

Det oppustede CO₂-kvotesystem

Konsekvenser for dansk klimapolitik af kvotesystemet og overskuddet af kvoter

Klimarådet.

• • • • • • • • • • • • • • • •
• • • • • • • • • • • • • • • •
• • • • • • • • • • • • • • • •
• • • • • • • • • • • • • • • •

Indhold

1	Indledning og hovedpointer	3
2	Kvotestystemet er en vigtig del af den europæiske klimapolitik	5
3	Kvotoverskuddet vil bestå mange år endnu	10
4	Udbygning med vedvarende energi har stor CO ₂ -effekt på kort sigt	15
5	Isoleret dansk kvoteannullering sænker ikke udledningen på kort sigt	20
6	Omkostningseffektiviteten ved tiltagene afhænger af tidshorisonten	25
7	Danske tiltag kan påvirke den fremtidige udstedelse af kvoter	27
8	Konklusioner og anbefalinger	29
	Appendiks A: Klimarådets simulationsmodel for kvotestystemet.....	32
	Appendiks B: Diskontering af CO ₂ -udledning	35
	Appendiks C: Følsomhed af resultater	37

1 Indledning og hovedpointer

Et vigtigt element i den fælleseuropæiske klimapolitik er det såkaldte CO₂-kvotesystem, også kendt som ETS, der sætter et loft for udledningen af drivhusgasser. ETS står for *Emissions Trading System* og er et system skabt til handel med CO₂-kvoter med henblik på løbende at reducere CO₂-udledningen i Europa, der hvor det er billigst at sænke udledningerne. Kvotesystemet er en af de internationale rammebetingelser for dansk klimapolitik, og derfor stiller Klimarådet skarpt på emnet i denne analyse.

I kvotesystemet pålægges virksomheder, som udleder meget CO₂, hvert år, at indlevere CO₂-kvoter svarende til deres udledning. Det gælder el- og fjernvarmeproducenter samt en række energiintensive industrivirksomheder. En del af kvoterne gives gratis til de berørte virksomheder, mens resten bortauktioneres. Det er muligt at handle med kvoterne, så hvis en virksomhed har flere kvoter, end den behøver, kan den sælge de resterende til en virksomhed, der mangler kvoter, eller til en finansiel investor, der køber kvoter som et investeringsobjekt.

Kvotesystemet har siden indførelsen i 2005 været genstand for en del diskussion. Kritikere hævder, at systemet ikke virker, og at der derfor er behov for at reducere udledningerne ad andre veje, fx ved at støtte vedvarende energi. Andre hævder derimod, at kvotesystemet virker, og at det dermed overflødiggør yderligere forsøg på reduktion af udledningerne fra den kvoteomfattede del af økonomien.

Det lyder fx ofte i den danske klimadebat, at dansk udbygning med vedvarende energi eller danske energibesparelser ikke gavner klimaet. Argumentet er, at hvis Danmark opfører vindmøller eller øger energieffektiviteten, vil det blot frigive kvoter, som så kan bruges i andre lande – og dermed er den samlede udledning af CO₂ uændret. Denne effekt går under navnet ”vandsengseffekten”, da kvotemarkedet ligesom en vandseng blot vil ”bule ud” et andet sted, når man trykker på den. Vandmængden i sengen er uændret, ligesom antallet af kvoter i kvotesystemet er uændret. Det kan sammenlignes med opstillingen af fx vindmøller eller solceller, der ikke vil fortrænge udledninger, men blot flytte dem et andet sted hen inden for de kvoteomfattede sektorer. Det centrale spørgsmål i denne analyse er, om dette argument holder, og om der derfor er behov for en grundlæggende omlægning af dansk klimapolitik.

Analysen af kvotesystemet giver også mulighed for at besvare nogle aktuelle spørgsmål. I disse år føres en heftig europæisk debat om en reform af hele systemet, der kan indskrænke udbuddet af kvoter. Det skyldes, at systemet er oppustet med et stort overskud af kvoter, som giver en kvotepris væsentligt under det niveau, der for alvor kan gøre vedvarende energi konkurrencedygtig. Det er blevet foreslået, at lande bør annullere kvoter på egen hånd, og Sverige har allerede afsat et årligt beløb til kvoteannullering. Analysen ser nærmere på, hvad effekten af en dansk kvoteannullering vil være sammenlignet med virkningen af støtte til vedvarende energi i kvotesektoren.

Endvidere har Danmark frem mod 2030 mulighed for at bruge kvoteannullering til at opfylde en del af den forpligtelse, vi har over for EU til at reducere udledningerne fra ikke-kvotesektoren, det vil sige den del af økonomien, som ikke er omfattet af kvotesystemet.¹ Kli-

¹ EU-Kommissionen har foreslået, at Danmark i 2030 skal have reduceret udledningen af drivhusgasser i ikke-kvotesektoren med 39 pct. i forhold til niveauet i 2005, men at denne reduktionsforpligtelse kan mindskes med op til 2 procentpoint ved, at den danske stat annullerer udstedelse af kvoter i kvotesektoren.

Klimarådet.

marådet har i en tidligere analyse anbefalet, at Danmark ikke gør brug af den mulighed, og vi uddyber her argumentationen for den anbefaling.²

Det centrale spørgsmål i denne analyse er:

1. Har det en gavnlige effekt på drivhusgasudledningen og skaderne fra klimaforandringer, at Danmark giver støtte til vedvarende energi og energibesparelser inden for kvotesektoren?

Derudover vil Klimarådet se nærmere på følgende afledte spørgsmål:

2. Såfremt der er en klimaeffekt af at støtte vedvarende energi i kvotesektoren, vil det så være mere gavnlige at bruge pengene på at annullere kvoter i stedet?
3. Bør Danmark bruge kvoteannullering frem for andre tiltag til at opfylde målet i ikke-kvotesektoren?

For at kunne besvare disse spørgsmål inden for en konsistent ramme har Klimarådet udviklet en stiliseret økonomisk model for kvotemarkedet, der kan simulere effekten af forskellige klimapolitiske tiltag. Modelresultaterne skal ikke opfattes som prognoser for, hvordan verden faktisk vil forme sig, men de giver et nyttigt indblik i konsekvenserne af forskellige mulige tiltag, hvis man fastholder de nuværende og planlagte regler for kvotesystemet.

Klimapolitikken tilrettelægges i forhold til lange tidshorisonter, og det er derfor nødvendigt at se meget langt frem i tid, når man skal belyse de fulde konsekvenser af klimapolitiske tiltag. Derfor er der uundgåeligt stor usikkerhed om de beregnede virkninger, ligesom der næsten med sikkerhed vil ske fremtidige ændringer i de klimapolitiske rammevilkår, som ikke kan forudses i dag. I øjeblikket forhandles der i EU om en reform af kvotesystemet, og der er i skrivende stund flere forskellige forslag på bordet. Denne analyse forsøger ikke at forudsige, hvordan kvotesystemet kan tænkes at ville blive revideret langt ude i fremtiden, men giver derimod et billede af konsekvenserne af at fastholde de regler, som gælder i dag, og de regelændringer i kvotesystemet, der indtil videre er lagt op til.

I forhold til analysens centrale spørgsmål viser Klimarådets simulationsmodel, at udbygning med vedvarende energi i kvotesektoren straks giver en betydelig klimaeffekt, hvorimod annullering af kvoter først giver en effekt på langt sigt. De kvoter, der frigives ved udbygning med vedvarende energi, vil tidligst blive brugt til øget CO₂-udledning mange år ude i fremtiden. Samtidig er der berettiget usikkerhed om, hvorvidt denne fremtidige udledning overhovedet nogensinde vil finde sted. Satser man fra Danmarks side på at annullere kvoter, reducerer man formentlig udledningerne på langt sigt, men der går mange år, før effekten indtræffer. Disse konklusioner bygger på de nuværende regler i kvotesystemet, men konklusionerne ændres ikke, hvis man medtager de forskellige bud på regelændringer fra Europa-Parlamentet og Ministerrådet, der i øjeblikket forhandles om i EU.

Der er gode grunde til, at det internationale samfund bør prioritere udledningsreduktioner i dag frem for reduktioner i fremtiden. En udskydelse af udledningerne medfører en udskydelse af skaderne ved klimaforandringerne, og det vil købe samfundet tid til at foretage den nødvendige klimatilpasning. Det vil også øge chancerne for, at vi kan nå at reagere på uigenkaldelige klimaskader, inden det er for sent. Samtidig vil en udskydelse af udledningerne give mulighed for at mindske den samlede udledning over tid, hvis de udskudte udledninger slet ikke materi-

² Se Klimarådet, *Danmark og EU's 2030-klimamål*, 2016.

Klimarådet.

aliserer sig fx på grund af bedre teknologi i fremtiden. Denne analyse viser, at udbygning med vedvarende energi (eller energibesparelser) med stor sandsynlighed er et mere effektivt klimatiltag end en national annullering af kvoter, da vedvarende energi giver større reduktioner, så længe der er et overskud af kvoter. Denne konklusion gælder også, når man tager hensyn til omkostningerne ved de forskellige tiltag set i forhold til deres effekt på udledningerne.

Præmissen for denne konklusion er kvotesystemets nuværende tilstand med et stort kvoteoverskud. Den optimale løsning vil være at skabe knaphed på kvoter i EU. Et kvotesystem med knaphed på kvoter kan være et rigtig godt redskab til at understøtte den grønne omstilling, hvorfor Danmark bør arbejde aktivt i EU for, at kvotesystemet reformeres, så der skabes en sådan knaphed. De reformer, der indtil nu er foreslået af Europa-Parlamentet, Ministerrådet og Kommissionen, ser dog ikke ud til for alvor at skabe en sådan knaphed på kort sigt. Hvis der ikke besluttet en reform, der sikrer en markant reduktion af overskuddet af kvoter og inden 2020, hvor Danmark skal beslutte, om vi vil benytte kvoter til at opfylde ikke-kvotesektormålet for 2030, giver denne analyse anledning for Klimarådet til at anbefale følgende som svar på spørgsmålene ovenfor:

- Danmark bør ikke med kvotesystemet som argument afholde sig fra at støtte vedvarende energi i kvotesektoren, hvis vi ønsker at bidrage til den globale klimaindsats.
- Danmark bør ikke på egen hånd annullere kvoter for at reducere udledningerne i kvotesektoren som erstatning for udbygning med vedvarende energi.
- Danmark bør ikke benytte fleksibilitetsmekanismen, der giver mulighed for at bruge kvoter fra kvotesystemet til at opfylde målet i ikke-kvotesektoren.

I det følgende fremlægges analysens argumenter for ovenstående: Afsnit 2 beskriver det europæiske kvotesystem, mens afsnit 3 med udgangspunkt i Klimarådets simulationsmodel præsenterer to scenarier for, hvordan kvotesystemet kan tænkes at udvikle sig i fremtiden. Med udgangspunkt i disse scenarier viser afsnit 4 konsekvenserne for udledningerne af CO₂ ved udbygning med vedvarende energi, og afsnit 5 ser på konsekvenserne af en sammenlignelig kvoteannullering. Afsnit 6 sammenligner omkostningseffektiviteten af de to tiltag, afsnit 7 gør sig overvejelser om, hvorvidt nationale klimatiltag kan tænkes at påvirke den fremtidige udstedelse af kvoter på EU-niveau, mens afsnit 8 konkluderer. Visse mere tekniske betragtninger er henvist til appendiks.

2 Kvotesystemet er en vigtig del af den europæiske klimapolitik

EU's CO₂-kvotesystem har siden oprettelsen i 2005 været tænkt som et af de primære værktøjer til at sikre, at EU's klimamål opfyldes. Men i dag er det efter mange iagttageres opfattelse nødlidende på grund af et stort overskud af ubrugte kvoter. Dette afsnit giver en introduktion til kvotesystemet og de problemer, det har.

Sådan virker et kvotesystem

Et CO₂-kvotesystem virker ved, at den regulerende myndighed, en såkaldt regulator, udsteder en mængde kvoter, som giver tilladelse til at udlede CO₂ og andre drivhusgasser. En kvote er en rettighed til at udlede ét ton CO₂. På den måde sikrer regulator, at man holder drivhusgasudledningen under det ønskede niveau. Regulator har dog ikke kendskab til, hvor meget det koster de enkelte virksomheder at reducere deres udledninger, og kan derfor ikke fordele kvoterne blandt virksomhederne sådan, at de samlede reduktionsomkostninger bliver lavest mulige. I stedet kan regulator tillade, at virksomhederne handler med kvoterne indbyrdes, så der dannes en markedspris på kvoter og dermed en pris på retten til at udlede ét ton CO₂.

Klimarådet.

Et kvotesystem sikrer principielt, at samfundet kan nedbringe sine udledninger billigst muligt. For den enkelte virksomhed kan det betale sig at reducere udledningerne, så længe omkostningen ved at sænke udledningen med ét ekstra ton CO₂ er lavere end kvoteprisen. Derved sparer virksomheden en udgift til kvotekøb eller opnår en indtægt ved kvotesalg, der overstiger dens egen ekstra reduktionsomkostning. Der vil derfor være en tilskyndelse til, at alle virksomheder reducerer deres udledning indtil det punkt, hvor omkostningen ved at sænke udledningen med ét ekstra ton CO₂ kommer op på niveau med kvoteprisen. Muligheden for at handle med kvoterne medfører, at virksomheder, der har store omkostninger ved at reducere udledningerne, vil være interesseret i at købe kvoter fra virksomheder, der billigt kan sænke udledningerne. På den måde bliver reduktionsindsatsen koncentreret hos de virksomheder, hvor indsatsen er billigst. Samtidigt sikrer det fastsatte udbud af kvoter, at de samlede udledninger ikke overstiger det politisk fastlagte niveau.

EU's kvotesystem og dets faser

EU's medlemslande oprettede i 2005 CO₂-kvotesystemet Emissions Trading System (ETS). Kvotesystemet regulerer udledninger af drivhusgasserne CO₂, N₂O og PFC fra produktion af el og varme og fra en række energiintensive industrier som blandt andet stål, aluminium, cement, glas, papir og kemikalier.³ Systemet dækker alle EU's medlemslande samt Island, Norge og Lichtenstein, og det omfatter i alt ca. 11.000 anlæg samt et antal luftfartsoperatører. Det svarer til ca. 45 pct. af de samlede drivhusgasudledninger i EU.

EU's kvotehandelssystem blev etableret for at sikre, at EU kunne opfylde de forpligtelser, medlemslandene havde påtaget sig i forbindelse med Kyotoprotokollen fra 1997.⁴ Kyotoprotokollen havde et stort fokus på kvotehandel, hvilket var en af årsagerne til, at EU's medlemslande også besluttede at indføre et europæisk kvotesystem. Kvothemængden i perioden fra 2008 til 2012 blev netop fastlagt, så EU ville reducere udledningerne svarende til forpligtelserne i Kyotoprotokollen.

Kvotesystemet startede i 2005 med en læringsperiode, før Kyotoforpligtelsen trådte i kraft. I denne fase 1, som varede til slutningen af 2007, var der ikke lagt op til store drivhusgasreduktioner. De enkelte medlemslande lagde selv et loft over deres udledninger, og det var også de enkelte lande, der tildelte kvoter til de af deres industrier, som de mente havde brug for dem. Dette førte til, at der blev uddelt flere kvoter, end der var behov for. Disse kvoter kunne dog ikke føres videre til kvotesystemets fase 2, den såkaldte Kyotofase fra 2008 til og med 2012.⁵

Fase 2 skulle sikre, at EU's medlemslande ville reducere deres samlede udledninger af drivhusgasser med 8 pct. i 2012 i forhold til 1990. Reglerne var mere strikse i fase 2 end i fase 1. Straffen for at udlede drivhusgasser uden kvoter steg fra 40 til 100 euro pr. ton CO₂. Samtidig reduceredes andelen af gratis kvoter til virksomhederne fra 100 til 90 pct., mens de resterende 10 pct. blev auktioneret. Det totale antal kvoter var bestemt af nationale allokeringssplaner fra medlemslandene, det vil sige at landene i stor udstrækning selv havde mulighed for at bestemme deres reduktion i kvotesektoren. I fase 2 blev det også muligt at anvende FN-kreditter

³ De forskellige aktiviteter er beskrevet i Europa-Parlamentets og Rådets direktiv 2003/87/EF af 13. oktober 2003 om en ordning for handel med kvoter for drivhusgasemissioner i Fællesskabet og om ændring af Rådets direktiv 96/61/EF Bilag I.

⁴ Medlemslandene havde tidligere diskuteret at indføre en CO₂-skat, men forslaget havde ikke den nødvendige politiske opbakning.

⁵ For en beskrivelse af fase 1 og fase 2, se http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/pre2013_en.

Klimarådet.

udstedt via Kyotoprotokollens Clean Development Mechanism og Joint Implementation.⁶ Overskydende kvoter fra fase 2 kunne videreføres til næste fase.

Fase 3, der løber fra 2013 til 2020, inkluderer flere gasser og flere sektorer end hidtil. Samtidig afskaffes de nationale allokeringssplaner, og Kommissionen fastsætter nu kvoteudstedelsen, som reduceres med en fast mængde kvoter hvert år. Denne mængde er 1,74 pct. af den gennemsnitlige udstedelse i 2008 til 2012. Udstedelsen af kvoter fastsættes, så EU som helhed opnår sit mål om en reduktion på 21 pct. i kvotesektoren i 2020 i forhold til 2005. Auktion er standardmetoden for tildeling af kvoter, og der er klare regler for, at der kun kan tildeles gratis kvoter til industrier, der er i risiko for CO₂-lækage.⁷

Kommissionen præsenterede i juli 2015 sit forslag til reglerne for kvotesystemets fase 4 fra 2021 til 2030. Forslaget indebærer, at den årlige kvotetilførsel reduceres hvert år med 2,2 pct. sammenlignet med 1,74 pct. i fase 3. Reduktionen på 2,2 pct. skal sikre, at udledningerne fra kvotesektoren bliver sænket med 43 pct. i 2030 i forhold til 2005, som EU's stats- og regeringsledere besluttede i oktober 2014. De 43 pct. gør sammen med EU's mål for ikke-kvotesektoren, at EU vil nå sit mål om en 40 pct. reduktion i forhold til 1990 for hele økonomien, som verden blev lovet i Parisaftalen fra 2015. Derudover strammes kriterierne for, hvor når der er risiko for CO₂-lækage, så færre industrier er berettiget til gratis kvoter, og andelen af kvoter, der auktioneres, øges til 57 pct.

Europa-Parlamentet og Ministerrådet skal i fællesskab beslutte reglerne for fase 4 baseret på Kommissionens forslag. I februar 2017 har Europa-Parlamentet og Ministerrådet hver især foreslået visse yderligere stramninger af kvotesystemet i forhold til Kommissionens forslag som beskrevet i appendiks C.

Et oppustet kvotesystem

I løbet af fase 2 fra 2008 til 2012 blev der skabt et meget stort overskud af kvoter i cirkulation. Et kvoteoverskud opstår, når der over tid er udstedt flere kvoter, end der er brugt. Det akkumulerede overskud har fået kvoteprisen til at falde drastisk siden 2008, hvor prisen var over 200 kr. pr. ton. I december 2016 var kvoteprisen helt nede på ca. 30 kroner pr. ton CO₂, som vist i figur 1, og i starten af 2017 var den kun en smule højere. Ved så lave kvotepriser giver kvotesystemet kun svag tilskyndelse til at begrænse udledningerne, og derfor vedtog Europa-Parlamentet og Ministerrådet i 2014 og 2015 to reformer af systemet. Disse reformer havde til formål at mindske overskuddet af kvoter midlertidigt, så der kunne komme en bedre balance mellem udbud og efterspørgsel af kvoter.

⁶ Clean Development Mechanism-projekter kan generere kvoter ved, at virksomheder i industrialiserede lande (Annex 1 lande i Kyotoprotokollen) udfører projekter i udviklingslande, som reducerer drivhusgasudledningen. Joint Implementation giver industrialiserede lande mulighed for at betale for drivhusgasreducerende projekter i andre industrialiserede lande og derved få reduktionen godskrevet.

⁷ Hvis en sektor pålægges CO₂-regulering, og dette fører til, at sektorens virksomheder udkonkurreres af virksomheder, der ikke er CO₂-reguleret, kaldes det CO₂-lækage. Når der sker fuld CO₂-lækage, flyttes udledningen fra et land til et andet, uden dette har nedbragt drivhusgasudledningen, og derved er klimaforandringerne upåvirkede.

Klimarådet.



Figur 1 Udviklingen i kvoteprisen fra 2005 til og med 2016

Anm.: Kvoter kunne ikke overføres fra fase 1, der sluttede med udgangen af 2007, til fase 2. Det forklarer, at kvoteprisen kollapsede til nul mod slutningen af fase 1 for så at stige igen, da fase 2 startede op i 2008.

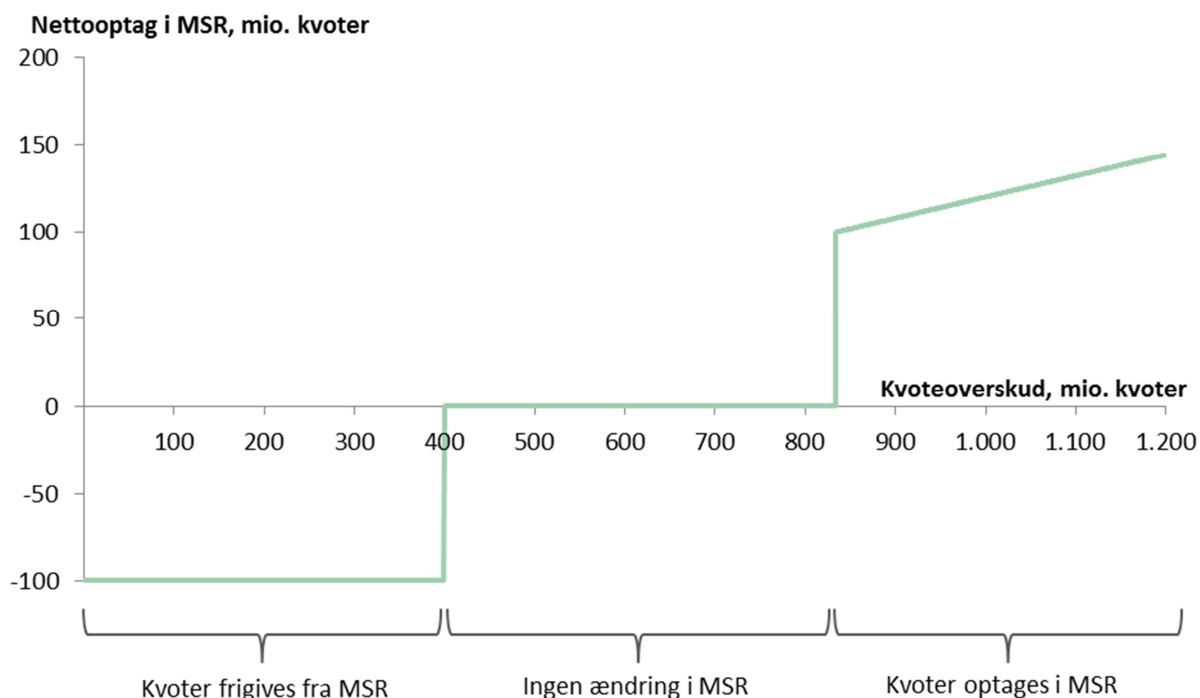
Kilde: EEX, European Emission Allowance Auction (EUA).

Den ene reform bestod i ”backloading” af 900 mio. kvoter. Det vil sige, at man udskød salget af disse kvoter fra 2014-2016 til 2019-2020. Mængden svarer til ca. 15 pct. af den normale kvoteudstedelse fra 2014 til 2016. Den anden reform bestod i oprettelsen af en såkaldt markedsstabiliseringsreserve (MSR), der skal starte i 2019. Denne reserve vil hvert år tage 12 pct. af de overskydende kvoter ud af markedet og placere dem i reserven, så længe der er mere end 833 mio. kvoter i overskud på markedet. Hvis der derimod er under 400 mio. kvoter i overskud, vil der blive auktioneret 100 mio. kvoter fra MSR hvert år.

Figur 2 illustrerer, hvordan der henholdsvis optages kvoter i MSR og lukkes kvoter ud. I forbindelse med vedtagelsen af MSR blev det også besluttet, at de backloadede kvoter samt visse ubrugte kvoter fra en separat pulje⁸ skulle flyttes til reserven, når den starter i 2019. Dette gør, at MSR allerede fra starten i 2019 vil indeholde omkring 1.500 mio. kvoter. De to reformer har dog ikke fået kvoteprisen til at stige synderligt, som figur 1 viser. Reformerne har altså ikke været tilstrækkelige til at ændre substantielt på kvotesystemet, hvilket kan hænge sammen med, at de kun fjerner kvoter fra systemet midlertidigt.

⁸ Kvotesystemet har en reserve til nyttilkomne virksomheder samt til etablerede virksomheder, der forhøjer deres produktion markant. Hvis en sådan virksomhed er berettiget til gratis kvoter, kan den få dem fra denne reserve. På grund af den økonomiske krise har der ikke været så stor efterspørgsel efter disse kvoter. Oprindeligt skulle de lukkes ud på markedet, men det er nu besluttet at lægge dem i MSR.

Klimarådet.



Figur 2 Illustration af markedsstabilitetsreserven (MSR)

Anm.: Et positivt nettooptag angiver, at der optages kvoter i MSR, mens et negativt nettooptag angiver, der lukkes kvoter ud af MSR.

Kilde: EU, *Decision 2015/1814 concerning the establishment and operation of a market stability reserve for the Union greenhouse gas emission trading scheme and amending Directive 2003/87/EC*.

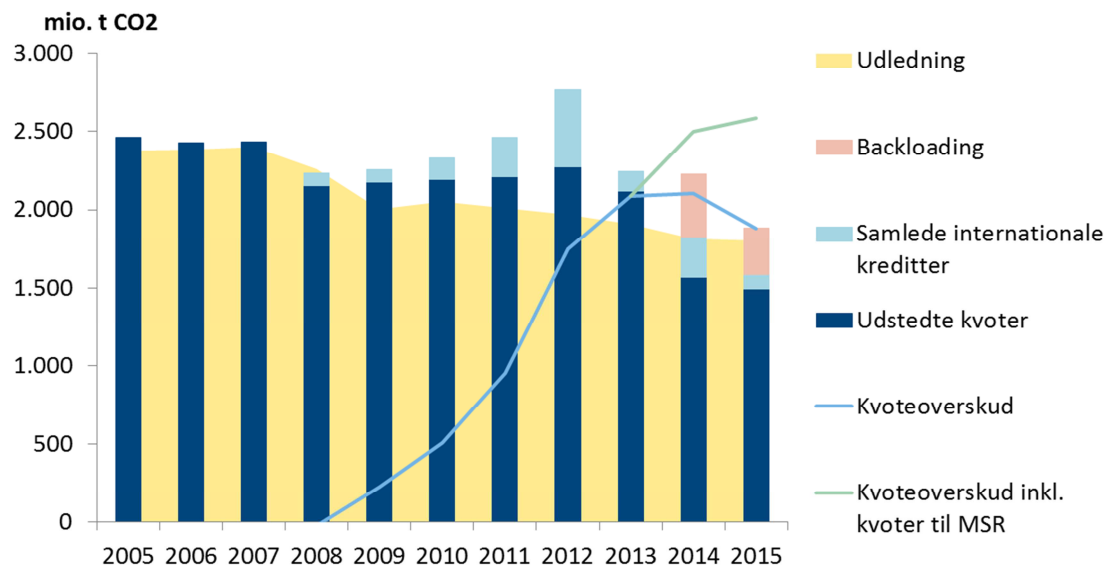
Figur 3 viser, at det årlige udbud af kvoter siden 2009 har oversteget årets udledning. Derfor er der siden da oparbejdet et stort kvoteoverskud, som i 2016 svarede til ca. 1.800 mio. ton.⁹ Der er flere grunde til det store overskud. Først og fremmest gjorde finanskrisen og gældskrisen i Europa, at efterspørgslen efter kvoter faldt drastisk. De kvoteomfattede industrier er meget konjunkturfølsomme, hvilket medførte en stor produktionsnedgang i disse brancher og derfor også en nedgang i deres kvoteefterspørgsel.¹⁰ Derudover har tilgangen af kvoter fra Clean Development Mechanism og Joint Implementation skabt ekstra overskud i markedet. I alt er der udstedt ca. 1,5 mia. klimakreditter via disse projekter.¹¹ Endnu en væsentlig grund til kvoteoverskuddet er, at vedvarende energi har vist sig at blive billigere end forventet, og kombineret med medlemslandenes nationale støttesystemer har det øget andelen af vedvarende energi og dermed reduceret efterspørgslen efter fossile brændsler og kvoter. Ligeledes har øget energieffektivitet ført til en mindre efterspørgsel efter kvoter.¹²

⁹ Tallene for overskuddet er forskellige alt efter, om de backloadede kvoter tæller med i overskuddet eller ej. I 2014 blev 400 mio. kvoter tilbageholdt fra auktion, i 2015 var det 300 mio. kvoter, og i 2016 var det 200 mio. kvoter. Se EU Kommissionen, http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/reform_en.

¹⁰ Jos Delbeke og Peter Vis, *EU Climate Policy Explained*, Routledge, 2015.

¹¹ European Environment Agency, *ETS data viewer*.

¹² Sandbag, *The ETS in context*, 2015.



Figur 3 Udledninger, kvoteudstedelse og kvoteoverskud fra 2005 til 2015

Anm.: I 2014 træder backloading i kraft, og 400 mio. kvoter bliver tilbageholdt fra auktion i 2014 og 300 mio. i 2015. Disse vil blive placeret i MSR i 2019 og medregnes derfor ikke i kvoteoverskuddet vist med den blå linje, men er tillagt kvoteoverskuddet vist med den grønne linje.

Kilde: EEA, *EU Emissions Trading System data from EUTL, 2015* <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/european-union-emissions-trading-scheme-10>.

3 Kvoteoverskuddet vil bestå mange år endnu

Overskuddet af kvoter svarer i dag til et års forbrug af kvoter i hele EU. Med markedsstabiliseringsreserven, og de regler der er foreslået for kvotesystemets fase 4, vil det tage meget lang tid at komme af med overskuddet, og det påvirker kvotemarkedets evne til at drive den grønne omstilling. Dette afsnit ser på, hvordan kvotesystemet vil udvikle sig, hvis de af Kommissionen foreslåede regler fortsætter uændret i hele systemets levetid. Systemets regler vil med al sandsynlighed også blive ændret fremover, ligesom det ikke kan udelukkes, at kvotesystemet på et tidspunkt helt bliver erstattet af andre klimapolitiske virkemidler. Alligevel er det nyttigt at undersøge konsekvenserne af de nuværende rammer.

Klimarådets simulationsmodel

Klimarådet har udviklet en simulationsmodel af kvotesystemet for at kunne analysere det nuværende system og give anbefalinger til dansk klimapolitik. Modellen kan bruges til at skønne over, hvor længe der vil være overskud af kvoter, hvornår MSR er tømt, og hvornår de sidste udledninger af CO₂ i kvotesektoren vil finde sted. Modellen kan også benyttes til at analysere klimaeffekten af politiske tiltag, der påvirker markedet for kvoter, fx annullering af kvoter eller udbygning med vedvarende energi.

Som alle andre modeller er Klimarådets simulationsmodel en stiliseret udgave af den virkelige verden og kan aldrig til fulde afspejle den kompleksitet, som udspiller sig i det faktiske marked, ligesom modellens antagelser om fremtidige forhold naturligvis kan vise sig at være forkerte i forhold til den faktiske udvikling. Modellen tager ikke højde for politiske ændringer af kvotesystemet – ikke fordi der ikke forventes sådanne ændringer, men fordi det i sagens natur er svært at vide, hvordan sådanne ændringer vil se ud.

Klimarådet.

I øjeblikket er der forskellige bud på reformer fra de forskellige aktører i EU, men det er endnu uvist, om man vælger en af disse eller en helt ny model.¹³ Derfor er modellens resultater ikke en prognose for fremtiden, men et billede af hvordan fremtiden vil se ud med de nuværende regler og modellens antagelser.¹⁴ Modellen giver en konsistent ramme at argumentere inden for og mulighed for at sætte størrelsesorden på effekter af tiltag og reformer givet forudsætningerne i modellen. Derfor er modeller som Klimarådets simulationsmodel nyttige værktøjer til at forstå kvotesystemet.

Klimarådets simulationsmodel beregner udledninger, kvoteoverskud, MSR-beholdning og kvotepris fra i dag til så langt ud i fremtiden, at alle kvoter er brugt, eller der ikke længere er efterspørgsel efter kvoter. Modellen sikrer, at kvoteprisen hænger sammen med udledningerne af CO₂, at der ikke udledes mere, end der er kvoter til, og at investorer kun vil gemme kvoter til senere år, hvis kvoteprisen stiger tilstrækkeligt til at give et fornuftigt afkast.

En vigtig parameter i modellen er udviklingen i udstedelsen af nye kvoter. Kommissionen har foreslået, at kvoteudstedelsen efter 2020 årligt nedtrappes med 2,2 pct. af den gennemsnitlige udstedelse i årene 2008 til 2012. Det er sandsynligt, at denne sats bliver revideret, når fase 4 bliver til fase 5 efter 2030. Men som tidligere nævnt tager modellen udgangspunkt i de aktuelle regler samt Kommissionens forslag og fastholder de 2,2 pct. i alle år frem over. Det betyder, at de sidste nye kvoter udstedes i 2057, og at ingen kvoter udstedes herefter. Kvoter kan dog efter gældende regler gemmes og bruges efter 2057.

Efterspørgslen efter kvoter afhænger af behovet for energi og af prisen på fossil energi sammenlignet med prisen på vedvarende energi. Kvoteprisen er en del af prisen på fossil energi. Selv ved uændret kvotepris antages efterspørgslen efter kvoter at falde over tid i takt med, at vedvarende energi bliver billigere, og energieffektiviteten stiger. Klimarådet har ikke lavet egentlige prognoser for dette fald i kvoteefterspørgslen, men antager, at efterspørgslen falder med en konstant hastighed, hvis kvoteprisen holdes uændret. Denne hastighed er kalibreret på grundlag af markedsdata som beskrevet i næste underafsnit.

Prisen på kvoter sikrer, at udbud og efterspørgsel hænger sammen set over kvotesystemets samlede levetid. Prisdannelsen og modellens detaljer er udførligt beskrevet i appendiks A.

Basisscenarie for kvotesystemet

Denne analyse ser på to scenarier for kvotemarkedet. Scenarie 1 kan opfattes som et basisscenarie. Her er simulationsmodellen kalibreret, så to betingelser er opfyldt.¹⁵

- Udledningen i 2017 svarer til tænketanken Sandbags basisscenarie. Sandbag er én af de førende iagttagere af kvotemarkedet, og deres forudsigelser af kvotemarkedet har hidtil været blandt de mest nøjagtige.¹⁶
- Modellens beregning af kvoteprisen i 2017 rammer niveauet i starten af januar 2017 på ca. 40 kr. pr. ton.

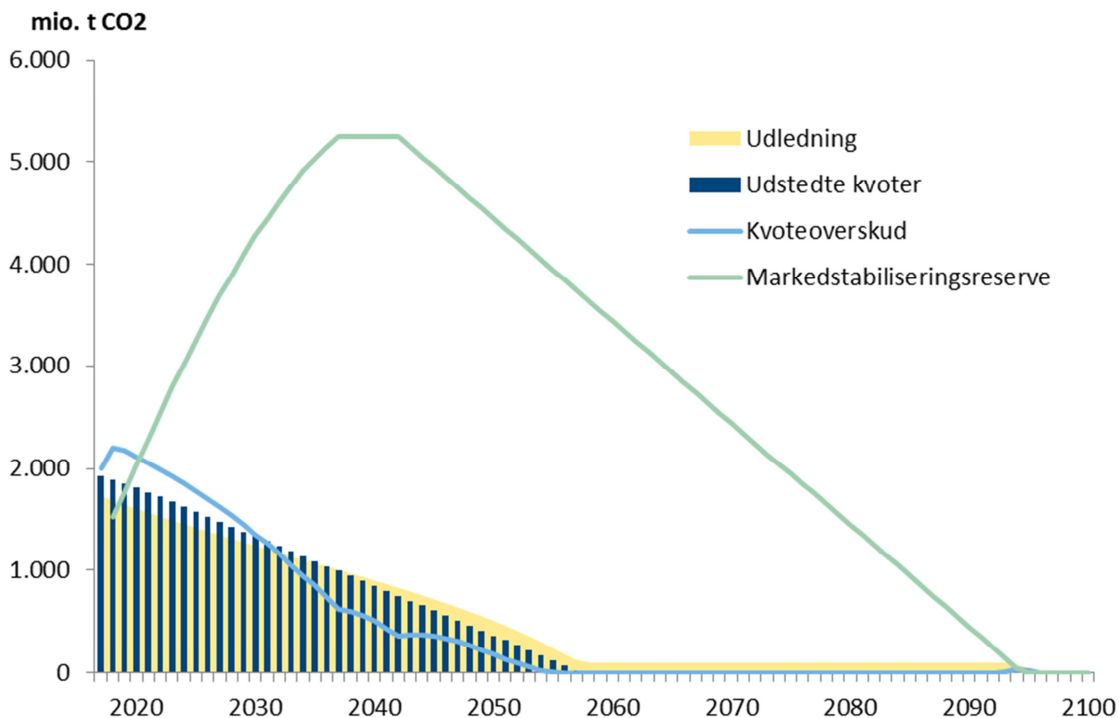
¹³ Appendiks C viser konsekvenserne for kvotemarkedet af forslagene fra henholdsvis Europa-Parlamentet og Ministerrådet. Ingen af forslagene ændrer substantielt på denne analyses kvalitative konklusioner.

¹⁴ Antagelserne i modellen beskrives i appendiks A og i arbejdsrapporten, *Subsidies to renewable energy and the European Emissions Trading System: Is there really a waterbed effect?*, som kan findes Klimarådets hjemmeside.

¹⁵ Se appendiks A for detaljerne i kalibreringen.

¹⁶ Nyhedsmediet Carbon Pulse har i januar 2017 set på forskellige analysebureauers fremskrivninger af udledningerne i kvotesektoren. Her var Sandbag den organisation, der kom tættest på den faktiske udledning. Se <http://carbon-pulse.com/14388/> og <http://carbon-pulse.com/2339/>.

Klimarådet.



Figur 4 Modellens resultater for udledninger, kvoteoverskud og MSR-beholdning i scenarie 1

Anm: Kvotoverskuddet betegner ubrugte kvoter, der stadig er i cirkulation. Kvoter i MSR regnes ikke med til kvotoverskuddet og er derfor vist separat i figuren.

Kilde: Egne beregninger.

Resultaterne for scenarie 1 i simulationsmodellen er vist i figur 4. Udstedelsen af nye kvoter følger Kommissionens forslag som forklaret ovenfor, og er angivet af de mørkeblå søjler. De årlige udledninger af drivhusgasser på europæisk niveau i kvotesystemet er angivet af det gule areal. Når der udledes mindre end den årlige udstedelse af nye kvoter, øges kvoteoverskuddet, som følger den blå linje. Når kvoteoverskuddet overstiger 833 mio. kvoter, overføres en andel af de nye kvoter til MSR, hvis beholdning af kvoter er vist med den grønne linje. Omvendt, når overskuddet er under 400 mio., lukkes kvoter ud af reserven, som illustreret i figur 2.

Frem til 2030 viser modellen, at udledningerne reduceres med 2,5 pct. årligt i gennemsnit. Denne reduktionshastighed svarer nogenlunde til den, man har observeret siden 2005, hvor udledningerne årligt er blevet reduceret med 2,7 pct. i gennemsnit. Sidstnævnte tal skal dog ses i lyset af den svage økonomiske vækst og deraf følgende lave efterspørgsel efter energi i kølvandet på finanskrisen. I perioden fra 2030 til 2050 øges den gennemsnitlige årlige reduktion i modellen til 4,4 pct. Det er nødvendigt med denne acceleration, da der simpelthen ikke er flere kvoter til rådighed til at muliggøre større udledninger. Kvotepriisen tilpasser sig for at give den nødvendige reduktion i udledningerne.

Figur 4 viser også, at selvom der ikke udstedes nye kvoter efter 2057, fortsætter udledningerne helt til 2096. Det skyldes, at der ophobes store mængder kvoter i MSR, som kun langsomt lukkes ud igen. MSR når ifølge modellen sin maksimale størrelse på over 5 mia. kvoter i 2037. Kvotoverskuddet, dvs. mængden af kvoter i cirkulation blandt aktørerne i markedet, toppes med ca. 2,2 mia. kvoter i 2018, hvorefter det falder støt. Det skyldes dels, at den årlige udstedelse af kvoter reduceres, og dels at der overføres kvoter til MSR.

Klimarådet.

Kvoteoverskuddet forsvinder dog først helt i 2056. Man kan sige, at kvoteloftet først *binder* i dette år. Efter 2056 binder loftet hvert eneste år frem til år 2092, hvor der er meget få kvoter tilbage i hele systemet. Det vil sige, at udledningerne i denne periode præcis svarer til de 100 mio. kvoter, der lukkes ud af MSR hvert år. I 2090'erne begynder MSR at være tømt, og markedsaktørerne spreder brugen af reservens sidste kvoter ud over årene 2093-2096.

Scenarie 1 er ét blandt mange mulige, og det er relevant at sammenligne scenariet med andre bud på kvotesystemets fremtid. Tænk tanken Sandbag forventer i sit basisscenarie, at der er et kvoteoverskud på ca. 500 mio. ton i 2030 og en MSR-beholdning på ca. 3.500 mio. ton. I Sandbags lavemissionsscenarie er kvoteoverskuddet i 2030 ca. 2.200 mio. ton, og MSR-beholdningen er vokset til ca. 5.000 mio. ton.¹⁷ Til sammenligning har Klimarådets scenarie 1 et kvoteoverskud i 2030 på ca. 1.200 mio. ton og en MSR-beholdning på ca. 4.300 mio. ton. I Sandbags basisscenarie tømmes MSR først helt i 2060'erne, mens det sker noget senere i lavemissionsscenariet, som tilfældet også er i scenarie 1. Sandbag har ligesom Klimarådet taget udgangspunkt i Kommissionens forslag til reglerne for fase 4.

EU-Kommissionen producerer et referencescenarie, som fremskriver udledningerne i kvotesektoren og prisen på kvoter.¹⁸ I dette scenarie er kvoteoverskuddet forsvundet i 2030, og MSR-beholdningen er på 1.600 mio. ton. Det skal dog bemærkes, at Kommissionens referencescenarie viser en højere udledning i historiske år, end man faktisk har observeret. Fx angav referencescenariet 2015-udledningerne i kvotesektoren til ca. 2.000 mio. ton CO₂, hvilket er noget højere end de verificerede ca. 1.800 mio. ton. Som en konsekvens har referencescenariet også højere udledninger frem mod 2030 og dermed en hurtigere afvikling af kvoteoverskuddet.

Derudover findes scenarier fra bl.a. Thomson Reuters Point Carbon,¹⁹ i hvilke udledningerne frem mod 2030 er noget højere end i scenarie 1. For at replikere et sådant scenarie i Klimarådets model, skal kalibreringen ændres, så efterspørgslen efter kvoter er høj indtil 2030 for derefter at falde markant efterfølgende – fx som følge af teknologiske kvantespring inden for vedvarende energi på den anden side af 2030. Appendiks C viser sådanne scenarier, og hvordan de påvirker denne analyses konklusioner. Det er dog Klimarådets opfattelse, at sådanne højjudledningsscenarier kræver en uforholdsmæssig stor forøgelse af reduktionstakten i udledningerne efter 2030, hvis de samlede udledninger stadig skal svare til antallet af udstedte kvoter over kvotesystemets levetid, og derfor finder Klimarådet scenarie 1 mest plausibelt.

Scenarie hvor ikke alle kvoter bliver brugt

I scenarie 1 bliver alle udstedte kvoter omsat til udledning på et eller andet tidspunkt. Det er dog langt fra sikkert, at det bliver tilfældet, hvilket der kan være to grunde til. For det første kan man sætte spørgsmålstegn ved, om alle kvoterne i MSR vil blive lukket ud igen. Det kan synes usandsynligt, at kvoter fra MSR vil få lov til at medføre udledninger på den anden side af fx 2060. Sådanne udledninger vil gå imod hensigten i Paris-aftalen fra COP21, og derfor er det plausibelt, at EU's medlemslande vælger at annullere en del af de kvoter, der ender i MSR. Samtidig kan det vise sig lettere fra politisk side at annullere kvoter, når først de er parkeret i MSR.²⁰ Faktisk har EU's Ministerråd foreslået en øvre grænse for MSR, sådan at kvoter ud

¹⁷ Sandbag, *Getting in touch with reality*, 2016.

¹⁸ EU-Kommissionen, *Reference Scenario – Energy, transport, and GHG emissions – Trends to 2050*, 2016.

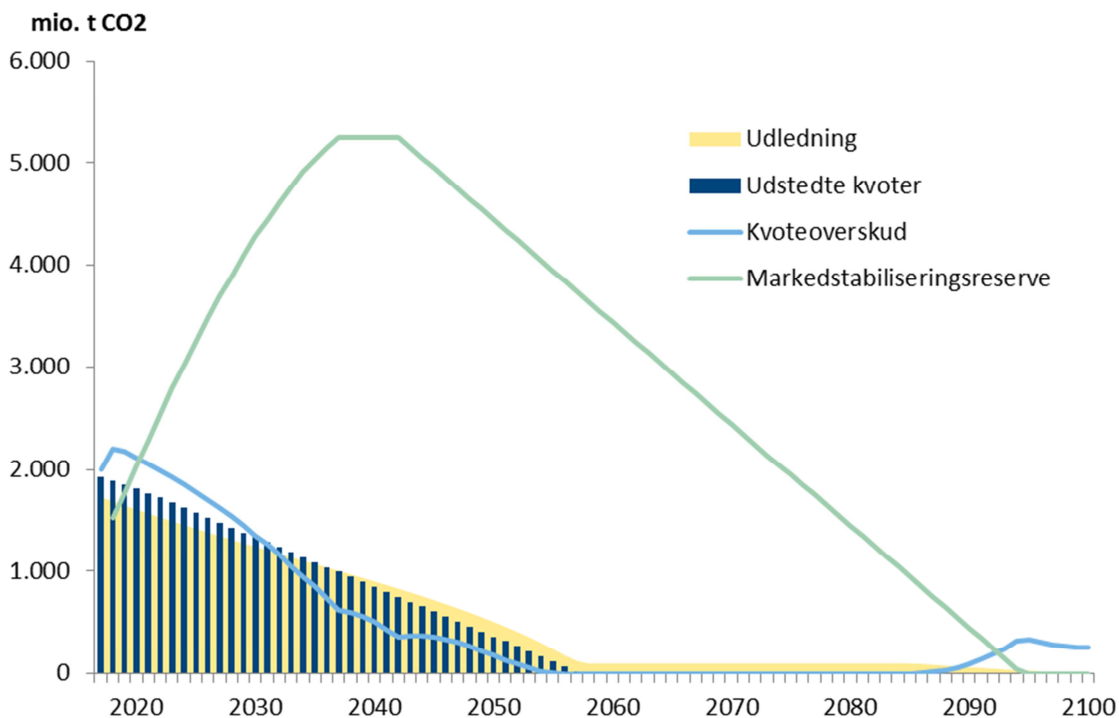
¹⁹ Thomson Reuters Point Carbon, *EU ETS review: Don't mention the price, just get it right*, 2016.

²⁰ For en uddybning af denne tankegang, se Sandbag, *Puncturing the water bed myth*, 2016.

Klimarådet.

over denne grænse bliver permanent annulleret.²¹ Ligeledes har Europa-Parlamentet foreslået at annullere et vist antal kvoter fra MSR. Disse forslag er yderligere beskrevet i appendiks C.

For det andet er det også en mulighed, at ingen virksomheder ønsker at gøre brug af de kvoter, der lukkes ud af MSR sidst i århundredet. Det kan skyldes, at de grønne teknologier på det tidspunkt er blevet så udviklede, at fossil produktion ikke længere er attraktivt, selv hvis kvoteprisen er nul. Scenarie 2 er et eksempel på denne mulighed. Dette scenarie er vist i figur 5 og følger scenarie 1, blot aftrappes efterspørgslen efter kvoter endnu hurtigere efter 2060, end tilfældet er i scenarie 1. Denne aftrapping afspejler en situation, hvor vedvarende energi bliver hurtigere konkurrencedygtig.



Figur 5 Modellenes resultater for udledninger, kvoteoverskud og MSR-beholdning i scenarie 2

Anm.: I forhold til scenarie 1 er vedvarende energi i scenarie 2 mere konkurrencedygtig efter 2060.

Kilde: Egne beregninger.

Modellenes resultater for scenarie 2 ligner i det store hele scenarie 1 – de er faktisk identiske til og med 2085. Efter 2086 opstår dog en vigtig forskel, da kvoter, der lukkes ud af MSR efter det tidspunkt, ikke alle bliver brugt i scenarie 2, og dermed vil der komme et permanent kvoteoverskud. Dette permanente kvoteoverskud kommer op over 400 mio. kvoter, og MSR bliver derfor aldrig helt tømt. Kvoteprisen vil så kollapse til nul, men selv en så lav kvotepris er ikke nok til, at alle kvoter bliver brugt.

Scenarie 2 giver et bud på en situation, hvor der ikke er lighedstegn mellem den samlede kvoteudstedelse og de samlede udledninger set over hele kvotesystemets levetid. Det kan ske, hvis vedvarende energi bliver meget billigt på langt sigt, eller gennem en løsning som foreslået af fx

²¹ Council of the European Union, *Revision of the emissions trading system: Council agrees its position*, pressemeddelelse af 28/2-2017.

Klimarådet.

Ministerrådet, hvor en del af kvoterne i MSR annulleres. Afsnit 4 og 5 viser, hvordan de forskellige forudsætninger i scenarie 1 og 2 påvirker effekten af politiske tiltag.

4 Udbygning med vedvarende energi har stor CO₂-effekt på kort sigt

Ofte lyder det, at udbygning med vedvarende energi eller energibesparelser blot fører til øgede udledninger andre steder.²² Det skyldes, at kvoteprisen falder, hvilket stimulerer brug af fossil energi nu eller senere. Og da udbuddet af kvoter er uændret over kvotesystemets levetid, må udledningerne også være det. Dette omtales i den udenlandske debat ofte som *vandsengseffekten*.²³ Når man trykker på en vandseng, vil den blot bule ud et andet sted, da mængden af vand i sengen er uændret. Det sammenlignes i den offentlige debat ofte med opstillingen af vindmøller eller solceller, der ikke vil fortrænge udledninger, men blot flytte dem et andet sted hen inden for kvotesystemet.

Ideen om, at kvotemarkedet virker ligesom en vandseng, er dog misvisende. Det er nemlig langt fra sikkert, at udbygning med vedvarende energi giver øget udledning et andet sted *med det samme*, som det jo sker med bulen i en vandseng. Det skyldes, at de frigivne kvoter kan blive anvendt på et senere tidspunkt (eller måske aldrig). Ikke desto mindre vil begrebet vandsengseffekt i dette afsnit betegne det fænomen, at CO₂-reduktion med vedvarende energi giver en tilsvarende øget udledning andetsteds nu eller senere.

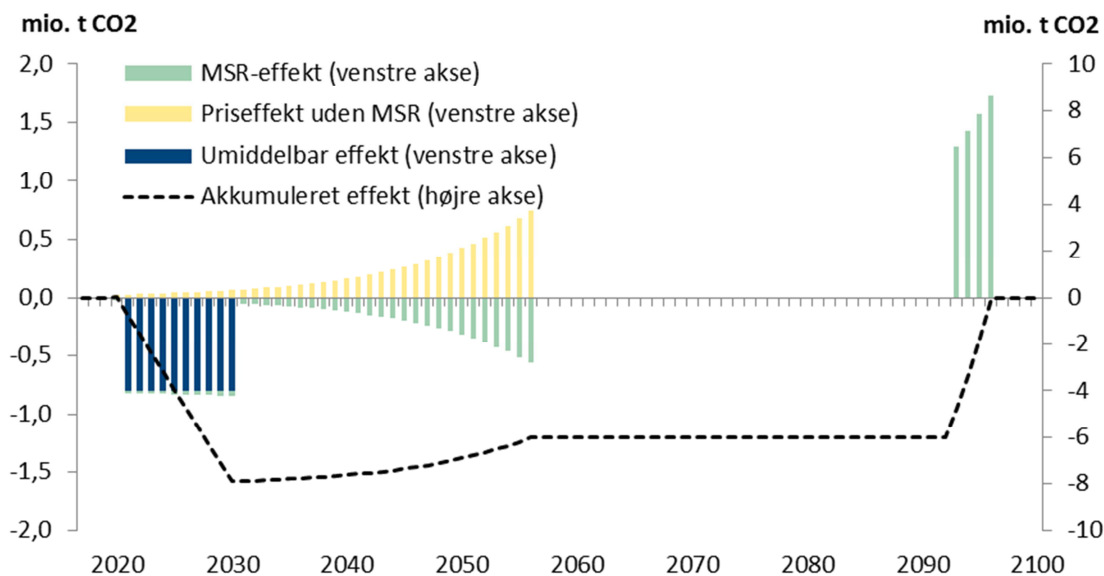
Dette afsnit vil vise, at vandsengseffekten muligvis eksisterer, men kun med stor forsinkelse på grund af det store kvoteoverskud. Det vil sige, udbygning med vedvarende energi (eller energibesparelser) reducerer udledningerne i dag, mens modreaktionen med øget udledning på grund af frigivne kvoter først sker mange år senere. Derudover forudsætter vandsengseffekten, at alle udstedte kvoter bruges på et eller andet tidspunkt, men det er langt fra sikkert, at det vil være tilfældet. Til at illustrere disse forhold benyttes Klimarådets simulationsmodel.

Udbygning med vedvarende energi i kvotesektoren i scenarie 1

I et tænkt eksempel udbygger Danmark med vedvarende energi, som umiddelbart fortrænger 8 mio. ton CO₂ jævnt fordelt fra 2021 til 2030. Figur 6 viser ændringen i de europæiske udledninger som følge af tiltaget. Investeringer i fx vindmøller har naturligvis en levetid, der er længere end 10 år og vil derfor også fortrænge CO₂ i mere end 10 år, men der ses bort fra dette forhold for at gøre udbygningen med vedvarende energi sammenlignelig med den kvoteannulering, der undersøges i næste afsnit.

²² Se fx Det Miljøøkonomiske Råd, *Økonomi og Miljø 2014*, 2014.

²³ Se fx Ecofys, *The waterbed effect and the EU ETS*, 2016.



Figur 6 Udledningsændring ved udbygning med vedvarende energi svarende til 8 mio. ton CO₂ fra 2021 til 2030, scenarie 1

Anm.: Scenarie 1 er analysens basisscenarie, hvor alle udstedte kvoter bruges på et tidspunkt. Figuren viser ændringen i de årlige udledninger opdelt i tre effekter (søjler) samt den akkumulerede ændring i udledningen fra 2017 (linjen). En negativ ændring i udledningerne betyder, at udledninger reduceres.

Kilde: Egne beregninger.

Udledningsændringen hvert år er i figur 6 opdelt i tre deleffekter:

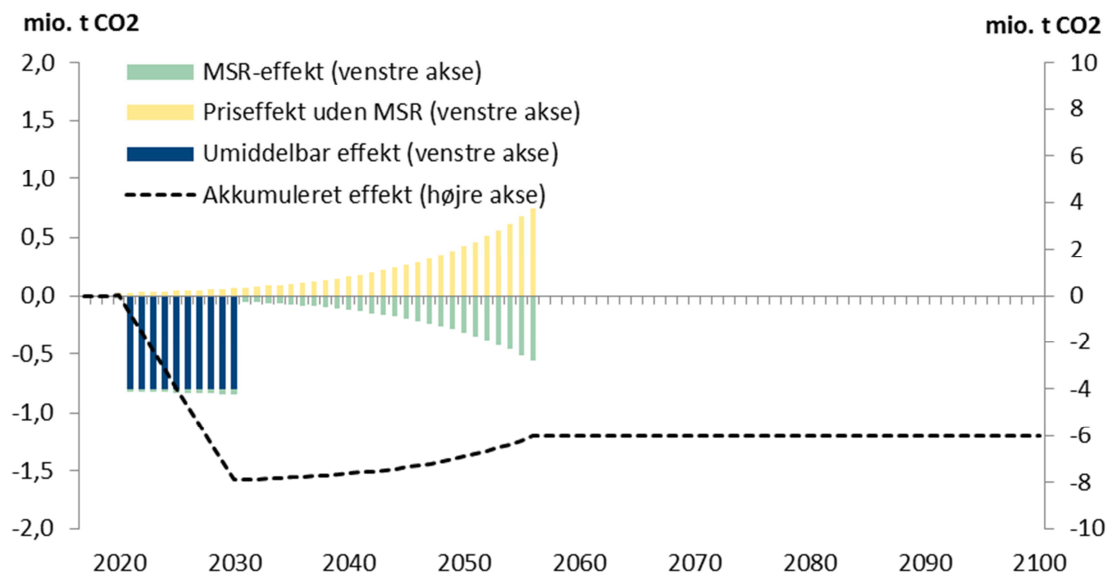
- **Umiddelbar effekt:** Umiddelbart fortrænges 0,8 ton CO₂ om året i 2021-2030. Det ville være effekten, hvis der ikke var et kvotesystem.
- **Priseffekt uden MSR:** Den umiddelbare effekt bevirker, at kvotepriserne sænkes i perioden indtil 2056, hvor kvoteloftet begynder at binde. Det skyldes, at efterspørgslen efter kvoter bliver mindre. Den lavere kvotepris fører isoleret set til flere udledninger over hele perioden, men især i periodens sidste del.²⁴
- **MSR-effekt:** Endelig påvirkes optaget i MSR af de to ovenstående effekter. Samlet set øges optaget på grund af større kvoteoverskud. Det bidrager til at holde kvoteprisen oppe og derved sænke udledningerne frem mod 2056 i forhold til en situation uden MSR, men de ekstra opsparede kvoter lukkes ud af reserven i årene 2093-2096, hvor de giver anledning til øget udledning.

Samlet set går de tre effekter i nul på langt sigt som forudsagt af vandsengseffekten. På langt sigt - som i dette tilfælde er efter 2096 - påvirkes de akkumulerede udledninger altså ikke af, at Danmark bygger vedvarende energi i 2020'erne. De frigivne kvoter bliver brugt på et senere tidspunkt, så udledningerne udskydes til senere. Fx er de akkumulerede udledninger til og med 2030 ca. 7,9 mio. ton lavere end uden udbygningen, og i 2050 er tallet ca. 6,9 mio. ton.

²⁴ Udledningerne stiger mest sidst i perioden fra 2020 til 2056. Det skyldes, at kvoteprisen falder mest her. Kvoteprisen i fx 2056 er i modellen en fast faktor større end prisen i 2020 – faktoren bestemmes af markedets krævede afkast ved at holde kvoter. Derfor vil lavere pris i 2020 betyde et endnu kraftigere prisfald i 2056.

Udbygning med vedvarende energi i kvotesektoren i scenarie 2

Udbygning med vedvarende energi er også simuleret i scenarie 2, som antager billigere grønne teknologier efter 2060 sammenlignet med scenarie 1. Modelresultaterne er vist i figur 7.



Figur 7 Udledningsændring ved udbygning med vedvarende energi svarende til 8 mio. ton CO₂ fra 2021 til 2030, scenarie 2

Anm.: I scenarie 2 er vedvarende energi mere konkurrencedygtig sammenlignet med scenarie 1, og ikke alle udstedte kvoter bliver brugt. Figuren viser ændringen i de årlige udledninger opdelt i tre effekter (søjler) samt den akkumulerede ændring i udledningen fra 2017 (linjen). At ændringen i udledningerne er negativ betyder, at udledninger reduceres.

Kilde: Egne beregninger.

Figur 7 ligner figur 6, som viser samme tiltag for scenarie 1. En vigtig forskel er dog, at der i scenarie 2 ikke sker en øget udledning i årene 2093-2096. Årsagen er, at der i scenariet slet ikke efterspørges kvoter på dette tidspunkt, så de kvoter, der optages ekstra i MSR på grund af udbygningen, bliver aldrig brugt, når de lukkes ud igen. Derfor har udbygningen i dette scenarie en klimaeffekt også på helt langt sigt, og de akkumulerede udledninger reduceres her med ca. 6 mio. ton CO₂. I scenarie 2 er der altså ikke tale om en vandsengseffekt ved udbygning med vedvarende energi.

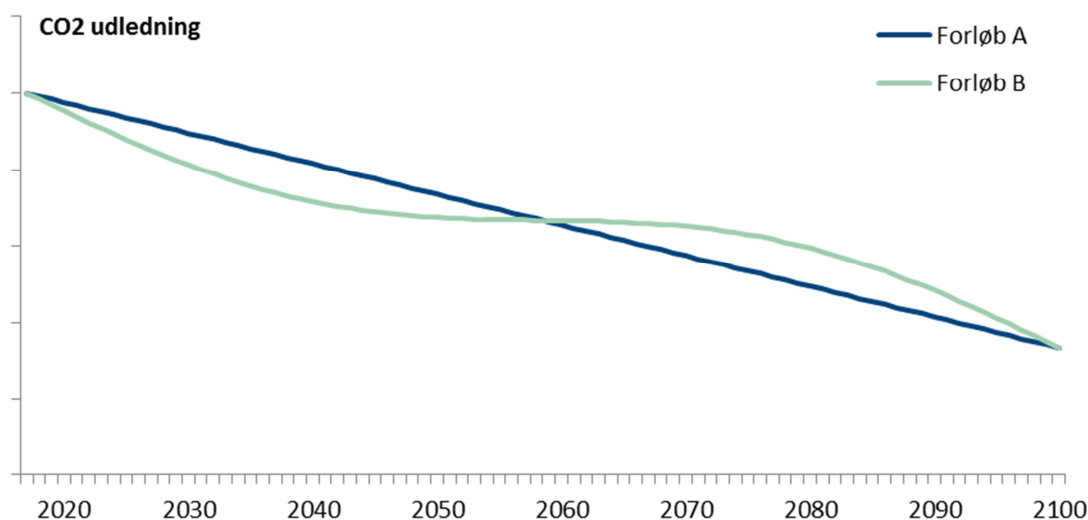
Som omtalt i afsnit 3 kan scenarie 2 også fortolkes sådan, at man fra politisk side vælger ikke at lukke kvoter ud af MSR efter fx 2060. I så fald vil udledningsændringerne ved udbygning med vedvarende energi give samme billede som i figur 7, idet de ekstra kvoter i MSR ikke får lov at materialisere sig i udledninger.

Klimarådet.

Fordele ved reduktioner på kort sigt

Udbygning med vedvarende energi har ingen effekt på de samlede udledninger på langt sigt i scenarie 1. Alligevel er der flere argumenter for, at et sådant tiltag kan være en god ide, hvis man ønsker at bidrage til den globale klimaindsats. Det hævdes ofte, at effekten af ét ton CO₂ er den samme, uanset hvor, hvornår og af hvem det udledes. Dette er dog ikke helt rigtigt. I forhold til *hvem* og *hvor* er effekten af et ton CO₂ den samme, men ikke nødvendigvis i forhold til *hvornår*.

Spørgsmålet om, hvornår udledningen vil finde sted, er belyst i figur 8, der illustrerer to hypotetiske forløb for den globale CO₂-udledning. Forløb B udskyder udledninger til senere sammenlignet med forløb A, men de samlede udledninger fra 2017 til 2100 er ens i de to tilfælde. Spørgsmålet er, om samfundet bør foretrække det ene forløb frem for det andet – altså om tidspunktet for udledningerne har betydning?



Figur 8 Illustration af to hypotetiske forløb for de globale CO₂-udledninger

Anm.: De samlede udledninger i perioden fra 2017 til 2100 er ens for de to forløb.

Det er Klimarådets opfattelse, at samfundet bør prioritere forløb B frem for forløb A i figur 8, hvis reduktionerne i de to forløb koster det samme.²⁵ Ved at fremskynde reduktioner, dvs. udskyde udledninger, udskydes også klimaforandringerne. Disse forandringer giver anledning til skadeomkostninger, fx når stigende vandstand i havene øger hyppigheden af stormflod. Man kan ganske vist formindske skaderne ved at investere i klimatilpasning, fx et dige som konsekvens af et stigende havniveau, men også i dette tilfælde medfører klimaforandringerne omkostninger for samfundet. Udskydelse af klimaforandringerne og de medfølgende omkostninger ved skader og/eller klimatilpasning har en værdi for samfundet af mindst to grunde:

1. **Tilpasning:** Udskydelse af klimaforandringerne vil give samfundet mere tid til at gennemføre klimatilpasning, som kan mindske skaderne ved klimaforandringerne.

²⁵ Det er almindelig praksis i den økonomiske litteratur om klimaforandringer at antage, at udledningsreduktioner, der sker senere, har mindre samfundsøkonomisk værdi, se fx Reyer Gerlagh, *Too much oil?*, CESifo Economic Studies 57, 2010 eller Frederick van der Ploeg og Cees Withagen, *Is there really a green paradox?*, Journal of Environmental Economics and Management 64(3), 2012.

Klimarådet.

2. **Økonomisk vækst:** Hvis udledningerne udskydes, vil samfundet med al sandsynlighed have en højere levestandard, når klimaforandringerne indtræder. Det gør, at omkostningerne til klimatilpasning er lettere at bære for samfundet. Samtidig vil man have mere avancerede teknologier til rådighed, som gør klimatilpasningen lettere at håndtere.

Et tredje argument for at prioritere udledninger på kort sigt er, at det mindsker risikoen for uigenkaldelige klimaforandringer:

3. **Uigenkaldelige klimaforandringer:** Ved at udskyde udledningerne mindskes sandsynligheden for, at den globale opvarmning når at passere et punkt, hvor klimaforandringerne bliver uigenkaldelige, selv om man senere reducerer udledningerne kraftigt. Hvis det internationale samfund udskyder reduktionerne, kan det være for sent at forebygge store uigenkaldelige klimaskader, hvis klimaet viser sig mere følsomt over for den globale opvarmning end ventet. Hvis det omvendt viser sig, at klimaet er mindre følsomt end hidtil antaget, er det derimod let at skrue ned for tempoet i reduktionen af udledningerne. Samfundet fastholder derfor større valgmuligheder over tid ved at gennemføre reduktioner her og nu frem for at udskyde dem til senere.²⁶

Modsat kan man argumentere for, at jo rigere vi bliver, jo større skader vil klimaforandringerne forårsage, og derfor stiger skaden pr. udledt ton CO₂ over tid. Jo rigere vi er, jo mere er der at ødelægge via klimaforandringer. Dette argument understøtter, at man vælger forløb A i figur 8. Det er dog Klimarådets opfattelse, at de tre argumenter påpeget ovenfor vejer tungere, så forløb B bør foretrækkes.²⁷

Det er vigtigt at understrege, at forløb B bør foretrækkes frem for forløb A under den præmis, at de to forløb er lige dyre at implementere. Er præmissen ikke opfyldt, bør samfundet ikke nødvendigvis altid prioritere at reducere udledningerne så hurtigt som muligt. Hvis det som følge af fremtidige teknologiske landvindinger forventes at være langt billigere at reducere udledningerne i fremtiden end i dag, kan det eventuelt opveje de ekstra skadeomkostninger ved at udskyde reduktionerne, sådan at forløb A er at foretrække. Det er derfor vigtigt at se på omkostningseffektiviteten af klimatiltag, der har forskellig virkning på tidsprofilen i udledningsreduktionerne, som det sker i afsnit 6.

I forhold til udbygning med vedvarende energi i Danmark er den foreløbige konklusion, at en sådan udbygning er et effektivt tiltag, hvis man har særligt fokus på kortsigtede reduktioner. Selv hvis vandsengseffekten er til stede på langt sigt som i scenarie 1, kan det som følge af de tre argumenter ovenfor være positivt, at udbygningen fremrykker reduktioner i udledningerne, med mindre fremrykningen gør reduktionerne væsentligt dyrere. Dertil kommer, at vandsengseffekten er usikker. Det kan meget vel tænkes, at de ekstra kvoter, der optages i MSR som følge af dansk udbygning, aldrig tillades at forlade MSR igen, eller at ingen vil købe dem, hvis de skulle blive lukket ud. I begge tilfælde vil udbygningen med vedvarende energi give en langsigtet reduktion i de europæiske udledninger. Det beror dog på en grundigere økonomisk vurdering, om vedvarende energi er mere omkostningseffektivt som klimatiltag end alternativerne. Det ser analysen nærmere på i afsnit 6.

²⁶ Risikoen for uigenkaldelige klimaskader fremhæves bl.a. af FN's klimapanel. Se fx IPCC, *Climate Change 2014 – Synthesis Report*, 2014. Som argument mod at reducere udledningerne nu frem for senere kunne man fremføre, at samfundet derved i en periode kan risikere at låse sig fast på nogle dyrere alternative energiteknologier, som kan være uhensigtsmæssige, hvis det senere skulle vise sig, at klimaet reagerer mindre kraftigt på CO₂-udledningerne end tidligere antaget. Omkostningerne herved må dog antages at være noget mindre end de store skadeomkostninger i tilfælde af farlige uigenkaldelige klimaforandringer.

²⁷ Afvejningen mellem udledninger på forskellige fremtidige tidspunkter er nærmere beskrevet i arbejdsrapporten på Klimarådets hjemmeside.

Klimarådet.

De viste resultater afhænger naturligvis af de valgte parametre i simulationsmodellen. Det synes dog ret sikkert, at kvoteoverskuddet vil bestå også mange år efter 2030 med de nuværende regler. Det er i sig selv nok til at konkludere, at en stor del af den stigning i udledningerne, som den lavere kvotepris fører til, først vil indtræffe et godt stykke ude i fremtiden. Ligeledes synes det sikkert, at de sidste kvoter først vil forlade MSR omkring eller et godt stykke efter 2050. Og da en udbygning med vedvarende energi medfører, at der ophobes flere kvoter i MSR, vil en stor del af udledningen forårsaget af de frigivne kvoter først ske om mange år, hvis de sidste kvoter overhovedet bliver brugt. Derfor er det robust at konkludere, at en udbygning med vedvarende energi i kvotesektoren har en stor klimaeffekt på kort sigt.

5 Isoleret dansk kvoteannullering sænker ikke udledningen på kort sigt

Annullering af kvoter omtales ofte som et effektivt klimatiltag. Det sker ud fra antagelsen om, at hvis der er færre kvoter til rådighed, er der også mindre mulighed for at udlede CO₂. Alle har mulighed for at annullere kvoter ved at opkøbe og efterfølgende destruere dem – eller blot lade være med at anvende eller videresælge de indkøbte kvoter. Danmark kunne i stedet for at bruge penge på vedvarende energi indirekte bruge penge på at annullere kvoter ved at undlade at auktionere en vis andel af de kvoter, som vi er blevet tildelt. Sverige har fx valgt at annullere kvoter for 300 mio. svenske kroner årligt fra 2018 til 2040.²⁸ Bør den danske stat følge det svenske eksempel ved at annullere kvoter og samtidig reducere støtten til udbygning med vedvarende energi for at dække provenutabet ved de lavere indtægter fra kvotesalg?

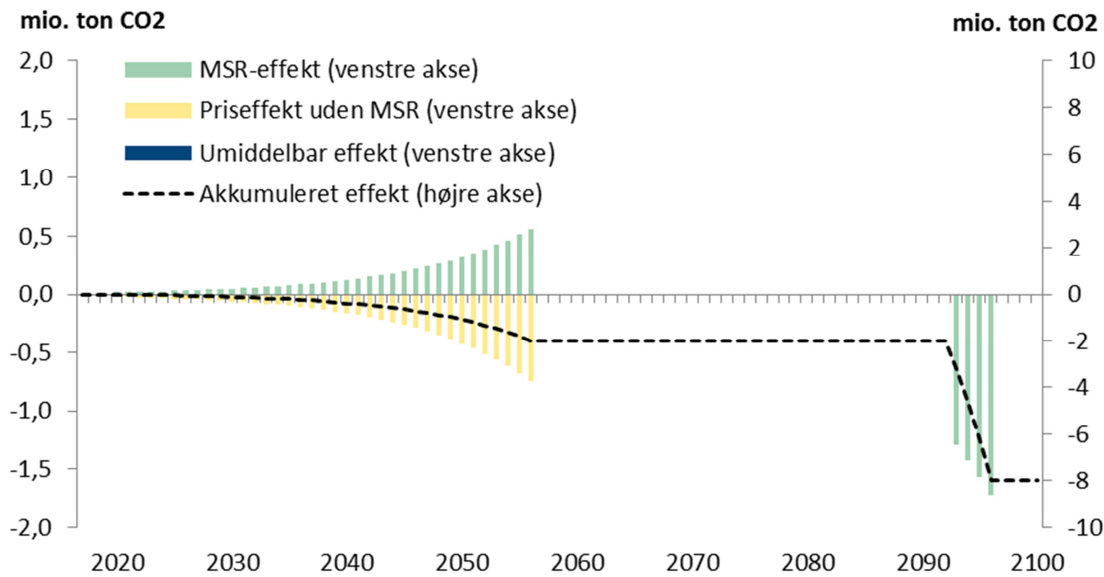
Ligesom kvoteannullering kan bruges til at nedbringe udledningerne i kvotesektoren, kan kvoteannullering i begrænset omfang bruges til at opfylde de mål for ikke-kvotesektoren, som hvert medlemsland har.²⁹ I Danmarks tilfælde kan vi annullere op til 8 mio. kvoter fra 2021 til 2030 og få det godskrevet i vores opfyldelse af målet for ikke-kvotesektoren. Dette er en af de såkaldte fleksibilitetsmekanismer. Hvor mange kvoter, Danmark ønsker at annullere over perioden, skal meldes ud senest ved udgangen af 2019.

Kvoteannullering i scenarie 1

Klimarådet har analyseret et tiltag, hvor Danmark annullerer 8 mio. kvoter. Det kan være et udtryk for, at vi gør brug af den fulde fleksibilitetsmekanisme, som Kommissionen har foreslået at tildele Danmark, eller blot at vi ønsker at benytte kvoteannullering som generelt klimatiltag på samme vis, som Sverige gør. Det er antaget, at annulleringen finder sted med 0,8 mio. kvoter i hvert af årene 2021 til 2030. Tiltaget er dermed fuldt sammenligneligt med udbygningen af vedvarende energi beskrevet i afsnit 4.

²⁸ Beløbet svarer med den nuværende kvotepris til ca. 7 mio. kvoter årligt. Se <http://www.government.se/press-releases/2016/07/real-emission-reductions-and-more-pressure-on-the-eu-due-to-new-swedish-eu-ets-policy/>.

²⁹ Til opfyldelse af 2030-målet for ikke-kvotesektoren har enkelte lande fået begrænset adgang til at benytte kvoteannullering. Se også Klimarådet, *Danmark og EU's 2030-klimamål*, 2016.



Figur 9 Udledningsændring ved annullering af 8 mio. kvoter fra 2021 til 2030, scenarie 1

Anm.: Scenarie 1 er analysens basisscenarie, hvor alle udstedte kvoter bruges på et tidspunkt. Figuren viser ændringen i de årlige udledninger opdelt i tre effekter (søjler) samt den akkumulerede ændring i udledningen fra 2017 (linjen). At ændringen i udledningerne er negativ betyder, at udledninger reduceres.

Kilde: Egne beregninger.

Figur 9 viser for simulationsmodellens scenarie 1, hvordan de samlede udledninger i Europa påvirkes af kvoteannulleringen – både i de enkelte år og akkumuleret over årene. Annulleringen har ingen umiddelbar effekt på udledningerne, men virker i stedet gennem kvoteprisen. Annulleringen betyder færre udbudte kvoter, og det hæver kvoteprisen en smule i hele perioden indtil 2056, hvor kvoteloftet bliver bindende. Det giver færre udledninger i denne periode – i alt en reduktion på ca. 2 mio. ton CO₂. Kvoteoverskuddet reduceres umiddelbart ved kvoteannulleringen, og det betyder, at færre kvoter optages i MSR. Konsekvensen er færre udledninger i årene 2093-2096, hvor reserven tømmes endeligt. I alt svarer den akkumulerede reduktion i udledningerne over årene præcis til kvoteannulleringen på 8 mio. ton. Det skyldes, at i scenarie 1 bruges alle kvoter på et eller andet tidspunkt, så færre kvoter vil *1-til-1* resultere i færre udledninger på langt sigt som forudsagt af vandsengseffekten.

Figur 9 viser dog, at reduktionen i udledningerne som følge af kvoteannulleringen kun sker meget langsomt de første mange år. I 2030 er de samlede udledninger kun faldet med ca. 0,1 mio. ton CO₂, hvilket blot er ca. 1,4 pct. af den samlede annullerede mængde kvoter på 8 mio. Hele 75 pct. af reduktionen sker først i perioden 2093-2096. Hvis man tillægger reduktioner i dag mere vægt end tilsvarende reduktioner senere, er det uheldigt, at så stor en del af reduktionerne ligger langt ude i fremtiden.

Tabel 1 sammenholder den akkumulerede udledning ved kvoteannullering med den sammenlignelige udbygning af vedvarende energi fra afsnit 4. Udledningerne er opgjort i 2030, 2050 og 2100. I 2100, som her repræsenterer det lange sigt, giver kvoteannulleringen fuld effekt på udledningerne, mens udbygning med vedvarende energi er uden effekt. I 2030, som kan siges at udtrykke det korte sigt, er det næsten omvendt. Kvoteannulleringen har meget lille klimaefekt, mens den vedvarende energi omvendt reducerer udledningerne betydeligt. I 2050, som er det mellemlange sigt, giver vedvarende energi stadig en markant større reduktion end kvote-

annulleringen. Det skal i øvrigt bemærkes, at hvis man lægger effekterne fra de to tiltag sammen, giver det altid den oprindelige reduktion på 8 mio. ton for hver tidshorisont.

<i>mio. ton CO₂</i>	2030	2050	2100
Kvoteannullering	-0,11	-1,09	-8,00
Udbygning med vedvarende energi	-7,89	-6,91	0,00

Tabel 1 Akkumuleret udledningsændring fra i dag til og med 2030, 2050 og 2100, scenarie 1

Anm.: Et negativt tal betyder en reduktion i udledningerne. Tabellen viser resultaterne af en simulering, hvor der annulleres 0,8 mio. kvoter i hvert af årene 2021-2030 eller udbygges med vedvarende energi i kvotesektoren, så der umiddelbart fortrænges 0,8 mio. ton CO₂ i hvert af årene i samme periode.

Kilde: Egne beregninger.

Der er forskellige aspekter, der taler for og imod de to muligheder i tabel 1. Kvoteannullering har den fordel, at tiltaget reducerer udledningerne permanent, men ulempen er, at reduktionen først for alvor sker langt ude i fremtiden. Som nævnt i afsnit 4 har reduktioner i dag større værdi end reduktioner i fremtiden. Fordelen ved udbygning med vedvarende energi er, at udledningerne netop reduceres på kort sigt, men ulempen er, at disse reduktioner ikke er permanente.

Analytisk er der to måder, hvorpå man kan afveje tiltagens fordele og ulemper. En måde er, at man nøjes med at fokusere på udledninger til og med en vis tidshorisont. Jo kortere tidshorisont, jo mere vægt lægger man på, at udledningsreduktionerne skal ske hurtigst muligt, altså jo mere vægt lægger man på de tre argumenter fra afsnit 4. Vælger man derfor 2030 eller 2050 som tidshorisont, giver udbygning med vedvarende energi den største effekt, hvorimod kvoteannullering er mest effektiv, hvis tidshorisonten er 2100. Det fremgår af tabel 1.

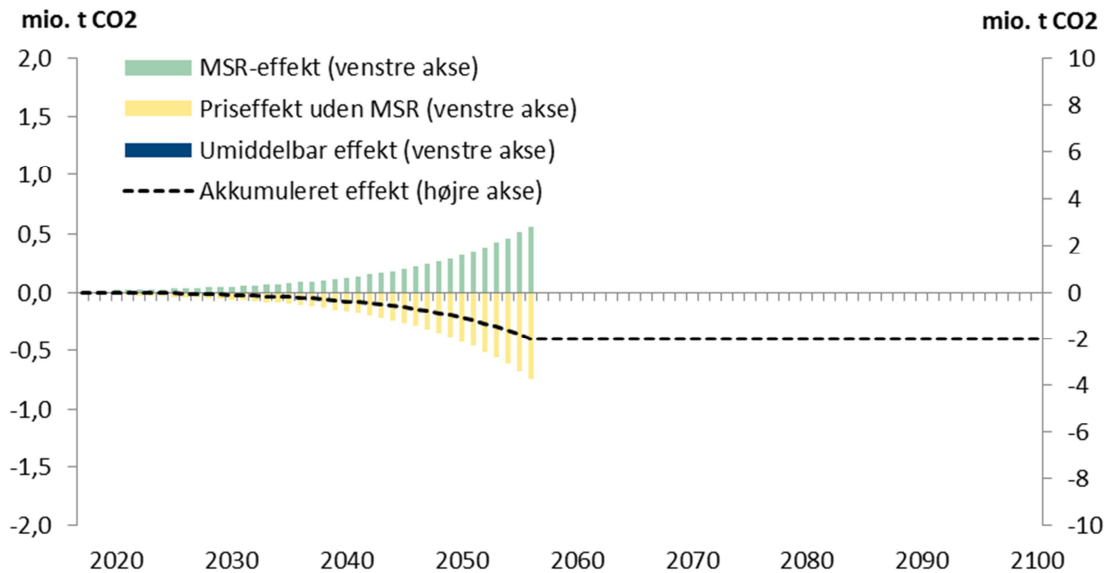
En anden måde er at fastholde den lange tidshorisont til 2100, men nedskrive fremtidige udledninger med en diskonteringsrente, så udledningsreduktioner længere ude i fremtiden tillægges mindre værdi. Dermed udregnes en slags nutidsværdi af udledningerne. Denne måde kan ses som ækvivalent til at nedskrive fremtidige skadeomkostninger ved klimaforandringerne eller nedskrive fremtidige investeringer i klimatilpasning. Bruger man denne tilgang og en diskonteringsrente på 4 pct., som er anvendt i ministeriernes klimapolitiske *Virkemiddelkatalog*,³⁰ er nutidsværdien af udledningsreduktionerne til og med 2100 ved kvoteannullering 0,93 mio. ton CO₂, mens tallet for udbygning med vedvarende energi er 4,84. Med denne tilgang og med 4 pct. i rente er udbygning med vedvarende energi dermed klart at foretrække i det omfang, de to tiltag koster det samme. Vælges en lavere rente, trækker det i retning af kvoteannullering, og kommer renten under 1,3 pct., giver kvoteannullering den største effekt målt i nutidsværdi af udledningerne. Se i øvrigt appendiks B.

Det skal understreges, at konklusionerne fra tabel 1 bygger på et scenarie, hvor udledningerne fortsætter sit fald frem mod 2030. Hvis man i stedet justerer modellens kalibrering, så det historiske fald i udledningerne bremses kraftigt op indtil 2030 for efterfølgende at blive accelereret, viser resultaterne i appendiks C, at kvoteannulleringen får større effekt på bekostning af udbygning med vedvarende energi. Der skal dog en betydelig opbremsning til for at give signifikant anderledes resultater.

³⁰ Tværministeriel arbejdsgruppe, *Virkemiddelkatalog – Potential og omkostninger for klimatiltag*, 2013.

Kvot annullering i scenarie 2

Figur 10 viser samme tiltag som figur 9, det vil sige en dansk annullering af 8 mio. kvoter fra 2021 til 2030, men nu i scenarie 2 med billigere vedvarende energi på langt sigt. Forskellen til figur 9 er, at der ikke finder en reduktion af udledningerne sted i årene 2093-2096.



Figur 10 Udledningsændring ved annullering af 8 mio. kvoter fra 2021 til 2030, scenarie 2

Anm.: I scenarie 2 er vedvarende energi mere konkurrencedygtig sammenlignet med scenarie 1, og ikke alle udstedte kvoter bliver brugt. Figuren viser ændringen i de årlige udledninger opdelt i tre effekter (søjler) samt den akkumulerede ændring i udledningen fra 2017 (linjen). At ændringen i udledningerne er negativ betyder, at udledninger reduceres.

Kilde: Egne beregninger.

I modsætning til scenarie 1 vil de sidste kvoter, der lukkes ud af MSR i scenarie 2 i årene efter ca. 2080, ikke blive brugt. I et scenarie med konkurrencedygtig vedvarende energi er der simpelthen ikke efterspørgsel efter fossil energi på dette tidspunkt, selv hvis en kvote ikke koster noget.³⁴ Derfor vil en lille ændring i MSR-beholdningen ikke give anledning til hverken flere eller færre udledninger, når MSR tømmes. Når MSR bliver mindre som følge af kvot annulleringen, mindsker det blot overskuddet af kvoter i slutningen af århundredet, som aldrig bliver brugt.

Annullering af 8 mio. kvoter betyder derfor i scenarie 2, at de samlede udledninger over alle år kun reduceres med ca. 2 mio. ton CO₂. Dette viser, at man ikke nødvendigvis kan gå ud fra, at annullering af kvoter fører til en tilsvarende reduktion i de europæiske udledninger selv på den meget lange bane.

³⁴ Det skal tilføjes, at en mindre del af udledningerne i kvotesektoren ikke kommer fra energiforbrug, men fra såkaldte procesudledninger, fra fx cementproduktion. Scenarie 2 antager, at der ude i fremtiden også er fundet konkurrencedygtige løsninger på at undgå disse udledninger.

<i>mio. ton CO₂</i>	2030	2050	2100
Kvot annullering	-0,11	-1,09	-1,98
Udbygning med vedvarende energi	-7,89	-6,91	-6,02

Tabel 2 Akkumuleret udledningsændring fra i dag til og med 2030, 2050 og 2100, scenarie 2

Anm.: Et negativt tal betyder en reduktion i udledningerne. Tabellen viser resultaterne af en simulering, hvor der annulleres 0,8 mio. kvoter i hvert af årene 2021-2030 eller udbygges med vedvarende energi i kvotesektoren, så der umiddelbart fortrænges 0,8 mio. ton CO₂ i hvert af årene i samme periode.

Kilde: Egne beregninger.

Tabel 2 sammenligner en kvot annullering og udbygning med vedvarende energi inden for kvotesektoren i scenarie 2. Den eneste ændring i forhold til scenarie 1 er det lange sigt i 2100, hvor vedvarende energi nu også giver den største reduktion i de samlede udledninger. Det betyder, at dette tiltag er det mest effektfulde, uanset i hvor høj grad reduktioner på kort sigt prioriteres frem for reduktioner på langt sigt.

Sammenfattende har dette afsnit vist, at udbygning med vedvarende energi i den kvoteomfattede sektor har en større klimaeffekt end kvot annullering, hvis man har særligt fokus på kort-sigtede reduktioner eller diskonterer fremtidige udledninger med en tilstrækkelig høj rente, hvilket stort set er det samme. Vedvarende energi er bedst til at udskyde udledninger, hvilket kan have en række fordele som nævnt i afsnit 4. Tæller alle reduktioner derimod lige meget, uanset hvornår de indtræffer, giver kvot annullering størst effekt, når man befinder sig i et scenarie som denne analyses scenarie 1, hvor alle udstedte kvoter før eller siden bliver brugt. Befinder man sig derimod i et scenarie, hvor ikke alle kvoter bliver brugt, som fx scenarie 2, kan udbygning med vedvarende energi give den største reduktion af CO₂-udledningerne selv i det helt lange løb.

Kvot annullering til opfyldelse af målet i ikke-kvotesektoren

Kvot annullering kan bruges til at opfylde en del af det danske 2030-mål i ikke-kvotesektoren. Alternativet til en sådan annullering er at gennemføre indenlandske tiltag. Det kan være fx tiltag, der begrænser udledningerne fra landbruget eller øger andelen af vedvarende energi i transporten. Fælles for disse indenlandske tiltag er, at de ikke påvirker kvoteprisen.³² Derfor betyder en umiddelbar fortrængning af ét ton CO₂, at de europæiske og globale udledninger også reduceres med ét ton CO₂, uanset hvilken tidshorisont man benytter – i hvert fald så længe tiltaget ikke blot flytter udledningerne til et ikke-EU-land i form af CO₂-lækage.³³ Hvis man undgår lækage, er sådanne tiltag derfor væsentligt bedre til at give reelle udledningsreduktioner inden 2030. Det er dog en mulighed, at disse tiltag er så dyre, at prisen pr. reduceret ton CO₂ alligevel er lavest ved kvot annullering. Det ser næste afsnit nærmere på.

³² Her tænkes på tiltag, der kun vedrører ikke-kvotesektoren. De indenlandske tiltag kan også betyde, at udledninger flyttes fra ikke-kvot- til kvotesektoren, fx ved elektrificering. En sådan overflytning må formodes at hæve kvoteprisen.

³³ Hvis udledningerne flyttes til et andet EU-land, skal dette land som udgangspunkt reducere sine udledninger tilsvarende for at leve op til EU's reduktionsmål for ikke-kvotesektoren. Dermed kan der i princippet ikke forekomme CO₂-lækage inden for EU. Ifølge EU-Kommissionens forslag til byrdefordeling af det samlede europæiske reduktionsmål for 2030 er der dog udsigt til, at nogle medlemslande kommer til at overopfylde deres forpligtelse selv uden yderligere tiltag. Derved kan det også tænkes, at der faktisk kan forekomme CO₂-lækage, hvis danske udledninger flyttes til et andet EU-medlemsland med et lempeligt 2030-reduktionsmål. Det vil afhænge af, om der gennem handel med såkaldte ikke-kvotesektorkreditter mellem medlemslandene opstår en situation, hvor reduktionsmålet i 2030 er bindende for alle lande. Denne problemstilling har Klimarådet tidligere diskuteret (*Danmark og EU's 2030-klimamål*, 2016).

Bruges den fulde mulighed for kvoteannullering på 8 mio. ton til at opfylde målet i ikke-kvotesektoren, viser resultaterne fra simulationsmodellen, at de akkumulerede europæiske udledninger bliver ca. 7,9 mio. ton højere i 2030 sammenlignet med en situation, hvor der i stedet gennemføres nationale tiltag. Ønsker man fra politisk side at gøre brug af kvoteannullering – evt. for at undgå dyre tiltag i ikke-kvotesektoren – men samtidig ikke ønsker at øge udledningerne inden 2030, skal der i alt annulleres ca. 73 gange flere kvoter, altså ca. 582 mio. kvoter. Med andre ord vil Danmark ud over at benytte den fleksible mekanisme i ikke-kvotesektormålet skulle annullere yderligere 574 mio. kvoter. De 582 mio. kvoter svarer til ca. 3,6 pct. af kvoteudstedelsen i hele EU fra 2021 til 2030.

6 Omkostningseffektiviteten ved tiltagene afhænger af tidshorizonten

Indtil videre har analysen fokuseret på klimaeffekten af forskellige tiltag. Med klimaeffekt menes, hvor meget udledningen af CO₂ reduceres på henholdsvis det korte, mellemlange og lange sigt ved kvoteannullering sammenlignet med en tilsvarende udbygning af vedvarende energi. Dette afsnit tager sammenligningen et skridt videre og inddrager det økonomiske aspekt. Hvad koster ét ton CO₂-reduktion ved brug af de to tiltag?

Omkostninger ved tiltag i kvotesektoren

En kvote koster i starten af 2017 omkring 40 kr.³⁴ De fleste fremskrivninger og prognoser peger dog på, at denne pris vil stige fremover. Fx ligger Energistyrelsens middelskøn på 88 kr. pr. ton i gennemsnit for perioden 2021-2030.³⁵ Så hvis Danmark fx annullerer 8 mio. kvoter for at opfylde målet i ikke-kvotesektoren, koster det med dette prisestimat statskassen 702 mio. kr. i mistede indtægter fra kvotesalg. I scenarie 1 vil denne kvoteannullering dog kun sænke de akkumulerede udledninger frem mod 2030 med 0,11 mio. ton CO₂ som vist i tabel 1. Den reelle pris for at sænke udledningen med ét ton frem mod 2030 bliver derfor 702 mio. kr. / 0,11 ton CO₂ = 6.385 kr. pr. ton CO₂.

Det er straks sværere at opgøre, hvad det koster at fortrænge ét ton CO₂ ved hjælp af vedvarende energi. Det afhænger af, hvilken teknologi man lægger til grund for beregningen. Én af de billigste vedvarende teknologier er landvind, så dette afsnit vil tage udgangspunkt i denne teknologi. Ministerierne *Virkemiddelkatalog* har estimeret, at det koster samfundet 55 kr. at reducere udledningerne med ét ton CO₂ ved at benytte strøm fra landvindmøller i stedet for strøm produceret på kul- og gasfyrede kraftværker.³⁶ Estimatet gælder for møller opstillet i 2014, og møller opstillet efter 2020 vil med al sandsynlighed være noget billigere. Det taler for, at den reelle pris er mindre. På den anden side anfører *Virkemiddelkataloget*, at estimatet ikke medregner omkostningen ved, at den jord, som møllerne opstilles på, nu ikke længere kan bruges til andre formål. Dette trækker i den anden retning.

Som vist i tabel 1 vil en udbygning med vedvarende energi, der umiddelbart fortrænger 8 mio. tons CO₂, kun sænke de samlede udledninger med 7,89 mio. tons frem mod 2030, fordi udbygningen sænker kvoteprisen, hvilket isoleret set øger udledningerne. Tallet for omkostningen ved den umiddelbare fortrængning af ét ton CO₂ skal derfor ganges med brøken 8/7,89 for at få den reelle omkostning pr. ton CO₂, der fortrænges gennem udbygning med vedvarende energi frem mod 2030. På tilsvarende måde kan man ved brug af tallene i tabel 1 og 2 beregne

³⁴ Den 12. januar 2017 handlede en kvote til 5,3 EUR (ca. 39,4 kr.) på den tyske energibørs EEX (Primary Market Auction).

³⁵ Energistyrelsen, *Samfundsøkonomiske beregningsforudsætninger 2016*.

³⁶ Tværministeriel arbejdsgruppe, *Virkemiddelkatalog – Potential og omkostninger for klimatiltag, 2013*.

Klimarådet.

de reelle samfundsøkonomiske omkostninger ved fortrængning af ét ton CO₂ ved henholdsvis kvoteannullering og udbygning med vedvarende energi for forskellige tidshorisonter. Tabel 3 viser beregningsresultaterne for scenarie 1 for tre forskellige tidshorisonter.³⁷

kr. pr. ton CO ₂	2030	2050	2100
Kvoteannullering	6.385	644	88
Udbygning med vedvarende energi	56	64	<i>Ingen CO₂-effekt</i>

Tabel 3 Samfundsøkonomisk omkostning pr. ton CO₂ fortrængt i kvotesektoren til og med 2030, 2050 og 2100, scenarie 1

Anm.: Omkostningerne ved kvoteannullering er baseret på den gennemsnitlige kvotepris for 2021-2030 som givet ved Energistyrelsens middelskøn. Omkostningerne ved vedvarende energi er *Virkemiddelkatalogets* skøn for landvind, dvs. inden for kvotesektoren. Ved udbygning med vedvarende energi påvirkes de samlede udledninger ikke, når tidshorisonen er 2100. Man kan derfor matematisk sige, at omkostningen pr. ton CO₂ er uendelig stor.

Kilde: Egne beregninger.

Beregningerne i tabel 3 tyder på, at annullering af kvoter er et forholdsvist dyrt tiltag til at reducere udledningerne på kort sigt indtil 2030. Det koster over 6.000 kr. for hvert ton CO₂, der fortrænges, hvis kun reduktioner indtil 2030 regnes med. Til sammenligning er prisen 56 kr. ved udbygning med vedvarende energi, og selv hvis man benytter væsentligt dyrere vedvarende teknologier som sammenligningsgrundlag, er vedvarende energi stadig billigst. Når tidshorisonen udvides, øges klimaeffekten af en kvoteannullering, og dermed falder prisen pr. ton fortrængt CO₂. Alligevel er vedvarende energi stadig langt billigere end kvoteannullering på det mellemlange sigt indtil 2050. Men når vi nærmer os det helt lange sigt i 2100, falder den samlede reduktion af udledningerne ved udbygning med vedvarende energi til nul i scenarie 1, og derfor stiger prisen pr. ton CO₂ i teorien til et uendeligt højt niveau. Konklusionen er dermed, at annullering af kvoter er mest omkostningseffektivt som klimatiltag, hvis tidshorisonen er tilstrækkelig lang.

Som nævnt i afsnit 5 kan valget mellem udledninger på henholdsvis kort og langt sigt også præsenteres ved at benytte en diskonteringsrente. Udregner man prisen pr. fortrængt ton CO₂ fra i dag til 2100 målt i nutidsværdi, bliver prisen ved kvoteannullering 757 kr. pr. ton ved brug af en diskonteringsrente på 4 pct. Til sammenligning er prisen 91 kr. pr. ton ved udbygning med vedvarende energi. Diskonteringsrenten skal under 1 pct., før kvoteannullering er det mest omkostningseffektive instrument.

Scenarie 2 afviger fra scenarie 1 på det lange sigt. Forskellen er som beskrevet i afsnit 4 og 5, at en kvoteannullering ikke giver en fuldt tilsvarende udledningsreduktion, mens vedvarende energi nu rent faktisk har en langsigtet klimaeffekt. Omregnet til samfundsøkonomiske omkostninger som i tabel 3 bliver prisen 367 kr. pr. ton ved kvoteannullering og 73 kr. pr. ton ved udbygning med vedvarende energi, når tidshorisonen er 2100, og der ikke diskonteres. Det ses dermed, at i scenarie 2 bliver vedvarende energi også mest omkostningseffektivt på det helt lange sigt. Sagt på en anden måde er udbygning med vedvarende energi mest omkostningseffektivt uanset valget af diskonteringsrente.

³⁷ Tabel 3 medregner ikke effekten af, at den ændring af kvoteprisen, der følger af danske tiltag, vil påvirke de samfundsøkonomiske omkostninger forskelligt afhængigt af, om Danmark er nettoimportør eller -eksportør af kvoter. Denne bytteforholdseffekt i kvotehandelen er yderst beskedent og derfor udeladt i tabellen. Den gennemgås dog nærmere i arbejdsrapporten på Klimarådets hjemmeside.

Omkostninger ved tiltag i ikke-kvotesektoren

Hvis spørgsmålet er, om Danmark skal gøre brug af muligheden for at annullere kvoter for at opfylde vores forpligtelser i ikke-kvotesektoren, er det ikke relevant at sammenligne kvoteannullering med prisen på vindmøller. I stedet kan man sammenligne med omkostningerne ved at fortrænge et ton CO₂ med indenlandske tiltag i ikke-kvotesektoren. Det kunne fx være brug af biobrændstof til transportformål og altså ikke vindmøller, som hører til i kvotesektoren.

Prisen for at reducere udledningerne i ikke-kvotesektoren varierer med al sandsynlighed betydeligt, afhængigt af om der er tale om tiltag inden for landbrug, transport, individuel opvarmning eller andet. Det peger *Virkemiddelkataloget* på. Et muligt overslag over prisen er de ca. 1.000 kr. pr. ton, som ifølge Ea Energianalyses' analyse *Grøn Roadmap 2030* er den gennemsnitlige pris pr. ton CO₂ i transportsektoren, hvis transporten samlet skal reducere sine udledninger betydeligt.³⁸ Det synes rimeligt, at der skal ske væsentlige reduktioner i netop transporten, hvis Danmark skal opfylde målet i ikke-kvotesektoren i 2030.

De 1.000 kr. pr. ton kan direkte sammenlignes med prisen ved kvoteannullering i tabel 3. Da kvoteannullering har en pris på mere end 6.000 kr. pr. ton indtil 2030, er indenlandske tiltag i ikke-kvotesektoren mest omkostningseffektivt på kort sigt, selv om sådanne tiltag er væsentligt dyrere end i kvotesektoren. Men forlænges tidshorizonten tilstrækkeligt, er kvoteannullering det billigste. Repræsenteres tidsperspektivet med en diskonteringsrente på 4 pct., koster fortrængning af ét ton CO₂ målt i nutidsværdi 757 kr. i scenarie 1, som nævnt ovenfor. Dermed bliver kvoteannullering mest omkostningseffektivt. I scenarie 2 er prisen for at fortrænge ét ton CO₂ målt i nutidsværdi med 4 pct. i rente 1.095 kr., hvis det sker ved at annullere kvoter. Det er lidt dyrere end de 1.000 kr. for indenlandske reduktionstiltag, men den valgte rente skal ikke meget under 4 pct., for at dette skifter. Det kan dermed ikke entydigt konkluderes, om kvoteannullering eller indenlandske tiltag er mest omkostningseffektivt.

Som afslutning på dette afsnit er det værd at nævne, at de præsenterede omkostninger ved CO₂-reduktion er betinget af, at reduktionsindsatsen i Danmark eller andre EU-lande ikke blot rykker udledningerne til et land uden for EU. Sker dette, bliver prisen pr. ton højere, hvis den udregnes som omkostningen pr. reduceret ton CO₂ globalt. Risikoen for CO₂-lækage er dog til stede både ved danske klimatiltag, og når de europæiske udledninger reduceres gennem en højere kvotepris. Dermed er CO₂-lækage en potentiel faktor, både når der fx lægges nationale afgifter på CO₂ i ikke-kvotesektoren, og når udledningerne i kvotesektoren omfattes af et kvotekrav.

7 Danske tiltag kan påvirke den fremtidige udstedelse af kvoter

Analysen har indtil videre taget den fremtidige kvoteudstedelse for givet. Med andre ord gør analysen antagelser om, hvor mange nye kvoter der udstedes hvert eneste år fra i dag og indtil det tidspunkt, hvor der ifølge de nuværende og de af Kommissionen foreslåede regler ikke udstedes flere kvoter, hvilket er 2057 i simulationsmodellen. Disse antagelser er vel at mærke uafhængige af, hvad Danmark og andre lande gør i mellemtiden. Som dette afsnit vil forklare, er det dog sandsynligt, at Danmarks og andre landes handlinger har en indflydelse på, hvor mange kvoter der udstedes fremover.

³⁸ Denne pris gælder ved en reduktion af transportens udledninger på 35 pct. i 2030 sammenlignet med 2005. Se EA Energianalyse, *Grøn Roadmap 2030*, 2015.

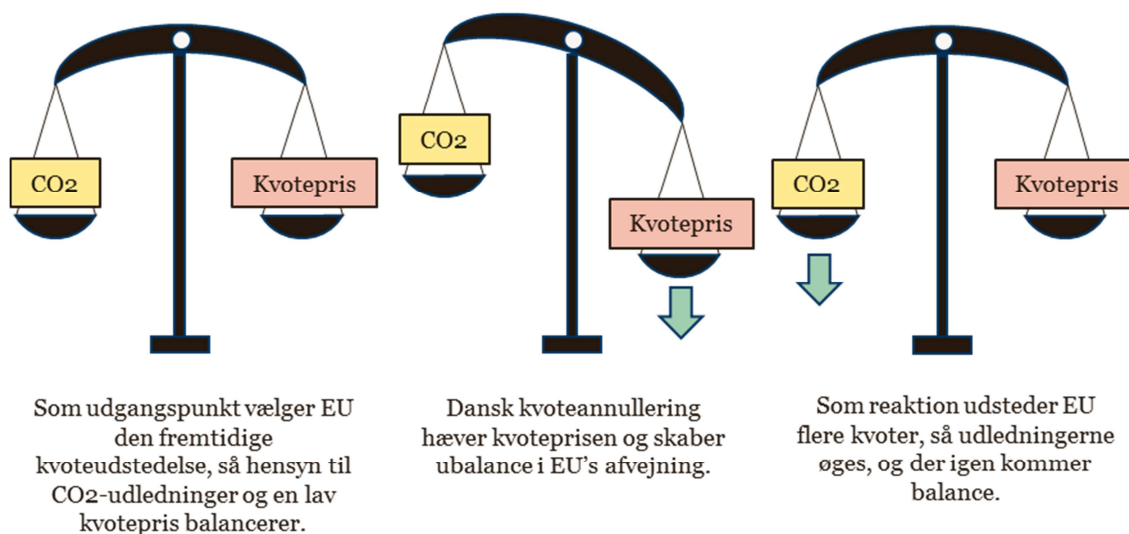
Klimarådet.

Kommissionen er kommet med et forslag til kvoteudstedelsen fra 2020 og frem. Med forslaget nedtrappes kvoteudstedelsen hvert år lineært med 2,2 pct., men det afventer endelig vedtagelse. Efter 2030, hvor fase 4 slutter, fortsætter de 2,2 pct. i princippet, med mindre andet besluttes, men de 2,2 pct. vil formodentlig blive ændret i takt med, at ambitionerne på klimaområdet enten vokser eller forvitrer. Det Europæiske Råd vil højst sandsynligt fastlægge et 2040-reduktionsmål for kvotesektoren, og Kommissionen vil da foreslå en revision af nedtrapningen af kvoteudstedelsen, så dette mål nås. Forslaget vil formentlig sidenhen blive justeret i forhandlinger mellem medlemslandene og Europa-Parlamentet, inden det kan godkendes.

Effekten af nationale tiltag på den fremtidige kvoteudstedelse

Forhandlingerne i Det Europæiske Råd og senere i Europa-Parlamentet og Ministerrådet kan opfattes som en afvejning af to hensyn. På den ene side vil EU og dets medlemslande gerne reducere kvoteudstedelsen så meget som muligt af hensyn til Europas bidrag til den globale klimaindsats. På den anden side står ønsket om så lav en kvotepris som muligt for at tilgodese den europæiske industri og for at undgå at belaste husholdningerne med store udgifter til el og varme. EU's medlemslande vil lægge forskellig vægt på de to hensyn, og det endelige forhandlingsresultat må formodes at afspejle den ønskede balance mellem de to hensyn på EU-plan. Man kan opfatte de nuværende forhandlinger om en opstramning af kvotesystemet som et udtryk for en ubalance mellem disse to hensyn, hvor Europas bidrag til den globale klimaindsats ønskes opprioriteret.

Nationale tiltag kan dog påvirke afvejningen. Hvis fx et land eller en koalition af lande har annulleret kvoter på egen hånd, vil kvoteoverskuddet være lavere, når forhandlingerne om fase 5 (fra 2030 og frem) indledes. Det betyder, at der vil blive udledt mindre CO₂ i resten af kvotesystemets levetid for en given kvoteudstedelse i fase 5 og senere faser. Konsekvensen for forhandlingerne bliver, at man får råderum til at slække en smule på klimahensynet og i stedet opprioritere det økonomiske hensyn, hvis man vil genoprette balancen mellem kvotepris og klimaindsats. Det vil sige, at der vil blive udstedet flere kvoter, end det havde været tilfældet uden den nationale kvoteannullering. En anden måde at sige det på er, at en kvoteannullering vil øge kvoteprisen og dermed hæve omkostningerne for virksomheder og husholdninger. For at afbøde dette vil der være et pres for at udstede flere kvoter end ellers planlagt for at sænke kvoteprisen igen til et niveau, medlemslandene som helhed finder rimeligt. Figur 11 illustrerer argumentet.



Figur 11 Illustration af konsekvenserne på EU's kvoteudstedelse af dansk kvoteannullering

Klimarådet.

I arbejdsrapporten på Klimarådets hjemmeside demonstreres dette argument i en formel modelramme. Rapporten viser blandt andet, at hvis Danmark annullerer kvoter, vil EU sandsynligvis blot udstede tilsvarende flere kvoter næste gang, der skal forhandles, og dermed forsvinder klimaeffekten fuldstændigt. Det er nok usikkert, om reaktionen fra EU bliver sådan, at effekten fra kvoteannulleringen fuldstændig fjernes. Men det virker sandsynligt, at effekten af en dansk kvoteannullering i et eller andet omfang bliver udvandet af en forhøjelse af den fremtidige kvoteudstedelse.

Udbygning med vedvarende energi har den modsatte effekt. Hvis fx Danmark fortrænger udledninger ved at opføre vedvarende energianlæg, falder kvoteprisen umiddelbart. Det giver råderum for at gå i en lidt mere klimavenlig retning ved at udstede en smule færre kvoter, selv om kvoteprisen dermed stiger lidt igen. På den måde giver udbygning med vedvarende energi en yderligere klimaeffekt end den, der hidtil er beskrevet i denne analyse, idet udbygningen skubber den fremtidige klimapolitik i EU i en mere grøn retning. Det nuværende forsøg på at reformere kvotesystemet og indskrænke udbuddet af kvoter kan ses som et eksempel på denne effekt. En del af kvoteoverskuddet skyldes nemlig national støtte til vedvarende energi, og det trækker dermed i retning af mindre kvoteudstedelse på EU-niveau.

Samlet set peger argumenterne i dette afsnit på, at vedvarende energi har en politisk fordel frem for kvoteannullering. Hvor en national kvoteannullering hæver kvoteprisen, vil national udbygning med vedvarende energi sænke den. Og en lav kvotepris gør det mere sandsynligt, at EU vil reducere kvoteudstedelsen i fremtiden.

8 Konklusioner og anbefalinger

Denne analyse har undersøgt kvotesystemets betydning for danske klimatiltag. Analysen, der er baseret på Klimarådets simulationsmodel for kvotemarkedet, har fokuseret på to tiltag, nemlig udbygning med vedvarende energi inden for kvotesektoren og annullering af kvoter.

Udbygning med vedvarende energi i kvotesektoren reducerer de samlede europæiske udledninger betydeligt på kort sigt forstået som tiden indtil 2030. Det er en konsekvens af det store kvoteoverskud, som systemet har i dag. Men udbygningen udløser også en lavere kvotepris, der giver stigende udledninger især efter 2040. For det helt lange sigt frem mod 2100 er ét scenarie, at den akkumulerede reduktion går i nul. Men det er også muligt, at udbygningen frigiver kvoter, som aldrig bliver brugt, hvorved udbygningen giver en langsigtet klimaeffekt. Det kan ske ved, at vedvarende energi bliver så konkurrencedygtig, at efterspørgslen efter kvoter bortfalder på langt sigt. En anden mulighed er, at de frigivne kvoter, som for en stor dels vedkommende ender i den såkaldte markedsreserve, ikke tillades fra politisk side at blive frigivet igen, som det fx foreslås af Ministerrådet. Også i den situation vil der være en langsigtet klimaeffekt af udbygning med vedvarende energi i kvotesektoren.

Annullering af kvoter leder ikke til væsentlige reduktioner i udledningerne på kort sigt. Det er igen en følge af det store kvoteoverskud. Størstedelen af reduktionen sker først et godt stykke ude i fremtiden, helt konkret efter 2090 i scenarie 1, om end det præcise årstal naturligvis er usikkert. Det er også uvist, om én kvote annulleret reelt fører til ét ton mindre CO₂ set over hele kvotesystemets levetid. Der sker ikke i det tilfælde, hvor der er kvoter, som aldrig bliver brugt, eksemplificeret ved scenarie 2.

Uden for kvotesektoren kan udledningerne reduceres ved at gennemføre indenlandske tiltag, som kan involvere vedvarende energi, energibesparelser eller omstilling af landbrugets produktionsmetoder. Her betyder en umiddelbar fortrængning af ét ton CO₂, at danske udlednin-

Klimarådet.

ger også reduceres med ét ton CO₂ med det samme. Og hvis det indenlandske tiltag ikke medfører CO₂-lækage, reduceres de globale udledninger også med ét ton.

Kvotesystemet er i øjeblikket oppustet og lider under et stort overskud af kvoter. Konsekvensen er en lav kvotepris, og dermed er systemet ikke en reel drivkraft for den grønne omstilling. Undertiden møder man ganske vist det synspunkt, at kvotesystemet virker i den forstand, at udledningerne holder sig under det kvoteloft, man politisk har vedtaget. Men den lave kvotepris indikerer, at omkostningerne ved at reducere CO₂-udledningerne ligger langt under de gængse skøn for de globale samfundsmæssige omkostninger ved ekstra udledninger.³⁹ Den lave kvotepris signalerer derfor, at der er store samfundsmæssige gevinster ved at stramme kvotesystemet, så udledningerne reduceres yderligere, og kvoteprisen kommer tættere på omkostningen ved at udlede et ekstra ton CO₂.

Hvis overskuddet bringes væsentligt ned, vil kvotesystemet kunne spille en afgørende rolle i EU's klimapolitik fremover. Europa-Parlamentet har i februar 2017 vedtaget et forslag til opstramning af systemet, blandt andet i form af et større optag af kvoter i markedsstabiliseringsreserven, når der er et stort kvoteoverskud, men simulationsresultaterne i appendiks C viser, at en eventuel vedtagelse af parlamentets forslag ikke vil ændre væsentligt på de konklusioner, vi har draget ovenfor. Ministerrådet har ligeledes fremlagt sit reformforslag, som vil annullere en del kvoter i reserven, men heller ikke dette initiativ vil skabe knaphed på kvotemarkedet på den korte bane. Danmark bør derfor arbejde aktivt i EU for, at kvotesystemet reformeres yderligere.

Analysen ovenfor har taget udgangspunkt i det nuværende store kvoteoverskud. Derfor er de følgende anbefalinger betinget af, at der ikke inden starten af kvotesystemets fase 4 i 2020 gennemføres en reform, der sikrer en markant reduktion af overskuddet af kvoter. Disse anbefalinger udgør samtidig svar på de tre spørgsmål, der er beskrevet i indledningen af denne analyse.

- 1) Analysens første og centrale spørgsmål er, om det overhovedet hjælper i kampen mod klimaforandringerne, at Danmark støtter vedvarende energi inden for kvotesektoren? Tre forhold taler for, at svaret er ja.
 - a. Udbygning fremskynder reduktioner af udledningerne, hvilket bidrager til at mindske risikoen for, at den globale opvarmning udløser uigenkaldelige, farlige klimaforandringer, ligesom det udskyder omkostningerne ved klimaskaderne, hvilket økonomisk set er en fordel.
 - b. Med den indtil nu vedtagne og planlagte politik er der risiko for et permanent kvoteoverskud, og i den situation vil udbygning med vedvarende energi også reducere udledningen på det helt lange sigt.
 - c. Udbygning fra dansk side øger incitamentet i EU til yderligere at reducere kvoteudstedelsen, næste gang den revideres.

På den baggrund anbefaler Klimarådet:

³⁹ Hvis kvoteprisen skulle svare til den skønnede marginale skadeomkostning ved CO₂-udledning, skulle den være langt højere. For estimer af krævede priser på CO₂, se blandt andet. Nicholas Stern og Simon Dietz, *Endogenous growth, convexity of damages and climate risk: how Nordhaus' framework supports deep cuts in carbon emissions*, 2014, Centre for Climate Change Economics and Policy Working Paper No. 180 Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment Working Paper No. 159.

Klimarådet.

Danmark bør ikke med kvotesystemet som argument afholde sig fra at støtte vedvarende energi i kvotesektoren, hvis vi ønsker at bidrage til den globale klimaindsats.

- 2) Analysens andet spørgsmål er, om det vil være mere gavnligt at bruge pengene på at annullere kvoter frem for at udbygge med vedvarende energi i kvotesektoren? Fire forhold taler for, at dette ikke vil være gavnligt:
- Kvotearnullering udskyder reduktioner til fremtiden, hvilket bidrager til risikoen for uigenkaldelige, farlige klimaforandringer og fremrykker omkostningerne ved klimaskaderne.
 - Der skabes usikkerhed om, hvorvidt disse reduktioner reelt vil finde sted. Dels viser Klimarådets simuleringer, at reduktionerne aldrig vil realiseres i visse scenarier, og dels kan reglerne i kvotesystemet se helt anderledes ud så langt ude i fremtiden.
 - Udbygning med vedvarende energi er langt det mest omkostningseffektive, hvis man prioriterer udledningsreduktioner på det korte og mellemlange sigt.
 - Dansk kvotearnullering på egen hånd øger incitamentet i EU til at udstede flere kvoter, end man ellers ville have gjort, næste gang kvoteudstedelsen revideres.

På den baggrund anbefaler Klimarådet:

Danmark bør ikke på egen hånd annullere kvoter for at reducere udledningerne i kvotesektoren som erstatning for udbygning med vedvarende energi.

- 3) Analysens tredje spørgsmål er, om Danmark skal gøre brug af den fleksible mekanisme i ikke-kvotesektormålet for 2030, som tillader at bruge op til 8 mio. kvoter til at opfylde dette mål, i stedet for indenlandske tiltag. To forhold taler imod dette:
- Danmark vil alligevel skulle gennemføre tiltag i ikke-kvotesektoren på et tidspunkt for at nå målet om et lavemissionssamfund i 2050. Dette argument udfoldes grundigere i Klimarådets analyse af målet for ikke-kvotesektoren.⁴⁰
 - Ved at bruge kvotearnullering skubbes reduktioner til langt efter 2030, hvorved der skabes uvished om, hvorvidt reduktionerne reelt vil finde sted.

På den anden side kan kvotearnullering vise sig mere omkostningseffektivt end indenlandske tiltag, om end det modsatte også kan være tilfældet. Samlet set vurderer Klimarådet dog, at de to ovennævnte argumenter vejer tungest.

På den baggrund anbefaler Klimarådet:

Danmark bør ikke benytte fleksibilitetsmekanismen, der giver mulighed for at bruge kvoter fra kvotesystemet til at opfylde målet i ikke-kvotesektoren.

⁴⁰ Se Klimarådet, *Danmark og EU's 2030-klimamål*, 2016.

Appendiks A. Klimarådets simulationsmodel for kvotesystemet

Dette appendiks forklarer Klimarådets simulationsmodel for kvotesystemet. For yderligere detaljer henvises til arbejdsrapporten på Klimarådets hjemmeside.

Modellen simulerer kvotemarkedet på årlig basis fra 2017 til 2100. De vigtigste elementer i modellen er:

- **Udstedelsen af nye kvoter:** Udstedelsen af kvoter følger de allerede vedtagne regler indtil 2020 samt Kommissionens forslag om en reduktion på 2,2 pct. fra 2020 og frem til år 2057.
- **MSR:** Modelleringen følger de vedtagne regler for MSR. Det vil sige, at 12 pct. af kvoteoverskuddet overføres til MSR, når det overstiger 833 mio. kvoter, mens 100 mio. kvoter frigives, når overskuddet er under 400 mio. kvoter.
- **Efterspørgslen efter kvoter:** Det antages, at efterspørgslen efter kvoter til dækning af udledningerne i et givet år t følger den lineære funktion

$$U_t = a_t - b \cdot q_t,$$

hvor U angiver udledningen i mio. ton, q angiver kvoteprisen i kr. pr. ton, mens a og b er parametre. b antages at være konstant over tid og lig 0,3, hvilket er på linje med Sandbags antagelser.⁴¹ a antages at falde over tid, hvilket reflekterer en antagelse om generelt faldende efterspørgsel efter kvoter uafhængigt af kvoteprisen. a er kalibreret, så de årlige udledninger i 2017 nogenlunde svarer til Sandbags base case. Fra 2017 antages a at falde med en fast procentsats hvert år, og denne sats er kalibreret, så modellens kvotepris i 2017 rammer dagens niveau på ca. 40 kr. pr. ton.⁴² Satsen er kalibreret til ca. 2,2 pct. I scenarie 2 øges den til 5 pct. efter 2060.

- **Krævet afkast:** Modellen antager, at investorer, der køber kvoter med henblik på senere salg, vil kræve et forventet afkast på 10 pct. p.a. Det er relativt højt sammenlignet med andre investeringer som fx aktier, men det høje afkast afspejler, at investeringer i kvotemarkedet opfattes som særdeles risikable, hvor politiske beslutninger hurtigt kan få kvoteprisen til at falde, ligesom der er usikkerhed om, hvor længe EU's beslutningstagere overhovedet vil bakke op om kvotemarkedet. Klimarådets antagelse er på linje med Sandbag, der også antager 10 pct. i deres modellering. Ligeledes viser et tysk studie, at investorer, der køber kvoter som investeringsobjekt, kræver et forventet afkast på over 10 pct.⁴³ Appendiks C undersøger konsekvenserne af et lavere afkastkrav.

Kvotepriens udvikling skal i modellen opfylde tre krav:

⁴¹ De 0,3 svarer ca. til en kvotepriselasticitet på 0,01 i 2017. Den fulde priselasticitet, der også indeholder prisen på fossile brændsler, er ca. 4-5 gange højere.

⁴² Den nuværende markedspris afspejler formentligt, at markedet tager en vifte af forskellige, fremtidige scenarier for kvotesystemet i betragtning. Dette abstraheres der fra i modellen, hvor der er sikkerhed om det fremtidige scenarie.

⁴³ Karsten Neuhoff, Anne Schopp, Rodney Boyd, Katerina Stelmakh and Alexander Vasa. *Banking of Surplus Emissions Allowances – Does the Volume Matter?* Discussion Paper 1196, Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, 2013.

Klimarådet.

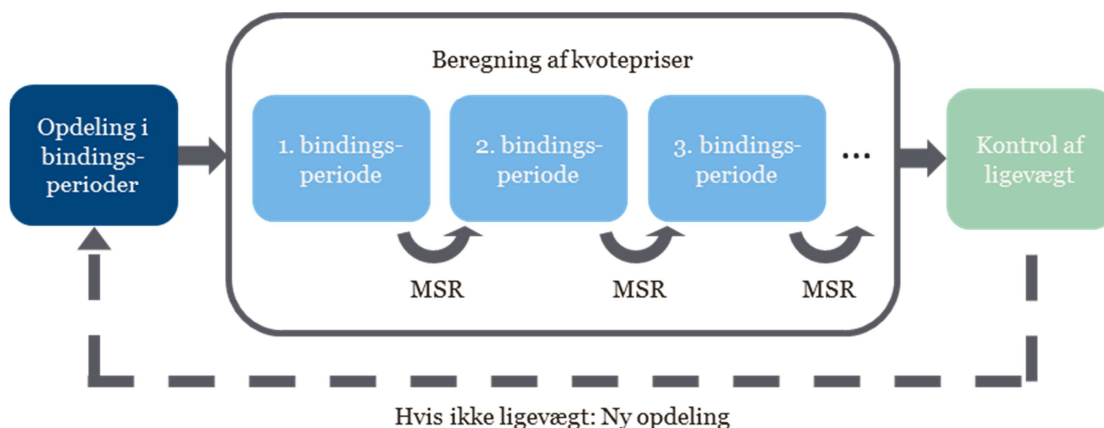
1. Hvis der i et år t er et kvoteoverskud – dvs. visse aktører gemmer kvoter til senere – skal kvoteprisen i det følgende år $t+1$ være 10 pct. højere end prisen i år t . Hvis prisen var lavere, ville det ikke kunne betale sig at gemme kvoter. Omvendt hvis prisen var højere, ville der kunne tjenes penge på at købe kvoter i år t og sælge dem i år $t+1$. Dette ville få prisen i år t til at stige, indtil prisforskellen igen var faldet til 10 pct.
2. Hvis der i et år t ikke er et kvoteoverskud – dvs. der gemmes ikke kvoter til senere – må kvoteprisen i det følgende år $t+1$ maksimalt være 10 pct. højere end prisen i år t . Var den højere, ville det kunne betale sig at opkøbe kvoter og sælge dem senere.
3. Hvis der er kvoteoverskud i år t samt i alle efterfølgende år, skal kvoteprisen fra og med år t være nul. Hvis der er permanent overskud af kvoter, er der nogen kvoteejere, der ikke får brugt eller solgt deres kvoter. Hvis kvoteprisen er positiv, vil det kunne betale sig for disse kvoteejere at underbyde den eksisterende markedspris. Denne konkurrence vil til sidst få kvoteprisen til at kollapse til nul.

Modellen finder en ligevægt, hvor kvotepriserne opfylder disse tre krav, hvor udledningerne følger af kvotepriserne givet den lineære efterspørgselsfunktion efter kvoter, hvor optag i og frigivelse fra MSR sker som beskrevet, og hvor kvoteoverskuddet aldrig er negativt.

For at forstå, hvordan modellen finder denne ligevægt, introduceres begrebet bindingsperiode. For en bindingsperiode gælder, 1) at udledningerne over perioden præcist svarer til udstedelsen af nye kvoter plus nettotrigivelse fra MSR i samme periode, og 2) at der er et overskud af kvoter i alle periodens år bortset fra det sidste. I figur 4 løber første bindingsperiode fx fra modellens start i 2017 til 2056. Der er et kvoteoverskud i alle år indtil 2056, mens overskuddet bliver nul i selve 2056. Det betyder, at alle kvoter udstedt til og med dette år er blevet brugt (eller optaget i MSR). Efter 2056 er bindingsperioderne stort set kun étårige. Det vil sige, at udbuddet af kvoter i hvert år præcist svarer til udledningen.

Inden for en bindingsperiode stiger kvoteprisen med 10 pct. om året jf. det første krav ovenfor. Kender man derfor kvoteprisen i periodens første år, kan man udregne alle kvotepriser i bindingsperioden. I figur 4 sætter modellen kvoteprisen i 2017 sådan, at kvoteoverskuddet er helt væk i 2056. I de efterfølgende ét-årige bindingsperioder tilpasser kvoteprisen sig sådan, at årets udledninger svarer til den samlede kvoteudstedelse plus en eventuel frigivelse af kvoter fra MSR det pågældende år.

En grafisk illustration af modellens løsningsmetode er vist i figur 12.

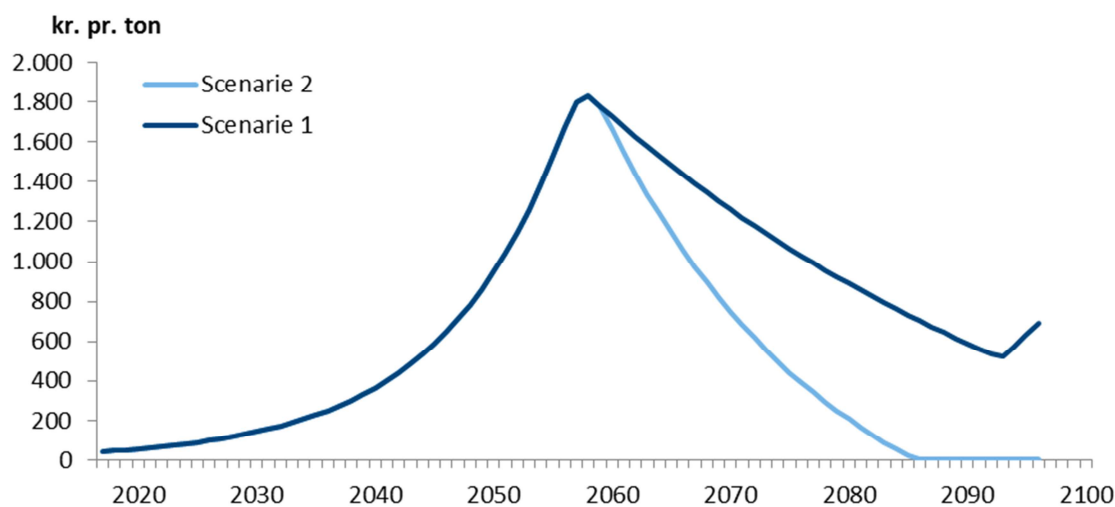


Figur 12 Illustration af Klimarådets simulationsmodel

Klimarådet.

Allerførst opdeles årene fra 2017 til 2100 i et antal bindingsperioder. For den første bindingsperiode findes den kvotepris i periodens første år, der betyder, at kvoteoverskuddet er nul i periodens sidste år. Nu kan udledningerne i perioden bestemmes, og det kan også beregnes, hvor stor en MSR-beholdning, der overføres til næste bindingsperiode. I næste bindingsperiode findes kvotepriserne på lignende vis og sådan fortsættes, indtil kvotepriserne er bestemt for alle bindingsperioder. Nu kontrolleres, om modellen har fundet en ligevægt. De tre krav nævnt ovenfor skal være opfyldt, og derudover må kvoteoverskuddet ikke blive negativt på noget tidspunkt. Hvis der ikke er tale om en ligevægt, startes forfra med en ny opdeling i bindingsperioder. Det kan virke som et rent lykketræf, hvis man skulle ramme en opdeling, der rent faktisk giver en ligevægt. Modellen har dog en indbygget algoritme, der målrettet søger en opdeling i bindingsperioder, som giver en ligevægt. Denne algoritme er beskrevet nærmere i arbejdsrapporten.

Figur 13 viser modellens beregning af priserne i de to scenarier. Indtil 2056 overføres i begge scenarier hvert år et kvoteoverskud til næste år, og derfor stiger kvoteprisen fra udgangspunktet på ca. 40 kr. pr. ton i 2017 med 10 pct. om året, så den i 2056 kommer tæt på 2.000 kr. pr. ton. Herefter falder den i begge scenarier, dog fra 2060 mest i scenarie 2. Prisfaldet efter 2056 afspejler, at der nu ikke længere er et kvoteoverskud, så efterspørgslen efter kvoter i det enkelte år stammer nu udelukkende fra årets udledninger, der fortsætter med at falde som følge af, at de vedvarende energiteknologier bliver stadig mere konkurrencedygtige. Heroverfor står, at kvotesystemet i hvert år efter 2056 tilføres et konstant kvoteudbud svarende til de 100 mio., der lukkes ud af MSR årligt. Med et konstant kvoteudbud og en tendens til faldende efterspørgsel må kvoteprisen falde år for år for at sikre, at alle de udbudte kvoter bliver afsat.



Figur 13 Modellens beregning af kvoteprisen i de to scenarier i Klimarådets model

Anm.: I forhold til scenarie 1 er vedvarende energi i scenarie 2 mere konkurrencedygtig efter 2060.

Kilde: Egne beregninger.

I scenarie 1 falder kvoteprisen frem mod 2093 til et niveau omkring 500 kr. pr. ton, men stiger så lidt igen. Prisstigningen indtræffer, når MSR er ved at være tømt. Så vil der mangle kvoter, og nogle af markedsdeltagerne vil gemme lidt kvoter i forventning om prisstigninger de følgende år – og dermed vil prisen stige med de tidligere nævnte 10 pct. om året.

I scenarie 2 falder kvoteprisen til slut til nul. Det afspejler, at de vedvarende teknologier bliver så omkostningseffektive, at der ikke længere efterspørges kvoter, og dermed bliver nogle kvo-

Klimarådet.

ter aldrig brugt. På den måde opstår et permanent kvoteoverskud som vist i figur 5. Det kan måske undre, at investorer vil købe og gemme kvoter i modellens første år, når de ved, at kvoteprisen falder til nul senere. Årsagen er, at alle investorer, der gemmer kvoter, får dem afsat på et tidligere tidspunkt og til en positiv pris. De kvoter, der ikke kan afsættes til en positiv pris fra 2086, er ikke gemt af investorer, men derimod af MSR, som gemmer kvoter efter klart definerede regler og ikke har et afkastkrav.

Det er vigtigt at understrege, at figur 14 ikke er en egentlig prognose for kvoteprisen i fremtiden. Mange ting kan ændre sig både politisk, økonomisk og teknologisk, så kvoteprisen vil udvikle sig anderledes. Man kan fx stille spørgsmålstejn ved, om man fra politisk side vil acceptere en kvotepris tæt på 2.000 kr. pr. ton. Hertil kan siges, at høje kvotepriser kan vise sig nødvendige, hvis man vil bruge kvotesystemet som det primære instrument til at eliminere udledninger af drivhusgasser fra kvotesektoren.

Selv om Klimarådets model ikke er tænkt som en decideret prognosemodel for kvoteprisen, ligger modellens prisestimer ikke langt fra egentlige prisprognoser, der som regel kun går frem til 2030. Klimarådets model finder en kvotepris på 141 kr. pr. ton i 2030, mens Sandbag regner med ca. 150 kr.,⁴⁴ og Thomson Reuters Point Carbon forventer en pris på 180 kr.⁴⁵ EU's referencescenarie ligger lidt højere og forudsiger en pris på 225 kr. pr. ton i 2030.⁴⁶ Dermed ser Klimarådets model ikke ud til at overvurdere kvoteprisen på den kortere bane.

Appendiks B. Diskontering af CO₂-udledninger

Dette appendiks forklarer brugen af diskontering til at repræsentere tidspræferencer med hensyn til CO₂-reduktioner.

En måde at tage højde for præferencen for udledningsreduktioner i dag frem for reduktioner i fremtiden er diskontering. Diskontering sker ved at benytte en rente til at udregne nutidsværdien af fremtidige omkostninger eller gevinster. Man diskonterer fremtidige værdier for at kunne sammenligne forskellige tiltag, hvis effekter fordeler sig forskelligt over tid, fx pengestrømme i en investering. Nutidsværdien udregnes via formlen

$$\text{Nutidsværdi} = \frac{\text{Fremtidsværdi}}{(1 + r)^t},$$

hvor r er diskonteringsrenten, og t er antallet af år fra i dag.

På samme vis som med fremtidige omkostninger og gevinster kan fremtidige udledninger diskonteres. Idéen er, at udledningerne afspejler de skadeomkostninger, som klimaforandringerne påfører samfundet. I afsnit 5 viser tabel 1 tre forskellige tidshorisonter uden dog at diskontere udledningerne. Hvis man diskonterer udledningerne får man et lidt andet resultat. Af tabel 4 ses det, at hvis man diskonterer ændringerne i udledningerne fra i dag til 2100, bliver udbygning med vedvarende energi mere favorabelt sammenlignet med kvoteannullering, jo større diskonteringsrente man benytter. Det skyldes, at CO₂-reduktionen ved udbygning med

⁴⁴ Sandbag, *Comparing options for addressing EU ETS oversupply*, 2016.

⁴⁵ Thomson Reuters Point Carbon, *EU ETS review: Don't mention the price, just get it right*, 2016.

⁴⁶ EU-Kommissionen, *Reference Scenario – Energy, transport, and GHG emissions – Trends to 2050*, 2016.

Klimarådet.

vedvarende energi sker tidligt, hvorimod den sker meget senere ved kvoteannullering som vist i afsnit 4 og 5.

Det fremgår af tabel 4, at ved en diskonteringsrente på 4 pct. er nutidsværdien af reduktionen af udledningerne i scenarie 1 ved udbygning med vedvarende energi 4,84 mio. ton CO₂, mens kvoteannullering ændrer udledningen 0,93 mio. ton CO₂ målt i nutidsværdi. Hvis man benytter denne diskonteringsrente, har udbygning med vedvarende energi altså den største effekt. Dette resultat gør sig gældende, så længe diskonteringsrenten er 1,3 pct. eller derover.

<i>mio. ton CO₂ diskonteret til 2017</i>	0 pct.	2 pct.	4 pct.
Kvoteannullering	-8,00	-2,40	-0,93
Udbygning med vedvarende energi	0,00	-4,37	-4,84

Tabel 4 Nutidsværdi af udledningsændringer fra i dag til og med 2100 ved forskellige diskonteringsrenter, scenarie 1

Anm.: Et negativt tal refererer til en reduktion i udledningerne. Tabellen viser resultaterne af en simulering, hvor der annulleres 0,8 mio. kvoter i hvert af årene 2021-2030 eller udbygges med vedvarende energi i kvotesektoren, der umiddelbart fortrænger 0,8 mio. ton CO₂ i hvert af årene i samme periode.

Kilde: Egne beregninger.

For scenarie 2 er historien lidt anderledes. Her giver udbygning med vedvarende energi det bedste resultat ved alle diskonteringsrenter som vist i tabel 5.

<i>mio. ton CO₂ diskonteret til 2017</i>	0 pct.	2 pct.	4 pct.
Kvoteannullering	-1,98	-1,10	-0,64
Udbygning med vedvarende energi	-6,02	-5,67	-5,13

Tabel 5 Nutidsværdi af udledningsændringer fra i dag til og med 2100 ved forskellige diskonteringsrenter, scenarie 2

Anm.: Et negativt tal refererer til en reduktion i udledningerne. Tabellen viser resultaterne af en simulering, hvor der annulleres 0,8 mio. kvoter i hvert af årene 2021-2030 eller udbygges med vedvarende energi i kvotesektoren, der umiddelbart fortrænger 0,8 mio. ton CO₂ i hvert af årene i samme periode.

Kilde: Egne beregninger.

Et væsentligt element i diskontering er valget af diskonteringsrenten. Jo højere rente man benytter, jo mindre værdi har fremtidige udledninger. Finansministeriet benytter en samfundsøkonomisk diskonteringsrente på 4 pct., som falder til 3 pct. efter 35 år og 2 pct. efter 70 år.⁴⁷ Denne diskonteringsrente bruges blandt andet i *Virkemiddelkataloget* til at diskontere drivhusgasudledninger. Man skal dog være varsom med at bruge en diskonteringsrente, der er sat med henblik på at diskontere beløb målt i kroner og øre, til at diskontere udledninger målt i ton CO₂. En diskontering af de fysiske udledninger er meningsfyldt, hvis der er en nogenlunde proportionalitet mellem et givent års CO₂-udledninger og de skadeomkostninger, som ud-

⁴⁷ Se Finansministeriet, *Faktaark - Ny og lavere samfundsøkonomisk diskonteringsrente*, 2013.

Klimarådet.

ledninger giver anledning til. Hvis skadeomkostningerne ved de fysiske udledninger stiger jævnt over tid, så bør de fysiske udledninger neddiskonteres med en lavere rente.⁴⁸

Appendiks C. Følsomhed af resultater

Dette appendiks viser, hvordan modellens resultater påvirkes af ændringer i antagelserne. Konkret undersøges effekten af, at Europa-Parlamentets og Ministerrådets forslag til reform af kvotesystemets gennemføres, konsekvenserne af at kalibrere kvoteefterspørgslen anderledes så udledningerne er højere før 2030, samt konsekvenserne af et lavere krævet afkast til investorer.

Europa-Parlamentets og Ministerrådets forslag til reform af kvotesystemet

I foråret 2017 forhandler de forskellige institutioner i EU om reglerne for kvotesystemets fase 4. Både Europa-Parlamentet og Ministerrådet har i februar hver især vedtaget deres ændringsforslag til Kommissionens forslag. I de kommende måneder skal de tre parter forhandle om den endelige reform.

Europa-Parlamentet lægger op til to større ændringer med konsekvens for denne analyse:

- 800 mio. kvoter i MSR bliver permanent annulleret.
- Fra 2019 til 2022 skal MSR optage 24 pct. af de overskydende kvoter i stedet for 12 pct.

Derudover lagde Europa-Parlamentets Miljøudvalg op til, at reduktionen i kvoteudstedelsen skulle sættes op fra 2,2 pct. til 2,4 pct. om året. Denne ændring blev dog ikke vedtaget i parlamentet, omend man forpligtede sig til at genoverveje spørgsmålet i 2024.

Klimarådet har simuleret Europa-Parlamentets forslag i simulationsmodellens scenarie 1. Resultaterne viser, at prisen på kvoter kun bliver hævet med ca. 8 øre. i 2017, hvilket er en nærmest ubetydelig prisstigning, og i 2050 er prisstigningen kun knap 2 kr. Priseffekten afhænger af, hvor mange kvoter der yderligere overføres (netto) til MSR inden 2056, hvor kvote-loftet binder. Inden 2056 er det kun fordoblingen af optagsraten, som har betydning, og den bringer to modsatrettede effekter i spil i forhold til optaget i MSR. På den ene side overføres flere kvoter til MSR for et givet kvoteoverskud. På den anden side falder kvoteoverskuddet hurtigere, hvilket for en given optagsrate betyder, at færre kvoter overføres til MSR, ligesom man hurtigere opnår et kvoteoverskud under 833 mio. kvoter, hvor optaget til MSR ophører. Sidstnævnte effekt dominerer, hvorfor det samlede optag i MSR frem mod 2056 faktisk falder en smule som følge af, at optagsraten midlertidigt øges fra 12 pct. til 24 pct. Derudover har frigivelsen af kvoter fra MSR også betydning. Det mindre optag i MSR ved 24 pct. betyder, at kvoteoverskuddet bliver lidt større, hvorfor det når ned under grænsen på 400 mio. kvoter ét år senere, og der dermed lukkes 100 mio. kvoter mindre ud af MSR. Denne effekt gør, at MSR samlet set er lidt større i 2056 som følge af reformen, og det forklarer den lille prisstigning.

På langt sigt har den permanente annullering af 800 mio. kvoter størst effekt. Annulleringen betyder, at der er færre kvoter i MSR, når denne tømmes. Helt konkret betyder det, at udledninger svarende til denne kvotemængde helt elimineres i årene 2086 til 2096. Samlet set reduceres udledningerne fra i dag til 2100 med 800 mio. ton svarende til annulleringen af kvoter,

⁴⁸ Problematikken omkring diskontering i en situation med stigende miljøskader er nærmere belyst af Michael Hoel og Thomas Sterner, *Discounting and relative prices*, Climatic Change 84, 2007. Problematikken diskuteres også i arbejdsrapporten på Klimarådets hjemmeside.

Klimarådet.

men som det også var tilfældet i afsnit 5, sker reduktionen først langt ude i fremtiden. Og reduktionen vil endda kun være af denne størrelse i scenarie 1 – i scenarie 2 vil en del af kvoteannulleringen blot gå til at fjerne det overskud af kvoter, som ellers aldrig ville blive brugt.

Europa-Parlaments forslag formår dermed ikke at reformere kvotesystemet i retning af et mindre overskud af kvoter, og det er heller ikke nok til at få prisen til at stige til et niveau, der kan drive den grønne omstilling. En gennemførelse af forslaget vil ikke ændre substantielt på de hidtidige konklusioner i denne analyse. Tabel 5 viser samme modelresultater som tabel 1, blot med Europa-Parlaments forslag indarbejdet. Tabellen viser dermed den akkumulerede ændring i udledninger ved tre forskellige tidshorisonter for henholdsvis kvoteannullering og udbygning med vedvarende energi. Det fremgår af tabel 5, at resultatet om, at kvoteannullering først giver en effekt et godt stykke ud i fremtiden, stadig holder. Fx ændres den akkumulerede udledningsreduktion i 2030 ved kvoteannullering kun beskedent fra 0,11 til 0,15 mio. ton CO₂, mens tallet i 2050 ændres fra 1,09 til 1,45 mio. ton.

<i>mio. ton CO₂</i>	2030	2050	2100
Kvoteannullering	-0,15	-1,45	-8,00
Udbygning med vedvarende energi	-7,85	-6,55	0,00

Tabel 6 Akkumuleret udledningsændring fra i dag til og med 2030, 2050 og 2100, scenarie 1 med Europa-Parlamentets reformforslag indarbejdet

Anm.: Et negativt tal refererer til en reduktion i udledningerne. Tabellen viser resultaterne af en simulering, hvor der annulleres 0,8 mio. kvoter i hvert af årene 2021-2030 eller udbygges med vedvarende energi i kvotesektoren, så der umiddelbart fortrænges 0,8 mio. ton CO₂ i hvert af årene i samme periode.

Kilde: Egne beregninger.

Ministerrådet har besluttet at bakke om den forhøjede optagsrate i MSR.⁴⁹ Derudover foreslår rådet en øvre grænse for, hvor mange kvoter der kan optages i MSR. Overstiger antallet af kvoter i reserven denne grænse, vil de overskydende kvoter blive permanent annulleret. Konkret lyder forslaget, at MSR ikke må overstige det antal kvoter, der blev auktioneret året før.

Forslaget om en øvre grænse på MSR er ganske potent. Hvis det simuleres i scenarie 1, fås et udfald vist i tabel 6, der i høj grad ligner resultaterne fra scenarie 2 (se tabel 2.) Det vil sige, at ved udbygning med vedvarende energi vil kun en mindre andel af de frigivne kvoter blive brugt til udledning et andet sted og på et andet tidspunkt. Hovedparten af de umiddelbart frigivne kvoter ender i MSR, hvor de annulleres. Klimarådets simulationsmodel viser desuden, at forslaget kan reducere de samlede udledninger over hele kvotesystemets levetid med næsten 5 mia. ton CO₂, hvilket er en reduktion på mere end 10 pct. Der er dog tale om reduktioner efter 2050, så forslaget ændrer ikke ved det forhold, at kvoteloftet først begynder at binde i anden halvdel af dette århundrede.

⁴⁹ Council of the European Union, *Revision of the emissions trading system: Council agrees its position*, pressemeddelelse af 28/2-2017.

<i>mio. ton CO₂</i>	2030	2050	2100
Kvoteannullering	-0,13	-1,26	-2,28
Udbygning med vedvarende energi	-7,87	-6,74	-5,72

Tabel 7 Akkumuleret udledningsændring fra i dag til og med 2030, 2050 og 2100, scenarie 1 med Ministerrådets reformforslag indarbejdet

Anm.: Et negativt tal refererer til en reduktion i udledningerne. Tabellen viser resultaterne af en simulering, hvor der annulleres 0,8 mio. kvoter i hvert af årene 2021-2030 eller udbygges med vedvarende energi i kvotesektoren, så der umiddelbart fortrænges 0,8 mio. ton CO₂ i hvert af årene i samme periode.

Kilde: Egne beregninger.

Ministerrådets forslag løser således ikke kvotemarkedets fundamentale udfordring, nemlig at der ikke er knaphed på kvoter på kort sigt. Simulationsmodellen finder at markedet stadig først binder i 2056. Derfor vil forslaget, hvis det gennemføres, ikke rykke substantielt ved denne analyses konklusioner. Faktisk vil det yderligere forstærke konklusionen om, at udbygning med vedvarende energi er et mere effektivt klimatiltag end kvoteannullering, eftersom en stigning i produktionen af vedvarende energi vil medføre en permanent reduktion af beholdningen af kvoter i MSR, hvorimod en dansk kvoteannullering vil medføre et permanent lavere optag af kvoter i MSR.

Konsekvenser af større udledninger på kort sigt

I Klimarådets simulationsmodel er udledningerne indtil 2030 en smule lavere end i Sandbags basisscenarie og en del lavere end i EU's referencescenarie. Konsekvensen er, at kvotemarkedet binder senere i Klimarådets modellering, og det betyder fx, at udledningsreduktionen fra en kvoteannullering sker længere ude i fremtiden. Nedenfor undersøges modelresultaterne, hvis modellen justeres, så flere udledninger ligger før 2030.

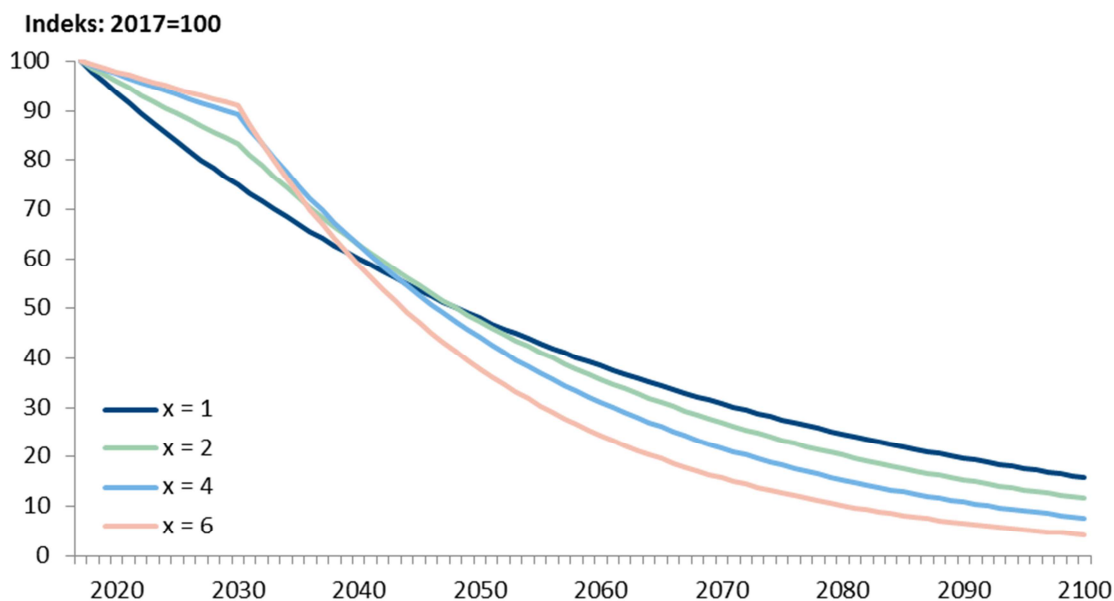
Først er det vigtigt at forstå simulationsmodellens kalibrering. Som forklaret i appendiks A er efterspørgslen efter kvoter med henblik på udledning i et givent år en lineær funktion af kvoteprisen med niveauparameteren a . Dette a er i 2017 sat, så modellen rammer Sandbags skøn for udledningerne i 2017 ved en kvotepris på 40 kr. pr. ton. I de følgende år reduceres a med 2,2 pct. om året, da kalibreringen finder, at netop denne sats giver en 2017-kvotepris på 40 kr. pr. ton. Med denne kalibreringsmetode, hvor der antages en konstant reduktionssats alle år, er der ikke frihedsgrader til at ændre i antagelserne, så modellen giver større udledninger inden 2030.

En mulig, alternativ kalibreringsmetode opererer med en lav reduktionssats før 2030 og en højere reduktionssats efter 2030. Matematisk kan det beskrives således:

$$a_t = \begin{cases} a_{t-1}(1 - z) & \text{for } t \leq 2030 \\ a_{t-1}(1 - x \cdot z) & \text{for } t > 2030, \end{cases}$$

hvor z er reduktionssatsen til og med 2030, mens x angiver, hvor meget satsen øges efter 2030. z afhænger af x og kalibreres, så 2017-kvotepris stadig ender på 40 kr. pr. ton. Den nuværende kalibrering svarer til $x = 1$. Udviklingen i a for forskellige værdier af x er vist i figur 14, og figuren illustrerer, at a er højere på kort sigt, jo større x er, men til gengæld lavere på langt sigt.

Klimarådet.



Figur 14 Udvikling i parameteren a ved forskellige kalibreringsmetoder

Kilde: Egne beregninger.

Klimarådets simulationsmodel har beregnet konsekvenserne i scenarie 1 af de forskellige kalibreringsmetoder vist i figur 14. Tabel 7 viser, hvordan udledningerne reduceres frem til 2030 og videre til 2050. I alle fire tilfælde skal reduktionshastigheden øges efter 2030, hvis udledningerne skal holde sig inden for det samlede kvoteloft. Denne øgning er kraftigere, jo større x er. Man kan stille spørgsmålstejn ved, om det er realistisk, at reduktionen skal øges så meget, som fx $x = 6$ tilsiger, men hvis man fx tror på teknologiske kvantespring efter 2030, bør man vælge et højt x . Det er dog yderst usikkert at spå om sådanne kvantespring, hvorfor Klimarådet finder, at $x = 1$ er den mest naturlige antagelse. Til sammenligning har EU's referencescenarie et fald i reduktionerne indtil 2030, som ca. svarer til $x = 2$, om end dette scenaries udledninger i udgangsåret 2017 er væsentligt over Klimarådets.

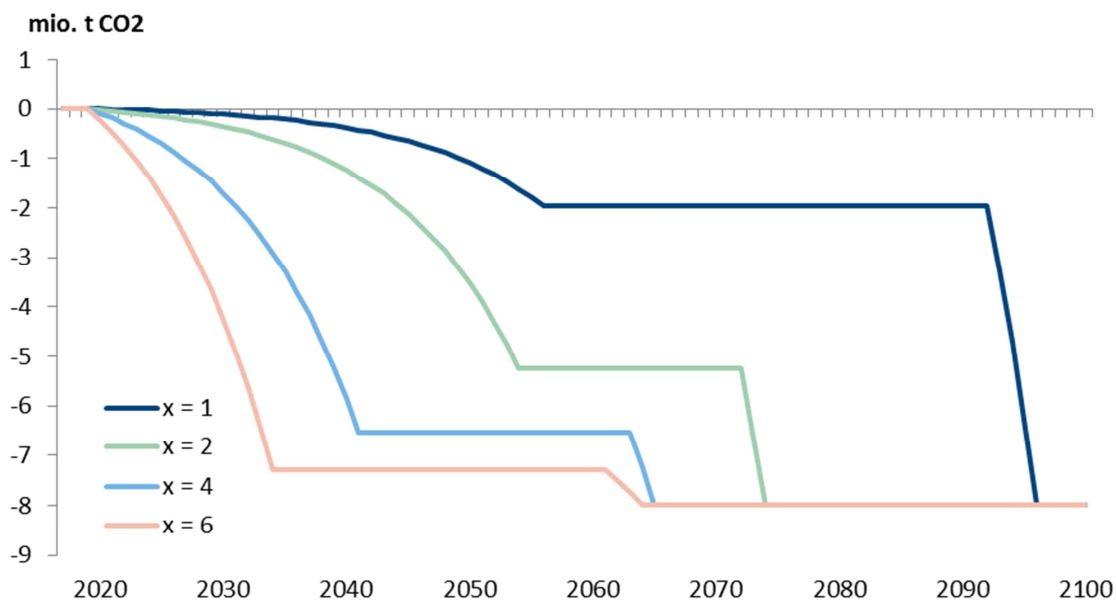
	$x = 1$	$x = 2$	$x = 4$	$x = 6$
2017-2030	2,52 pct.	1,64 pct.	1,07 pct.	0,91 pct.
2030-2050	4,36 pct.	5,03 pct.	5,70 pct.	5,77 pct.

Tabel 8 Årlig reduktion i CO₂-udledningen ved forskellige kalibreringsmetoder, scenarie 1

Kilde: Egne beregninger.

Næste spørgsmål er, hvordan værdien af x påvirker effekten af klimapolitiske tiltag. Figur 15 viser den akkumulerede udledningsændring ved en kvoteannullering. Figurens mørkeblå kurve for $x = 1$ er identisk med den stiplede kurve i figur 10. Det fremgår af figuren, at effekten af en kvoteannullering stadig først kommer et stykke ude i fremtiden, men at effekten kommer før, jo højere x er. Fx er udledningerne til og med 2030 faldet med 0,11 mio. ton ved $x = 1$, 0,36 mio. ton ved $x = 2$, 1,70 mio. ton ved $x = 4$ og 4,25 mio. ton ved $x = 6$. Forskellen skabes især af, at kvoteloftet binder tidligere ved højere x . Samtidig hober færre kvoter op i MSR, hvorfor året, hvor den sidste kvote forlader MSR, fremskyndes.

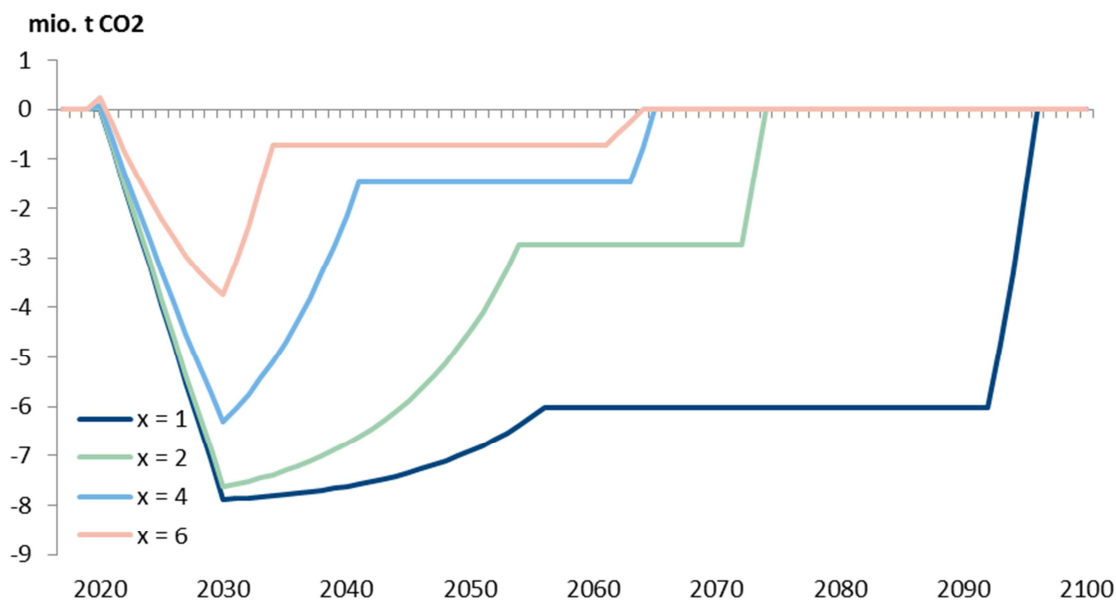
Klimarådet.



Figur 15 Udledningsændring ved annullering af 8 mio. kvoter fra 2021 til 2030 ved forskellige kalibreringsmetoder, scenarie 1

Kilde: Egne beregninger.

Figur 16 viser den samme effekt for udbygning med vedvarende energi. Den mørkeblå kurve for $x = 1$ er identisk med den stiplede kurve i figur 7. Effekten er modsat virkningen af kvoteannulleringen. Det vil sige, at klimaeffekten af udbygningen udfases hurtigere, jo større x er.



Figur 16 Udledningsændring ved udbygning med vedvarende energi, der fortrænger 8 mio. ton CO₂ fra 2021 til 2030 ved forskellige kalibreringsmetoder, scenarie 1

Kilde: Egne beregninger.

Klimarådet.

Første knæk på kurverne efter 2030 i figur 15 og 16 sker, når kvoteloftet binder første gang. Andet knæk sker, når de sidste kvoter forlader MSR. Disse årstal er oplistet i tabel 8 sammen med den maksimale størrelse af MSR. Det ses, at MSR holdes under 4 mia. ton, når x er større eller lig 2.

	$x = 1$	$x = 2$	$x = 4$	$x = 6$
Maksimal MSR-beholdning (mio. ton)	5.246	3.905	3.513	3.371
År hvor sidste kvote forlader MSR	2095	2073	2064	2063
År hvor kvoteloftet binder	2056	2054	2041	2034

Tabel 9 Maksimal MSR-beholdning og vigtige årstal ved forskellige kalibreringsmetoder, scenarie 1

Kilde: Egne beregninger.

Samlet viser overvejelserne her, at større udledninger inden 2030 betyder, at et tiltag som kvoteannullering får større effekt på udledningerne på kort sigt, mens effekten af udbygning med vedvarende energi bliver mindre. Det fremgår netop af figur 15 og 16, at jo højere udledningen er frem mod 2030, jo større effekt har kvoteannullering.

Hvis x sættes til 2, har en kvoteannullering stadig en meget lille effekt frem mod 2030 på kun 0,36 mio. ton CO₂, men i 2050 er det tæt på halvdelen af den oprindelige annullering på 8 mio. ton, der har materialiseret sig i lavere udledning. Ved $x = 6$ har kvoteannullering rent faktisk den største akkumulerede effekt i 2030 af de to, idet tallet er 4,25 mio. ton CO₂ ved kvoteannullering mod 3,75 ved udbygning med vedvarende energi. Et højt x kræver dog et forventet teknologisk kvantespring efter 2030, hvilket efter Klimarådets opfattelse er for usikkert til at tage med i et basisscenarie. Derfor finder Klimarådet det mest realistisk at fastholde en kalibrering, hvor efterspørgslens niveauparameter reduceres med samme sats i alle år fremover. Som vist i tabel 5 indebærer denne antagelse, at hastigheden i CO₂-reduktionerne skal stige til tæt ved det dobbelte efter 2030, hvilket i sig selv kan blive en udfordring.

Konsekvenser af lavere krævet afkast

I Klimarådets simulationsmodel antages, at investorer, der holder kvoter med henblik på senere salg, kræver et årligt afkast på mindst 10 pct. Dette afkast kan måske synes højt, hvis man sammenligner med en normal aktieportefølje, men afspejler den store usikkerhed ved investeringer i kvotemarkedet. I det følgende undersøges dog, hvad konsekvenserne bliver, hvis afkastkravet sænkes til 8 pct.

Ved et lavere afkastkrav stiger kvoteprisen langsommere. Det betyder i første omgang, at fremtidige kvotepriser reduceres, og dermed stiger de fremtidige udledninger. For at efterspørgslen efter kvoter stadig er lig det konstante udbud af kvoter set over kvotesystemets levetid, må kvoteprisen i dag stige, indtil der igen er balance på kvotemarkedet. Et lavere afkast betyder derfor, at modellen skal kalibreres på ny, så kvoteprisen i 2017 forbliver på 40 kr. pr. ton. Det gøres i modellen ved at øge den hastighed, hvormed efterspørgslen efter kvoter aftrappes. Denne aftrapning er forklaret i appendiks A. Tabel 10 viser den akkumulerede ændring i udledningerne fra i dag til og med 2030, 2050 og 2100 og er direkte sammenlignelig med resultaterne med et afkastkrav på 10 pct. som vist i tabel 1.

<i>mio. ton CO₂</i>	2030	2050	2100
Kvotearnullering	-0,04	-0,28	-0,58
Udbygning med vedvarende energi	-7,96	-7,72	-7,42

Tabel 10 Akkumuleret udledningsændring fra i dag til og med 2030, 2050 og 2100, scenarie 1 med krævet afkast på 8 pct.

Anm.: Et negativt tal refererer til en reduktion i udledningerne. Tabellen viser resultaterne af en simulering, hvor der annulleres 0,8 mio. kvoter i hvert af årene 2021-2030 eller udbygges med vedvarende energi i kvotesektoren, så der umiddelbart fortrænges 0,8 mio. ton CO₂ i hvert af årene i samme periode.

Kilde: Egne beregninger.

Den akkumulerede udledningsreduktion i 2030 ved en kvotearnullering reduceres fra 0,11 til 0,04 mio. ton CO₂, mens tallet i 2050 ændres fra 1,09 til 0,28 mio. ton. På det korte og det mellemlange sigt mindskes effekten af annulleringen dermed en smule. Som altid er udbygning med vedvarende energi et spejlbillede af kvotearnulleringen, hvorfor udbygningen får lidt større effekt.

På det lange sigt i 2100 sker en betydelig ændring i forhold til et afkastkrav på 10 pct. Med 10 pct. giver kvotearnullering fuld effekt med en reduktion på 8 mio. ton i 2100. Men med 8 pct. er efterspørgslen efter kvoter så lav på langt sigt, at der opbygges et permanent overskud af kvoter, som aldrig bliver brugt – præcis som i tabel 2. Grunden til dette er, efterspørgslen efter kvoter reduceres gennem kalibrering, når afkastkravet sænkes, og det giver den meget lave kvoteefterspørgsel på langt sigt. Dermed giver en annullering af 8 mio. kvoter kun en udledningsreduktion på 0,58 mio. ton, mens udbygning med vedvarende energi, der umiddelbart fortrænger 8 mio. ton CO₂, alt i alt sænker udledninger med 7,42 mio. ton. Dette viser, at et lavere afkastkrav forstærker analysens konklusioner om, at en udbygning med vedvarende energi har en større klimaeffekt end en tilsvarende kvotearnullering.

Størst effekt har afkastkravet på kvoteprisen. Ved 10 pct. når kvoteprisen et maksimalt niveau på over 1.800 kr. pr. ton, hvilket reduceres til lidt over 1.000 kr. pr. ton ved et afkastkrav på 8 pct.

