

Vigtige faglige grundbegreber og problematikker:

Klima er et af de grundlæggende problematikker som fylder meget i verden i dag og som nok vil være en god ide at have sat sig ind i inden eksamen specielt hvis det emne man har indeholder elementer af det. Nedenfor forklares nogle af de grundlæggende problematikker, fejlforståelser og begreber som indgår i klimadebatten. Det må være et minimum at man har styr på klima problematikken når man går ud af 9 klasse:

Drivhuseffekten: Er generelt en god ting idet jordens middeltemperatur uden den ville være -18 C. Drivhusgasserne (CO₂, Methan, Vand, Lattergas) reflekterer ikke solens lys (korte bølger) men derimod varmestrålingen (langbølget) fra jorden! På mange modeller ses drivhusgasserne som liggende som en dyne i et højt luftlag. Det er en helt forkert forestilling da CO₂ og de andre drivhusgasser er tungegasarter og som sådan fordelt (diffunderet/blandet) jævnt ud i atmosfæren. Drivhuseffekten har heller ikke noget med Ozonlaget at gøre så bland venligst ikke det ind i diskussionen.

Forskellen på fossilebrændstoffer kontra vedvarende: Man høre ofte i medierne at CO₂ er noget værre noget. Men faktum er at når et menneske trækker vejret så udledes CO₂ og vand. Når man laver et bål af træ så udledes der også CO₂ og vand. Når bussen kører en til skolen afbrændes benzin og så udledes også CO₂ og vand. Når kraftværket afbrænder Naturgas (Methan) for at lave elektricitet og fjernvarme ja så udledes også CO₂ og vand. CO₂ er egentlig heller ikke dårlig idet planterne jo skal bruge CO₂ i deres fotosyntese for at lave f.eks. ilt som vi jo ikke kan leve ude. Så hvor er problemet så egentlig?

Problemet ligger i at når man f.eks. afbrænder benzin (fossilbrændstof) er den lavet af olie der er pumpet op af undergrunden. Her har olien været mere end 65 mio. om at blive dannet af alger der levede i havene dengang. Alger er en form for planter der har vokset ved at lave fotosyntese. I fotosyntesen har de optaget/fjernet CO₂ fra atmosfæren for 65 mio. år siden. Denne CO₂ har så været bundet i algerne som så blev til olien – altså har de været en slags *CO₂ container*. Når vi mennesker så afbrænder de fossilebrændstoffer (benzin f.eks.) ja så frigives denne CO₂ tilbage til atmosfæren – dvs. at den CO₂ som engang var en del af atmosfæren bliver lukket tilbage – derfor stiger koncentrationen af CO₂ i atmosfæren – fra 0,03 % til 0,05 % og dermed global opvarmning. Problemet er blot at vores civilisation er afhængig af billig energi så vare kan transporteres over lange afstand og helt basale funktioner i samfundet kan fungere (vand, kloak, elektricitet, varme, transport, fødevarerproduktion, sikkerhed, internet mm). *Uden de fossilebrændstoffer ville vores verden ikke kunne hænge sammen sådan som den ser ud i dag i hvert fald.*

CO₂ neutral: Når der afbrændes f.eks. træ så udledes også CO₂ ligesom f.eks. ved kul. CO₂ er CO₂ så hvordan kan noget af CO₂'en være neutral. Forskellen ligger i hvornår CO₂'en som frigives er optaget fra atmosfæren. Hvis man brænder træ af så frigives CO₂ som var en del af atmosfæren for måske 100 år siden (geologisk set er dette intet). Derimod når man brænder benzin af frigives CO₂ som var en del af atmosfæren for 65 mio. år siden. Heri ligger problemet – og derfor er træ CO₂ neutral da afbrændingen af den ikke øger koncentrationen af CO₂ i atmosfæren.

Polerne smelter og havene stiger misforståelse: Ofte i nyhederne hører man at polerne smelter og så vil havene stige og kysten oversvømmes. Men hvis man tænker lidt over det – så prøv at forestil dig et godt glas sodavand med en isterning i. Vil vandstanden være højere før eller efter isterningen er smeltet? Nej vel – så egentlig ligger forklaringen i den stigende vandstand ikke i at polerne smelter men i at gennemsnitstemperaturen i verdens havene stiger. Når vandets temperatur stiger så udvider vandet sig (en lille smule) og derfor stiger vandstanden. Hvis til gengæld indlandsisen på Grønland smelter – så har vi et problem i det denne is er placeret over land og ikke over vand. Så vil verdenshavene stige med 7 meter. Derfor når man siger polerne smelter og vandstanden stiger så er det på sin vis rigtigt men problemet er ikke den is der ligger på vandet – men den is der ligger over land!

Et andet problem ved at isen smelter er at ferskvandet vil fortynde saltkoncentrationen ved nordpolen og derved svække grønlandspumpen som bl.a. er ansvarlig for golfstrømmen. Hvis Golfstrømmen svækkes så vil klimaet i Nordeuropa blive koldere.

Ting der kan speede den globale opvarmning op:

- **CO₂ fra vand frigives:** Vand kan optage CO₂ fra atmosfæren. Mængden af opløst CO₂ afhænger af vandets temperatur. Ved højere temperatur kan vandet indeholde mindre CO₂. Dvs. når verdenshavenes temperatur stiger vil havene frigive CO₂ til atmosfæren. Det vil få CO₂ koncentrationen til at stige hurtigere end forventet og sætte yderligere fut i globalopvarmning.
- **Når isen smelter:** falder jordens albedo (dvs. færre solstråler reflekteres tilbage til verdensrummet). Dvs. jorden opvarmes mere og udsender mere varmestråling og det vil øge den globale opvarmning.
- **Når tundraen smelter:** Tundraen i f.eks. Sibirien består af frossen planterester der er opsamlet igennem mange 1000 år. Disse planterester begynder at blive nedbrud i det øjeblik at frosten forsvinder. Da der nede i jorden er mangel på ilt vil specielle Methanbakterier

trives rigtig godt. Disse Methanbakterier lever i iltfrie forhold (anaerobe) og nedbryder planterne ufuldstændigt til Methan (CH_4 – som er den samme kemiske forbindelse man finder i naturgas og biogas). Methan er en stærkere drivhusgas end CO_2 og derfor vil dette speede den globale opvarmning op. Dog skal det påpeges at Methan ikke bliver i atmosfæren i så lang tid da den nedbrydes til CO_2 .

Der kan opstå en cocktaileffekt af de ovenfor beskrevne problemer som helt uventet kan sætte yderligere fart i den globale opvarmning. Dvs. at der ikke længere er tale om at dette får konsekvenser for jeres børnebørn eller børn men at konsekvenserne vil blive alvorlige indenfor nogle årtier.

Er løsningen mere vedvarende energi – f.eks. vindmøller? Problemet med de fleste vedvarende energiformer er at de ikke nødvendigvis er konstante. En solcelle fungerer jo ikke om natten og en vindmølle laver ikke elektricitet hvis det ikke blæser og det gør det jo ikke altid. *Et samfund som vores vil ikke fungerer uden en konstant energiforsyning* og kan ikke være afhængig af om det blæser eller er overskyet – prøv at forestille jer at S-tog og metro ikke kører fordi det ikke blæser. Der er derfor brug for at man satser bredt på forskellige vedvarende energiformer. Vind og solceller har man snakket om i mange år. Nu satses der også på biomasse – hvor man f.eks. omdanner madspild eller spildevand til biogas (Methan). Man snakker også om geotermisk energi – varme fra jorden – eller at opbevare overskudsvarmen om sommeren fra f.eks. solfangere i jorden eller i overdækkede søer – så man kan trække varmen ud om vinteren hvor der er brug for den. Danske forskere arbejder også på at lave biodiesel ud af f.eks. madspild som så biler skal kunne køre på. Andre snakker også om at et fossiltfrit samfund ikke kan realiseres uden Atomkraftværker som ikke udleder noget CO_2 – men som så tilgængelig har nogle affaldsproblematikker.

Et andet problem i DK er at det ofte blæser mere om natten – men det er ikke her at det meste af elektriciteten bruges – idet folk ligger og sover. Vi kan så sælge det til vores naboer men her blæser det jo også så de har det samme problem. Så ender elektriciteten i Norge som så pumper vand fra lavliggende søer op til højere liggende. Når de så skal bruge elektricitet så kan de lukke vandet igennem deres vandturbiner og lave strøm. Her arbejder Ørsted på et stort projekt kaldt ”Green Power Island” hvor de vil lave en stor gryde ude i Øresund – hvor de vil pumpe vand ud med overskudsstrømmen og lade vandet strømme tilbage og danne elektricitet når der er brug for det.

Kan man ikke gemme elektricitet? Det korte svar er nej ikke særlig godt. Når elektriciteten er lavet skal den bruges – den kan ikke gemmes i ledningerne. Så man er altså nød til at lave elektriciteten om til en anden form for energi (husk der findes 7 forskellige former energi kan være

på – det er vigtigt at have styr på til eksamen). Mange snakker om, at man jo blot kan opbevare det i batterier (kemiske energi) – men her skal man tænke på at batterier er dyre, tunge, lavet af Lithium som udvindes som et biprodukt i kobberfremstillingen, er lang tid om at lades op mm. Man arbejder på at lave batterierne bedre f.eks. med hurtigere opladning men sådan et batteri har vi ikke endnu. Man arbejder også på andre løsninger som f.eks. at opbevare energien som kinetisk energi i et *svinghjul*, eller f.eks. at lave elektriciteten som til *brint* (vha. elektrolyse). Noget af det nyere er de såkaldte electrofuels – hvor man vha. elektricitet vil lave CO₂ om til f.eks. Methanol (træsprit). Det ville være smart da man ville fjerne CO₂ fra atmosfæren og samtidig få et brændstof ud af det.

Energiloven og energiomdannelse: Helt fundamentalt står energilovene i diskussionen af hvordan man opbevarer energi. Når man laver en energiform om til en anden så vil noget af energien altid blive til varmeenergi (husk at energien jo aldrig forsvinder – den er nemlig konstant). Dvs. når man oplader sin computer (altså laver elektrisk energi om til kemisk energi) så vi computeren blive varm – altså ikke alt den elektriske energi bliver omdannet til kemisk i batteriet. Derfor vil mere og mere af energien forsvinde som varmeenergi jo flere gange den omdannes. Når man derfor laver overskudsstrømmen fra vindmøller om til f.eks. kemisk energi i batterier skal man være opmærksom på at energien mindskes.

Hvorfor sætter man ikke blot solceller op i Sahara og sender elektriciteten til Europa?

Egentlig er det jo fjollet at vi har så mange solceller i Danmark – da solindstrålingen det meste af året har en for lav hældning til at de kan blive effektive. Disse solceller ville producere meget mere hvis de stod i Sahara – og her er der også masser af plads. Grunden til at man ikke har gjort dette er, at hvis man skulle sende elektriciteten hele vejen fra Sahara til Danmark ville næsten det hele gå tabt pga. modstand i ledningerne. Modstanden gør at elektriciteten bliver omdannet til varme i kobber ledningen. Selv fra kraftværkerne i Danmark forvinder der 10 % af elektriciteten på det korte stykke fra værk til forbruger. Hvis man skulle bruge denne løsning så skulle man lave ledninger med 0 modstand – altså superledere. Man kan godt fremstille superledere – men det kræver at temperaturen af ledningen er meget lav – helt ned til -119 C. Dette er selvsagt en udfordring at lave en så lang ledning der også har så lav en temperatur.

Den samme problematik gør sig gældende ved f.eks. placering af vindmøller, vandkraftværker, atomkraftværker mm. Det nytter ikke noget at de er placeret for langt væk fra der hvor elektriciteten skal bruges. Vindmøllerne ville være placeret bedst på toppen af et bjerg (jo højere jo større fart på vinden) eller ude på det åbne hav (ingen træer til at dæmpe vinden). Men afstanden her er altså også en afgørende faktor.

Konsekvenserne af globalopvarmning:

- **Havstandsstigning:** Mange mennesker i verden bor tæt på havet. F.eks. bor 60 % af verdens befolkning i Asien og hvis man ser på f.eks. Kina så bor de fleste kinesere i den østlige del.
- **Afsmeltning af gletsere** og is i bjergene: vil gøre at floderne stiger og giver oversvømmelser. Det er bl.a. et stort problem i områder af Kina og Inden hvor mange mennesker bor nær de store floder.
- **Ændring af klimazoner & uddøende arter:** temperaturen ændres og det flytter på klimazonerne. Det betyder ændrede vilkår for de arter der lever i zonerne. Arterne (planter, dyr, svampe mm.) er tilpasset bestemte vilkår. Når de ændres vil nogle arter uddø mens nye vil komme til. F.eks. vil ørkner opstå hvor der før ikke var ørken.
- **Ændring af havstrømme:** afsmeltningen af polerne vil fortynde saltvandet og gøre saltvandspumpen/grøndlandspumpen svagere. Det vil kunne resultere i en svækkelse af golfstrømmen og ændre klimaet i nord. Havstrømmene har en stor betydning for klimaforholdene over land. F.eks. vil varme havstrømme give en større vandfordampning og dermed større nedbørmængde over land. Omvendt vil de kolde havstrømme afkøle luften over havet og gøre at det regner mindre over land. Den kolde havstrøm udfør Afrika er f.eks. en af forklaringerne på Sahara ørkenen. En lille ændring af havstrømmenes forløb eller styrke kan altså give store udsving i klimaet over land. *El Nino* i Sydamerika skyldes bl.a. meget små ændringer af havstrømmene ud for Sydamerika.
- **Ekstreme vejrforhold:** Den højere temperatur kan give større vandfordampning og kan resultere i ørkner eller øget nedbør. Man vil også se at årstiderne bliver mere ekstreme. F.eks. vil der komme mere regn når det regner og regnen vil måske blive mere spredt. Dvs. man vil kunne opleve perioder med ekstrem tørke og perioder med ekstrem nedbør. Ingen af delene er særlig godt for planter og dyr.
- **Nye sygdomme:** Det ændrede klima kan gøre at sygdomme spredes til områder hvor de ikke før har været. F.eks. vil man kunne se tropesygdomme brede sig til områder som ikke før har været angrebet (f.eks. malaria)
- **Mangel på fødevarer:** Når klimaet ændres kan det medføre at de fødevarer man normalt har dyrket ikke længere kan produceres eller ikke giver det samme udbytte. Det kan medføre sult og folkevandringer.
- **Klimaflygtninge:** Når folks hjem bliver oversvømmet eller naturgrundlaget ændres så de ikke længere kan producere nok mad kan det få folk til at vandre. F.eks. er der nogle der mener at konflikten i Syrien er opstået ved at høsten i en årrække slog fejl på landet. Derfor vandrede

landbefolkningen til byerne og her skabtes konflikter der så tilsidst udløste borgerkrigen. Så simpelt er det jo nok ikke – men klimaændringer kan være en brik i forklaringen.

- **De fossilebrændstoffer opbruges:** Der er kun en begrænset mængde af fossilebrændstoffer (kul, olie, naturgas) og en dag er de opbrugt. Hvis man ikke til den tid har en alternativ energiforsyning vil vores civilisation bryde sammen. Dette vil formentlig ske før den sidste olie er pumpet op af jorden. Det er et spørgsmål om udbud og efterspørgsel (olie peak) - altså hvis olieproduktionen ikke kan følge med efterspørgslen så vil prisen stige. Den øgede pris vil påvirke prisen på mange ting i samfundet og gøre alt dyrere. Det ville ikke længere kunne betale sig at transportere vare fra Kina til f.eks. Danmark. Dvs. den globale arbejdsdeling i verden vil bryde sammen.

Man vil også få svært ved at producere produkter som laves af olien. Det kunne f.eks. være asfalt til veje eller plastik til alverdens produkter.

- **Afledte forurenings problematikker:** De fossilebrændstoffer giver ikke kun problemer med drivhuseffekten. Der er også forureningsproblematikker tilknyttet partikelforurening (når de fossilebrændstoffer afbrændes), syrerregn, plastikforening mm.

Hvad kan du selv gøre? Selvfølgelig skal der ske noget politisk så man kan få gjort noget ved problemerne på et nationalt plan men også globalt plan. Forureningen kender jo ikke grænser. Men ligeså vigtig er også hvad man selv kan gøre. Til eksamen vil det være godt hvis man kan virke reflekteret og påpege ting man f.eks. selv vil gøre anderledes i fremtiden. Ofte ender sådanne ting i floskler som *"så vil jeg cykle i stedet for at køre i bil"*, *"jeg vil flyve mindre"*, *"jeg vil prøve at slukke for lyset når jeg går hjemmefra"*. Det er jo også bud på hvad man kan gøre men også noget som man høre i flæng i nyderhederne. Man kan også fokusere på nogle punkter hvor sammenhængen ikke er så tydelig og hvor man kan få præsenteret en større faglig dybde:

- **Spis mindre kød:** Kødproduktion kræver enorm meget energi. 5000 gram korn bliver til 500 g ko som igen giver 50 g menneske (læs = energipyramiden – kun 10 % af energien går videre til næste led i fødekæden). Hvis man var vegetar ville man altså få en meget bedre energi udnyttelse. Ikke alt slags kød kræver lige meget energi at producere. Ko kød er værst, bedre er kylling mens insekter har en meget høj energi udnyttelse. Ved at spise mindre kød vil man spare energi og dermed afbrænding af fossilebrændstoffer.
- **Spis madrester fra aftensmaden til frokost:** Madspildet i Danmark er enormt. Der er gået meget energi til i produktionen af mad. Hvis man bruger mindre mad, vil man derfor spare på energien.

- **Tage kortere bade:** At varme vand op kræver enorm energi. Jo mindre varmt vand man kan bruge jo bedre.
- **Se mindre netflix** eller upload/se videoer på nettet/facebook: Når man ser eller uploader film lagres de i datacentre rundt om i verden. Disse datacentre bruger rigtig meget elektricitet. Dataen er gemt på almindelige harddiske som bruger meget elektricitet når skiverne indeni roterer rundt. Internettet er altså en af hverdagens skjulte energi slugere.
- **Sig nej til plastik poser** og brug sin egen genbrugspose: Plastik fremstilles af olie og kræver energi. Ved at genbruge en pose eller en stofpose mange gange kan man altså spare energi.
- **Vask tøjet man går i mindre:** I stedet for at have en trøje på en dag så kan man gå med den i to før den vaskes. Det vil spare energi til det opvarmede vand som tøjet vaskes i. Ydermere vil tøjet også holde længere. Man kan også tørre tøjet udendørs fremfor i tørretumbler.
- **Købe brugt tøj eller andet:** Tøj er en af de forbrugsgoder som kræver meget energi at producere. Hvis man ser ind i sit tøjskab så ligger der en masse tøj man ikke bruger. Meget tøj købes også men bliver ikke brugt. Det kunne også være at man i stedet for at købe en nyt mobil når man har smadret skærmen – køber en brugt mobil. Eller når batteriet i ens computer bliver dårligt at man får det skiftet i stedet for at købe en ny.
- **Køb lokale produkter i stedet for globale:** Når man køber ting fra Kina (wish f.eks.) er transporten lang. Måske man kunne klare sig uden. Det gælder i øvrigt også alle de ting man kan købe i f.eks. tiger butikkerne. Ved at undlade at købe og støtte dem vil man mindske transporten.
- **Køb bæredygtigt:** Bæredygtigt betyder at man skal forbruge ressourcerne på jorden på en sådan måde at der også er ressourcer til fremtidige generationer. Det kan jo selvfølgelig ske på mange måder – f.eks. at den ting man køber er produceret med elektricitet lavet af vindmøller. Eller at man har forsøgt at minimere plastik i produktet. Eller at man har tænkt over hvad der skal ske med produktet når det skal kasseres (brug og smidvæk).

Vær kritisk:

På det seneste har drivhuseffekten og diskussionen af dette været beskyldt for, at have elementer der minder om en religion – med diverse profeter (eks. Gretha Thunberg) med indbygget synd og dommedag mm. Man skal derfor altid være på vagt når nogen rent videnskabelig præsenterer noget som en endegyldig sandhed der ikke kan stilles spørgsmål ved eller modbevises. Naturvidenskab adskiller sig jo markant fra religion ved, at der jo altid er den mulighed at man i naturvidenskab har taget fejl (hvilket jo er sket flere gange i historien). Teknisk set prøver videnskab jo at beskrive en kaotisk verden og som sådan kan der altid ske noget vi ikke havde forudset.

Dette er dog ikke ensbetydende med at man ikke skal tage drivhuseffekten seriøst – for det er alvorligt nok – for basalt set kan man sige at drivhuseffekten skyldes vores brug af fossilebrændstoffer og dem er der jo ikke ubegrænset af. *På et tidspunkt slipper de op (oilpeak) og hvad så?* Det er desværre ret ofte ikke den vinkel som lægges på problemet – men mere at isbjørnene uddør – og det er jo trist – men omvendt har vi mennesker udryddet tusindvis af arter gennem de sidste 200 300 år. Så noget nyt i det er der egentlig ikke.