

Københavns Kommune

Kvantificering af de planetære grænser

”forsuring af havet” og ”kemisk forurening”

Introduktion

Kvantificering af de planetære grænser ”forsuring af havet” og ”kemisk forurening”

Projektet *Kvantificering af de planetære grænser ”forsuring af havet” og ”kemisk forurening”* er blevet udarbejdet på baggrund af Københavns Kommunes ønske om at kvantificere yderligere planetære grænser udover de planetære grænser som allerede er kvantificeret i Københavns Doughnut 2024.

Rambøll takker for mulighed for at udarbejde dette projekt for teknik- og miljøforvaltningen samt økonomiforvaltningen i Københavns Kommune.

Projektet er udarbejdet af

Pernille Krogh Ohms, Specialist, Ph.d., Rambøll

Lise Horup Koch-Søfeldt, Specialist, Ph.d., Rambøll

Andreas Qvist Secher, Projektleder, ekstern konsulent for Rambøll

For kyndig sparring takker vi

Anders Bjørn, Assistant Professor, DTU Sustain

Martha Lewis, Head of Materials, Henning Larsen Arkitekter

Introduktion

Kvantificering af de planetære grænser ”forsuring af havet” og ”kemisk forurening”

Københavns Doughnutmodel - eksternt bilag til fastsættelse af grænseværdier og indikatorer for mangfoldige dimensioner i statusrapport 2025

Københavns Kommune har i perioden 2023-2024 udarbejdet en statusrapport i et Doughnut-model for København. Den planlægger grænser i forhold til de ni planetære grænser (dimensioner) og de ni menneskelige behov (dimensioner) for 2025 udvalgte indikatorer og 6 ud af 9 planetære grænser (dimensioner).

- Klimaforandringer
- Biodiversitet
- Aciditet i havet
- Udsyrelse af kvælstof (N) og fosfor (P)
- Udsyrelse af ferskvand ("fisk" værd)
- Luftforurening (partikler mv.)

I en ny statusrapport for 2025 ønsker Københavns Kommune at udvide analysen og inkludere flere af de ni planetære grænser (dimensioner), som ændrer sig i "Doughnut" og "Kvælstof" for byens 6 grænser.

Beskrivelse af opgaven

De planlægger grænser for byens 6 grænser i forhold til 6 indikatorer for "Earth system science" og i forhold til 6 indikatorer i verdensborgerskabets 6 indikatorer. Den seneste data er angivet i statusrapport 2023 og vil blive brugt til at fastsætte grænser for 2025. Den seneste data er angivet i statusrapport 2023 og vil blive brugt til at fastsætte grænser for 2025. Den seneste data er angivet i statusrapport 2023 og vil blive brugt til at fastsætte grænser for 2025.

Bilag

- Bilag 1 Oversigt politisk behandling
- Bilag 2 Københavns Doughnut 2024
- Bilag 3 BR medlemsforslag
- Bilag 4 BR og ØU-drøftelse af Københavns Doughnut 2024
- Bilag 5 Planetære grænser i København
- Bilag 6 Løsningsbehov i socialt fundament

Data	1990	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Mio. ton CO ₂ (GAZ2)	78	86	81	81	86	92	96	93
Mio. ton CO ₂ (GAZ2)	80	88	83	83	88	93	97	93
DK CO ₂ per capita (1. jan.)	5,135,409	5,146,409	5,162,115	5,180,614	5,196,642	5,115,718	5,251,627	5,275,121
Ton CO ₂ per capita i Danmark	10	17	16	16	17	18	19	18

DK CO₂ pr. indbygger i København

Ton CO₂ per capita i København

DK carbon budget 1,5° C (67% likelihood)

Forbrugsbaserede CO₂ udledninger pr. indbygger i Danmark og i København

Ton CO₂ per capita

- I forbindelse med en ny statusrapport for Københavns Kommunes Doughnut-model er Teknik- og Miljøforvaltningen i gang med at kvantificeret Københavns Kommunes påvirkning på de Planetære Grænser.
- Teknik- og Miljøforvaltningen har i samarbejde med Økonomiforvaltningen allerede kvantificeret fem ud af de ni Planetære Grænser i statusrapporten Københavns Doughnut 2024. I en ny statusrapport for 2025 ønsker Københavns Kommune at udvide analysen og inkludere flere af de planetære grænser (dimensioner) som er; 1) Kemisk forurening og 2) Forsuring af havet. Det er usikkert om de to resterende planetære grænser 3) Ozon-nedbrydende stoffer, og 4) Grønt ferskvand bliver en del af den nyeste statusrapport.
- Rambøll er blevet bedt om, på baggrund af en ”pragmatisk tilgang”, at prioritere og kvantificere 1) kemisk forurening og 2) forsuring af havet.
- Københavns Kommune anlægger i statusrapporterne en pragmatisk tilgang, hvor der ikke er en entydig sammenhæng mellem de forskningsbaserede resultater og valget af indikatorer for Københavns Kommune. I nogle tilfælde er lokale indikatorer for Københavns Kommune udvalgt, fordi data er tilgængelige, eller fordi der findes kommunalpolitiske målsætninger – se nærmere i vores overordnede analyse på side xx og beskrivelse som fremgår i *Bilag 4 BR og ØU-drøftelse af Københavns Doughnut 2024*.
- Rambøll har fået tilsendt projektbeskrivelse, Københavns Doughnut 2024, excel-ark med bagvedliggende beregninger for eksisterende planetære grænser.

Fremgangsmåde og metode

Fremgangsmåde for opgaveløsning

Step 1

Opstart og grundlag for analyse



- Opstartsmøde mellem TMF og Rambøll
- Granske eksisterende Københavns Kommune beregninger og metoder
- Q&A mellem Rambøll og TMF
- Litteratursøgning; allokering & de planetære grænser

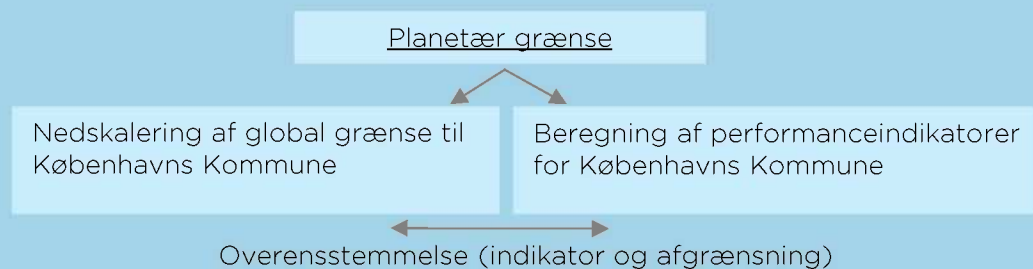
Step 2

Interviews, metode og analyse



Interviews med 1-2 eksperter på de udvalgte planetære grænser og allokeringsprincipper.

Metodisk vil vi gå til opgaven med to sammenhængende og parallelle spor som er hhv. nedskalering af globale planetære grænser samt identificering og beregning af performanceindikatorer for Københavns Kommune. Det er afgørende at der er overensstemmelse mellem den definerede grænse og hvad der er muligt at måle på i Københavns Kommune kontekst. Der fastsættes planetære grænseværdier og tilvejebringes indikatorer (gerne i en tidsserie) for 1) kemisk forurening, 2) forsurening af havet



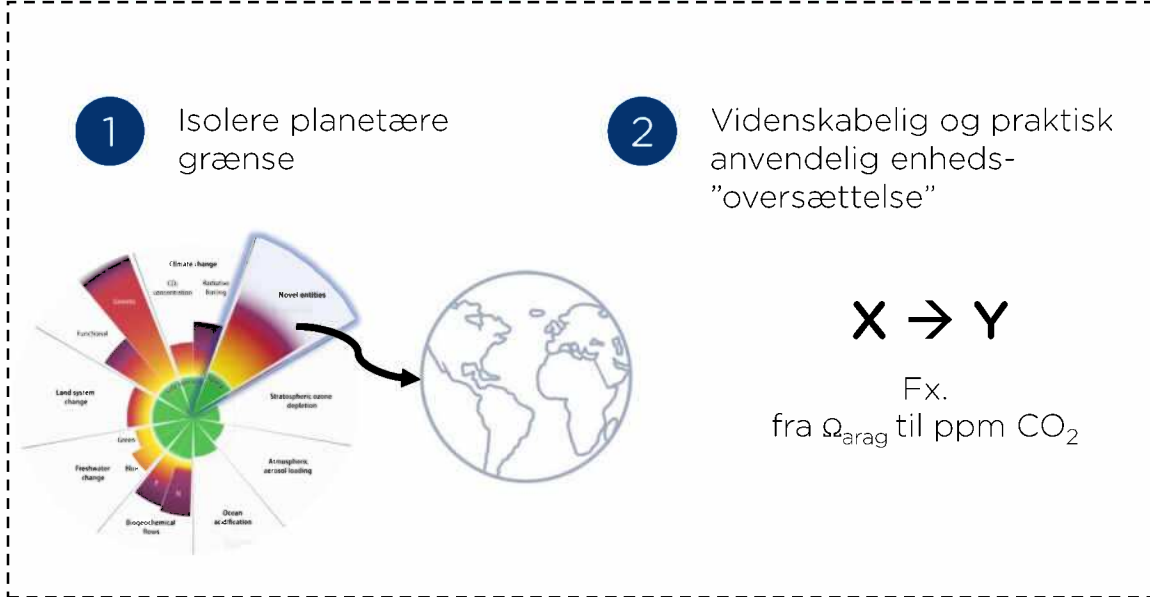
Del 3

Resultater og anbefalinger

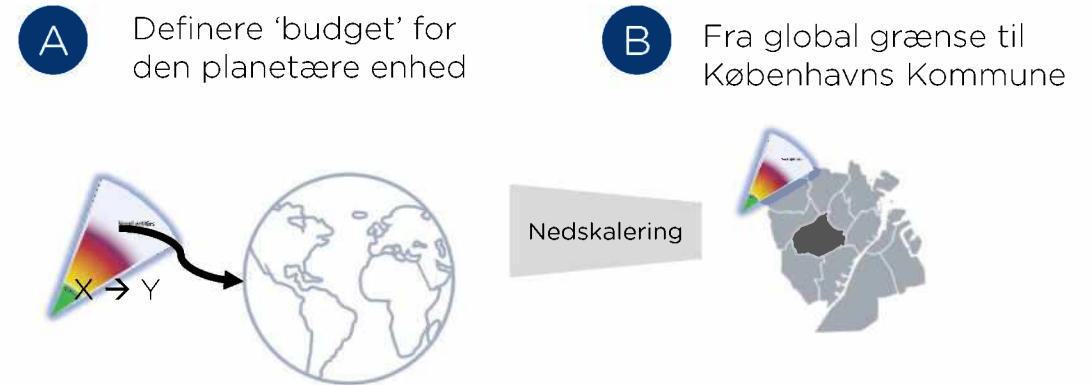


- Overleveringsmøde inden færdiggørelse af leverancer
- Leverance 1: Beregninger i Excel-ark
- Leverance 2: Udarbejdelse af selvstændig notat med metode, resultater og anbefalinger (*indeværende notat*)

Konkretisering af den planetære grænse



Definere grænseværdi



København Kommunes påvirkninger



Gap?



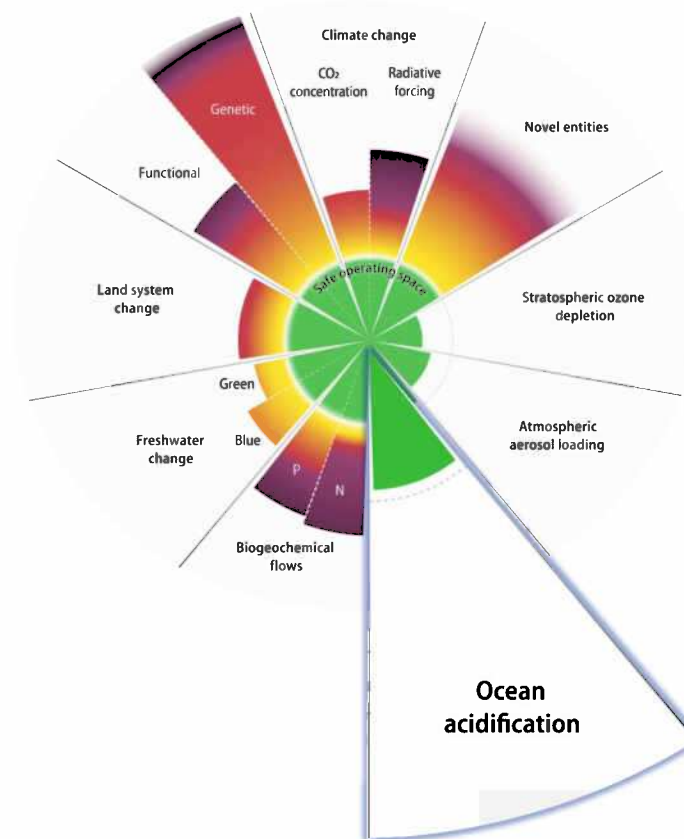
Resultater

Forsuring af havet

Beskrivelse

Den planetære grænse for forsuring i havet er baseret på måling af calciumcarbonat (aragonite) mætning af havet (Ω_{arag}). Videnskabelige studier viser klar sammenhæng med calciumcarbonat mætning i havet og atmosfærisk CO_2 koncentration målt i PPM (parts per million). Den atmosfæriske CO_2 koncentration målt i PPM hænger sammen med hvor meget CO_2 der udledes fra menneskelige aktiviteter. Det bemærkes, at her alene ses på CO_2 udledning og ikke den samlede udledning af drivhusgasser, som måles i CO_2 -ækvivalenter. Derfor kan der laves en direkte sammenhæng mellem CO_2 udledning til grænsen for calciumcarbonat mætning i havet på $2,75 \Omega_{\text{arag}}$. Nærmere metodisk forklaring kan aflæses i de næste slides.

Til opgørelse af territorial CO_2 -udledning i København anvendes Danmarks nationale regnskab, dvs. det antages at en gennemsnitlig indbygger i København svarer til en gennemsnitlig indbygger i Danmark. For den forbrugsbaserede udledning er der anvendt beregninger for en gennemsnitlig indbygger i Danmark.



Forsuring af havet

Beskrivelse af den metodiske fremgangsmåde

INDIKATOR

PB definition:

Calciumcarbonat (aragonite) mætning af havet (Ω_{arag})

Vores oversættelse:

CO₂ koncentration i atmosfæren (PPM)

GRÆNSE

PB grænse:

2.75 Ω_{arag} (= 450 PPM, McNeil and Matear, 2008)

Fastsat grænse:

445 PPM => Udledning af CO₂



National environmental limits and footprints based on the Planetary Boundaries framework: The case of Switzerland

Illy Durovic, Pascal Peduzzi, Damien Friot

^aUniversity of Geneva, Institute for Environmental Sciences, 1000 Geneva 14, Switzerland
^bUniversity of Geneva, Institute for Environmental Sciences, Environmental Footprints and Footprints Indicators, 1000 Geneva 14, Switzerland
^cUnited Nations Environment Programme, Geneva Division, 12, rue des Nations, 1203/1204, Switzerland
^dSwiss Federal Environmental Agency, 1000 Bern, Switzerland

ARTICLE INFO

Keywords:
Planetary boundaries
Carbon footprint
National footprint
Sustainability

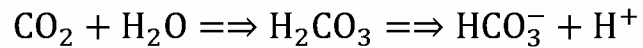
ABSTRACT

The Planetary Boundaries concept is a recent scientific framework, which identifies a set of nine biophysical limits of the Earth system that should be respected in order to maintain conditions favorable to human development. Crossing the regional limits would lead to drastic changes to human society by disrupting some of the ecological functions that underpin the current socio-economic system. In a contribution to the international literature, and using the case of Switzerland, this study proposes a methodology to apply the Planetary Boundaries concept on the national level. Taking such an approach allows to assess the environmental sustainability of the socio-economic activities in a comprehensive way. The methodology of a country on a long-term global perspective, assuming that past, current and future populations on Earth have similar rights to natural resources. The performance of countries is evaluated by comparing the country limits with their environmental footprint according to a consumption-based perspective. An approach was developed to: (i) define the Planetary Boundaries and understand which limits can effectively be currently quantified; (ii) identify related socio-economic indicators for which both country limits and footprint can be compared; (iii) compute values for limits, footprint and performance on global and country levels; and (iv) suggest priorities for action based on the assessment of global and national performance. It was found that Switzerland should, as a priority, act on its footprint related to Climate Change, Ocean Acidification, Biosphere Loss and Nitrogen Loss. The methodology developed herein can be applied to the analysis of other countries or territories, as well as extended to analyze specific economic sectors.

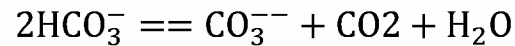
UDLEDT CO₂ OPTAGES I HAVET

Af al CO₂ udledt bliver 43% (+2%) i atmosfæren og bidrager til klimaforandringer, 29% bliver lagret i skov og jord, 28% (+5%) bliver optaget i havet (Stocker et al. 2013).

CO₂ reagerer med H₂O og bliver til kulsyre (H₂CO₃), der skilles i H⁺-ioner og bicarbonat HCO₃⁻.



Når der udledes mere CO₂ vippes den kemiske ligevægt nedenfor til venstre, så koncentrationen af CO₃²⁻ ioner falder. Under en vis grænse af carbonat-ioner (CO₃²⁻) kan fx koraller ikke lave deres eksoskelet, der består af kalk.



Forsuring af havet

Beskrivelse af den metodiske fremgangsmåde

INDIKATOR

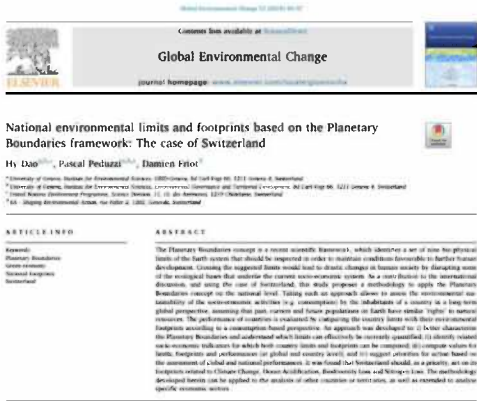
PB definition:
Calciumcarbonat (aragonite) mætning af havet (Ω_{arag})

Vores oversættelse:
CO₂ koncentration i atmosfæren (PPM)

GRÆNSE

PB grænse:
2.75 Ω_{arag} (= 450 PPM, McNeil and Matear, 2008)

Fastsat grænse:
445 PPM => Uddledning af CO₂



Udgangspunkt: 1990 (jf. Dao et al. 2018)

Atmosfærisk CO₂-koncentration: 353,8 PPM (NASA)

År der undersøges: Fx 2023

Atmosfærisk CO₂-koncentration: 419,1 PPM (NASA)

Atmosfærisk CO₂-koncentration stigning siden 1990: 419,1 – 353,8 = 65,3 PPM

Udledt CO₂ siden 1990 globalt: 1043,3 GtCO₂ (EDGAR*, 2022)

Regnestykke:

CO₂ udledt pr. PPM stigning i atmosfæren:

1990-2023: 1043,3 GtCO₂ / 65,3 PPM = 16,0 GtCO₂/PPM

Dvs. for hver 16 GtCO₂ vi udleder, stiger koncentrationen med 1 PPM.

Tilbageværende budget (i 2023):

445 PPM – 419,1 PPM = 25,9 PPM

25,9 PPM x 16 GtCO₂/PPM = 413,8 GtCO₂

413,8 Gt CO₂ skal deles mellem mennesker/nationer.

Forsuring af havet

Beskrivelse af den metodiske fremgangsmåde

INDIKATOR

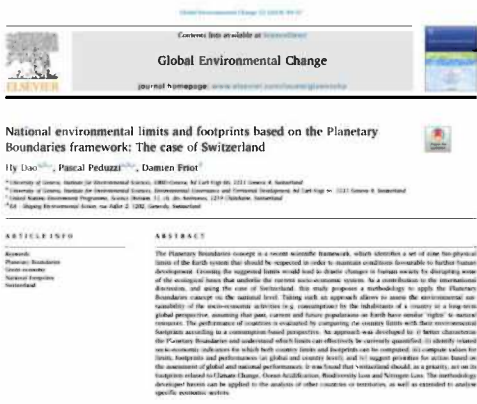
PB definition:
Calciumcarbonat (aragonite) mætning af havet (Ω_{arag})

Vores oversættelse:
CO₂ koncentration i atmosfæren (PPM)

GRÆNSE

PB grænse:
2.75 Ω_{arag} (= 450 PPM, McNeil and Matear, 2008)

Fastsat grænse:
445 PPM => Udledning af CO₂



Tilbageværende CO₂ budget fordeles mellem mennesker/nationer.

Antaget fordelt ligeligt mellem alle jordens indbyggere (et equal per capita-fordelingsprincip).

Budget i 2023 på 413,8 Gt CO₂ fordeles mellem gennemsnitlig global befolkning fra 2023-2050 (FN fremskrivning)

= 46,4 t CO₂ der skal fordeles over 2023-2050.

= 1,72 t CO₂

Anvendes som grænse (konstant).

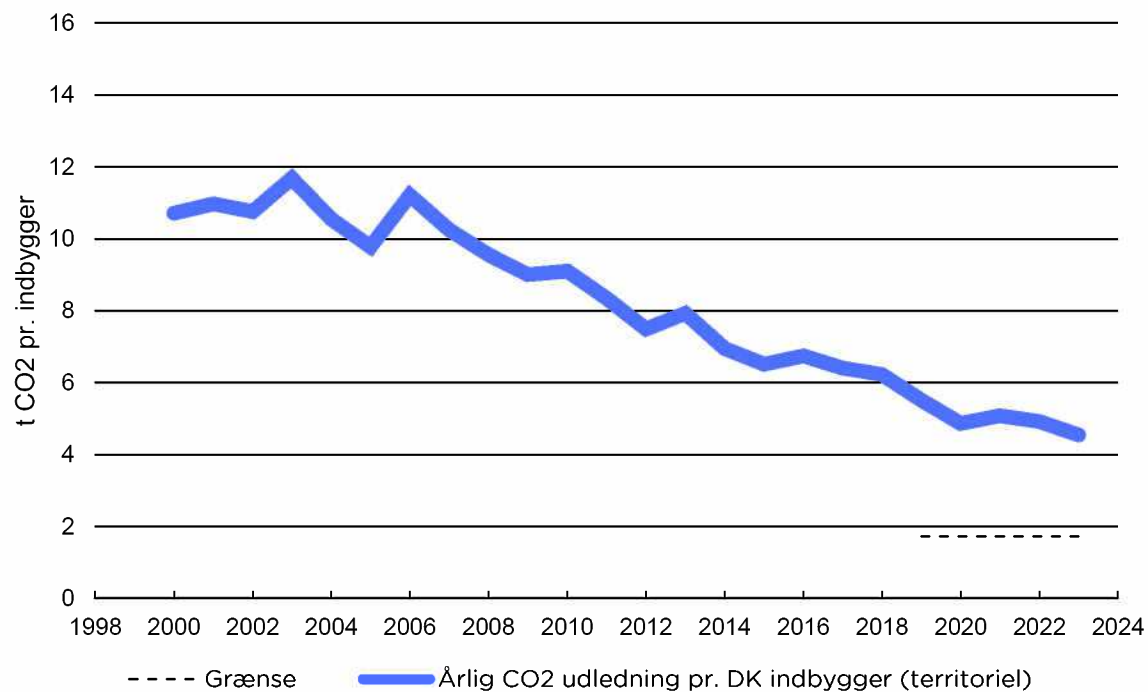
Data for historiske udledninger

Til opgørelse af territoriell CO₂-udledning i København anvendes Danmarks nationale regnskab, dvs. det antages at en gennemsnitlig indbygger i København svarer til en gennemsnitlig indbygger i Danmark. For den forbrugsbaserede udledning er der anvendt beregninger for en gennemsnitlig indbygger i Danmark baseret på en international MRIO-model (multi-regional input-output model). Data for den forbrugsbaserede udledning af CO₂ er baseret på EXIOBASE 3 (Stadler et al. 2019) og afspejler værdier pr. indbygger i Danmark.

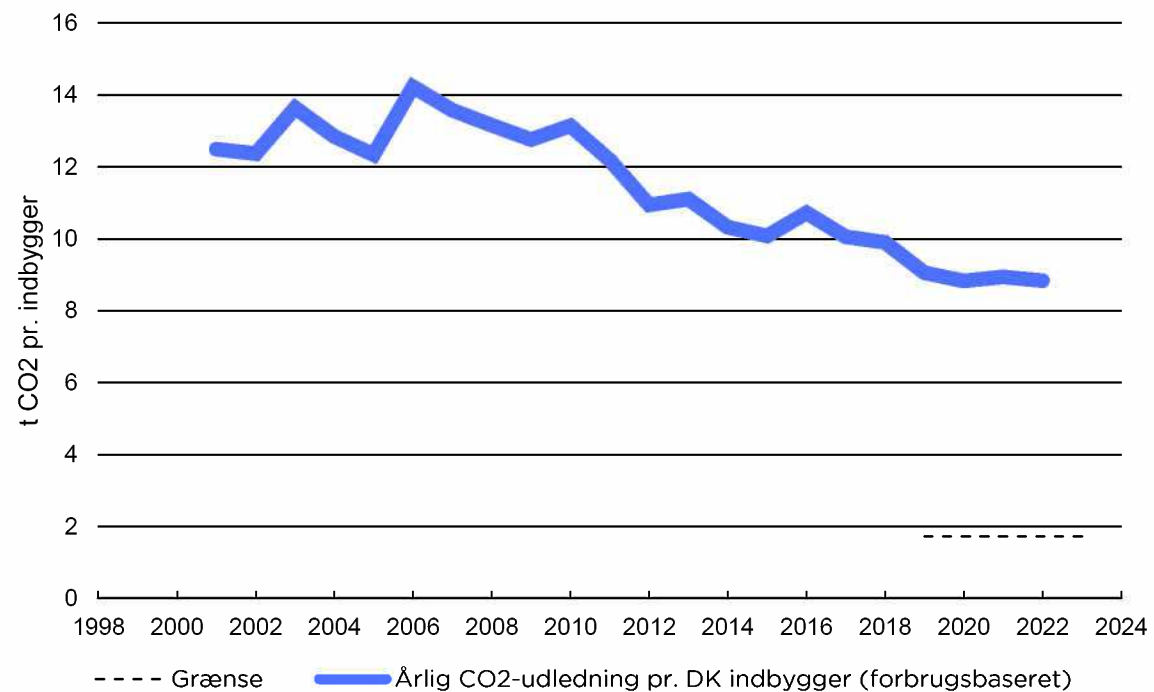
Forsuring af havet

Resultater

Territorielle CO2-udledninger pr. indbygger



Forbrugsbaserede CO2-udledninger pr. indbygger



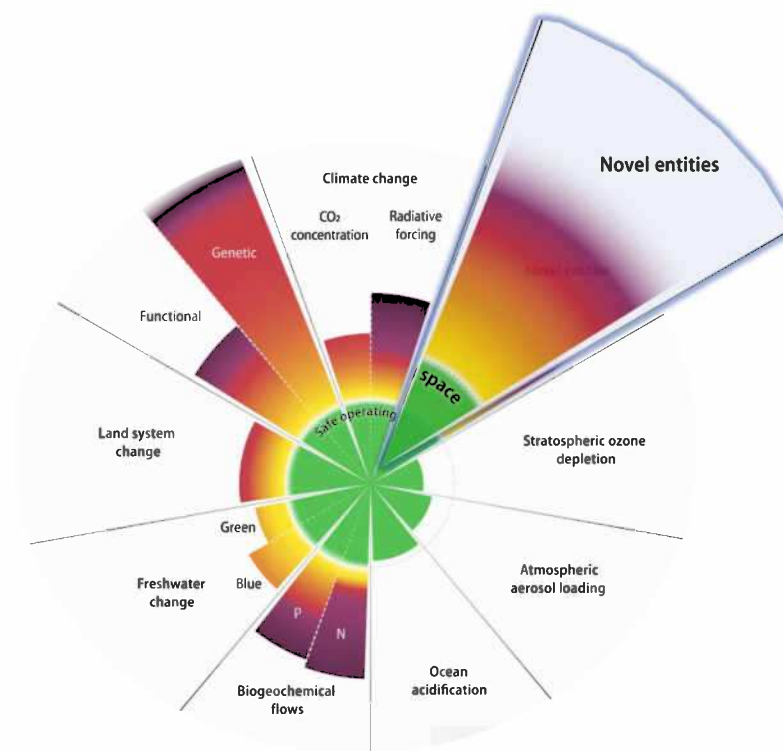
Kemisk forurening

Beskrivelse

Den planetære grænse for kemisk forurening er målt i en andel (%) af syntetiske kemikalier udledt til miljøet uden tilstrækkelig testning. Det har endnu ikke været muligt globalt at kvantificere denne størrelse, men grænsen er defineret som 0% og anset som overskredet. Det vil sige at al udledning af syntetiske kemikalier, som vi ikke er sikre på om er skadelige for miljøet (og mennesker) er uacceptabelt. Den planetære grænse for kemisk forurening omfatter alle syntetiske kemikalier, dvs. også mikroplastik og GMO'er.

Eftersom målingen af den planetære grænse ikke er mulig, anvendes en pragmatisk tilgang til måling som læner sig op ad denne planetære grænse. Hvis den planetære grænse er sat ved nul udledning af kemikalier uden tilstrækkelig testning, så må anvendelsen af kemikalier som vi ved eller har en mistanke om er særligt problematiske også være uacceptabel, og dermed bør anvendelsen af disse kemikalier være nul.

Til måling af anvendelse af kemikalier som vi ved eller har mistanke om er problematiske er der taget udgangspunkt i dansk anvendelse af kemikalier gennem forskellige lister. Nærmere metodisk forklaring kan aflæses i de næste slides.



Kemisk forurening

Beskrivelse af den metodiske fremgangsmåde

INDIKATOR

PB definition:

"Udledning af syntetiske kemikalier uden tilstrækkelig testning"

Vores oversættelse:

"Anvendelse af stoffer, som er [påvist skadelige](#) for mennesker og/eller miljøet"

GRÆNSE

PB grænse:

0%

Vores grænse:

0 ton

DATA



SPIN-databasen

"Stoffer fra det danske produktregister som indgår i produkter, der er anmeldt til erhvervsmæssigt brug i Danmark. Produktoplysningerne stammer fra danske producenter og importører som markedsfører produkter i Danmark"

=> Mængde af stoffer anmeldt til brug i Danmark i tons (2000-2022)

HVILKE ER [PÅVIST SKADELIGE](#)?

ECHA's Authorization List (Annex XIV):

European Chemicals Agency

- 140 stoffer
- Godkendelsespligtige hos ECHA
- Kræftfremkaldende, mutagene, reproduktionsskadende, evighedskemikalier, bioakkumulerende, og giftige.

ECHA's kandidatliste (Article 59 i REACH-forordningen):

- "Substances of very high concern", SVHC, særligt problematiske stoffer
- Skridtet før Authorization List
- 487 stoffer
- Kræftfremkaldende, mutagene, reproduktionsskadende, evighedskemikalier, bioakkumulerende, og giftige.

EU Taksonomiens kriterie for "do no significant harm" på "Pollution Prevention and Control" (Appendix C)

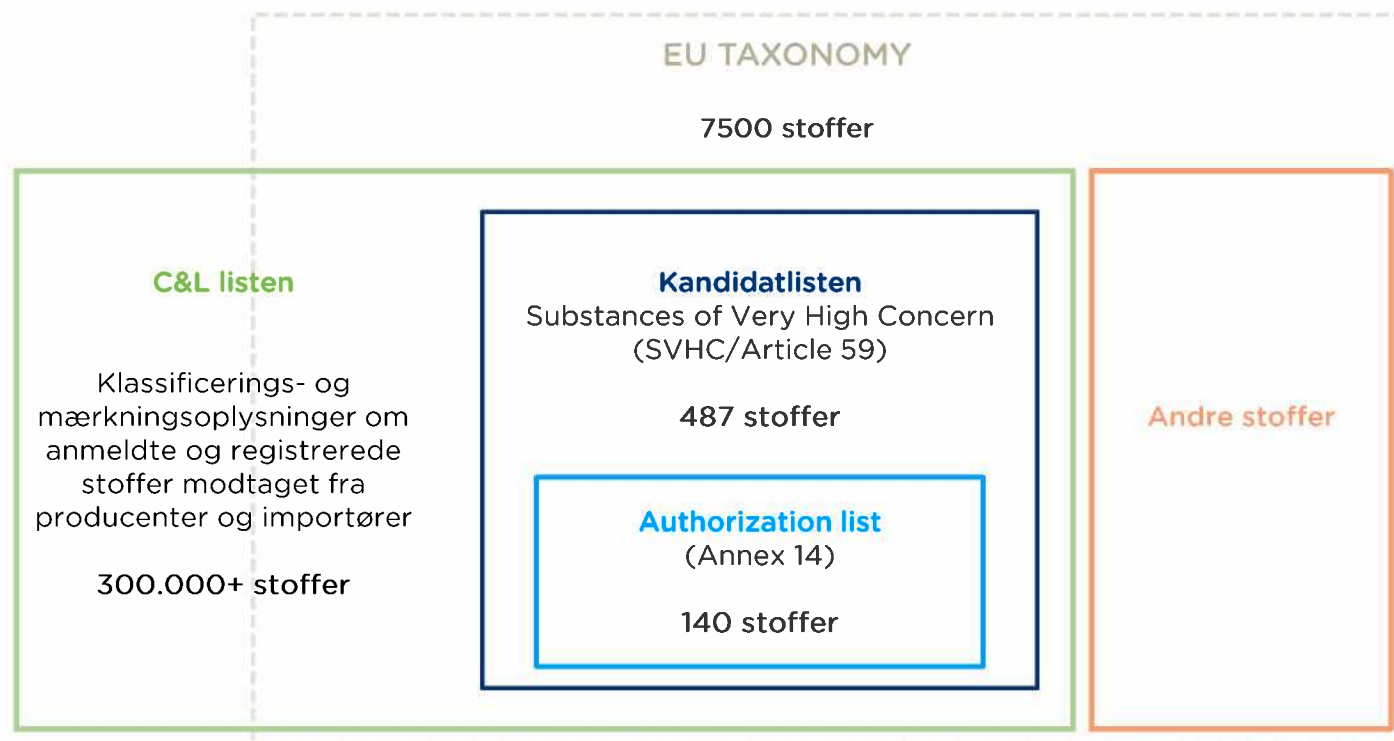
- "Must not lead to the manufacture, placing on the market or use of..."
- Seks punkter/lister med stoffer, heriblandt Annex XIV, og SVHC'erne
- 300,000+ stoffer
- Kan være meget skadelige eller blot mistænkt skadelige

Data for Københavns Kommunes historik

- Antaget gennemsnit anvendelse i DK tilsvarende KK gennemsnit
- Data fra SPIN-databasen

Kemisk forurening

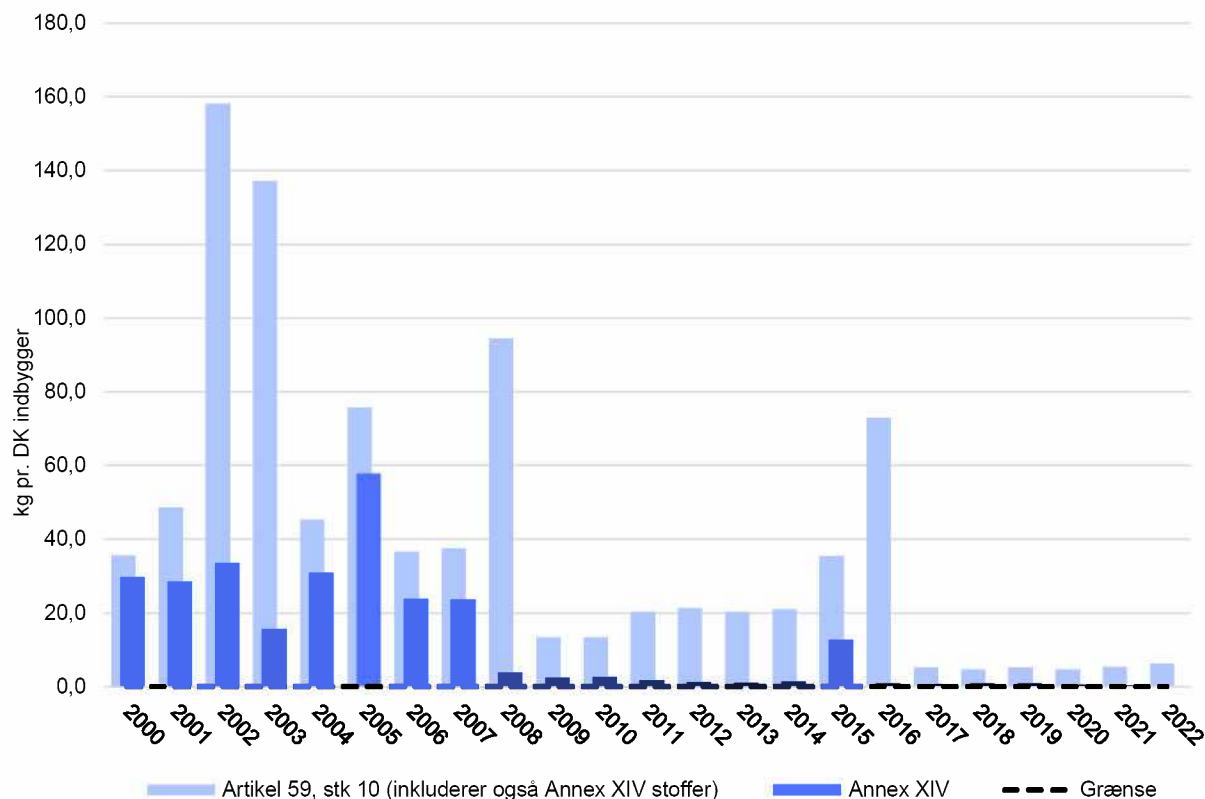
Beskrivelse af den metodiske fremgangsmåde



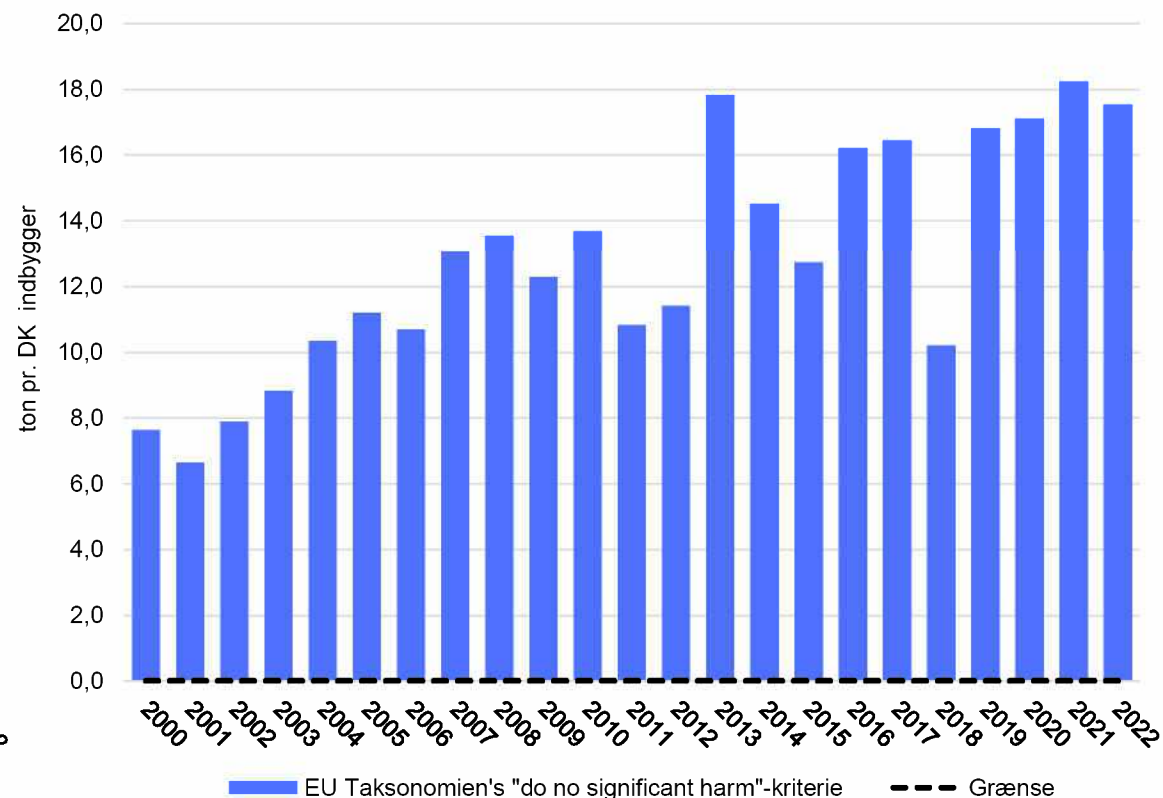
Kemisk forurening

Beskrivelse af den metodiske fremgangsmåde

Anvendelse af særligt problematiske stoffer jf. Annex XIV og Artikel 59 stk. 10 i REACH



Anvendelse af mistænkt problematiske stoffer jf. EU Taksonomien's "do no significant harm"-kriterie



Datakilde er fra SPIN databasen. SPIN indeholder ikke data på fx mikroplastik og GMO'er som er omfattet af den planetære grænse. SPIN indeholder kemikalier, der er skadelige for mennesker (og/eller miljø), den planetære grænser er kun relateret til miljø.



Bemærkninger & Anbefalinger

Anbefalinger til videre arbejde med de planetære grænser i Københavns Kommune

I forbindelse med udarbejdelsen af beregninger og resultater på forsurening af havet og kemisk forurening er vi stødt på flere observationer og informationer, som vi ønsker at oversætte til anbefalinger til Københavns Kommunes arbejde med de planetære grænser.

1. Anbefalinger til styrkelse eller videre arbejde med forsurening af havet og kemisk forurening

- a) Kemisk forurening forholder sig i Rambølls resultater til både kemisk forening som skader miljø og mennesker (og forholder sig dermed til begge sider af doughnut-modellen), og det er muligt at skærpe listen til at fratrække de kemikalier som alene er problematiske for mennesker
- b) Beregningerne for forsurening af havet vil stå endnu stærkere såfremt København Kommune specificke (og ikke DK nedskaleret) data kunne trækkes ud for både territoriale og forbrugsbaserede data for CO₂ (alene CO₂ og ikke CO₂e)

2. Anbefalinger til arbejdet med de andre planetære grænser i Københavns Kommune

- a) Der er for flere forskellige grænseværdier (bl.a. klimaforandringer og forsurening) anvendt et konstant budget som grænseværdi. Dette ville kunne forbedres ved at tilpasse sådan at grænseværdiens størrelse afhænger af tidspunkt, for derved at demonstrere at budgettet bliver mindre for hvert år der ikke handles (dvs. en dynamisk grænseværdi) – se eksempel på dynamisk grænseværdi i bilag for forsurening af havet.
- b) For stort set alle de planetære grænser er tallene for Københavns Kommune baseret på dansk gennemsnit. Det bør derfor undersøges nærmere hvordan tallene kan blive mere lokalt repræsentative for Københavns Kommune.
- c) Det bør specificeres når der regnes med CO₂-ækvivalenter, især nu hvor forsurening opgøres i CO₂-emissioner (altså ikke inklusiv de andre drivhusgasser som udgør CO₂-ækvivalenter).
- d) Relateret til ovennævnte – det er i Doughnut 2024 ikke konsekvent ift. CO₂ og CO₂e . I fremsendte beregninger opgøres CO₂e for KK/DK forbrug, men bruger en grænse/budget som kun er CO₂. Vi forslår, at der fx bruges Rogelj et al. 2018 i stedet for.
- e) For den planetære grænse "Ozon-nedbrydende stoffer" anses den umiddelbart ikke for væsentlig at opgøre. Jf. data fra European Energy Agency viser det at der bliver fjernet eller eksporteret mere ODS (ozone-depleting substances) end importeret eller produceret*

3. Anbefalinger til videre arbejde med de planetære grænser i kontekst til Københavns Kommune

- a) Det bør defineres hvordan opgørelserne gøres operationelle og handlingsorienteret for alle planetære grænser
- b) Vi er blevet opmærksomme på at CONCITO og DTU arbejder på et lignende projekt med at udtrykke de planetære grænser i dansk kontekst. DTU har udvist interesse i at dele deres erfaringer, når både jeres/vores og deres arbejde er helt afsluttet og potentielt diskutere muligheden for at arbejde videre med et fælles større projekt.

Supplerende bemærkninger til de planetære grænser i Københavns Kommune

I forbindelse med udarbejdelsen af indikatorer for de to planetære grænser forsurening af havet og kemisk forurening har vi analyseret det eksisterende materiale på de andre planetære grænser udarbejdet af Københavns Kommune. Dette er gjort for at forstå hvordan målinger og grænser er opgjort, således at de to nye indikatorer læner sig op ad samme metodik.

Af oversigten ses derfor Rambølls overblik og vurdering af de eksisterende planetære grænser.

Planetære Grænse	Richardson et al. 2023	Steffen et al. 2015	Rockström et al. 2009	TMF enhed	TMF grænse	Geografisk kontekst	Allokeringsprincip anvendt	Kommentar
Climate change Klimaforandringer	PPM og Wm-2	PPM og Wm-2	PPM og Wm-2	kg CO2e	1.5C og 1.8C	KK	EPC	
Change in biosphere integrity Biosfærens integritet	E/MSY og HANPP	E/MSY og BII	E/MSY	BII og NPP	Som Richardson et al. 2023 og Steffen et al. 2015	DK	EPC	Kun målt på "intaktness" i form af BII og NPP. Ikke extinction rate
Biogeochemical flows Kvælstof og fosfor	Tg N pr år og Tg P pr år	Tg N pr år og Tg P pr år	Different from other two	Tg N pr år og Tg P pr år	Som Richardson et al. 2023	DK	EPC	
Land system change Arealanvendelse	%	%	% converted to cropland	EF udtrykt i jordkloder og gha		DK	EPC	
Atmospheric aerosol loading Luftforurening	Interhemispheric difference in AOD	AOD	-	µg/m3 PM2.5, PM10, NO2	Hhv. 5, 15 og 10	DK/KK	Ikke relevant	Meget meget langt fra den faktiske PB
Freshwater change (blue) Blåt ferskvand	%	km3 pr år	km3 pr år	m3	Som Steffen et al. 2015 og Rockström et al. 2009	DK	EPC	
Planetære Grænse	Richardson et al. 2023	Steffen et al. 2015	Rockström et al. 2009	Rambøll enhed	Rambøll grænse	Geografisk kontekst	Allokeringsprincip anvendt	Kommentar
Ocean acidification Forsuring af havet	Carbonate ion concentration omega_arag	Carbonate ion concentration omega_arag	Carbonate ion concentration omega_arag	CO2-koncentration i atmosfæren målt i PPM	445 PPM	DK	EPC	450 PPM svarer til den planetære grænse 2,75 omega_arag
Novel entities Kemisk forurening	% of synthetic chemicals released to the environment without adequate safety testing	-	-	Anvendelse af kemikalier der er mistænkt eller bevist skadelige målt i ton.	0 ton	DK	EPC	Her er inkluderet kemikalier der kun er skadelige for mennesker. OBS på om DK er repræsentativ for KK
Stratospheric ozone depletion Ozon-nedbrydende stoffer	O3 koncentration målt i DU	O3 koncentration målt i DU	O3 koncentration målt i DU	Ikke opgjort	Ikke opgjort	-	-	
Freshwater change (green) Grønt ferskvand	%	-	-	Ikke opgjort	Ikke opgjort	-	-	

Bright
ideas.
Sustainable
change.

RAMBOLL

Om dynamisk grænseværdi

Forsuring af havet

Beskrivelse af den metodiske fremgangsmåde

INDIKATOR

PB definition:

Calciumcarbonat (aragonite) mætning af havet (Ω_{arag})

Vores oversættelse:

CO2 koncentration i atmosfæren (PPM)

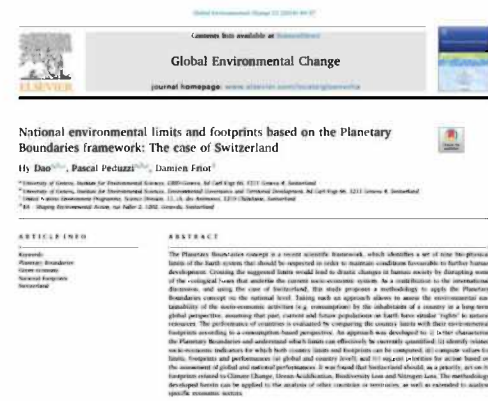
GRÆNSE

PB grænse:

2.75 Ω_{arag} (= 450 PPM, McNeil and Matear, 2008)

Vores grænse:

445 PPM => Udledning af CO2



413,8 Gt CO2 skal deles mellem mennesker/nationer.

Antaget fordelt ligeligt mellem alle nulevende og fremtidige mennesker (equal per capita)

Antaget CO2-neutralitet i 2050 (globalt - OBS: Se kritiske punkter!).

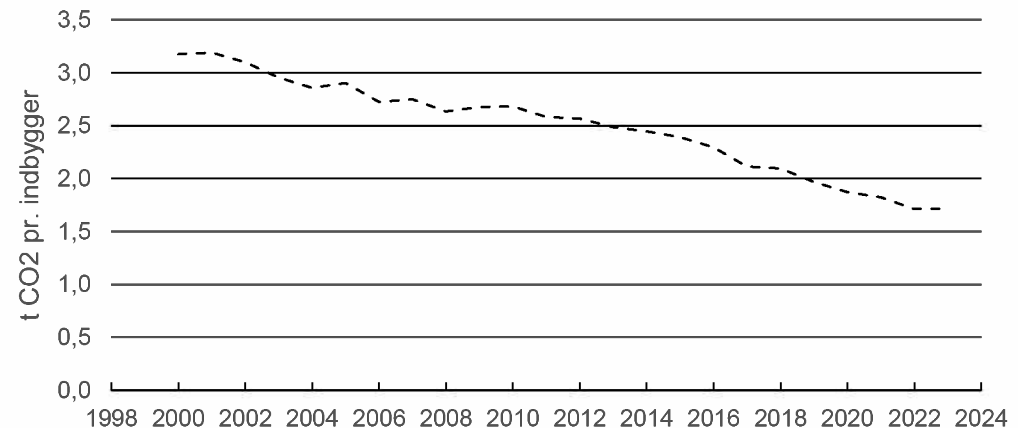
Budgettet per indbygger antages konstant

➔ Årligt totalt budget bliver mindre og mindre når befolkningen stiger

Regnet med udgangspunkt-år fra 2000-2023

➔ Per indbygger budgettet var større i 2000, gradvist mindre

Årligt CO2-budget per indbygger 2000-2023

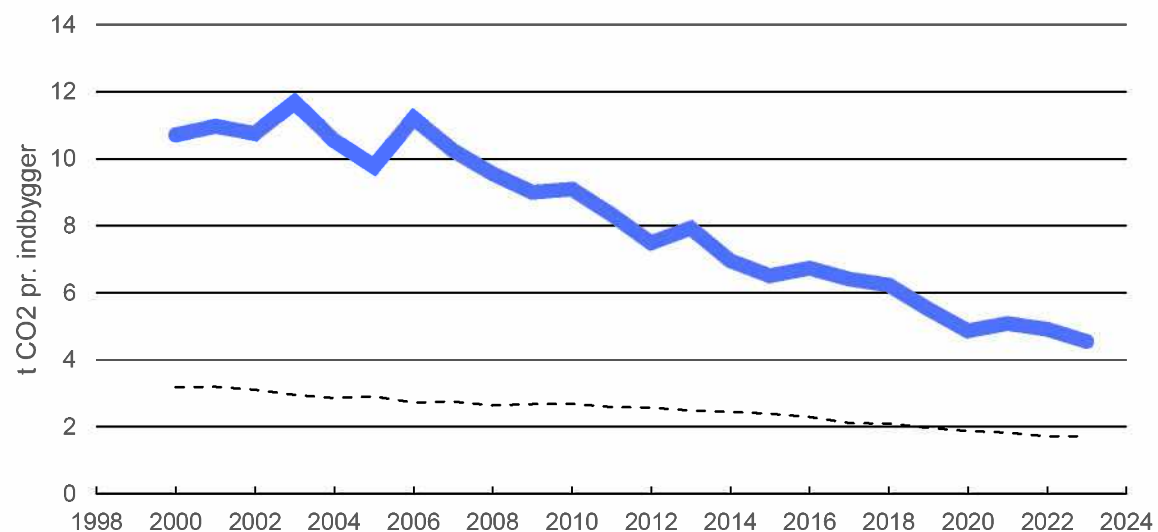


Forsuring af havet

Resultater med dynamisk grænseværdi

Territorielle CO2-udledninger pr. indbygger

(Danmarks Statistik)



Forbrugsbaserede CO2-udledninger pr. Indbygger

(EXIOBASE)

