallet af grønne patenter per mio. indbyggere i henholdsvis Danmark og de øvrige EU-lande fordelt på forskellige områder. Tabellen viser, at danske forskere og danske virksomheder generelt har mange grønne patenter ift. de øvrige EU-lande. Særligt stor er forskellen indenfor energiområdet. I kursiv er markeret de tre underkategorier indenfor energiområdet, hvor der er flest danske patenter. Her kan man se, at Danmark har mange flere vindmølle-, biobrændstof- og brændselscelle relaterede patenter end de øvrige lande. Dette kunne give en indikation på, at Danmark har en styrkeposition indenfor disse teknologityper.

Tabel 6.17

Antal patenter per mio. indbyggere, fordelt efter teknologiklassifikation, 2008-2019

	Danmark	EU-landene
Tilpasning til Klimaforandringer	45,7	13,0
Bygninger	73,1	18,4
Beholdning og indfangning af drivhusgasser	4,3	2,3
ICT	8,9	6,1
Energi	515,3	57,8
<i>(1) Vindmøller med rotationsakse i vindretning</i>	<i>399,9</i>	<i>8,7</i>
<i>(2) Biobrændstof</i>	<i>26,0</i>	<i>2,9</i>
<i>(3) Brændselsceller</i>	<i>15,0</i>	<i>4,7</i>
Produktion	166,1	32,1
Transport	24,8	39,2
Affald	13,2	7,6
Smart grid systemer	12,4	4,0

Anm.: Tal for EU-landene er et vægtet gennemsnit. Per capita er opgjort i mio. indbyggere. I kursiv er markeret de tre mest dominerende danske patenttyper indenfor energipatenter samt de tilhørende per mio. indbygger tal for henholdsvis Danmark og de øvrige EU-lande.

Kilde: Ekspertgruppen om forskningens betydning for den grønne omstillings egne beregninger på baggrund af data fra PATSTAT og Verdensbanken

6.5.2 Måder at afgrænse relevante forsknings- og erhvervsområder

For at kunne foretage en vurdering af både de forskningsmæssige og erhvervmæssige styrkepositioner ud fra ovenstående indikatorer, er det nødvendigt først at afgrænse de områder, der er relevante for den pågældende forsknings- og innovationsindsats. Her gennemgås mulige måder, hvorpå de relevante forsknings- og erhvervsområder kan afgrænses.

6.5.2.1 Forskningsområder

Afgrænsningen af det relevante forskningsområde kan gøres ved at tage udgangspunkt i en række prædefinerede områder. Til dette formål kan der anvendes de syv grønne forskningstemaer, der blev identificeret som led i arbejdet med den grønne forskningsstrategi i 2020⁴⁹. Forskningstemaerne og dertilhørende beskrivelser fremgår af tabel 6.18. Dertil er det muligt at anvende en række undertemaer, og derved foretage en mere detaljeret afgrænsning af indsatsens forskningsområde. Altså vil man skulle vurdere, om det er muligt at afgrænse den pågældende indsats til et tema og potentielt et undertema, og i så fald vurdere, hvilket tema det kan afgrænses til.

Tabel 6.18

Afgrænsning af forskningsområde: Syv grønne forskningstemaer

	Tema	Beskrivelse
1	Bæredygtige energiteknologier og -produktion mv.	Temaet omfatter forskning, udvikling og innovation inden for grøn energiforskning med fokus på udvikling af grønne teknologier og produktion af bæredygtig og vedvarende energi fra f.eks. sol, vind, vand, bioenergi, geotermi samt CO ₂ -fangst, -lagring og -udnyttelse (CCS/CCUS). Temaet omfatter også lagrings- og konverteringsteknologier som eksempelvis Power-to-X, Power-to-Gas og brændselsceller såvel som energiplanlægning og -regulering.
2	Energieffektivisering	Temaet omfatter forskning, udvikling og innovation inden for energieffektivt byggeri, anlæg og bygningsrenovering, bæredygtige byggematerialer, energieffektivisering i bygninger, byer og industri, optimering af produktionsprocesser og -systemer, bæredygtige og intelligente elnet og integrerede energisystemer, fjernvarme og -køling, køle- og varme anlæg samt termostater, varmepumper, ventilation, belysning og tekniske installationer. Temaet omfatter også energiplanlægning og -regulering.
3	Bæredygtig fødevarerproduktion, landbrug og skove	Temaet omfatter forskning, udvikling og innovation inden for grønne og bæredygtige produktionsformer, metoder, teknologier og løsninger inden for landbrug, fødevarer, jorde, skove, fiskeri og akvakultur, herunder forskning i emissioner, optag, lagring og cyklus af næringsstoffer, CO ₂ og andre drivhusgasser i jorde, skove og vandmiljø. Temaet omfatter både klimavenlige og mere miljø- og naturvenlige produktionsformer og forvaltning såvel som klimatilpasning af produktion, produkter og arealanvendelsen. Temaet omfatter også forskning i nye og alternative proteinkilder samt nye fødevarer og andre biobaserede produkter.

⁴⁹ De syv forskningstemaer er resultatet af en kortlægning foretaget af de grønne forskningsbehov og -potentialer, hvor også en bred kreds af interessenter er blevet inddraget i formuleringen af temaerne.

	Tema	Beskrivelse
4	Grøn transport	Temaet omfatter forskning, udvikling og innovation inden for grøn og klimavenlig transport og logistik af både gods og personer til vands, til lands og i luften såvel som optimering af transportkapacitet, infrastruktur og planlægning. Temaet omfatter også forskning i alternative energikilder til person- og godstransport, herunder elektrificering, hybrid, elektrobrændstoffer (Power-to-X) og biobrændstoffer, med fokus på omstilling af tung transport, international skibsfart og luftfart. Temaet omfatter tillige forskning i fremme af adfærdsændringer mod mere klimavenlig transport.
5	Miljøbeskyttelse, cirkulær økonomi og miljøteknologi	Temaet omfatter forskning, udvikling og innovation inden for cirkulær økonomi og genanvendelse af affald, herunder f.eks. plastik, tekstiler og polymerer. Temaet omfatter også forskning i miljøbeskyttelse og forurening af luft, jord og vand med fokus på at mindske udledningen af forurenende stoffer og udvikle nye teknologiske løsninger til forbedring af luft-, jord- og vandmiljøet. Temaet omfatter ligeledes forskning i bæredygtige vandressourcer og -teknologier for at sikre beskyttelse af grund- og drikkevand samt en bedre vandforsyning, vandrensning og udnyttelse af spildevand såvel som et rent vandmiljø både i grundvand, overfladevand og i havene. Endelig omfatter temaet forskning i klimatilpasning af byer, kyster og landområder.
6	Naturbeskyttelse, biodiversitet og klimaforandringer	Temaet omfatter forskning, udvikling og innovation inden for bevaring, genopretning og forvaltning af natur og biodiversitet, økosystemtjenester og økosystemforståelse med fokus på processer, dynamikker, funktioner og strukturer. Temaet omfatter også forskning i klimaforandringernes påvirkning af natur og biodiversitet og tilpasningen hertil samt videreudvikling af klimamodeller og klimaovervågning f.eks. med fokus på udvikling i havniveauer og afsmeltning af havis, gletsjere og iskappen.
7	Bæredygtig adfærd og samfundsmæssige konsekvenser	Temaet omfatter forskning, udvikling og innovation inden for bæredygtig adfærd og samfundsmæssige konsekvenser i forhold til både reduktion af drivhusgasudledninger og forbedret miljø- og naturbeskyttelse. Temaet omfatter forskning i klimavenlig og bæredygtig adfærd, bedre ressourceudnyttelse samt regulering, planlægning og offentlige indkøb. I forhold til miljø og natur omfatter temaet forskning i adfærdsændringer, friluftsliv og naturoplevelser, folkesundhed, flersidig arealanvendelse, økosystemtjenester og internationale konventioner og samarbejder.

Kilde: Uddannelses- og Forskningsministeriet (2020), Definition af grøn forskning, udvikling og innovation i UFM-regi, <https://ufm.dk/publikationer/2020/fremtidens-gronne-losninger-strategi-for-investeringer-i-gron-forskning-teknologi-og-innovation/gron-forskningsstrategi/definition-af-gron-forskning-udvikling-og-innovation-i-ufm-regi>

Eksempel på afgrænsning af forskningsområde ud fra forskningstemaer

I dette eksempel anvendes en indsats omhandlende klimaneutral vejtransport, der bl.a. indeholder elektrificering af køretøjer samt udviklingen af grønne brændstoffer. Her vurderes det at være hensigtsmæssigt at anvende de eksisterende forskningstemaer samt undertemaer, til at foretage en afgrænsning af forskningsområdet. Det vurderes, at indsatsen kan afgrænses til i alt seks undertemaer fordelt på to forskningstemaer.

Tema 1: Bæredygtige energi-teknologier og -produktion mv.

- Undertemaer: Bioenergi, Lagring og konvertering samt Katalysatordesign til bæredygtig energiomdannelse og -lagring

Tema 4: Grøn transport

- Undertemaer: Grøn godstransport og Grøn persontransport

Her er der foretaget en skønmæssig vurdering af, hvorvidt temaerne og undertemaerne er tilstrækkelig relevante ift. at skulle indgå i afgrænsningen og dermed vurderingen af de forskningsmæssige styrkepositioner. I så fald vil der skulle foretages en vurdering af den forskningsmæssige styrkeposition for temaerne isoleret set. Alternativt kan det ene tema udvælges, hvis det vurderes at være mere relevant for indsatsen. I dette tilfælde kunne man overveje kun at medtage tema 1, eftersom transportsektoren bliver mere relevant ved implementeringen af de teknologier og løsninger, der indgår i indsatsen.

I nogle tilfælde vil det ikke være muligt eller retvisende at anvende forskningstemaerne, og man bør overveje andre måder at afgrænse det relevante forskningsområde. En alternativ tilgang er at foretage en selvstændig kvalitativ afgrænsning af det relevante forskningsområde for indsatsen. Hvis man vurderer, at det er mere hensigtsmæssigt at foretage en alternativ afgrænsning af et forskningsområde, er der en række elementer, der typisk vil indgå, jf. tabel 6.19.

Tabel 6.19

Alternativ afgrænsning af forskningsområde: Elementer, som typisk vil indgå i alternativ tilgang

Element	Beskrivelse
1	Screening og identifikation af specifikke metoder, begreber og snævre forskningsfelter, der relaterer sig til den indsats, som skal vurderes. F.eks. kan fagtermer og relevante søgeord anvendes til at udvikle søgestrengene.
2	Måling af de danske og internationale forskningsaktiviteter på de identificerede metoder, begreber og mere indsnævrede forskningsfelter fra Element 1, f.eks. bibliometriske data.
3	Fremstilling af relative mål, baseret på data input identificeret i Element 2, for at vurdere Danmarks aktivitetsniveau på for den indsats, relevant forskning og den relative position i forhold til f.eks. internationale miljøer.

Eksempel på afgrænsning af forskningsområde ud fra alternativ tilgang

I dette eksempel anvendes en indsats omhandlende regulering og politiske virkemidler, hvor det ikke umiddelbart vurderes at være muligt at afgrænse forskningsområdet til de eksisterende forskningstemaer eller undertemaer, da forsknings- og innovationsindsatsen går på tværs af flere områder. I stedet er der foretaget en kvalitativ afgrænsning af det relevante forskningsområde. Ud fra elementerne fremsat i tabellen herover, under gennemgangen af afgrænsningsmuligheder, vurderes det mest hensigtsmæssigt, at der på baggrund af ovenstående beskrivelse af indsatsen udvælges relevante fagtermer og søgeord til udarbejdelsen af søgestrengene (**Element 1**), jf. nedenstående boks. Denne metode bør nok suppleres med andre, men for simpelhedens skyld anvendes kun den metode i dette eksempel.

```
TITLE-ABS-KEY("green regulation" OR "environmental regulation" OR "sustainable regulation" OR "climate regulation" OR "regulatory policies" OR "environmental legislation") OR TITLE-ABS-KEY("policy instruments" OR "political measures" OR "government interventions" OR "climate policies" OR "environmental policies" OR "sustainability measures") AND TITLE-ABS-KEY("greenhouse gas emissions" OR "carbon emissions" OR "GHG emissions" OR "climate pollutants") OR TITLE-ABS-KEY("energy sector" OR "renewable energy" OR "energy policy" OR "industrial emissions" OR "manufacturing sector" OR "industry regulations" OR "transportation emissions" OR "transportation policy" OR "vehicle regulations" OR "agricultural emissions" OR "agricultural policy" OR "farming regulations" OR "housing emissions" OR "building regulations" OR "residential sector") OR TITLE-ABS-KEY("sustainable development" OR "climate neutrality" OR "net-zero emissions" OR "carbon neutrality" OR "low-carbon economy")
```

Søgestrengene anvendes så på bibliometrisk data (**Element 2**), og giver i alt 14.798 observationer for perioden 2012-2021⁵⁰. Selvom det umiddelbart er muligt at anvende data til at opgøre f.eks. antal publikationer per million indbyggere samt specialiseringsgraden, skal fortolkningen af resultaterne ske med varsomhed, grundet de relativt få observationer (**Element 3**). Tilsvarende er det ikke hensigtsmæssigt at generalisere disse resultater, hvorfor de alene ikke bør anvendes til at afgøre, hvorvidt en styrkeposition er tilstede. Hvis de anvendes i vurderingen, er det særligt vigtigt, at de kombineres med andre metoder.

⁵⁰ Samme periode valgt som for eksemplificeringen af indikatorer.

Hvis det vurderes, at det er muligt at afgrænse forskningsområdet for indsatsen til et af forskningstemaerne, er der flere muligheder for at opsætte forskellige og allerede tilgængelige indikatorer for forskningsmæssige styrkepositioner, på baggrund af eksisterende opgørelser og datakilder. Forskningstemaerne er bl.a. anvendt i opgørelsen af forskelligt forskningsoutput (bibliometrisk data⁵¹), ligesom de er blevet implementeret i forskellige opgørelser ved Danmarks Statistik⁵², herunder i ph.d.-statistikken, private fondes bevillinger, forskning og udvikling i det offentlige (FoU) samt forskning, udvikling og innovation i erhvervslivet (FoU/FUI). Det er ikke forventningen, at forskningstemaerne bliver revideret foreløbigt. Dette giver på længere sigt et relativt konsistent sammenligningsgrundlag for vurderingen af de forskningsmæssige styrkepositioner for forskellige indsatser, på tværs af flere typer af indikatorer og data.

6.5.2.2 Erhvervsområder

Afgrænsningen af det relevante erhvervsområde for en forsknings- og innovationsindsats kan tage udgangspunkt i brancheopgørelsen. Her anvendes branchekoder som f.eks. DBO7 til at kategorisere forskellige typer af økonomisk aktivitet i virksomhederne. Afhængigt af, hvor konkret formuleret indsatsen er, kan valget af relevant branche foretages på et mere disaggregeret niveau, mens det i tilfælde af indsatser, der er mere overordnede, kan være nødvendigt at opføre data på et højere aggregeringsniveau. Udgangspunktet vil i dette tilfælde være en skønsmæssig vurdering af, hvilken eller hvilke brancher, der bør indgå i afgrænsningen af det relevante erhvervsområde. For at understøtte, at der tages højde for forskellige typer af aktiviteter, og at afgrænsningen af erhvervsområdet bliver så retvisende som muligt, kan der sondres mellem to typer af aktivitet.

- **Forsknings- og udviklingsbaserede aktiviteter:** Aktiviteter, der omfatter udviklingen af en teknologi eller et produkt. Dette inkluderer virksomheder, der er drivkraften bag udviklingen af nye produkter, tjenester og løsninger, der kan implementeres i forskellige sektorer og industrier.
- **Implementeringsbaserede aktiviteter:** Aktiviteter, der omfatter implementeringen af en teknologi eller et produkt. Dette inkluderer virksomheder, organisationer og andre interessenter, der udnytter forskellige former for innovation til at forbedre deres forretningspraksis. Ud over teknologi kan dette også omfatte implementeringen af nye processer, forretningsmodeller og andre former for innovation på tværs af forskellige sektorer og industrier.

Et eksempel på ovenstående, hvor udviklingen og implementeringen af en teknologi eller et produkt sker inden for forskellige brancher, er biosolutions. Forventningen er, at biosolutions kan være med til at nedbringe drivhusgasudledningerne i landbrugs- og fødevarersektoren via f.eks. nyudviklede foderløsninger. Udviklingen af løsningerne foregår i virksomheder inden for brancher som "Forskning og eksperimentel udvikling indenfor bioteknologi", hvor selve fremstillingen kræver virksomheder inden for brancher som "Fremstilling af færdige foderblandinger til landbrugsdyr". Selve implementeringen kræver landbrugsvirksomheder inden for branchen "Husdyravl", som kan implementere løsningerne i deres produktion. Altså er der flere aktiviteter og brancher i spil, hvorfor det vil være nødvendigt at medtage flere brancher i afgrænsningen af erhvervsområdet.

Hvis det ikke umiddelbart er muligt at afgrænse det relevante erhvervsområde, kan der tages forskellige redskaber i brug. En mulighed er at identificere virksomheder, som varetager de udvik-

⁵¹ Der er ikke indsamlet bibliometrisk data for tema 7, omhandlende bæredygtig adfærd, da det ikke umiddelbart var muligt at isolere emnet i opgørelserne. I stedet er det indarbejdet og dækket i de øvrige forskningstemaer.

⁵² Temaerne er først blevet implementeret ved Danmarks Statistik i løbet af de sidste par år, og eftersom de har et efterslæb er ikke alt data tilgængelig endnu. Ligeledes medfører dette også, at det ikke er muligt at trække historisk data længere tilbage til omkring 2021-2022.

lings- og implementeringsbaserede aktiviteter, der er relateret til indsatsen. Information om virksomhedernes branchetilhørsforhold kan så anvendes til at afgrænse erhvervsområdet. En anden mulighed, som bl.a. kan blive aktuel, hvis ikke det er muligt at identificere relevante virksomheder, er anvendelsen af varekoder. Varekoder er, i stil med branchekoder, et klassifikationssystem, der beskriver virksomhedernes aktiviteter, dog på et mere detaljeret niveau i form af output fra en produktion. Her kan der identificeres varekoder⁵³ med relevans for indsatsen, hvortil det er muligt at opgøre de virksomheder og brancher⁵⁴, som enten producerer og sælger varen samt anvender den i produktionen. Derved kan denne information anvendes til at afgrænse det relevante erhvervsområde for indsatsen. Hvis det hverken er muligt at anvende brancheopgørelsen, virksomheder eller varekoder til at afgrænse det relevante erhvervsområde, kan det i sig selv være tilstrækkeligt til at konkludere, at der ikke er tale om en erhvervsmæssig styrkeposition.

Eksempel på afgrænsning af erhvervsområder ud fra varekoder og nøglevirksomheder

I dette eksempel anvendes en indsats omhandlende udviklingen af batteriteknologier, der bl.a. skal anvendes til lagring af energi fra vedvarende energikilder som sol, vind og gas. Her vurderes det at være muligt at afgrænse det relevante erhvervsområde ud fra identificerede varekoder samt identificeringen af en række nøglevirksomheder.

Udviklingsbaserede aktiviteter

De udviklingsbaserede aktiviteter omfatter udviklingen af batteriteknologier til energilagring, hvor fokus er på at forbedre teknologiernes energitæthed, levetid og sikkerhed via avancerede og nye materialer som f.eks. lithium-ion. Samtidig optimeres produktionsteknikker og integrerede systemer for effektivt at lagre energi fra vedvarende kilder. Udvælgelsen af relevante brancher for de udviklingsbaserede aktiviteter er sket ved at identificere danske virksomheder, der netop udvikler batteriteknologier, samt de relevante varekoder for samme teknologier. Dette resulterer i en række brancher, som vurderes skal indgå i afgrænsningen af erhvervsområdet for de udviklingsbaserede aktiviteter.

- Fremstilling af batterier og akkumulatorer (Nerve Smart Systems A/S, CLAYTON POWER A/S, Viridus Manufacturing A/S, Topsoe Battery Materials A/S)
- Fremstilling af elektrisk udstyr (anvendte varekoder: Primærelementer og -batterier V850601, Dele til primærelement, -batterier V850603, Dele til elektriske akkumulatorer V850707)

Implementeringsbaserede aktiviteter

De implementeringsbaserede aktiviteter involverer integration af batteriteknologier og -systemer med eksisterende energiinfrastruktur og vedvarende energikilder som sol, vind og gas for at optimere energiforsyningen. Udvælgelsen af de relevante brancher for disse aktiviteter er sket ved at identificere relevante nøglevirksomheder for de implementeringsbaserede aktiviteter. Dette resulterer i en række brancher, som vurderes skal indgå i afgrænsningen af erhvervsområdet for de implementeringsbaserede aktiviteter. Der er tale om virksomheder, der bl.a. arbejder med produktion, distribution og handel af el og gas.

- Elforsyning (Ørsted, Better Energy A/S, Brave Solar A/S)
- Gasforsyning (NATURE ENERGY BIOGAS A/S, BB Biogas ApS, Ørsted)

6.5.3 Metodiske udfordringer

På trods af, at tilgangen baseret på forskningsemnerne er administrativ overskuelig og forholdsvis hurtig og ressourcebesparende, kan den være behæftet med problemer. Der følger derfor en række

⁵³ Toldstyrelsen (2024), *Sådan finder du varekoder i eVITA*, <https://toldst.dk/erhverv/saadan-beregner-du-din-told/varekoder/saadan-finder-du-varekoder-i-evita> og Toldstyrelsen (2024), *Om TARIC (Toldtariffen)*, <https://info.skat.dk/data.aspx?oid=2247456>

⁵⁴ Danmarks Statistik (2024), *Nationalregnskabet*, <https://www.dst.dk/da/Statistik/emner/oekonomi/nationalregnskab>

forbehold, man bør være opmærksom på, hvis man vælger at anvende dem til at afgrænse et forskningsområde for en forsknings- og innovationsindsats.

For det første kan der opstå udfordringer med at skabe tilstrækkelig variation mellem vurderinger af forskellige indsatsers forskningsmæssige styrkepositioner. Dette skyldes bl.a. kategoriseringen af et så komplekst felt som grøn forskning i nogle brede kategorier, hvor det som udgangspunkt ikke er muligt at skelne mellem de underliggende områder inden for et tema. Altså vil der kun være syv mulige afgrænsninger for et forskningsområde, som altså skal rumme alt grøn forskning og dermed potentielt alle tænkelige forsknings- og innovationsindsatser fremadrettet.

For det andet kan der være en udfordring ved, at grøn forskning tænkes i siloer. Dette kan blive problematisk i tilfælde, hvor forskningen går på tværs af flere områder. Dette er særligt tydeligt for det første tema, der har fokus på grønne teknologier. Flere af teknologierne spiller en central rolle i de øvrige temaer, f.eks. en lagrings- og konverteringsteknologi som power-to-x, der bl.a. skal bruges til at udvikle grønne brændstoffer (tema 4: Grøn transport).

For det tredje er der en risiko for, som følge af anvendelsen af de samme afgrænsede temaer, at der opstår en uhensigtsmæssig bias, hvor indsatsen inden for de samme områder favoriseres og anbefales igen. Modsat kan der også være indsatsen, hvor det ikke er muligt at afgrænse det relevante forskningsområde for indsatsen til et af de eksisterende temaer. I så fald vil indsatsen ikke blive vurderet på lige fod med øvrige indsatsen, hvor det er muligt at afgrænse til et forskningstema, hvilket igen skaber en utilsigtet bias i vurderingen af flere indsatsen. Det er derfor også vigtigt at tænke i alternative opgørelser og afgrænsninger, som eksemplificeret herover, hvis de eksisterende kategorier ikke er passende til at afgrænse et forskningsområde.

Det at anvende brancheopgørelsen til at afgrænse det relevante erhvervsområde er ikke uden problemer. Herunder gennemgås nogle af de udfordringer, som man bør være særlig opmærksom på, hvis man vælger at anvende brancher i sin afgrænsning af erhvervsområdet for en forsknings- og innovationsindsats.

For det første er der ved branchekoder tale om en opgørelse af virksomheders aktiviteter, der primært er skabt til at kunne anvendes til at opgøre nøgletal for nationalregnskabet, herunder aggregeres til BNP. Dette er en udfordring i denne henseende, eftersom de erhvervsområder, der er relevante for grønne forsknings- og innovationsindsatser, sjældent vil begrænse sig til blot én branche. Dette skal man være opmærksom på i afgrænsningen, ellers risikeres det at give en skæv og misvisende afgrænsning af erhvervsområdet, og ultimativt vil det være de forkerte styrkepositioner, man ville vurdere.

For det andet kan der være indsatsen, hvori der er en teknologi eller et produkt, som ikke umiddelbart kan kobles direkte til én branche. Dette kan bl.a. skyldes, at dens anvendelsesmuligheder er af mere tværgående karakter eller, hvis der er tale om en forholdsvis ny teknologi eller produkt. Dette kan f.eks. være en teknologi som pyrolyse, der først i de senere år er blevet fremhævet som en mulig nøgleteknologi for reduktionen af udledninger i Danmark, og som endnu ikke er blevet implementeret.

For det tredje risikeres det, at virksomheder med delaktiviteter, der er relevante for indsatsen, ikke bliver medtaget i afgrænsningen af erhvervsområdet. Dette skyldes bl.a., at en virksomheds hovedaktivitet er bestemmende for den branche de falder under. Derved er det ikke nødvendigvis muligt at fange virksomheder med delaktiviteter, som måtte have relevans for indsatsen. Modsat er der også risiko for, at der i afgrænsningen er medtaget virksomheder, hvis aktiviteter ikke er relevante for indsatsen, eftersom mange forskellige virksomheder aggregeres i samme branche.

6.6 Kapacitet

I dette afsnit gennemgås det, hvordan kapacitet operationaliseres. Det beskrives, hvilke indikatorer og datakilder, der kan anvendes til at vurdere det som betingelse for en forsknings- og innovationsindsats. For at understøtte og sandsynliggøre reduktioner gennem forsknings- og innovationsindsatser er det nødvendigt at vurdere den nødvendige og tilgængelige kapacitet, da manglende kapacitet kan udgøre en barriere og begrænse indsatsen. Fokus er på tilgængelig kapacitet i Danmark, herunder humankapital og infrastruktur. Humankapital dækker både videnskabelig arbejdskraft, som forskere og ph.d.-uddannede, samt faglært arbejdskraft til implementering og skalering. Manglende humankapital kan skabe flaskehalse, som hindrer indsatsen. Infrastruktur, som test- og demonstrationsfaciliteter, er også essentiel for udvikling og skalering af løsninger. Udover humankapital og infrastruktur kan andre kapacitetsbegrænsninger som råstoffer og landareal være kritiske for indsatsen.

6.6.1 Humankapital

En kapacitetstype, hvor der potentielt kan opstå barrierer for en indsats, er humankapital. Det er først og fremmest centralt at vurdere, om der forventes at være tilstrækkelig arbejdskraft med de rette kompetencer for, at en given indsats opnår den forventede effekt. Modsat kan der også være tilfælde, hvor det er relevant at vurdere, om der er for meget humankapital tilgængelig, f.eks. i form af videnskabelig arbejdskraft. Her kan det risikeres, at mætningsgraden opnås, og der er faldende produktivitet på forskningsområdet. Dette kan i midlertidig være vanskelig at måle, men kan f.eks. gøres ved at vurdere omfanget af bevillinger ift. antallet af forskere inden for det pågældende område. For at vurdere potentielle flaskehalse, kan der ses på om der forventes at opstå et arbejdsmarkedspress, som kan forsinke eller fordyre resultaterne fra indsatsen. Dette kan bl.a. ske ved, at en indsats vil skabe et øget behov for beskæftigelse, som skal komme fra andre dele af samfundet og økonomien. Hvis indsatsen kommer til at trække på særlige typer af arbejdskraft med specifikke kompetencer, er der risiko for på kort sigt, at der kommer til at opstå en mangel på arbejdskraft også omtalt som flaskehalse. På længere sigt eksisterer der dog en række mekanismer, det får arbejdsmarkedet til at tilpasse sig. Dette sker f.eks. ved ændringer i lønniveauet eller rekruttering af international arbejdskraft. Hastigheden hvorved tilpasningerne sker afhænger af, hvor specialiseret arbejdskraften er samt, hvor mange og hvor langt arbejdskraften skal flytte, efterspørgsel på lignende arbejdskraft i udlandet, andre sektorer mv. Det vurderes derfor at være tilstrækkeligt at opføre det umiddelbare behov for arbejdskraft, da et dynamisk arbejdsmarked på længere sigt må forventes at tilpasse sig behovet. For at kunne foretage en vurdering af humankapital, gennemgås her to typiske opgørelser af humankapital i arbejdsstyrken: Uddannelse og jobfunktioner. Afhængigt af indsatsen kan de anvendes til at vurdere, om der er tilstrækkelig med humankapital til indsatsens aktiviteter.

6.6.1.1 Uddannelse

En vurdering af det umiddelbare behov for humankapital i form af uddannelse kan tage udgangspunkt i de nødvendige vidensniveauer og fagområder, for at understøtte en succesfuld indsats. Dette kan gøres ved at undersøge uddannelsesniveauer hos de beskæftigede. For de forskningsmæssige aktiviteter, især de tidlige faser af værdikæden, vil fokus være på forskere og ph.d.-uddannede⁵⁵, som den afgørende arbejdskraft. Derfor er der et betydeligt overlap med parameteret styrkepositioner, hvor der bl.a. ses på den videnskabelige arbejdskraft. Her vurderes omfanget af ph.d.-uddannede, der har forsket inden for de syv forskningstemaer, hvilket beskrives under styrkeposi-

⁵⁵ Ekspertgruppen har tidligere afdækket, at ph.d.ere, der har forsket inden for de syv forskningstemaer, der relaterer sig til den grønne omstilling også arbejder den private sektor med virksomheder, der forsker og udvikler inden for de samme temaer.

tioner, og det vil være muligt at vurdere en indsats ud fra disse forhold. I de senere stadier af værdikæden, hvor resultaterne fra indsatsen skal implementeres og skaleres, kan der være behov for arbejdskraft med en bredere kompetenceprofil. Dette kan vurderes ved at undersøge arbejdsstyrkens uddannelsesniveau ift. de syv temaer fra forskningsstrategien og identificere eventuelle flaskehalse og mismatchproblemer, jf. nedenstående boks. Fordelen ved at fokusere på uddannelse er også, at det offentlige kan prioritere bestemte uddannelser for f.eks. at fremme den grønne omstilling.

Model til vurdering af arbejdsmarkedspres

Ekspertgruppen har bedt HBS Economics om at udarbejde et værktøj, der kan vurdere de grønne arbejdsmarkedstendenser med henblik på at identificere flaskehalse og mismatchproblemer, der er relevante for grønne forsknings- og innovationsindsatser. Værktøjet giver en indikator for højt/lavt pres, før og efter konjunktur mv., baseret på udviklingen i de seneste 10 år. Presset vil med tiden ændres, så det beregnede mismatch giver et billede af presset frem til ca. 2028 ifølge opgørelsen. På længere sigt vil arbejdsmarkedet tilpasse sig og modellen vil skulle suppleres med befolkningsfremskrivninger, udviklingen i arbejdsstyrkens uddannelsesmæssige sammensætning mv. Inddelingen af uddannelser på de syv temaer gøres på baggrund af en kortlægning fra Uddannelses- og Forskningsstyrelsen.⁵⁶ Hvis et tema indgår i beskrivelsen af uddannelsen og mindst ét obligatorisk kursus, så betragtes uddannelsen at dække læring, der er relevant for temaet.

Arbejdskraften kan inddeles i

8 temaer, de 7 grønne temaer, der er indeholdt i forskningsstrategien, og en ikke-grøn
6 uddannelsesniveauer
15 fagområder
3 led i værdikæden fra forskning til skalering

I alt er der 2.160 datapunkter for arbejdsmarkedssegmenter.

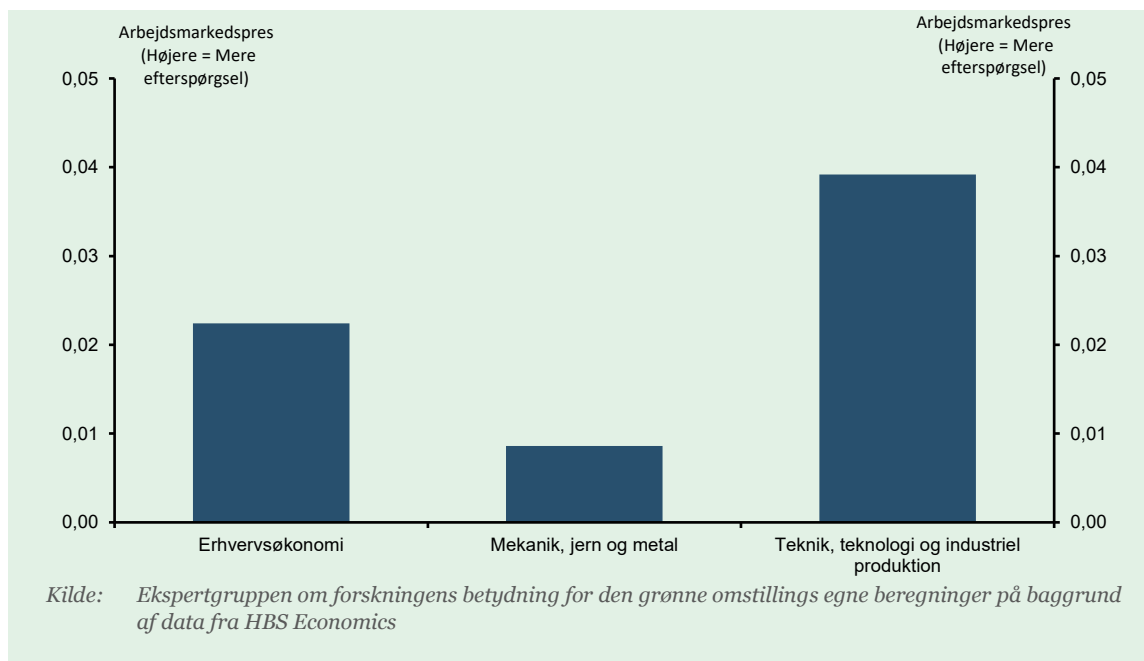
Det umiddelbare pres fra hvert segment er beregnet ud fra 2011, som HBS vurderer som et tilnærmelsesvist normal år i forhold til konjunktoren. Ved at fremskrive beskæftigelsen med udviklingen i arbejdsstyrken, dvs. beskæftigede og ledige, for de forskellige segmenter fås en baseline for 2021, hvis beskæftigelsen havde udviklet sig som arbejdsstyrken. En del af det umiddelbare pres vil skyldes, at 2021 ikke er et normalt år, da det var tæt på bunden i beskæftigelsesfrekvensen efter finanskrisen. I et alternativt mål for arbejdsmarkedspreset er konjunktoren trukket ud ved at udarbejde det samme regnestykke for de 15 fagområder og fordele på de enkelte segmenter efterfølgende. Modellen indeholder de to mål for presset. Det umiddelbare pres samt konjunkturjusteret arbejdsmarkedspres.

For arbejdsmarkedssegmenter, der ikke er konjunkturfølsomme, vil det umiddelbare arbejdsmarkedspres være mest relevant, mens for segmenter, der er konjunkturfølsomme, vil det konjunkturjusterede arbejdsmarkedspres være mest relevant. Uddannelseslængde er ofte en god indikator for konjunkturfølsomhed, hvor længere uddannelser er mindre følsomme. Tilsvarende er graden af privat beskæftigelse også en mulig indikator, hvor det private er mere konjunkturfølsomt. I nedenstående figur er der givet et eksempel på resultaterne fra modellen. Figuren indikerer, at der indenfor området "Energiproduktion" er efterspørgsel på uddannelser indenfor temaerne "Teknik, teknologi og industriel produktion", "Erhvervsøkonomi" og "Mekanik, jern og metal". Efterspørgsel er dog højest indenfor "Teknik, teknologi og industriel produktion".

Figur 6.16

Eksempel på arbejdsmarkedspres for temaer indenfor området "Energiproduktion mv.", 2022-2026

⁵⁶ Uddannelses- og Forskningsstyrelsen (2022), *Kortlægning af grønt læringsudbytte i uddannelserne*, <https://ufm.dk/uddannelse/videregaende-uddannelse/temaer/gron-omstilling-i-uddannelser/kortlaegning-af-gron-laeringsudbytte-i-uddannelserne>



Det er ikke udelukkende gennem det ordinære uddannelsessystem, at der kan opnås de nødvendige kompetencer for en indsats. Den teknologiske udvikling og den grønne omstilling vil medføre, at nogle jobs forsvinder, mens nye vil opstå. Efteruddannelse af arbejdsstyrken, især blandt ledige, kan hjælpe med at imødekomme nogle af de mere specifikke behov for arbejdskraft i indsatsen. Efteruddannelse giver nye kompetencer eller certificeringer, som er påkrævet af myndigheder eller brancher. F.eks. kan ufaglærte certificeres til at udføre kabeltrækning, en opgave der normalt udføres af elektrikere, hvilket frigør elektrikere til andre vigtige opgaver. Desuden kan efteruddannelse reducere modstanden mod den grønne omstilling ved at mindske ledighed og forhindre tab af kompetencer, som ellers kan medføre negative attituder til omstillingen, jf. nedenstående parametre om governance. Efteruddannelse er muligvis for detaljeret til at udpege barrierer for en given indsats. I stedet kan en vurdering af fleksibiliteten i efteruddannelsessystemet være relevant at foretage som indikator for, hvor omstillingsparat systemet er til at håndtere en forøget eller ny efterspørgsel på kompetencer.

Der er en række fordele ved at anvende uddannelse til vurdering af en indsats' nødvendige kapacitet. For det første kan arbejdsstyrken vurderes efter uddannelsesniveau, hvilket gør det muligt at vurdere arbejdsmarkedspresset. Dette omfatter også en opgørelse af uddannelsesniveauet blandt de personer, der er uden for beskæftigelse. For det andet har Uddannelses- og Forskningsstyrelsen kortlagt omfanget af grøn omstilling i de videregående uddannelser ved, at uddannelsesinstitutionerne har indberettet læringsudbyttet inden for de syv temaer i forskningsstrategien. For det tredje, i forbindelse med en forsknings- og innovationsindsats, er et højt uddannelsesniveau centralt, da sådanne indsatser kræver højt specialiseret viden, som typisk opnås gennem uddannelse. For det fjerde er uddannelse en politisk prioritering og dermed en barriere, der potentielt kan afhjælpes gennem politiske beslutninger. En ulempe ved at basere vurderingen på uddannelse er, at for personer med omfattende erhvervs erfaring kan deres formelle uddannelse ikke nødvendigvis afspejle deres aktuelle kompetencer. Desuden er læringsudbyttet kun opgjort for de videregående uddannelser og ikke for erhvervsuddannelser eller ufaglærte, som ikke kan fordeles på de syv temaer. Derudover er begrænsningen ved kun at have syv temaer en udfordring. Endelig er tidshorisonten for den grønne omstilling ofte kort, hvilket betyder, at mulighederne for at reducere barrieren gennem uddannelsespolitik primært gælder for kortere uddannelser eller efteruddannelse.

6.6.1.2 Jobfunktioner

En anden tilgang til at vurdere potentielle kapacitetsbegrænsninger er ved at opgøre de konkrete jobfunktioner, der er nødvendige for en given indsats på tværs af værdikæden. Implementering og skalering af indsatsens resultater kræver ofte faglært arbejdskraft, f.eks. til opsætning og drift af biogasanlæg. I andre tilfælde kan det være behov for specialiserede grønne kompetencer, såsom viden om bæredygtighed og cirkulær økonomi. Selvom nogle jobfunktioner kan være direkte knyttet til bestemte uddannelser og autorisationer, vil der ofte ikke være en tæt forbindelse mellem jobfunktioner og uddannelse. Mens uddannelse tidligere er opgjort på syv temaer, er mulighederne for vurdering af jobfunktioner mere fleksible. Internationalt er der blevet arbejdet en del med at opgøre grønne kompetencer og jobfunktioner. F.eks. har ESCO, som er en klassifikation af europæiske færdigheder, kompetencer og kvalifikationer, afdækket 571 grønne kompetence- og videnskoncepter, der skal beskrive grønne job. Til disse kompetencer og vidensområder er der tilknyttet specifikke jobfunktioner. Der findes dog ikke en standard for området, så for hver indsats må der vurderes, hvilken klassifikation der er mest hensigtsmæssig.

En tilgang med fokus på jobfunktioner muliggør anvendelsen af Beskæftigelsesministeriets model "Arbejdsmarkedsbalancen"⁵⁷, der opgør jobmulighederne for ca. 850 jobfunktioner på otte regioner i perioden 2014-2024. Derudover har Styrelsen for Arbejdsmarked og Rekruttering (STAR) udviklet et kompetenceværktøj, hvor der er muligt at undersøge antallet af stillingsopslag med grønt kompetenceindhold eller specifikke jobfunktioner. Fordelen ved at anvende jobfunktioner er, at alle beskæftigede, uanset erhvervs erfaring, kan tilknyttes en jobfunktion, hvor der kan tilknyttes et kontinuum af grønne kompetencer, som f.eks. de 571 defineret af ESCO. Dette gælder for alle beskæftigede, herunder faglærte og ufaglærte, som der også vil være brug for i den grønne omstilling. Ulempen er, at det er vanskeligere at vurdere et arbejdsmarkeds pres, da personer uden beskæftigelse ikke er tilknyttet en jobfunktion. I arbejdsmarkedsbalancen er denne udfordring løst ved at bruge uddannelse som en proxy, hvorved et arbejdsmarkeds pres alligevel afhænger af arbejdsstyrkens uddannelse. Desuden kan politisk handling for at sænke barrierer være begrænset, da ikke alle jobfunktioner har en direkte relation til en uddannelse. For at vurdere humankapital som en betingelse for en indsats' effekt på udledninger, og for at identificere mulige barrierer eller særlige udfordringer relateret hertil, er der opstillet en række forskellige indikatorer og variable, jf. tabel 6.20.

Tabel 6.20

Indikatorer og variable til vurdering af humankapital

Indikator	Variable	Beskrivelse	Kilde
Uddannelse	Fremskrivning af arbejdsmarkeds pres	Presset på forskellige uddannelser relateret til indsatsen.	Danmarks Statistik HBS Economics
	Ph.d.er med grønne interesser	Antallet af ph.d.er med grønne interesser inden for særlige forskningsområder anvendes. Fremadrettet vil det være muligt på de 7 grønne forskningstemaer, da ph.d.-undersøgelsen har spurgt indtil disse i de senere år	Danmarks Statistik

⁵⁷ Styrelsen for Arbejdsmarked og Rekruttering (2024), *Arbejdsmarkedsbalancen*, <https://arbejdsmarkedsbalancen.dk/>

Indikator	Variable	Beskrivelse	Kilde
	Fleksibelt efteruddannelsessystem	Eksisterer der et efteruddannelsessystem, der kan varetage et potentielt behov for efteruddannelse?	Uddannelses- og Forskningsministeriet
	Arbejdsmarkedspres for forskellige grønne jobfunktioner	Model for det regionale arbejdsmarked på jobfunktioner (arbejdsmarkedsbalancen).	Danmarks Statistik Beskæftigelsesministeriet
Jobfunktioner		STAR har udviklet et kompetenceværktøj, der kan opgøre hvilke kompetencer, der typisk går igen i jobopslag for diverse jobfunktioner, hvilket kan krydses med ESCO beskrivelse af grønne kompetencer/jobfunktioner	STAR ESCO

Eksempel på vurdering af humankapital

I dette eksempel anvendes en indsats, der omhandler cirkulær økonomi herunder udviklingen af løsninger til at reducere mængden af affald med henblik på at reducere drivhusgasudledninger.

Denne indsats vil kræve tekniske kompetencer fra de lange videregående uddannelser inden for cirkulær økonomi, som fremgår af temaet "Miljø og cirkulær økonomi". Dette tema indeholder dog også miljø, som dækker forurening af jord, luft og støj mv. I modellen er der valgt de lange tekniske uddannelser, hvor temaet indgår i beskrivelsen af uddannelsen og i mindst ét obligatorisk fag. Civilingeniør er den overvejende uddannelser, hvor de tre største retninger er "Matematisk modellering og computing", "Bæredygtig energi" samt "Industriel teknologi og teknologiledelse".

Modellen viser, at ca. 4.035 personer med en lang teknisk uddannelse, der har et læringsudbytte omkring miljø og cirkulær økonomi, var i beskæftigelse i 2021. En fremskrivning af beskæftigelsen fra 2011 til 2021 med arbejdsstyrkens udvikling inden for de samme uddannelser viser, at beskæftigelsen vil være 4.031 i 2021. Det umiddelbare arbejdsmarkedspres er dermed 4 personer eller 0 pct., hvilket afspejler, at i et normalt år er ledigheden meget lav for denne gruppe. Det vil altså være vanskeligt for virksomhederne at rekruttere medarbejdere med disse kompetencer uden at tilbyde en mere attraktiv position eller rekruttere gennem internationale forbindelser.

Et alternativ til de syv temaer er at fokusere på arbejdsmarkedspreset for uddannelser, som anvendes i de brancher, der arbejder med den cirkulære økonomi, f.eks. "Indsamling, behandling og bortskaffelse af affald samt genbrug". En tilgang der ikke fanger arbejdet med f.eks. at reducere affaldet i andre brancher, men til gengæld ikke inkluderer luft, vand, og støjforurening. Hvis udvikling af metoder til reduktion af affald er branchespecifik og dermed er noget som først tillæres med mere erhvervserfaring, så kan det være relevant at se på jobfunktioner.

6.6.2 Infrastruktur

En anden type kapacitet, hvor der risikeres at opstå barrierer, hvis ikke den er til stede eller tilgængelig, er infrastruktur. Der er her forskellige typer af infrastruktur, hvor der potentielt kan opstå et kapacitetspres, som gennemgås nedenfor.

6.6.2.1 Forskningsmæssig infrastruktur

Forskningsinfrastruktur kan omfatte forskellige aspekter, herunder kapitalintensive faciliteter som f.eks. kvantecomputere, der ikke kan finansieres udelukkende med basismidler eller forskningsfonde. Det kan også inkludere tilladelser til at udføre forskning under særlige forhold. Emnet er derfor relativt bredt, men adgang til relevant forskningsinfrastruktur er ofte nødvendig for at fremme forskning inden for et bestemt felt. Det skal bemærkes, at en stærk forskningsinfrastruktur kan tiltrække internationale forskere, især hvis den ikke findes i andre lande, hvilket kan reducere barrierer for humankapital. Omvendt vil danske forskere også være tiltrukket af forskningsmuligheder tilgængelige gennem forskningsinfrastruktur i andre lande.

6.6.2.2 Test- og demonstrationsfaciliteter

Infrastruktur i form af test- og demonstrationsfaciliteter kan blive nødvendige for at fremme videreudviklingen af teknologier og løsninger til den grønne omstilling. Adgang til sådanne faciliteter er afgørende, især når uprøvede teknologier, som f.eks. pyrolyse, skal afprøves i en skala, der svarer til reelle produktionsanlæg. Dette skaber et investeringsbehov, som ikke altid kan dækkes gennem markedsfinansiering. Mens mindre kapitalintensive projekter med en høj risiko kan modtage støtte fra venture kapitalfonde, kan stærkt kapitalintensive projekter derimod have svært ved at tiltrække tilstrækkelig privat finansiering. Af den grund er der et overlap med parameteret omhandlende finansiering af indsatsen, da behovet for offentligt finansierede test- og demonstrationsanlæg kan udgøre en barriere for udviklingen.

6.6.2.3 Komplementære aktiver

En anden type af infrastruktur, der bør overvejes i forbindelse med vurderingen af en indsats, er komplementære aktiver. Udviklingen inden for en indsats kan kræve komplementære innovationer, hvilket skyldes, at innovationer i det tidlige stadie er kendetegnet ved at være ineffektive og dyre. Komplementære aktiver kan øge værdien af indsatsen, gøre den mere rentabel og derved drive den frem på markedet. Når komplementære aktiver lanceres samtidigt med indsatsen, kan det accelerere udbredelsen. For eksempel vil der ikke være et stort marked for brint, hvis der ikke er sikre transportmuligheder. Ligeledes kan opstilling af havvindmøller kræve særlige havnefaciliteter. Som med den øvrige infrastruktur, kan sådanne store projekter kræve særskilt offentlig finansiering, hvilket gør parameteret overlappende med finansiering.

Infrastrukturprojekter er ofte store og komplekse, hvilket kræver en kvalitativ tilgang til vurdering af behovet for dem. Datakilderne kan omfatte konkrete lister over eksisterende infrastruktur. For at vurdere infrastruktur som en betingelse for en indsats og for at identificere potentielle udfordringer med adgang til den nødvendige infrastruktur, præsenteres her en række indikatorer, spørgsmål og mulige datakilder i nedenstående tabel. De fremsatte spørgsmål kan stilles til den enkelte indsats, og opgørelser af eksisterende infrastruktur kan anvendes til at vurdere behovet for yderligere infrastruktur.

Tabel 6.21

Indikatorer og spørgsmål til vurdering af infrastruktur

Indikator	Spørgsmål	Kilde
Forsknings- mæssig infra- struktur	Vurderes det, at indsatsen kræver forskningsinfrastruktur som f.eks. laboratorier, datamiljøer mv.?	Finansloven
	- Vurderes det, at indsatsen allerede har adgang til den nødvendige infrastruktur?	Danske Testfaciliteter
	- Hvis nej, vurderes det, at indsatsen forventes at få adgang til den nødvendige infrastruktur?	fra virksomhedsguiden
Test- og de- monstrationsfa- ciliteter	Vurderes det, at indsatsen kræver test- og demonstrationsfaciliteter?	
	- Vurderes det, at indsatsen allerede har adgang til den nødvendige infrastruktur?	Danske Testfaciliteter
	- Hvis nej, vurderes det, at indsatsen forventes at få adgang til den nødvendige infrastruktur?	fra virksomhedsguiden
Komplemen- tære aktiver	Vurderes det, at indsatsen kræver faciliteter til implementering og skalering f.eks. elnet, gasnet, vandforsyning, varmforsyning eller andet.	
	- Vurderes det, at indsatsen allerede har adgang til den nødvendige faciliteter?	
	- Hvis nej, vurderes det, at indsatsen forventes at få adgang til den nødvendige faciliteter?	

Eksempel på infrastruktur

I dette eksempel anvendes en indsats omhandlende produktionen af grønne brændstoffer ved hjælp af elektrolyseteknologi.

Elektrolyseanlægget skal producere brint, som kan anvendes enten som brændstof eller videreforarbejdes til andre kemiske produkter. For at sikre, at brinten er helt grøn, kræver det en betydelig mængde strøm, helst billig og grøn strøm fra vedvarende energikilder. Dette kræver et veludviklet energisystem baseret på vedvarende energi. Da markedspriserne for elektricitet, især fra sol- og vindenergi, svinger fra time til time, skal elektrolyseanlægget være i stand til at producere brint i de timer, hvor strømmen er billigst. Aftagerne af brinten vil sandsynligvis efterspørge en kontinuerlig forsyning. For at skalere brintproduktionen til en større skala vil der være behov for en brintinfrastruktur, der muliggør lagring og transport af brinten. Hvis udviklingen af denne infrastruktur sker parallelt med udviklingen af elektrolyseanlægget, vil det kunne fremskynde implementeringen af elektrolyse som en effektiv grøn energikilde.

Desuden, når energisystemet er baseret på vedvarende energi som vind og sol, kan elektrolyse også bidrage til at stabilisere energisystemet ved at aftage overskydende energi, når systemet er overbelastet. Dette skaber en gensidig fordel, hvor elektrolyse ikke kun drager nytte af strømmen, men også understøtter energisystemet ved at balancere udbud og efterspørgsel.

6.6.3 Øvrige inputfaktorer

Udover humankapital og infrastruktur kan der være andre typer af kapacitet, som er nødvendige for indsatsens f.eks. til skaleringen af dens resultater. Det er muligt, at der er enten knaphed af disse ressourcer eller at der er tilknyttet stor usikkerhed til leveringen af dem. Knaphed opstår når der er for lille produktion af inputtet i forhold til efterspørgslen. Det vil være tilfældet med meget moderne teknologi, der anvendes i en bred vifte af produkter over hele verden, og for områder, hvor der er store investeringer, som tilfældet er med den grønne omstilling i flere lande. Dertil

kommer, at nogle råvarer produceres i meget få lande og derved er forsyningen af dem forbundet med stor geopolitisk usikkerhed. Et særligt problem ved opgørelsen af øvrige input er, at de ikke nødvendigvis indgår som input direkte i produktionen, men kan være f.eks. input i en proces i et halvfabrikat, der skal bruges i produktionen. Kendskab til forsyningskæden er derfor væsentlig i vurderingen af parameteren. Som tilfældet var med infrastruktur vil øvrige input være enkelte vigtige komponenter, der kan mangle i indsatsen. Generelt kan der forekomme mangel på input til en given pris, men det vil ikke være den del, som skal vurderes her, da markedet må forventes at kunne løse almindelige knapheder af ressourcer som resultat af den grønne omstilling. For at vurdere, om der er behov for øvrige inputfaktorer, fremsættes her en tilgang, hvor der ved den enkelte indsats kan vurderes, om der er et behov, jf. nedenstående tabel. Der gives nogle eksempler på øvrige inputfaktorer, men det er vigtigt at bemærke, at der ikke er tale om en udtømmende liste.

Tabel 6.22

Indikatorer og spørgsmål til vurdering af øvrige inputfaktorer

Indikator	Spørgsmål	Kilde
Øvrige inputfaktorer	Vurderes det, at indsatsen har behov for øvrige inputfaktorer som f.eks. biomasse, landareal, kritiske råstoffer eller andet?	Danmarks Statistik (landareal)
	- Vurderes det, at indsatsen allerede har adgang til de nødvendige inputfaktorer?	Eurostat (kritiske råstoffer)
	- Hvis nej, vurderes det, at indsatsen forventes at få adgang til de nødvendige inputfaktorer?	FN's System of Environmental-Economic Accounting (SEEA)

Eksempel på vurdering af øvrige inputfaktorer

I dette eksempel anvendes en indsats, der omhandler reduktionen af udledninger i landbruget, hvor bl.a. pyrolyseteknologi indgår.

Pyrolyseteknologi kan reducere landbrugets udledninger, ved at omdanne biomasse som f.eks. halm og gylle til biokul, som bl.a. anvendes til kulstofslagring i jorden. For at dette kan lade sig gøre, skal der være tilstrækkelig adgang til landareal, hvilket skal anvendes til flere aktiviteter. Først og fremmest skal der anvendes landareal til produktionen af biomasse, derudover skal der etableres pyrolyseanlæg, hvilket også kræver plads, og endelig skal den omdannede biokul fordeles og integreres i landbrugsjorden, hvilket også kræver adgang til landarealer.

Der kan opstå en udfordring i at opnå det tilstrækkelige omfang af biokul samt landareal, eftersom landarealer også er og forventes efterspurgt til andre formål i den grønne omstilling fremadrettet. Dette kan være landareal til produktion af vedvarende energi f.eks. opstilling af solcelleparker samt landareal, der skal anvendes til anden kulstofslagring f.eks. ved rejsning af skov eller udtagelse af lavbundslande. Altså kan der potentielt opstå udfordringer med at skaffe det nødvendige input til pyrolyse, hvilket vil påvirke sandsynligheden for, at indsatsen bliver en succes.

6.7 Governance

I denne afsnit præsenteres en tilgang til at vurdere governance, da strukturelle og systemmæssige forhold skal være faciliterende for den pågældende forsknings- og innovationsindsats, så den bidrager til drivhusgasreduktioner. Først og fremmest er det relevant at se på politiske virkemidler, da de som rammebetingelser kan være afgørende for indsatsen, og om den realiserer dens reduktionspotentiale. Her vurderes virkemidler som lovgivning, afgifter, regulering, tilskud, standarder mv., som enten er understøttende eller hindrende for indsatsen. Dertil vurderes det, om der forventes at være opbakning til indsatsen. Dette kan vurderes på forskellige niveauer, lokalt såvel som

internationalt, og til forskellige aktiviteter i indsatsen. Dette er særligt relevant, eftersom manglende opbakning kan blive en væsentlig hindring for indsatsen. I forlængelse heraf kan det også vurderes, om samfundet reelt set forventes at ville og kunne omstille sig f.eks. via ændret adfærd. Dette går ud over opbakning og skal vurdere, om samfundet faktisk er klar til at omstille sig og acceptere eventuelle byrder og ulemper forbundet med nye løsninger.

For at kunne foretage en vurdering af de strukturelle og systemmæssige forhold som en forsknings- og innovationsindsats er påvirket af, kan der anvendes en mere kvalitativ tilgang. Af den grund består operationaliseringen her af et såkaldt arbejdsskema, som skal understøtte, at der foretages en struktureret vurdering af den pågældende indsats, jf. tabel 6.23. Formålet med skemaet er at få afdækket relevante og væsentlige forhold i relation til governance, der vil have betydning for indsatsen og implementeringen af de løsninger som indsatsen vil bidrage til. Hovedformålet er dog at synliggøre eventuelle forhindringer for en indsats, der vurderes at være i et væsentligt omfang. Skemaet er tænkt som et dynamisk arbejdsredskab, der kan genbesøges flere gange efter behov for vurdering af den samme indsats, og som kan tilpasses den konkrete situation. Da der er tale om en kvalitativ afdækning af strukturelle forhold, er vurderingen selvfølgelig behæftet med en vis usikkerhed og vurderingerne bør derfor tolkes med varsomhed. I forlængelse heraf er det også værd at bemærke, at der i høj grad er tale om en subjektiv vurdering, hvor skemaet kan anvendes til at strukturere processen. Operationaliseringen af politiske virkemidler tager bl.a. udgangspunkt i det Europæiske Miljøagenturs (EEA) opgørelser af politiske virkemidler inden for grøn omstilling. Formålet er at foretage en vurdering af, om der eksisterer væsentlige virkemidler, der understøtter indsatsen, om de mangler, eller fungerer som væsentlige barrierer for indsatsen. I indmeldingsskemaet er der opstillet to typer af politiske virkemidler, som på forhånd vurderes at være særlig relevante for den grønne omstilling: Regulerende og markedsbaserede. Der kan her både være tale om nationale såvel som internationale virkemidler. Operationaliseringen af opbakning og samfundets omstillingsevne følger samme logik som ved politiske virkemidler. Her beskrives og vurderes det, om der kan identificeres opbakning eller modstand til indsatsen og dens afledte aktiviteter.

Tabel 6.23

Arbejdsskema for vurdering af governance

Beskrivelse af politiske virkemidler og opbakning for [indsats]

Formålet med dette skema er at sandsynliggøre og beskrive eventuelle forhindringer relateret til politiske virkemidler samt manglende opbakning for en forsknings- og innovationsindsats. Dette kan være politiske virkemidler såsom afgifter, forbud og lignende, som forventes at kunne påvirke indsatsen, samt hvorvidt der kan forventes at være modstand fra f.eks. interesseorganisationer, virksomheder eller borgere af en sådan grad, at det bliver en hindring for indsatsen.

Politiske virkemidler

Beskriv politiske virkemidler (lovgivning, afgifter, tilskud m.m.), som forventes at være af væsentlig betydning for indsatsen, enten ved at understøtte eller begrænse indsatsens mulighed for succes. Skriv maks. 10-15 linjer per punkt. Hvis det ikke vurderes, at have væsentlig betydning for indsatsen angives "Ikke relevant".

Regulerende

Eksisterer der barrierer ved den nuværende lovgivning, som forventes at have væsentlig betydning for indsatsen? Beskriv gerne, hvilken effekt det forventes at have for indsatsen.

Markedsbaserede

Findes der afgifter, tilskud, miljøskatter og lignende, af væsentlig karakter, som forventes at påvirke indsatsen? Beskriv gerne, hvilken effekt det forventes at have for indsatsen.

På en skala fra 1-10, hvilken betydning forventes de politiske virkemidler at have for indsatsen?

Blokerer		Ingen blokering						Understøtter	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Opbakning og omstillingsevne

Beskriv hvorvidt der kan være opbakning/modstand blandt relevante aktører, der forventeligt kan påvirke indsatsens sandsynlighed for succes. Beskriv også, om der forventes at være en reel evne til at omstille sig. Skriv maks. 10-15 linjer per punkt. Hvis det ikke vurderes, at have væsentlig betydning for indsatsen angives "Ikke relevant".

Befolkningen

Her tilføjes vurderingen af befolkningens holdning til indsatsen, forventes der at være modstand af en sådan karakter, at det er en hindring for indsatsen? Modstand kan eksempelvis være mod opsætning af testfaciliteter. Det vurderes også, om befolkningen forventes at kunne omstille sig f.eks. ved ændret adfærd.

Interesseorganisationer

Forventes indsatsen at møde en betydelig modstand i relevante interesseorganisationer? Interesseorganisationer kan eksempelvis være Dansk Erhverv, Danmarks Naturfredningsforening eller FDM.

Erhvervslivet

Er der virksomheder, som forventes at have stor interesse i indsatsen, og hvis modstand kan have en hindrende betydning for indsatsen? Forventes der at være efterspørgsel blandt virksomheder og i erhvervslivet?

International

Forventes indsatsen at finde betydelig modstand blandt internationale organisationer såsom FN, EU, IEA eller lignende?

På en skala fra 1-10, hvilken betydning forventes opbakningen eller modstanden at have for indsatsen?

Blokerer		Ingen blokering						Understøtter	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

6.8 Trin 3: Vigtige hensyn

Det er ekspertgruppens vurdering, at der er andre vigtige hensyn, som kan indgå i den samlede vurdering af forsknings- og innovationsindsatser for at opnå en helhedsorienteret vurdering. Da der kan være en lang række hensyn, hvoraf nogle ikke er kendt på nuværende tidspunkt, er trin 3 opbygget fleksibelt. Som beskrevet tidligere kan disse hensyn inddeles i to kategorier. De politiske hensyn omfatter andre politiske prioriteter eller bundlinjer udover reduktioner. Et politisk ønske kan f.eks. være at understøtte biodiversitet. De strategiske hensyn går udover den enkelte indsats, og betragter den i stedet i sammenhæng med øvrige forsknings- og innovationsindsatser på området. Det dækker bl.a., om indsatsen er komplementær ift. den eksisterende portefølje af indsatser, og om den pågældende indsats bidrager til diversificering og risikospredning i porteføljen af indsatser. For at vurdere, om der eksisterer andre vigtige hensyn, bør dette vurderes for hver indsats, hvilket kan tage udgangspunkt i de fremsatte spørgsmål, jf. nedenstående tabel. Vurderingen af de politiske og strategiske hensyn kan med fordel kobles med den indledende indsatsbeskrivelse, hvor formålet bl.a. også er at skabe sig et overblik over de relevante opmærksomhedspunkter.

Tabel 6.24

Spørgsmål til vurdering af vigtige hensyn

Hensyn	Spørgsmål
Politiske	Vurderes det, at indsatsen vil have positive eller negative konsekvenser for andre vigtige politiske hensyn?
	Hvis ja, kan disse indgå som et hensyn i den samlede vurdering. - F.eks. fordelingspolitik, biodiversitet mv.
Strategiske	Hvordan vurderes indsatsen at passe med de øvrige indsatser på området?
	- F.eks. ift. risikospredning, tidshorisont, kompleksitet

Eksempel på vurdering af vigtige hensyn

For at illustrere, hvordan relevante politiske og strategiske hensyn kan indgå i vurderingen af en forsknings- og innovationsindsats, gives der her en række illustrative eksempler.

Politiske hensyn

Et politisk hensyn kan være biodiversitet. Et eksempel på en indsats, der kan gå ind og påvirke biodiversiteten negativt, er vindteknologi, hvor produktionen af vindenergi på fuldskala kræver etablering af vindmølleparker. Her kan store vindmølleparker, især på land, forstyrre lokale økosystemer. De kan påvirke fuglebestande, da fugle risikerer at kolliderer med vindmøllerne, og de kan også forstyrre habitater for dyr som flagermus eller små pattedyr. Et andet politisk hensyn, som er relateret til miljøet, kan være støjgener. Ved indsatser omhandlende større energiprojekter, skal der oftest opføres nye veje, transmissionslinjer og andre infrastrukturkomponenter. Byggeprocessen og den øgede trafik i forbindelse med disse projekter kan forårsage støjgener for lokalsamfundet.

Strategiske hensyn

Et strategisk hensyn kan være at understøtte en tilstrækkelig risikospredning inden for et område. F.eks. teknologier eller løsninger, hvor der i øjeblikket sættes stort på deres potentiale til at reducere udledninger inden for specifikke sektorer. Disse teknologier kan have lovende potentiale, men kan også risikere at blive overvurderet, hvis de ikke udvikles eller implementeres korrekt, eller hvis de viser sig at have uforudsete begrænsninger. F.eks. hvis der inden for landbruget kun sættes på pyrolyse, eller at CCS-teknologien alene skal bidrage til nuludledning i energi- og industrisektoren. Et andet strategisk hensyn kan være at understøtte sammenhængen til andre indsatser bl.a. ift. ressourcer. F.eks. en indsats omhandlende udviklingen af biobrændstoffer, hvor landareal indgår som et vigtig input. Her kan det overvejes, om der er andre indsatser som ligeledes trækker på landareal som input f.eks. solcelleparker. Tilsvarende vil landareal indgå som input i andet end forsknings- og innovationsindsatser, f.eks. til skovrejsning, fødevareproduktion, udtagning af lavbundsjord mv.

7. Bilag

7.1 Bilag 1: Ekspertgruppens virke

Ekspertgruppen blev oprettet i juni 2022 af den daværende regering, med det formål at styrke vidensgrundlaget for effekten af forsknings- og innovationsindsatsen. I starten af 2023 besluttede den nye regering, at ekspertgruppens arbejde skulle fortsætte. Ekspertgruppens hovedformål er at etablere en analytisk ramme, der kan anvendes til at skønne over effekten af investeringer i forskning og innovation på reduktion af drivhusgasser. Gruppen består af tre medlemmer, med viden inden for økonomi, miljøøkonomi samt innovation og grøn omstilling. Medlemmerne blev valgt for deres dybdegående viden og erfaring inden for deres respektive felter. Ekspertgruppen er blevet bistået af et mindre sekretariat bestående af medarbejdere fra Uddannelses- og Forskningsministeriet, og fulgt af en tværministeriel følgegruppe, bestående af medlemmer fra Finansministeriet, Erhvervsministeriet, Miljøministeriet, Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri, Transportministeriet, Uddannelses- og Forskningsministeriet samt Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet.

Ekspertgruppen har løbende afholdt møder med sekretariatet i en række forskellige formater. Der er afholdt i alt 7 fysiske møder a 3-4 timers varighed, et todages internat, 11 arbejds møder online samt jævnlige statusmøder med formanden. Parallelt har ekspertgruppen afholdt i alt 12 møder med eksterne interessenter og eksperter, hvor formålet har været at indhente input fra forskellige typer af aktører f.eks. universiteterne, fonde, private virksomheder, forskellige organisationer mv. samt på forskellige temaområder som landbrug, industri, energi mv. Bidrag herfra er løbende implementeret i ekspertgruppens arbejde og udviklingen af den analytiske ramme. I ekspertgruppens sidste tid har der været afholdt møder på næsten ugentlig basis, hvor fokus har været på operationaliseringen af den analytiske ramme. Ekspertgruppen har også indhentet bemærkninger til den endelige rapport fra en række forskellige aktører, herunder fagfæller fra Skandinavien, Klimarådet og Innovationsfonden.

Ekspertgruppen har afrapporteret halvårligt i forbindelse med bl.a. Klimaprogrammet og forskningsreserven, hvor der blev givet en status på arbejdet. Ekspertgruppen har løbende offentliggjort sine resultater på deres hjemmeside. Her udgav ekspertgruppen en rapport i august 2023, samt tre tekniske analyserapporter i løbet af 2024, og så den afsluttende rapport her. Disse rapporter er offentligt tilgængelige og har til formål at informere politiske beslutningstagere og offentligheden.

Ekspertgruppen har afsluttet sit arbejde og afleveret resultaterne med den forventning, at arbejdet og den analytiske ramme vil blive videreført af Uddannelses- og Forskningsministeriet. Da den analytiske ramme ikke er et statisk redskab, kræves der løbende vedligehold samt opdatering og justering af struktur, data og input i redskabet.

7.2 Bilag 2: Interessentinddragelse

Af ekspertgruppens kommissorium fremgår det, at interessenter skal inddrages i arbejdet. Dette har været et stort fokus for ekspertgruppen, der i løbet af 2023 og 2024 har involveret en lang række forskellige aktører, eksperter og interessenter i arbejdet. Ekspertgruppen selv rakt ud til en række interessenter, ligesom møder også har været afholdt på opfordring af eksterne aktører. Herunder opsummeres de afholdte møder. Overordnet set har de involverede interessenter været positivt stemte om ekspertgruppens arbejde og enige i gruppens betragtninger. De har suppleret ekspertgruppens arbejde med elementer, som de vurderer bør indgå i vurdering- og beslutningsgrundlaget for den offentlige forsknings- og innovationsindsats. Alle disse betragtninger og input er blevet taget med i udarbejdelsen af vurderingsredskabet.

Tabel 7.25

Afholdte møder med eksterne interessenter

Ekspertter og forskere

Peter Møllgaard, formand for Klimarådet og rektor ved CBS

Ole-Kenneth Nielsen, ekspert i emissionsopgørelser ved DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi

Lars Gårn Hansen, miljøøkonomisk vismand og professor ved institut for Fødevarer- og Ressourceøkonomi, Københavns Universitet

Maria-Theresa Norn, seniorforsker, Center for Forskningsanalyse, Aarhus Universitet

Lars J. Nilsson, professor i Miljø- og energisystemer, Institut for Teknologi og Samfund, Lunds Universitet

Markus Steen, seniorforsker, SINTEF

Lars Coenen, professor, Western Norway University of Applied Sciences

Håkon Endresen Normann, forsker, NIFU Nordisk institut for studier af innovation, forskning og uddannelse

Katarina Elofsson, professor ved Institut for Miljøvidenskab - Samfundsvidenskabelig og geografisk miljøforskning, Aarhus Universitet

Universiteterne

Aarhus Universitet (herunder Faculty of Technical Sciences), Aalborg Universitet, Københavns Universitet, Copenhagen Business School, Syddansk Universitet, Roskilde Universitet, Danmarks Tekniske Universitet og IT-Universitetet

De offentlige fonde

Danmarks Innovationsfond, Danmarks Frie Forskningsfond, Danmarks Grundforskningsfond og Danmarks Eksport- og Investeringsfond

De private fonde

Novo Nordisk Fonden, Industriens Fond, Villumfonden og Realdania

Private virksomheder

Aalborg Portland, Blue Water Shipping, Crossbridge Energy Fredericia og Ørsted

Spinoff-virksomheder

21st.BIO, Blue World, HealthyCrop og PlantCarb

Fagbevægelsen

Fagbevægelsens Hovedorganisation og IDA

Aktører på fødevarer- og landbrugsområdet

SEGES Innovation, Landbrug & Fødevarer, Food & Bio Cluster Denmark og Teknologisk Institut

Aktører på industri- og byggeriområdet

Dansk Industri, WeBuild Denmark, Klimapartnerskab: Bygge- og anlægssektoren, Teknologisk Institut og Dansk Brand- og sikringsteknisk Institut

Aktører på energi-, affald- og forsyningsområdet

Green Power Denmark, Energy Cluster Denmark, Dansk Industri, FORCE Technology og Danish National Metrology Institute

7.3 Bilag 3: Opsamling på redskabet

Tabel 7.26

Opsamling på vurderingsredskab

Indsatsbeskrivelse

Beskrivelse af indsatsen: Generel beskrivelse af indsatsen, der kan kommunikeres på tværs af aktører.

Reduktioner: Beskrivelse af, hvordan indsatsen forventes at kunne reducere udledninger.

Opmærksomhedspunkter: Identificering af eventuelle opmærksomhedspunkter, der forventes at have relevant for indsatsen.

Trin	Parameter	Indikatorer
Trin 1: Reduktionspotential	Nationale udledninger	-
	Klimaaftryk	-
	Fremskrivning	-
	Globale udledninger	-
	Tidshorisont	-
	Kompleksitet	-
	Forældelsesrisiko	-
Trin 2: Betingelser	Investeringer og finansiering	Investeringsbehov
		Finansieringsmuligheder
	Styrkepositioner	Forskningsmæssig styrkeposition
		Erhvervsmæssig styrkeposition
	Kapacitet	Humankapital
		Infrastruktur
		Øvrige inputfaktorer
Trin 3: Vigtige hensyn	Governance	Politiske virkemidler
		Opbakning
		Samfundets omstillingsevne
	Politiske hensyn	F.eks. fordelingspolitik, biodiversitet mv.
	Strategiske hensyn	F.eks. risikospredning, tidshorisont, kompleksitet mv.

Tabel 7.27

Oversigt over relevant data og kilder

Trin	Parameter	Indikatorer	Data	Kilde
Trin 1: Reduktions-potentiale	Nationale udledninger	-	National Inventory Report DRIVHUS	Nationalt Center for Miljø og Ener (DCE) Danmarks Statistik
	Klimaaftryk	-	AFTRYK1 og AFTRYK2 Danmarks globale klimapåvirkning – Global afrapportering	Energistyrelsen og Danmarks Statistik Energistyrelsen
	Fremskrivning	-	Klimastatus og –fremskrivning	Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet
	Globale udledninger	-	GHG data	IPCC (FN's klimapanel)
	Tidshorisont	-		
	Kompleksitet	-	Kvalitativ vurdering	
	Forældelsesrisiko	-		
Trin 2: Betingelser			Grøn projektbank	Landbrugsstyrelsen
		Investeringsbehov	Energiforskning	Energistyrelsen
	Investeringer og finansiering		Projektbeskrivelser	The International Energy Agency (IEA), Europa-Kommissionen, Department for Business, Energy & Industrial Strategy, The U.S. Department of Energy, CO2 Value Europe
		Finansieringsmuligheder	Danmark Internationalt	

Trin	Parameter	Indikatorer	Data	Kilde
		Opbakning		
		Samfundets omstillings- evne		
Trin 3: Vig- tige hensyn	Politiske hensyn	F.eks. fordelingspolitik, biodiversitet mv.		Kvalitativ vurdering
	Strategiske hensyn	F.eks. portefølje, risiko- spredning, tidshorisont, kompleksitet mv.		

8. Litteratur

Videnskabelige artikler

- Foray, D. 2022. The Economics of Incomplete Plan - on Conditions, Procedures and Design of Future Mission - Oriented Innovation Policies.
- Hekkert, M. P., Janssen, M. J., Wesseling, J. H., Negro, S. O., 2020. Mission-oriented innovation systems. *Environmental Innovation and Societal Transitions* 34, 76-79.
- Janssen, M. J., Torrens, J., Wesseling, J. H., Wanzenböck, I., 2021. The promises and premises of mission-oriented innovation policy—A reflection and ways forward. *Science and Public Policy* 48(3), 438-444.
- Malhotra A. & Schmidt T.S. 2020. Accelerating Low-Carbon Innovation, Joule, <https://doi.org/10.1016/j.joule.2020.09.004>
- Mazzucato, M., 2019. *Governing missions in the European Union*. Independent Expert Report. https://research-and-innovation.ec.europa.eu/knowledge-publications-tools-and-data/publications/all-publications/governing-missions-european-union_en
- Norn, M.-T., Aagaard, K., Bjørnholm, J., Stage, A. K., 2024. Funder strategies for promoting research addressing societal challenges: Thematic, impact, and collaboration targeting. *Science and Public Policy*.
- Rosenbloom, D.; J. Markard; F.W. Geels; and L. Fuenfschilling. 2020. Why carbon pricing is not sufficient to mitigate climate change and how "sustainability transition policy" can help. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 117:8664-8668.
- Weber, K.M. and H. Rohrer. 2012. Legitimizing research, technology and innovation policies for transformative change: Combining insights from innovation systems and multi-level perspective in a comprehensive 'failures' framework. *Research Policy* 41:1037-1047.

Diverse rapporter

- Ekspergruppen om forskningens betydning for den grønne omstilling (2023), *Publikationer*, <https://ufm.dk/forskning-og-innovation/rad-og-udvalg/andre-udvalg/ekspertgruppe-groenne-omstilling/publikationer>
- Erhvervsministeriet, 2023. *Redegørelse om vækst og konkurrenceevne 2023*. <https://www.em.dk/aktuelt/udgivelser-og-aftaler/2023/jun/redegoerelse-om-vaekst-og-konkurrenceevne-2023>
- IRIS Group, 2019. *Kortlægning af styrkepositioner*. <https://erhvervsfremmebestyrelsen.dk/iris-group-2019-kortlaegning-af-styrkepositioner>
- Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, 2024. *Klimastatus og -fremskrivning 2024*. <https://www.kefm.dk/klima/klimastatus-og-fremskrivning/klimastatus-og-fremskrivning-2024>
- Klimarådet, 2023. *Danmarks globale klimaindsats*. November. <https://klimaraadet.dk/da/analyse/danmarks-globale-klimaindsats>
- Klimarådet, 2024. *Forskning og innovation målrettet klimaomstillingen*. September. <https://klimaraadet.dk/da/analyse/forskning-og-innovation-maalrettet-klimaomstillingen>
- Klimarådet, 2024. *Kommentering af Global Afrapportering 2024*. Juni. <https://klimaraadet.dk/da/analyse/kommentering-af-global-afrapportering-2024>
- Nielsen, O.-K., Plejdrup, M. S., Winther, M., Nielsen, M., Gyldenkerne, S., Mikkelsen, M. H., Albrechtsen, R., Bruun, H. G., Thomsen, M., Fauser, P., Noer, G., Thomsen, L. B., Hoffmann, L., & Brandt, J. (2023). *Denmark's National Inventory Report 2023: Emission Inventories 1990–2021*. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. <https://pure.au.dk/portal/da/publications/denmarks-national-inventory-report-2023-emission-inventories-1990>
- Regeringen (2022), *Regeringsgrundlag: Ansvar for Danmark*, <https://fm.dk/udgivelser/2022/december/regeringsgrundlag-ansvar-for-danmark/>
- Uddannelses- og Forskningsministeriet, 2020. *Fremtidens grønne løsninger: Strategi for investeringer i grøn forskning, teknologi og innovation*. <https://ufm.dk/publikationer/2020/fremtidens-gronne-losninger-strategi-for-investeringer-i-gron-forskning-teknologi-og-innovation/gron-forskningsstrategi>

Wohlert, J., Norn, M. T., 2023. *Fra forskning til forandring: Hvordan kan universiteternes innovationsindsats bidrage til udviklingen af forskningsbaserede løsninger på store samfundsudfordringer?* <https://dea.nu/publikationer/fra-forskning-til-forandring/>

Hjemmesider

Danmarks Statistik. Nationalregnskabs hjemmeside. Tilgået juni 2024. <https://www.dst.dk/da/Statistik/emner/oekonomi/nationalregnskab>

OECD. *Mission-Oriented Innovation Policies Online Toolkit*. Tilgået juni 2024. <https://stip.oecd.org/moip/>

Styrelsen for Arbejdsmarked og Rekruttering, 2024. Arbejdsmarkedsbalancen. Tilgået juni 2024. <https://arbejdsmarkedsbalancen.dk/>

Toldstyrelsen, 2024. Sådan bruger du TARIC. <https://toldst.dk/erhverv/saadan-beregner-du-din-told/varekoder/saadan-bruger-du-taric-toldtariffen>

Toldstyrelsen, 2024. Sådan finder du varekoder eVITA. <https://toldst.dk/erhverv/saadan-beregner-du-din-told/varekoder/saadan-finder-du-varekoder-i-evita>

Uddannelses- og Forskningsministeriet, 2020. Opgørelse af grøn forskning i Danmark. <https://ufm.dk/publikationer/2020/fremtidens-gronne-losninger-strategi-for-investeringer-i-gron-forskning-teknologi-og-innovation/gron-forskningsstrategi/opgorelse-af-gron-forskning-i-danmark/bibliometrisk-analyse-af-danmarks-gronne-forskning.pdf>

Uddannelses- og Forskningsministeriet, 2023. Publikationer. <https://ufm.dk/forskning-og-innovation/rad-og-udvalg/andre-udvalg/ekspertgruppe-groenne-omstilling/publikationer>

Energiforskning.dk. Tilgået juni 2024. <https://energiforskning.dk/>

Energistyrelsen, 2024. Teknologikataloger. Tilgået juni 2024. <https://ens.dk/service/teknologikataloger>

Grøn Projektbank. Tilgået juni 2024. <https://groenprojektbank.dk/>

OECD. *Mission Action Lab*. Tilgået juni 2024. <https://oecd-missions.org/>

Datakilder til figurer og tabeller

Figur 6.3

European Environment Agency (2023), *National Inventory Report 2023*, https://cdr.eionet.europa.eu/dk/Air_Emission_Inventories/Submission_UNFCCC/colzdpsvg/envzdps1q/

Figur 6.4

Danmarks Statistik (2024), *EMM1MU1N: Direkte og indirekte luftemissioner efter branche og emissions-type*, <https://www.statistikbanken.dk/EMM1MU1N>

Figur 6.5

Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet (2024), *Klimastatus og -fremskrivning 2024*, <https://www.kefm.dk/klima/klimastatus-og-fremskrivning>

Figur 6.6

UNFCCC (2019), *GHG data from UNFCCC*, <https://unfccc.int/topics/mitigation/resources/registry-and-data/ghg-data-from-unfccc>

Figur 6.7

European Environment Agency (2023), *National Inventory Report 2023*, https://cdr.eionet.europa.eu/dk/Air_Emission_Inventories/Submission_UNFCCC/colzdpsvg/envzdps1q/

Figur 6.8

Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet (2024), *Klimastatus og -fremskrivning 2024*, <https://www.kefm.dk/klima/klimastatus-og-fremskrivning>

Figur 6.10

Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet (2024), *Klimastatus og -fremskrivning 2024 – KF23 CRF-tabel*, <https://www.kefm.dk/klima/klimastatus-og-fremskrivning>

Figur 6.12

Europa-Kommissionen (2017), *Technology readiness level: Guidance principles for renewable energy technologies : Annexes*, <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/1da3324e-e6d0-11e7-9749-01aa75ed71a1/language-en>

Figur 6.13

Uddannelses- og Forskningsministeriet baseret på data fra Scival, Elsevier B. V. (2023). Scival er baseret på Scopus-data.

Figur 6.14

Uddannelses- og Forskningsministeriet baseret på data fra Scival, Elsevier B. V. (2023). Scival er baseret på Scopus-data.

Figur 6.15

Eurostat (2024), *Employment by sex, age and detailed economic activity (from 2008 onwards, NACE Rev. 2 two digit level) - 1 000*, https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/lfsa_egan22d/default/table?lang=en

Figur 6.16

Ekspertgruppen baseret på data fra HBS Economics.

Tabel 6.2

Danmarks Statistik (2024), *DRIVHUS: Drivhusgasregnskab (i CO₂-ækvivalenter) efter branche og emissionstype*, <https://www.statistikbanken.dk/DRIVHUS>

Danmarks Statistik (2024), *AFTRYK1: Klimaaftryk (eksperimentel statistik) efter anvendelsestyper, udledende brancher og udledende lande*, <https://www.statistikbanken.dk/AFTRYK1>

Tabel 6.3

Danmarks Statistik (2024), *AFTRYK1: Klimaaftryk (eksperimentel statistik) efter anvendelsestyper, udledende brancher og udledende lande*, <https://www.statistikbanken.dk/AFTRYK1>

Tabel 6.7

European Environment Agency (2023), *CRF_Denmark_DNM_EU*, https://cdr.eionet.europa.eu/dk/Air_Emission_Inventories/Submission_UNFCCC/colzdpsvg/envzdpsxw/

Tabel 6.8

Danmarks Statistik (2024), *AFTRYK1: Klimaaftryk (eksperimentel statistik) efter anvendelsestyper, udledende brancher og udledende lande*, <https://www.statistikbanken.dk/AFTRYK1>

Tabel 6.9

Danmarks Statistik (2024), *AFTRYK2: Klimaaftryk (eksperimentel statistik) efter anvendelsestyper, leverende brancher, udledende brancher og udledende lande*, <https://www.statistikbanken.dk/AFTRYK2>

Tabel 6.10

The International Energy Agency (2023), *ETP Clean Energy Technology Guide*, <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/etp-clean-energy-technology-guide>

Tabel 6.11

The International Energy Agency (2023), *ETP Clean Energy Technology Guide*, <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/etp-clean-energy-technology-guide>

Tabel 6.13

Ekspertgruppens egen projektbank baseret på data fra *Danmarks Frie Forskningsfond*, *EFP*, *ELFORSK*, *Energinet.dk*, *EUDP*, *ForskEL*, *ForskNG*, *ForskVE*, *Green Labs DK*, *GUDP*, *Innovationsfonden*, *MUDP*

Tabel 6.14

Ekspertgruppens egen projektbank baseret på data fra *Danmarks Frie Forskningsfond*, *EFP*, *ELFORSK*, *Energinet.dk*, *EUDP*, *ForskEL*, *ForskNG*, *ForskVE*, *Green Labs DK*, *GUDP*, *Innovationsfonden*, *MUDP*

Tabel 6.17

EPO (2019), *PATSTAT - Global 2022 Autumn*, <https://www.epo.org/en/searching-for-patents/business/patstat>

World Bank Group (2019), *Population, total*, <https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL>

Tabel 6.18

Uddannelses- og Forskningsministeriet (2020), *Definition af grøn forskning, udvikling og innovation i UFM-regi*, <https://ufm.dk/publikationer/2020/fremtidens-gronne-losninger-strategi-for-investeringer-i-gron-forskning-teknologi-og-innovation/gron-forskningsstrategi/definition-af-gron-forskning-udvikling-og-innovation-i-ufm-regi>

