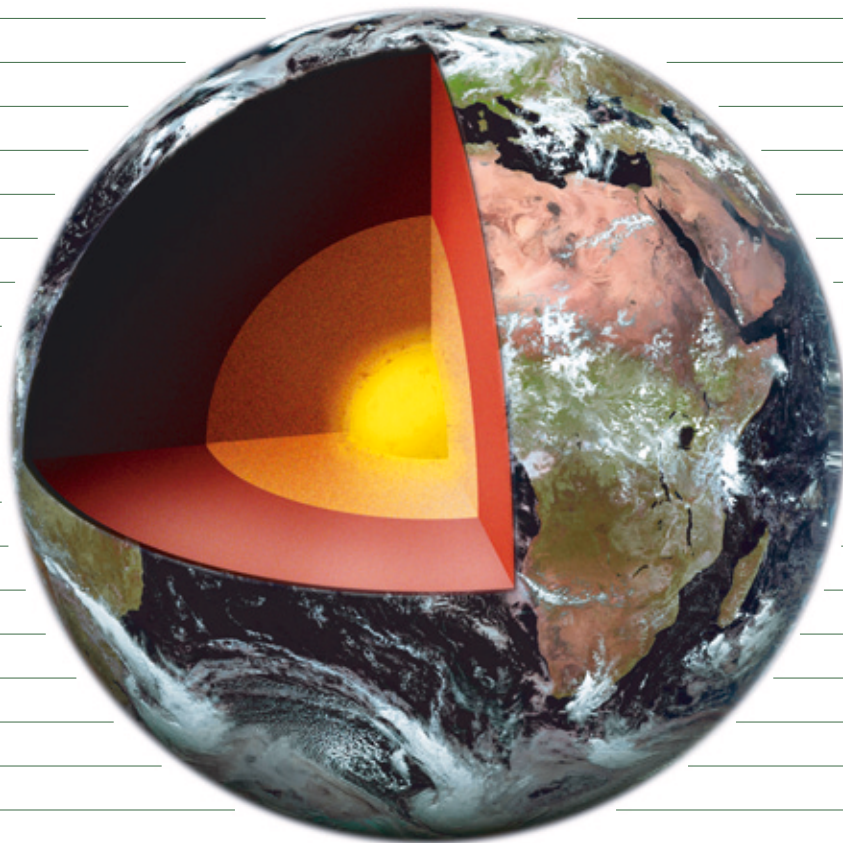


# Naturgeografi i det ny gymnasium

## Forslag til undervisningsforløb



**GEOCENTER**

K Ø B E N H A V N

December 2003

# **Indhold**

<b>Forord</b>	<b>3</b>
<b>I Det naturvidenskabelige grundforløb</b>	<b>5</b>
1 Jordens geologiske udvikling	7
2 Jordens klima	11
3 Energi og drivhuseffekt	13
4 Vands kredsløb lokalt og globalt	15
5 Evolution, livets historie	17
<b>II Studieretningsforløb C- og B- niveau 1.-3.g</b>	<b>19</b>
6 Pladetektonik	21
7 Olie som ressource - olie i Nordsøen	23
8 Ressourcer, mineralske råstoffer (excl. olie-gas)	25
9 Istidslandskabets dannelse og udnyttelse	27
10 Kystlandskabet	29
11 Klimasystem og klimahistorie	31
12 Fra jord til drikkevand	33
13 Vandressourcer og deres udnyttelse i store flodbassiner	36
14 Global fødevarerforsyning	39
15 Afskovning i troperne	41
16 Ørkenspredning	43
17 Miljøhistorie: Istiden og frem	45
18 Topografi og miljø	47
19 Ændringer i arealanvendelser de sidste 120 år i Danmark	51
<b>III Den almene studieforbereelse 1.-3.g</b>	<b>53</b>

<b>20 Begrebet Tid</b>	<b>55</b>
<b>21 Verdensbilleder</b>	<b>57</b>
<b>22 Klimaændringer</b>	<b>59</b>
<b>23 Samfundets energiforsyning</b>	<b>61</b>
<b>IV Den naturvidenskabelige faggruppe C-niveau 1.HF</b>	<b>63</b>
<b>Den naturvidenskabelige faggruppe</b>	<b>65</b>
<b>Arbejdsgruppens sammensætning</b>	<b>67</b>

## Forord

### Støtte til udvikling af 'naturgeografi' i gymnasiet fra Geocenter København

I juni 2003 blev der indgået et bredt forlig om en gymnasiereform. Dette indebærer at faget 'geografi' ændres til 'naturgeografi' og gives et andet indhold og en anden placering i gymnasiet. I forligsteksten (under pkt.4.4) beskrives naturgeografi på følgende måde:

*'Det nye fag forpligtes på at give en sammenhængende omverdensforståelse baseret på naturgeografisk og geologisk viden om, hvad der får forskellige egne på Jorden til at fremtræde forskelligt og byde mennesker i verdens regioner forskellige livsvilkår. Undervisningen skal give eleverne faglige og metodiske redskaber til at kunne observere, iagttage, analysere og forklare geografiske og geologiske naturfænomener og til at koble vidensområder fra forskellige områder af faget til en sammenhængende forståelse af komplekse, naturvidenskabelige emner.'*

I et indlæg i Politiken 26/9 skriver Ulla Tørnæs:

*'I modsætning til folkeskolen, så har undervisningen i geografi i gymnasiet en mere tværgående karakter og inddrager elementer fra såvel samfundssom naturgeografien. Sådan skal det fortsat være.'*

Geocenter København ser udformningen af faget naturgeografi som en stor udfordring, og ønsker at støtte og bidrage aktivt til processen. Efter aftale med fagkonsulent Glen Volkens har Geocentrets ledelse besluttet at nedsætte en arbejdsgruppe der skal komme med konkrete forslag til udmøntningen af dette bidrag. Projektledelsen er placeret ved Geografisk Institut og instituttet har allokere de nødvendige ressourcer til opgaven. På forslag af Glen Volkens har arbejdsgruppen indledningsvis udarbejdet dette katalog over mulige undervisningsforløb, tilpasset forskellige niveauer i gymnasiet. Disse forløb dækker emner, som medarbejdere ved Geocenter København vil kunne bidrage med materiale og ekspertise til. Der er ikke tale om 'grydeklare' undervisningsforløb, sådanne vil kræve en langt større indsats end der har været mulighed for at levere inden for den første måned af arbejdsgruppens funktion, men om et idekatalog, der kan danne basis for det videre arbejde, der bør involvere en bredere kreds, ikke mindst gymnasielærere. Geocenter København ser et styrket samarbejde mellem universiteter, sektorforskningsinstitutter og de gymnasiale uddannelser som en vigtig forudsætning for at gymnasiereformens omlægning af geografi til naturgeografi kan gennemføres på en kvalificeret og frugtbar måde.

Nærværende rapport opsummerer på kort form 23 forslag til undervisningsforløb, udarbejdet af arbejdsgruppen med støtte fra andre medarbejdere på GEUS, Geologisk Museum, Geologisk Institut og Geografisk Institut. Det er indlysende at den valgte form ikke tillader detaljerede beskrivelser af indhold, form og materiale. Det er hensigten i de kommende måneder at gå videre med at konkretisere og eksemplificere indholdet. Når de endelige rammer for faget, d.v.s. lovtekst og læreplan, er fastlagt, vil arbejdet med undervisningsforløbene kunne færdiggøres i samarbejde med Geografilærerforeningen for Gymnasiet og HF, erfarne gymnasie-/HF-lærere og forskere og lærere fra

tilgrænsende fag. Realisering af disse planer forudsætter selvsagt at de nødvendige ressourcer er til rådighed.

I erkendelse af at tværfagligt samarbejde tiltænkes en stærkere placering i det ny gymnasium, er der i forslagene gjort meget ud af at pege på samarbejdsmuligheder med fysik, kemi, biologi og andre fag. Dette gælder på alle niveauer men i særdeleshed hvor det drejer sig om det naturvidenskabelige grundforløb i 1.g. Det er vores opfattelse at naturgeografi har en vigtig rolle at spille i dette forløb, fordi det gennem sit afsæt relevans for gymnasieeleverne kan tjene til at stimulere deres interesse for naturvidenskab i almindelighed.

Geocenter København har til hensigt at arbejde frem mod at levere en støtte der rækker væsentligt ud over arbejdet med sådanne undervisningsforløb. Specielt forestiller arbejdsgruppen sig følgende muligheder:

- Udvikling af en portal, der giver gymnasie-/HF-lærere og -elever adgang til et bredt spektrum af faglige tekster, kort, GIS-data, satellit- og flybilleder (på digital form) og måledata, som kan give undervisningen i naturgeografi et løft og stor aktualitet. Materialet skal være web-baseret, 'public domain' og kvalitetssikret.
- Etablering af et 'ungdomslaboratorium', parallelt med det der kendes fra H.C. Ørsted Institutet, hvor gymnasie-/HF-klasser vil kunne få lejlighed til at arbejde med projekter i tæt tilknytning til et aktivt forskningsmiljø. Laboratoriet skal muliggøre at klasser arbejder med såvel eksperimentelle øvelser som analyse af data. Laboratoriet vil desuden organisere ekskursioner og feltarbejde.
- Opbygning af et efteruddannelsesstilbud for gymnasielærere i naturgeografi, dækkende såvel geografiske som geologiske emner og moderne geoinformatik (GIS og satellitbilledanalyse).

Arbejdsgruppen håber på at dette katalog kan tjene til inspiration i arbejdet med at beskrive indholdet i naturgeografi og som afsæt for et styrket samarbejde mellem Geocenter København og gymnasie-/HF-verdenen.

På arbejdsgruppens vegne

Kjeld Rasmussen  
Formand for arbejdsgruppen  
December 2003

---

**Del I**

**Det naturvidenskabelige grundforløb**

---



# 1 Jordens geologiske udvikling, vulkanisme og pladetektonik

## Perspektiv

Dette forløb forklarer de processer som oprindelig opbyggede Solsystemets planeter, og siden differentierede planeterne til komplekse verdener. Vi fokuserer på Jorden og viser at opsplitningen fra det oprindelige homogene meteoritmateriale til en Jord med kerne, kappe, skorpe, kontinenter, have og atmosfære (destillation og fraktioneret krystallisation) kan forklares i lyset af Jordens indre varmeproduktion (potentielt energi, krystallisationsvarme, radioaktivitet) og varmetabet til rummet (varmeledning, konvektion, varmestråling). Med denne forståelse kan den nuværende Jords dynamik forklares. Eleven får forståelse for de dynamiske tidsskalaer som ramme for biologisk evolution og klimaudvikling, samt et indblik i befolkningsfordelingen i forhold til det naturgivne grundlag, fx at der i de geologisk mest dynamiske miljøer forekommer højtydende miljøer, hvorfor befolkninger ofte bosætter sig på vulkaner og i jordskælvszoner.

## Niveau og omfang

Det naturvidenskabelige grundforløb. Sammen med fysik, kemi og historie i alt 50-60 lektioner.

## Mål og kompetencer

- at give eleven en fornemmelse for geologiske tidsperspektiver og stimulere elevernes nysgerrighed vedrørende Jordens udvikling og funktion
- at vise hvorledes simple fysisk-kemiske principper forklarer komplekse naturlige fænomener
- at vide at Jordens geologiske opbygning er afspejlet i kulturernes fordeling og strategi
- at illustrere tilgængelighed af energi som et grundlæggende kriterium for alle processer, fysisk/kemiske som sociologiske
- at vise hvorledes numeriske modeller kan være simple, men dog illustrere væsentlige sammenhænge i Verden
- at formidle væsentlige elementer af videnskabelig metode herunder anvendelse af eksperimenter, fortolkning af geologiske data, model-bygning, analyse af aktuelle data (heat flow, satellitbilleder) og informationssøgning (primært internetsøgning)

## Indhold

- Jordens udvikling - alder og dannelse
- Jordens opbygning
- Pladetektonik
- Vulkanisme
- Jordskælv

## **Samarbejdspartnere**

### **Fysik**

- Energi-begrebet, termodynamikkens 1. og 2. lov (kvalitativt), potentiel energi
- Krystallisationsvarme, fordampning, smeltning, krystallisation og deres energiomsætning
- Radioaktivitet, energiproduktion, isotoper som dateringsværktøjer
- Omsætning mellem mekanisk og termisk energi, varmeledning, konvektion og varmestråling

### **Kemi**

- Fraktionering ved smeltning/krystallisation fordampning/fortætning, destillation
- Opløselighed
- Atmosfærekemi: Atmosfærens sammensætning, og deres betydning for klimaet

### **Historie**

- Metazoernes evolution - adskillelse af populationer - tidspunkter for diversifikationen af kontinenternes dyre- og planteliv
- Livets energiomsætning, chemotrofe og termofile organismer, livets oprindelse

### **Biologi**

- Det attende århundredes brydning mellem religion og naturvidenskab. Darwin versus Kelvin, tidsbegrebet

## **Arbejdsmetoder, øvelser, forsøg m.v.**

- Almindelig stofgennemgang på klassebasis
- 'Forelæsninger' ved faglærere for større/flere hold
- Materialebearbejdelse i grupper: Fortolkning af geologiske data og klimadata
- Projektarbejde i grupper om delemner
- Eksperimentelle øvelser: Bassin/klima-forsøg (fysik), fotosyntese-forsøg (biologi)
- Individuel informationssøgning på internettet
- Virksomhedsbesøg: Fx Spritfabrik, metallurgisk industri
- Institutionsbesøg: Fx DMI, Geocentret, Geologisk Museum, NBI/iskernelaboratoriet

## **Materialer**

- Opdaterede tekster (web-tilgængelige), leveret af Geocentret i samarbejde med gymnasielærere
- 'Rigtige' geologiske data, bearbejdet let til undervisningsbrug
- Avisartikler
- Satellitdata på digital og analog form
- Simple regnemodeller, fx vedrørende jordens udløsning af potentiel energi ved dannelse af Jordens kerne

## **Evalueringsformer**

Fremlæggelse af skriftlig rapport i form af foredrag, medieproduktion eller populariseret skrift.



## 2 Jordens klima

### Perspektiv

Tidligere tiders klima er nøglen til forståelse af vor tids klima. På en række topmøder om Jordens klima er det blevet slået fast, at en af de største trusler mod vores civilisation er pludselige ændringer i klimaet. En global opvarmning vil bl.a. medføre stigning i havspejlsniveauet som følge af afsmeltning ved polerne og vil derved udgøre en trussel mod mange storbyer og andre lavtliggende områder, således som man frygter det i dag. En global nedkøling, som man frygtede det i 1970'erne, vil skabe problemer for afgrøderne i store dele af verden.

### Niveau og omfang

Det naturvidenskabelige grundforløb. Sammen med fysik, kemi, biologi og matematik i alt 50-60 lektioner.

### Mål og kompetencer

- at bidrage til elevens omverdensforståelse ved at opbygge et sammenhængende billede af Jordens klima i fortid og nutid
- at give eleven indsigt i de metoder, der benyttes til at skaffe oplysninger om fortidens klima og klimasvingninger og deres årsager på forskellige tidsskalaer
- at vise hvorledes numeriske modeller kan illustrere væsentlige sammenhænge i Jordens klima
- at formidle væsentlige elementer af videnskabelig metodiske redskaber og udvikle elevernes evne til at observere, måle, analysere, argumentere, fortolke, søge information og eksperimentere
- at give eleven en fornemmelse for geologiske tidsperspektiver i relation til klimavariationer
- at fremme elevens forståelse for og erkendelse af vigtigheden af tværvidenskabeligt samarbejde
- at kunne forholde og formulere sig kritisk til den demokratiske debat om tegn på og årsager til klimaændringer

### Indhold

- Drivhustider (fx kridttid) og ishustider (fx kvartærtid); årsager og metoder
- Istider og mellemistider; årsager og metoder
- Koblingen til fordelingen af land og hav: havstrømme, vindsystemer, topografi
- Overgangen fra sidste istid til nuværende mellemistid: årsager og metoder
- Klimaudviklingen efter sidste istid: bl.a. den Lille Istid; årsager og metoder
- Klimaet i dag: tegn på klimaændringer, ekstremer, katastrofer og årsager hertil
- Menneskets indflydelse på klimaet
- Klimaet i fremtiden, scenarier
- Konsekvenser af klimaændringer

## **Samarbejdspartnere**

### **Fysik**

- Astronomi
- Termodynamik

### **Kemi**

- Atmosfærens sammensætning i fortid og nutid
- Drivhusgasser
- Dateringsværktøjer

### **Biologi**

- Fotosyntese
- Fauna og flora som klimaarkiv
- Fremtidens fauna og flora

### **Matematik**

- Matematiske modeller

## **Arbejdsmetoder, øvelser, forsøg m.v.**

- Almindelig stofgennemgang
- Viden og datasøgning på internet
- Databearbejdelse i grupper, GIS-værktøj, fortolkning af klimadata
- Projektarbejde i grupper om udvalgte emner
- Eksperimentelle øvelser
- Institutionsbesøg, fx DMI
- Forelæsninger ved forskere/faglærere for flere klasser

## **Materialer**

- Opdateret temahæfte om klima og klimaudvikling - før og nu
- Klimadata på digital form, herunder satellitdata bearbejdet til undervisningsbrug
- Avisartikler om klimaændringer
- Simple regnemodeller

## **Evalueringsformer**

Aflevering af grupperapport indeholdende et element af dataanalyse og fortolkning.  
Mundtlig overhøring, karakter.

## 3 Energi og drivhuseffekt

### Perspektiv

Alle det moderne samfunds funktioner er afhængige af energi. Størstedelen af den energi der udnyttes kommer fra fossile brændstoffer som olie, kul og naturgas. Disse fossile brændstoffer er dannet gennem hundreder af millioner af år og repræsenterer 'oplagret solenergi', som, når de afbrændes, giver anledning til udledning af store mængder CO<sub>2</sub> til atmosfæren med en øget drivhuseffekt til følge. Forståelse af sammenhængen mellem samfundets produktion og forbrug, det deraf følgende energiforbrug, de forøgede udslip af drivhusgasser, ændringerne i atmosfærens sammensætning, de klimatiske effekter og deres konsekvenser for biosfæren og menneskelige livsvilkår kræver indsigt i en lang række fysiske, kemiske, biologiske og geofaglige emner.

### Niveau og omfang

Det naturvidenskabelige grundforløb. Sammen med fysik, biologi og kemi i alt 50-60 lektioner.

### Mål og kompetencer

- at bibringe indsigt i og stimulere nysgerrighed for en række fundamentale naturvidenskabelige sammenhænge af central betydning for samfundsudviklingen
- at give eleven forståelse af (dele af) jordens udviklingshistorie og dermed placere dens nuværende tilstand i et bredere perspektiv
- at lade eleven erfare sammenhænge på tværs af vidensområder
- at give eleven grundlag for at deltage i den demokratiske debat om vores brug af (energi-)ressourcer, og om hvad vi skal gøre ved udsigten til væsentlige klimaændringer
- at udvikle elevens evne til at observere, forklare og argumentere holdbart på basis af viden
- at opøve elevens evne til at udføre simple kvantitative videnskabelige beregninger
- at formidle væsentlige elementer af videnskabelig metode herunder anvendelse af eksperimenter, fortolkning af geologiske data, modelbygning, analyse af aktuelle data (fx målte klimadata, satellitbilleder), søgning efter information (fx på internettet)

### Indhold

- Samfundets afhængighed/forbrug af og forsyning med energi
- Olie og kul som energikilder
- Olie- og kulgeologi, -dannelse og -forekomst
- Emission af CO<sub>2</sub>, stigning i atmosfærens CO<sub>2</sub>-indhold
- Drivhuseffekten
- Klimaændringer på kort og længere tidsskala
- Aktuelle klimaændringer: Effekter på biosfæren og menneskers livsvilkår
- Samfundsmæssige tiltag til regulering af klimaeffekter: IPCC, UNFCCC, Kyoto

## **Samarbejdspartnere**

### **Fysik**

- Energi-begrebet, termodynamikkens 1. og 2. lov (kvalitativt)
- Energi-teknologi: Kraftværkers funktion, energilagring og -transmission
- Strålingsfysik: Plancks lov, jordens strålingsbalance etc.
- Klimasystemets basale funktion

### **Kemi**

- Kulstofs kemi, organisk kemi
- Omdannelse af plantemateriale til olie/kul
- Atmosfærekemi: Atmosfærens sammensætning og betydningen for klimaet

### **Biologi**

- Evolution, biosfærens udviklingshistorie, kultiden
- Kulstofs kredsløb i biosfæren
- Fotosyntese, respiration
- Klimaændringernes betydning for biosfæren

## **Arbejdsmetoder, øvelser, forsøg m.v.**

- Almindelig stofgennemgang på klassebasis
- 'Forelæsninger' ved faglærere for større/flere hold
- Materialebearbejdelse i grupper: Fortolkning af geologiske data og klimadata
- Projektarbejde i grupper om delemner
- Eksperimentelle øvelser i fysik og biologi
- Måling af klima
- Individuel informationssøgning på internettet
- Virksomhedsbesøg: Kraftværk
- Institutionsbesøg: Fx DMI, Geocentret, Geologisk Museum, NBI/iskernelaboratoriet

## **Materialer**

- Opdaterede tekster (web-tilgængelige), leveret af Geocentret i samarbejde med gymnasielærere
- 'Rigtige' geologiske data, bearbejdet let til undervisningsbrug
- Avisartikler om drivhuseffekt, tilstrækkelighed af olieressourcer etc.
- Aktuelle og historiske klimadata
- Is- og sedimentkernedata
- Simple regnemodeller, fx vedrørende jordens strålingsbalance

## **Evalueringsformer**

Aflevering af gruppeprojekt, indeholdende et element af dataanalyse eller -fortolkning, mundtlig overhøring

## 4 Vands kredsløb lokalt og globalt

### Perspektiv

Vand er en væsentlig faktor for alt liv og anvendes endvidere som ressource til stort set alt hvad et menneske kan foretage sig. Vandressourcer er derfor ofte diskuteret fx i forbindelse med forurening og omkring drikkevands tilstrækkelighed. Uanset placering på kloden er mennesket dybt afhængig af rent vand, ikke kun til drikkevand men også til produktion og husholdning. Den dybe afhængighed og manglen på alternativer danner mange steder i verden grundlag for konflikt, typisk hvor store floder gennemløber flere lande. Dette undervisningsforløb vil tilføre eleverne en videnskabelig forståelse af vandets kredsløb, vands sammensætning samt give eleven et indblik i det interessefyldte felt.

### Niveau og omfang

Det naturvidenskabelig grundforløb. Sammen med kemi, fysik, biologi og samfundsfag i alt 50-60 lektioner + evt. et institutionsbesøg.

### Mål og kompetencer

- at bibringe eleven forståelse for vandets kredsløb og vands betydning for liv, produktion og plantevækst
- at stimulere elevens nysgerrighed til at observere, forklare og analysere vand i naturen såvel som i samfundet
- at give eleven indblik i brugen af og behovet for vand i det danske samfund samt et billede af forskelle i adgangen til, behovet for og brugen af vand i forskellige dele af verden
- at danne naturvidenskabelig basis for at deltage i den samfundsmæssige debat om vandressourcer og forurening/miljøpolitik
- at få eleven til at erkende de tværgående interesser i vandressourcer

### Indhold

- Vands kredsløb og vandbalance (nedbør, fordampning, afstrømning og grundvandsdannelse)
- Oplandsafgrænsning og vandbalance eksempler i DK ved anvendelse af GIS
- Forskellige eksempler på og sammenligning af vandbalance fra forskellige klimazoner
- Grundvandsdannelse: jordbunden og de geologiske lags betydning
- Forureningens trussel mod grundvand, vandløb og fjorde (fx nitratudvaskning og pesticider)
- Kunstvanding, vandindvinding
- (Geografisk) Fordeling af vandressourcer globalt, forskelle mellem industrilande og udviklingslande
- Vandressourcen som konfliktskabende faktor (fx Mellemøsten)
- Vand som landskabsdannende faktor
- Tilsiltning af vandløb og floder
- Vands potentielle energi som energikilde
- Vand som økonomisk gode

## **Samarbejdspartnere**

### **Fysik**

- Potentiel energi
- Vandkraftværkers energiproduktion

### **Kemi**

- Ionsammensætningen i ferskvand og saltvand
- Inddampning/krystallisation

### **Biologi**

- Vand som begrænsende faktor
- Fotosyntese
- Det sunde og det usunde vandhul
- Nitratforurening, udvaskning (Mariager Fjord problematikken)

### **Samfundsfag**

- Internationale konflikter om vand
- Vandmiljøplanen
- Økonomisk regulering af vandforbrug

### **Arbejdsmetoder, øvelser, forsøg m.v.**

- 'Forelæsninger'
- Stofgennemgang på klassebasis
- Gruppearbejde med vandbalanceberegninger, case studier
- Institutionsbesøg: landmand, vandværk, industri med højt vandforbrug
- Eksperimentelle øvelser i fysik, kemi og biologi

### **Materialer**

- Case pakker med vandbalancedata fra regioner i DK
- GIS data: oplandsgrænser, højdemodeller som billedfiler
- Vandbalancedata fra Senegal

### **Evalueringsformer**

Aflevering og godkendelse af gruppeprojekt. Mundtlig eksamen.

## 5 Evolution, livets historie

### Perspektiv

Evolutionen som drivkraft bag livets udvikling er grundlaget for den naturvidenskabelige forståelse af det levendes mangfoldighed. Set i en snæver biologisk sammenhæng er det nutidige billede af liv en todimensional spejling af et tredimensionalt system, hvor tiden siden livets begyndelse på jorden indgår som en tredje dimension. Uden forståelse for denne dimension vil det ikke være muligt at bibringe en dynamisk forståelse af den evolutionære model for livets udvikling. Grundlæggende for den tidsbeskrivende opfattelse af evolutionen er palæontologien - læren om det fortidige liv - og geologien, der fortæller historien om den fysiske jords udvikling siden tidernes begyndelse.

### Niveau og omfang

Det naturvidenskabelige grundforløb. Sammen med biologi, kemi og fysik i alt 50-60 lektioner.

### Mål og kompetencer

- at give eleven en grundlæggende forståelse af den evolutionære model for livets udvikling
- at give eleven et overordnet billede af alt levendes slægtskab gennem introduktion af det evolutionære stamtræ
- at give eleven grundlag for at kunne deltage i diskussioner vedrørende divergerende modeller for det levendes oprindelse og udvikling
- at bibringe eleven en forståelse af geologisk tid og jordens alder
- at give eleverne en sammenhængende forståelse af menneskets udvikling gennem de sidste 10 millioner år

### Indhold

- Geologisk tid, dateringsmetoder, jordens, solsystemets og universets alder (med fysik)
- Modeller for livets oprindelse, livets grundlæggende byggesten (med kemi og biologi)
- Case om black smokers (sorte rygere) som model for initiering af liv (med biologi, kemi og fysik)
- Case om tidligt liv i iltfrit miljø, sammenligning til moderne anærobe miljøer (med kemi og biologi)
- Den kambriske evolution, de første skalbærende organismer (biologi og kemi)
- Det første liv på landjorden, ozonlag, kosmisk stråling (biologi, kemi og fysik)
- Dinosaurernes storhedstid og uddøen, meteornedslag kontra atmosfærekemiske ændringer, Kridt/Tertiær grænsen (fysik og biologi)
- Pattedyrenes udvikling siden Kridt/Tertiær grænsen (biologi)
- Menneskets udviklingshistorie (biologi)
- Livets stamtræ set i sammenhæng med det forudgående (biologi)

## **Samarbejdspartnere**

### **Fysik**

- Jorden og solsystemets alder: radiometriske dateringsmetoder, henfaldsligninger
- Black smokers: kogepunktsændringer ved trykstigning
- Kosmisk stråling på jordoverfladen: ozonlagets effekt
- Kridt/Tertiær grænsen: effekten af et meteornedslag

### **Kemi**

- Livets oprindelse, Millerforsøget
- Black smokers: anoxisk geokemi, sulfider, opløselighed, udfældning
- Tidligt liv: oxygens rolle i kemien, anoxiske miljøer, iltsvind
- Kambriske evolution: skaldannelse, karbonatkemi
- Første liv på landjorden: atmosfærekemi, ozonlag, ozonhuls parallel

### **Biologi**

Samtlige områder på nær jordens alder omfatter væsentlige aspekter af biologiundervisningen.

### **Arbejdsmetoder, øvelser, forsøg m.v.**

- Almindelig stofgennemgang på klassebasis
- Forelæsninger ved faglærere for større hold
- Databaserede øvelser med beregning af fx jordens alder ud fra henfaldsligninger
- Praktiske øvelser med geologiske materialer fra elevernes omegn: hvor gamle er de?
- Eksperimenter med bakterier i forskellige miljøer, iltforbrug, havbundsprofiler
- Diskussion af "skabelsesberetninger", bl.a. baseret på information fra internettet
- Udarbejdelse af biologiske stamtræer ud fra generel viden om dyr og planter morfologi
- Institutionsbesøg med mulighed for præsentation af fossiler, fx geologiske institutter eller Geologisk Museum

### **Materialer**

- Eksisterende lærebøger
- Opdaterede web-baserede tekster
- Geologisk materiale, fx kridt, fossiler, granit, "sten fra baghaven"etc.

### **Evalueringsformer**

- Udarbejdelse af grupperapport om udvalgte emner
- "Retssag" om evolutionsteorien kontra fx kreativisme

---

**Del II**  
**Studieretningsforløb**  
**C- og B- niveau 1.-3.g**

---



## 6 Pladetektonik

### Perspektiv

Vores sunde fornuft fortæller os at Jorden under vores fødder er et klippefast holdpunkt hvorom al Verdens trafik myldrer. Vi refererer alle bevægelser i forhold til koordinatsystemer låst til den faste Jord. Det vakte derfor umådelig modvilje da Alfred Wegener i begyndelsen af 1900-tallet foreslog at Jordens kontinenter bevæger sig over kloden på samme måde som isflagerne over det arktiske ocean. Wegeners ideer udkrystalliserede sig i den pladetektoniske model, som for første gang gav en fælles ramme for forståelsen af alle de geologiske processer. Pludselig blev vulkaner og jordskælvs fordeling på kloden forståelige, og vi lærte at forudsige hvor malme og olie skjuler sig. Kontinenternes drift forklarede pludselig årsagen til de miljøændringer, der i form af et konstant stress, har drevet den biologiske evolution. Den pladetektoniske model er således alle tiders besynderligste videnskabelige erkendelse, og samtidig en uomgængelig nøgle til menneskets forsvarlige forvaltning af naturens ressourcer.

### Niveau og omfang

C eller B niveau. Ca. 15 lektioner.

### Mål og kompetencer

- at præsentere den samlede model for forståelse af Jordens dynamik og vise at Jorden er under stadig forandring og at økologiske ligevægte ikke eksisterer indenfor geologisk tidsskalaer
- at give eleven en fornemmelse for geologiske tidsperspektiver
- at vise hvorledes simple fysisk-kemiske principper forklarer komplekse naturlige fænomener
- at styrke elevens omverdensforståelse ved at præsentere Jordens dynamik, der er grundlaget for de levende organismers aktiviteter, og kultureernes fordeling og strategi som en afspejling i de dynamiske miljøers fordeling
- at stimulere elevens nysgerrighed for naturvidenskab
- at give en sund indsigt i hvorledes den videnskabelige Verden har svært ved at omstille sig til nye erkendelser og dogmer, forskeren i eksemplet Wegener går direkte fra provokerende utilpasset fantast til den solide grundlægger af et nyt paradigme

### Indhold

- Jordens opbygning (kerne, kappe, skorpe, oceaner, atmosfære)
- Jordens alder
- Beskrivelse af de processer som har ført til opsplitning i reservoirer, samt tidspunktet for denne opsplitning
- Jordens indre energikilder (latent varme, radioaktivitet)
- Varmetransport (advektion, konvektion, ledning, stråling)
- Oceanbundsspredning og kontinentaldrift
- Vulkanisme og jordskælv
- De mineralske ressourcer og næringssaltenes geologiske kredsløb
- Kulstoffets kredsløb

## **Samarbejdspartnere**

### **Fysik**

- Varmelære: varmeledning, konvektion, adiabater, smeltning og krystallisation
- Radioaktivitet
- Omsætning mellem mekanisk og termisk energi, temperaturudvidelse og opdrift

### **Biologi**

- Metazoernes evolution, adskillelse af populationer, tidspunkter for diversifikationen af kontinenternes dyre og planteliv
- Biogeografi, plantebælter

## **Arbejdsmetoder, øvelser, forsøg m.v.**

- Almindelig stofgennemgang på klassebasis
- 'Forelæsninger' ved faglærere for større/flere hold
- Materialebearbejdelse i grupper: Fortolkning af geologiske og biologiske data
- Eksperimentelle øvelser: varmeledning versus advektiv varmetransport
- Individuel informationssøgning på internettet
- Institutionsbesøg: Fx DMI, Geocentret, Geologisk Museum, KMS

## **Materialer**

- Opdaterede tekster (web-tilgængelige), leveret af Geocentret i samarbejde med gymnasielærere
- Fauna- og floraprovinskort
- Avisartikler
- Satellitdata på digital og analog form
- Simple regnemodeller: Jordens varmeproduktion og varmetab

## **Evalueringsformer**

Fremlæggelse af skriftlig rapport i form af foredrag, medieproduktion eller populariseret skrift.

## 7 Olie som ressource - olie i Nordsøen

### Perspektiv

Danmark er for tiden den 3. største olieproducent i Europa kun overgået af Norge og Storbritannien. Den samlede olie- og gasproduktion i Nordsøen havde i 2002 en samlet værdi på 33 mia kr. Kulbrinter udgør således et af de vigtigste råstoffer i Danmark. Baggrunden for olieproduktionen i Nordsøen er en kompleks geologisk historie, der omfatter geologiske begivenheder gennem en mere end 300 millioner år lang udviklingshistorie. Herigennem er en række betingelser for kulbrintedannelse blevet opfyldt: aflejring af kildebjergarter rige på organisk materiale, indsynkning og kulbrintedannelse gennem opvarmning, aflejring af reservoirbjergarter og dannelse af strukturer der kan fungere som kulbrintefælder. Men kulbrinteforekomster er ikke uendelige, og Nordsøens oliekluder vil være udtømte inden for en kortere årrække. Hvad så?

### Niveau og omfang

C- eller B-niveau. 15 lektioner + evt. én ekskursionsdag (afhængig af lokalisering i Dk).

### Mål og kompetencer

- at give eleven en grundlæggende forståelse af olie/hydrokarboner som et naturligt råstof - dannelse, forekomst, efterforskning, udnyttelse
- at give eleven forståelse af Nordsøbassinets opbygning og dannelsen af olie (organisk kemi, geotermisk gradient, varmestrøm)
- at udvikle elevens evne til at finde olie ved at analysere seismiske undersøgelser
- at præsentere eleven for nuværende koncessionsområder
- at give eleven et naturvidenskabeligt grundlag for at deltage i den politiske debat omkring energipolitik

### Indhold

- Hvad er olie? -vigtigste kemiske forbindelser, simpel organisk kemi
- Olieforekomster: reservoir, porøsitet, forsejling
- Olie dannelse: kildebjergart, varmestigning med dybde, kemiske reaktioners temperaturafhængighed
- Nordsøbassinet: geologisk historie, indsynkning, pladetektonik
- Efterforskning: seismiske diagrammer, borer
- Nordsøen som hydrokarbonreserve: olie- og gasproduktion, fremskrivning, Danmarks energireserver

### Samarbejdspartnere

#### Fysik

Varmestrømsberegninger, seismiske bølger.

#### Kemi

Organisk kemi, kulbrintekemi.

## **Arbejdsmetoder, øvelser, forsøg m.v.**

- Lektionerne indledes med introduktioner og almindelig stofgennemgang på klassebasis efterfulgt af fastlagte opgaver
- Informationssøgning/materialesøgning på internettet
- Forsøg med bjergarter - mikroskop, porøsitet
- Gruppearbejde, hvor eleverne skal finde olie i Nordsøen. Eleverne deles op i et antal konkurrerende olieselskaber, der på basis af udbudsmateriale skal byde ind på et antal koncessioner. Gruppediskussioner, vurdering af data (vejledninger), prisfastsættelse, auktion. Kun en koncession/boring er udnyttelsesværdig
- Gruppearbejde, et case studie omkring et eksisterende oliefelt. Bearbejdelse af data hentet fra nettet, af regnskab, økonomivurdering, udnyttelsesgrad, reserver/ressourcer og prisudvikling
- Ekskursion: En ekskursion til en kridtlokalitet vil være nyttig. Her kan skrivekridtet demonstreres som reservoirbjergart. F.eks. Stevns og Faxe kalkbrud, kalkgruber og salthorste

## **Materialer**

- (Opdateret) Temahæfte om oliedannelse og Nordsøen
- Eksisterende kemibog om organisk kemi
- Eksisterende fysikbog om varmeledning, jordskælvsbølger
- Kortmateriale
- Seismiske diagrammer
- Bjergartsprøver (sort skifer, skrivekridt, olieprøve)
- Hjemmesider om Nordsøolien
- Energistyrelsens publikationer
- Koncessionsdata

## **Evalueringsformer**

Lille rapport om et oliefelt i Nordsøen.

## 8 Ressourcer, mineralske råstoffer (excl. olie-gas)

### Perspektiv

Udnyttelsen af de mineralske råstoffer er en forudsætning for vores civilisation, og forståelsen af det er en væsentlig erkendelse. Råstofferne er dannet ved geologiske processer, der dels illustrerer hvordan jordens processer virker og dels er eksempler på kemiske processer.

### Niveau og omfang

C- eller B-niveau. Ca. 15 lektioner, samarbejde primært med kemi og fysik.

### Mål og kompetencer

- at give eleven indsigt i hvordan de grundstoffer vi benytter optræder i naturen og hvordan de mineralske råstoffer dannes
- at erkende kæden fra naturen til produkt
- at belyse Danmark som råstofproducerende land. Det store volumen går til bygematerialer som stort set hidrører fra DK
- at give eleven indsigt i hvilke metoder der bruges til efterforskning af råstoffer
- at give eleven fornemmelse for at der er tale om endelige ressourcer

### Indhold

- De metalliske malmes forekomst og dannelse set i lyset af pladetektonik (integration med kemi)
- Udvinning og produktionsprocesser (integration med kemi)
- Industrimineraler: Cementfremstilling, moler og tegl som danske eksempler (integration med kemi)
- Sand, grus og sten: Sammenhæng til kvartærgeologien, nedslingshistorie og landskabsdannelse. Indgreb i og regulering af landskabet
- Eksempler på efterforskning af råstoffer: Moderne metoder som fx elektromagnetiske og georadar (integration med fysik)
- Udviklingstendenser: Forbrug og reserver
- Handel med råstoffer, monokultur og afhængighed. Råstofdrevne konflikter (integration med samfundsfag og historie)

### Samarbejdspartnere

#### Fysik

Magnetisme, elektromagnetisme og gravimetri bruges til at opspore malmforekomster. Data fra Danmark og Grønland kan bruges til at illustrere hvordan man finder fx malm eller grus og hvordan felterne varierer på jorden.

#### Kemi

Forekomst og dannelse af fx metalforekomster giver et godt udgangspunkt for et nærmere kendskab til grundstoffernes kemiske egenskaber - fx optræder de forskellige hovedgrupper gerne sammen i naturen. Niels Bohr fandt grundstoffet Hafnium (opkaldt efter København) i mineralet zirkon.

### **Samfundsfag**

- Der er en lang række råstof drevne konflikter rundt om på jorden. Et oplagt eksempel er Congo, hvor indtægter fra salg af bl.a. diamanter finansierer forskellige parter.
- Danmark producerer 99 % af det volumen af råstoffer vi forbruger. Vi er afhængige af at udnytte de ikke fornybare ressourcer, men er det bæredygtigt på langt sigt?

### **Samfundsfag**

Adgang til råstoffer, guld og sølv har været en drivende kraft i historien med opbygning af fx det spanske imperium. Svenskernes pludselige styrke i 1600 tallet kan bl.a. tilskrives fremkomsten af kobber og zinkminer i Bergslagen.

### **Arbejdsmetoder, øvelser, forsøg m.v.**

- Forelæsninger ved faglærere og inviterede fx den lokale amtsgeolog der står for efterforskning og regulering i lokalområdet
- Projektarbejde i grupper bl.a. med anvendelse af "cases" om konkrete miner
- Ekskursioner til lokale råstofgrave og produktionsanlæg og/eller nationale forekomster som fx Stevns Klint og Faxe Kalk
- Gruppearbejde med analyse af konkrete datasæt fra fx geofysisk kortlægning af en råstofforekomst

### **Materialer**

- Almindelige lærebøger
- Opdaterede tekster, web-tilgængelige
- Globale statistikker, hvor kommer de forskellige råstoffer fra
- Levende datasæt tilgængelige på web, knyttet til cases

### **Evalueringsformer**

Grupperapport og mundtlig eksamen.

## 9 Istidslandskabets dannelse og udnyttelse

### Perspektiv

Mange tidligere isdækkede lavlandsområder i Nordamerika og Europa er i dag tæt befolkede. I Danmark udgør istidslandskabet 90 % af landoverfladen. I dag slider mennesket istidslandskabet og omformer det som aldrig før. Der dyrkes afgrøder, graves råstoffer, anlægges veje, bygges huse og indvindes vand, og samtidig skal istidernes jordlag tjene som affaldsdepoter. I dagens samfund er der derfor mange udnyttelses- og miljøinteresser, som skal samordnes og afvejes, og for at kunne træffe beslutninger på et kvalificeret grundlag er det påkrævet at have en forståelse af landskabernes arkitektur og dannelse. Undervisning i dette emne bidrager således til øget natur- og omverdensforståelse og forbereder eleverne til medborgerskab og en naturfaglig uddannelse.

### Niveau og omfang

C- eller B-niveau. 15 lektioner + ekskursion.

### Mål og kompetencer

- at give eleven indsigt i en række fundamentale sammenhænge mellem klima og landskabsformende processer på forskellige tidsskalaer
- at give indsigt i centrale videnskabelige metoder og udvikle elevens evne til at observere, måle, analysere, argumentere, fortolke, søge information, sammenligne, udføre eksperimenter og opbygge modeller
- at fremme elevens forståelse for betydningen af tværvidenskabeligt samarbejde
- at bidrage til elevens opbygning af et sammenhængende billede af naturlandskabet og hvilke muligheder dette naturgrundlag byder på
- at give indsigt i hvorledes skiftende tiders teknologiske formåen og samfundsmæssige tendenser har påvirket menneskets forvaltning af naturlandskabets ressourcer
- at give et grundlag for at deltage i den samfundsmæssige debat om forvaltningen af landskabet
- at kunne forholde og formulere sig kritisk til dagens debat om tegn på og årsager til klimaændringer og miljøforandringer

### Indhold

- Gletscheres natur og klimaet (basale begreber inden for klimatologi og glaciologi)
- Processer og landskabsdannelse i glaciære miljøer (dannelse af randmoræner, smeltevandssletter, bundmoræner, dødsmoræner)
- Eksperimentelle øvelser, fx simulering af randmorænedannelse
- Det komplekse istidslandskab (overprægning ved gentagne isoverskridelser, arkitektur og lagfølger). Case-studier, efterforskning og landskabsmodeller
- Ressourceudnyttelse over tid og landskabets forvaltning (istidslandskabet som grundlag for kulturlandskabet og som råstofkilde, filter og affaldsdepot)

## **Samarbejdspartnere**

Emnet skal indgå i tværfaglige undervisningsforløb i samarbejde med andre af gymnasiets fag som fysik og matematik (fx let tilgængelige beregninger af gletscheres adfærd, smeltevandsdannelse og afstrømning, randmorænedannelse ved glacitektonik o.l.), biologi (fx landskabet og dets sedimenter som grundlag for biotoper), og samfundsfag (fysisk planlægning og forvaltning).

## **Arbejdsmetoder, øvelser, forsøg m.v.**

- Almindelig stofgennemgang på klassebasis
- Projektarbejde i grupper om udvalgte emner
- Eksperimentelle øvelser
- Ekskursion eventuelt med feltarbejde
- Viden og datasøgning på internettet
- GIS-værktøj og bygning af modeller
- Forelæsning ved forskere for flere klasser

## **Materialer**

- Opdateret undervisningsmateriale om gletschere, istider, landskabsdannelse og landskabsudnyttelse
- Avisartikler om gletschere og klimaændringer
- Geologiske og geomorfologiske data bearbejdet til undervisningsbrug
- Politiske handlingsplaner (uddrag af råstoflov, naturbeskyttelseslov mv.)

## **Evalueringsformer**

Aflevering af grupperapport. Mundtlig eksamen.

## 10 Kystlandskabet

### Perspektiv

Mange kyststrækninger verden over er i dag udsat for erosion. Der er mange naturgivne og menneskeskabte årsager til dette. Det danske kystlandskab udgør et naturligt laboratorium for forståelse af klima og vandstandsændringers indflydelse på landskabets udformning. Dels har vi relativ vandstandsstigning i den sydlige del af landet og fald i den nordlige del af landet. Dels fremgår effekter af vindens betydning via bølger og strøm ved sammenligning af kystudviklingen på landets eksponerede og beskyttede kyststrækninger. Mennesket har gennem tiden i høj grad valgt dette miljø til bosættelse og til rekreative formål, og dæmninger har i mange floder nedsat sedimenttilførslen til kysten betragteligt. Behovet for at samordne naturforståelse med udnyttelses- og miljøinteresser er derfor øget. En hensigtsmæssig beslutningstagen om fx bebyggelse, kystbeskyttelse, oprensning af havneslam, udnyttelse af marine råstoffer bygger på forståelse af kystens processer og naturlige morfologiske dannelse. Undervisningen i dette emne bidrager derved til en generel øget natur- og omverdensforståelse, hvad angår det kystnære landskab.

### Niveau og omfang

C- eller B-niveau. 15 lektioner + ekskursion.

### Mål og kompetencer

- at give indsigt i fundamentale sammenhænge mellem klima og vandstandsændringers (eustasi og isostasi) indvirkning på kystlandskabets processer og udformning på forskellige tidsskalaer
- at give indsigt i centrale videnskabelige metoder og udvikle elevernes evne til at observere, måle, analysere, argumentere, fortolke, søge information, sammenligne, udføre eksperimenter og opbygge modeller
- at fremme elevens forståelse for betydningen af tværvidenskabeligt samarbejde
- at bidrage til elevens opbygning af en sammenhængende forståelse af kystlandskabet og hvilke muligheder dette naturgrundlag byder på
- at give indsigt i hvorledes skiftende tiders teknologiske formåen og samfundsmæssige tendenser har påvirket menneskets indflydelse på kystlandskabet
- at danne grundlag for at deltage i den samfundsmæssige debat om forvaltningen af kystlandskabet
- at bidrage til stillingtagelse og kritisk formulering i den demokratiske debat om tegn på samt årsag og virkning af klimaændringer

### Indhold

- Relative vandstandsændringer og kystens udvikling i Holocæn
- Processer (bølger, tidevand, strømme), landskabsdannelse og erosion i kystmiljøet (dannelse af kystzonens former som fx revler, barrierer, odder og klitter)
- Ressourceudnyttelse over tid og landskabets anvendelse (kystlandskabet som råstofkilde (ralgravning og sandsugning) samt kystbeskyttelse)
- Eksperimentelle og beregningsmæssige øvelser (fx bestemmelse af vindens, trykets og tidevandets relative betydning for stormfloder)

## **Samarbejdspartnere**

Emnet vil kunne indgå i tværvidenskabelige undervisningsforløb i samarbejde med andre af gymnasiets fag som fysik og matematik (fx bølgedannelse og tidsserie analyser af bølger og vandstande), biologi (fx strandenge og marskens vegetationszonering; mikrobiologiens betydning for tidevandsfladers stabilitet) og samfundsfag (fysisk planlægning og forvaltning af kystzonen).

## **Arbejdsmetoder, øvelser, forsøg m.v.**

- Almindelig stofgennemgang på klassebasis
- Forelæsninger ved forskere for flere klasser
- Projektarbejde i grupper om udvalgte emner
- Eksperimentelle øvelser
- Ekskursion eventuelt med feltarbejde
- Viden og datasøgning på internettet
- GIS-værktøj og bygning af modeller

## **Materialer**

- Opdateret kompendium om kystmorfologi (web-tilgængelig)
- Opdateret kompendium om Vadehavets geomorfologi (web-tilgængelig)
- Avisartikler om kyst og klimaændringer
- Meteorologiske, oceanografiske og geomorfologiske data bearbejdet til undervisningsbrug
- IGBP materiale om land-hav interaktion
- Politiske handlingsplaner (uddrag af kystbeskyttelseslov og betænkninger om kystzonemanagement)

## **Evalueringsformer**

Aflevering af grupperapport, mundtlig eksamen.

# 11 Klimasystem og klimahistorie

## Perspektiv

Årsagerne til klimaændringerne og i hvilket omfang disse vil føre til ændringer i havspejlsniveau, temperatur, nedbør etc., er temaer der ofte vendes i den generelle samfundsdebat. Det er derfor vigtigt at være i besiddelse af et solidt naturvidenskabeligt kendskab til klimasystemets funktion og klimaets historie for at kunne forstå og tage stilling til de aktuelle diskussioner. Hvordan fungerer klimasystemet? Hvilken betydning har havstrømmene? Hvilke faktorer kan forklare klimaændringer? Får klimaforandringerne betydning i vores levealder?

## Niveau og omfang

C- eller B-niveau. Ca. 15 lektioner.

## Mål og kompetencer

- at bibringe eleverne indsigt i klimasystemets funktion og betydningen af atmosfærens sammensætning (og herunder biosfærens betydning)
- at styrke elevernes evne til at sætte aktuelle diskussioner om drivhuseffekt og klimaændringer ind i et længere tidsperspektiv
- at udvikle elevernes evne til at analysere komplekse naturvidenskabelige forhold
- at bidrage til elevernes forståelse af naturvidenskabelig metode, gennem arbejde med fortolkning af 'rigtige' naturvidenskabelige data

## Indhold og samarbejdspartnere

### Naturgeografi i samarbejde med fysik

- Hvordan fungerer 'klima-maskinen', hvad driver vindsystemerne?
  - Samarbejde med fysik: Eksperimenter (fx bassin-forsøg), fysisk analyse (fx Coriolis kraft og geostrofisk vind) og simple regnemodeller
- Atmosfærens sammensætning og dens betydning for klimaet. Hvad har bestemt ændringerne i atmosfærens sammensætning gennem Jordens historie?
  - Samarbejde med fysik: Sempel strålingsmodel
- Klimahistorie på den lange tidsskala: Hvad driver klimaændringerne?
  - Atmosfærens sammensætning
  - Kontinenternes fordeling
  - Ændringer i Jordens baneparametre: Milankovich
  - Iskappe feedback
  - Den termohaline cirkulation
  - Solpletaktiviteten
  - Varmeforurening
- Aktuelle og forventede fremtidige klimaændringer
  - Istidsvariationen
  - Den menneskeskabte drivhuseffekt
  - Andre antropogene effekter

### **Arbejdsmetoder, øvelser, forsøg m.v.**

- 'Forelæsninger'
- Stofgennemgang på klassebasis
- Eksperimentelle øvelser: Bassin-forsøg
- Gruppearbejde med simple regnemodeller
- Gruppearbejde med analyse af 'rigtige' historiske klimadata
- Institutionsbesøg: Geocenter, NBI/iskerne-lab., DMI
- Informationssøgning på internettet
- Projektarbejde i grupper

### **Materialer**

- Klimadata fra DMI
- Iskernedata fra NBI
- Sedimentkernedata fra Geologisk Institut
- IPCC rapporter
- DMI/DKC hjemmeside

### **Evalueringsformer**

Mundtlig eksamen. Aflevering og godkendelse af gruppeprojekt

## 12 Fra jord til drikkevand

**Vandets kredsløb, forurening og naturlige komponenter, grundvandsovervågning og monitorering, politiske handlingsplaner**

### Perspektiv

Mange faktorer har indflydelse på især kvaliteten af det vand vi bruger og drikker i Danmark. Grundvandsdannelse, jordlag, landbrugets forbrug af pesticider, næringstofferne omsætning i jorden og ikke mindst selve forbruget af drikkevandsreserverne er alle faktorer der har stor betydning for de fremtidige drikkevandsreserver. En forståelse for de enkelte problemstillinger samt et grundigt kendskab til vandets kredsløb er nødvendige værktøjer for at kunne tage stilling til og deltage i de vedvarende debatter om grundvandskvalitet og -kvantitet.

### Niveau og omfang

C- eller B-niveau. Valg af niveau kan afhænge af samarbejdet mellem de forskellige fagdiscipliner. Sammen med fysik, biologi, kemi i alt 50-60 lektioner + evt. virksomheds- og/eller institutionsbesøg.

### Mål og kompetencer

- at opbygge en forståelse for almindelige naturvidenskabelige grundværktøjer og disses sammenhæng med videnskabelig rådgivning af forskellige aktører og samfundets udvikling
- at fremme forståelsen for sammenhængen mellem samfundets aktiviteter og denne aktivitetens påvirkning af vandmiljøet, især drikkevand versus grundvandsindvindings konsekvenser
- at give eleven grundlag for at deltage i den samfundsmæssige debat om trusler over for drikkevand og grundvand
- at give eleven en forståelse for geologi og undergrundens egenskaber i forhold til vandværkerne grundvandsindvinding, fx at opøve elevens evner i læsning af forsimplede geologiske basiskort og almindelige topografiske kort
- at give eleven en forståelse for værdien af tværvenskabeligt samarbejde, hvor mange fagdiscipliner må inddrages i løsning og diskussion af vigtige samfundsmæssige interesser
- at give eleven indblik i samspillet mellem forskellige interessegrupper (fx land- og skovbrug, vandværker, kommuner, amter, naturfredning, statsmagt og sektorforskning)

### Indhold

- Oprindelse af vandet på planeten og i universet, gennemgang af vandets kredsløb
- Tidlige kulturers brug og afhængighed af vand
- Samfundets forbrug af drikkevand og grundvand
- Vandværker og grundvandsindvinding, vandforsyningsstruktur
- Indvinding og effekter på overfladevand - vandløb og placering af indvindingsboringer

- Geologi og grundvandsdannelse i forskellige regioner i Danmark, der udvælges to til tre forskellige værkstedsområder som viser forskelle i klima, jordbund, geologi og afstrømningsforhold
- Trusler mod grundvandet, generel gennemgang af næringsstoffer, pesticider, industrikemikalier, tungmetaller etc.
- Grundvandsmonitoring, resultater fra det Nationale Danske Overvågningsprogram
- Pesticidovervågning VAP, konsekvenser af resultater fra det tidlige varslingsystem fra pesticidudvaskning (VAP) for landbrugsarealer
- Nye forskningsresultater fra pesticid forskningen
- Arealanvendelse i forhold til omsætning af næringsstoffer
- Grundvandets kvalitet og kvantitet med eksempler fra fx den ny udviklede Danmarksmodel
- Fremtidige klimaændringers konsekvens for grundvand og grundvandsdannelse samt landbrugets dyrkningsformer

## **Samarbejdspartnere**

### **Matematik og fysik**

- Hvad er en model, udgangspunkt i Danmarksmodellen for grundvand?
- Hvordan udvikles og anvendes en model?
- Validering af modeller. Hvor sikker er en model?
- Den tilgængelige grundvandsressource
- Prøvekørsel med simpel grundvandsmodel - hvordan bevæger vandet sig og hvor hurtigt

### **Kemi**

- Grundvandets sammensætning, naturligt indhold af forskellige hovedbestanddele
- CFC - grundvandets alder
- Forurenende stoffer, næringsstoffer
- Gennemfør analyser af drikkevandet på dit gymnasium og af vandprøver udtaget fra forskellige dele af vandets kredsløb (regnvand, grundvand og drikkevand)

### **Biologi**

- Mikrobiologi
- Omsætning af naturlige og miljøfremmede stoffer i forskellige miljøer
- Dannelse af forskellige gasser i grundvandsmiljøer og sammensætning af poreluft
- Forekomst af makro- og mikroliv i forskellige grundvandsmagasiner og betydningen for den fremtidige vandplanlægning
- Tilpasning til ekstreme miljøer: stygoide faunaer og disses betydning for kulstof kredsløb i grundvandsmagasinerne
- Klimaændringernes betydning for omsætning af næringsstoffer og fx pesticider i dyrkningsjorden, herunder ændringer i landbrugspraksis ved stigende temperaturer og en længere vækstsæson

## Samfundsfag

- Politiske handlingsplaner vedrørende grundvand og grundvandsforurening som gennem de senere år er blevet vedtaget i folketinget sættes i relation til de problemer med grundvandsforurening der har været i fokus det sidste årti
- Politiske aktionsplaner, vandmiljø planer
- Pesticid planer og politiske målsætninger
- Skovrejsning og vådområder - effekt og konflikt
- Identifikation af interessegrupper og disse gruppers målsætninger og interessekonflikter
- Indikatorer og miljøovervågning, her anvendes indikatorrapporter, og der sammenlignes mellem disses indhold og fremtræden i en udvalgt periode.
- Naturgenopretning
- Grønne afgifter som styringsredskab

## Arbejdsmetoder, øvelser, forsøg m.v.

- Almindelig stofgennemgang på klassebasis
- 'Forelæsninger' ved faglærere for større/flere hold eller ved at indkalde specialister fx fra naturvidenskabsfestivalen og andre grupper
- Materialebearbejdelse i grupper: Fortolkning af geologiske kort og basismateriale
- Projektarbejde i grupper om delemner
- Eksperimentelle øvelser: kemiske analyser af vand
- Feltarbejde i det lokale område: Hvordan findes nedslivnings- og udsivningsområder? -herunder eksperimenter i vådområder eller vandløb
- Feltstudier i lille skala: Installer et filter i bunden af et vandløb og langs ådalens skrænt/fod - hvor kommer vandet fra og hvor gammelt er det?
- Internetsøgning: GEUS, Miljøstyrelsen og informationer om grundvandsbiologi
- Virksomhedsbesøg: det lokale vandværk besøges og vandværkets tekniske installationer gennemgås

## Materialer

- Opdaterede tekster (web-tilgængelige), leveret af Geocentret i samarbejde med gymnasielærere
- Geologiske data, bearbejdet til undervisningsbrug
- Politiske handlingsplaner fra en udvalgt periode
- Beskrivelse af de mange aktører inden for området, incl. adresser og websider
- Avisartikler om grundvand og pesticider samt fra politiske aktører
- Aktuelle vanddata på digital form, fx grundvandsindvinding
- Grundvandsmodeller. Simple modeller kan i vist omfang download'es fra nettet og anvendes som testmodeller
- Hjælpe ark til brug ved internetsøgninger - fx søgeord og afgrænsning af emner
- Diverse data ark om grundvandsmonitoring, koncepter for varslingssystemer og for naturgenopretning (vådområder og skovrejsning)

## Evalueringsformer

Aflevering af gruppeprojekt, fælles projekt om feltarbejde i det lokale område. Almindelig eksamen

## 13 Vandressourcer og deres udnyttelse i store flodbassiner

### Perspektiv

Vand anvendes som drikkevand, i husholdningen, til kunstvanding, til el-produktion, til sikring af sejlads på floderne, er endvidere en begrænsende faktor for plantevækst og meget mere. Men i store dele af verden er vand en begrænset ressource både for mennesker og for planter og dermed fødevarergrundlaget for dyr og mennesker. Særligt i de aride og semi-aride regioner er kampen om de sparsomme mængder stadig voksende pga. øget befolkningspres og nye udnyttelsesmuligheder. Det er således meget vanskeligt at samordne de mange interesser og der opstår ofte konflikter. Særligt i forbindelse med de store transnationale flodbassiner kan interesserne være meget tværgående og konflikterne strække sig til det politiske niveau. Dette ses bl.a. i Mellemøsten og Mekong-floden. Konkurrencen om vand medfører ofte indgreb i den hydrologiske balance bl.a. i form af dæmningsbyggeri og kunstvandingsprojekter, men livsgrundlaget for mennesker i et meget stort område kan påvirkes grundlæggende af ændringer i en anden del af afvandingsområdet. Dette undervisningsforløb baseres på et af Vestafrikas store flodbassiner, Senegalflodbassinet, som strækker sig fra et sub-humid til et semi-arid klimaa, på tværs af flere landegrænser, der alle har udnyttelsesinteresser. Der opnås en naturvidenskabelig basisviden om vandressourcer og vandets kredsløb og der gives en indsigt i betydningen af den menneskelige indgriben i den hydrologiske cyklus.

### Niveau og omfang

C- eller B-niveau. Ca. 15 lektioner.

### Mål og kompetencer

- at give eleven indsigt i vandets kredsløb og effekter af indgreb i den hydrologiske cyklus
- at bidrage til elevens forståelse af centrale naturvidenskabelige metoder
- at udvikle elevens evne til at anvende naturvidenskabelig metode til at observere, analysere og forklare komplekse naturvidenskabelige forhold i vekselvirkning med samfundsvidenskabelige problemstillinger
- at udvikle elevernes tekniske færdigheder i forbindelse med satellitbilledbehandling samt at bidrage til en forståelse af den bredere anvendelse heraf

### Indhold

- Klima: Det globale vindsystem med fokus på de tropiske vindsystemer og vejrforhold (ITK-zone, Monsunvinde)
- Vandets kredsløb: grundlæggende om vands kredsløb, endvidere fokuseres på effekter af indgreb i den hydrologiske cyklus (arealanvendelse, afstrømning, klimaforandringer)
- Satellitbilleder, vegetation (arealanvendelse) og vandstress
- Flodregimer: oversvømmelser, traditionel landbrugsproduktion, kunstvanding, dæmning
- Transnationale flodbassiner: vandressourceforvaltning, interessekonflikter, dæmninger, vandkraft

## **Samarbejdspartnere**

### **Fysik**

- Vindsystemer
- Vandkraftværkers energiproduktion
- Elektromagnetisk stråling, atmosfærens sammensætning
- Sedimenttransport, suspension

### **Biologi**

- Sygdomme i tropene bl.a. malaria og bilharioze (vandafhængige)
- Planteproduktion, fotosyntese, respiration
- Begrænsende faktorer, tørre områders økologi

### **Samfundsfag**

- Statslig landbrugspolitik
- Subsidier
- Globalisering

### **Matematik**

- Differentialligninger, vandtransport i jord
- Regressionsligninger

### **Arbejdsmetoder, øvelser, forsøg m.v.**

- Almindelig stofgennemgang på klassebasis
- Gruppearbejde til opgave/beregninger af vandbalance til forståelse af vands kredsløb, baseres på case materiale fra forskellige dele af Senegalflodbassinet, hvor menneskelige indgreb afspejles i vandbalancen
- Gruppearbejde med computer-baseret analyse af satellitbilleder og GIS

### **Materialer**

- Almindelig lærebogsmateriale
- Tekster skrevet til formålet, web-tilgængelige
- Case studie materiale: Satellitbilleder, kort, vandføringsmålinger, nedbørs statistik

### **Evalueringsformer**

Mundtlig eksamen, evt. baseret på projektrapport.



## 14 Global fødevareforsyning: Vil der være mad nok til 12 milliarder mennesker?

### Perspektiv

Med en forventet befolkning i 2050 der er dobbelt så stor som den nuværende er det et indlysende spørgsmål om denne verden kan producere mad nok. Giver naturgrundlaget basis for at brødføde dobbelt så mange mennesker? Kan den teknologiske udvikling i landbruget holde trit? Fødevareproduktionen afhænger bl.a. af indstråling, temperatur, vand- og næringsstofftilgængelighed. Hvilke faktorer er begrænsende for fødevareproduktionen i forskellige dele af verden, og hvordan kan vi komme om ved disse begrænsninger? Hvilken indflydelse vil klimaændringerne få på verdens fødevareproduktion?

### Niveau og omfang

C- eller B-niveau. Ca. 15 lektioner.

### Mål og kompetencer

- at give eleven en forståelse af den globale fødevareforsyning og de udfordringer som forsyning af 10-12 milliarder mennesker vil indebære
- at give indsigt i de naturfaktorer (indstråling, temperatur, nedbør, næringsstofftilgængelighed) som begrænser fødevareproduktionen i forskellige dele af verden
- at danne basis for deltagelse i den almindelige globale debat om fødevareproduktion
- at udvikle evne til kvalitativ så vel som kvantitativ analyse af data vedrørende landbrugsproduktion og fødevarebehov
- at udvikle evne til selv at opsøge information, vha bibliotek, databaser og internet-søgning og endvidere anvende den opnåede viden
- at udvikle evne til at arbejde projektorienteret og i grupper om såvel intra- som tværfaglige emner

### Indhold

- Uoverensstemmelsen om hvorvidt der er fødevarer nok til alle - nu og i fremtiden
- Befolkningsudvikling, kostsammensætning og fødevarebehov
- Fødevareproduktion, aktuel og potentiel
- Klima-/plantebælter
- Strålings-, temperatur- og vandbegrænsning af produktion
- Effekter af klimaændringer
- Lokale eksempler, landbrugsstrategier til omgåelse af begrænsende faktorer:
  - Risproduktion i SØ-Asien
  - Majsproduktion i Ø-Afrika
  - Hirseproduktion og pastoral nomadisme i Vestafrika
  - Konventionelt og økologisk landbrug i Danmark

## **Samarbejdspartnere**

### **Biologi**

- Fødevarerbehov, fysiologi, human ernæring
- Produktionsøkologi: Fotosyntese, respiration, begrænsende faktorer
- Plantebælter, bio-geografi
- Kvælstofs og fosfors 'kredsløb', jordbundsbiologi
- GMO, HYV, forædling, grøn revolution

### **Samfundsfag**

Befolkningsudvikling og landbrugsudvikling: Malthus, Adam Smith, Boserup og Daly

### **Arbejdsmetoder, øvelser, forsøg m.v.**

- 'Forelæsninger', bl.a. med 'inviterede'
- Almindelig holdundervisning, stofgennemgang
- Projekt- og gruppearbejde, fx omkring regionale eksempler, med behandling af tekster, data, satellitbilleder og kort, og internetbaseret informationssøgning
- Virksomheds- og institutionsbesøg (fx landbrug, gartneri, DJF-institutioner, Geo-center, Botanisk Have, KVL)
- Eksperimentelle øvelser (fx i jordbundsgeografi og biologi)

### **Materialer**

- Standard lærebogsmateriale
- Tekster skrevet til formålet, web-tilgængelige
- Case studie materiale: Talmateriale, flybilleder, kort, satellitbilleder FAO/UN statistik
- Globale databaser, fx vedrørende klima, vegetation, arealanvendelse etc.
- IPCC-data/-scenarier vedrørende klimaændringer

### **Evalueringsformer**

Mundtlig eksamen, evt. baseret på projektrapport

## 15 Afskovning i troperne

### Perspektiv

Når store skovarealer fældes påvirkes miljøet både lokalt og globalt. På lokal skala påvirker afskovning næringsstofcirkulation, hydrologi, erosionspotentialet, biologisk diversitet etc. Men kan afskovningen have indflydelse på det globale klima? Og hvad betyder afskovningen i forhold til den globale drivhuseffekt? Årsager til afskovningen er typisk etablering af plantage, landbrugseksansion, tømmerhugst, indsamling af brænde etc. Dette undervisningsforløb vil føre eleverne ind i problemstillingerne omkring afskovning og give dem et videnskabeligt grundlag for at tage stilling til og deltage i den internationale debat, hvor mulige løsninger og scenarier jævnligt bliver præsenteret.

### Niveau og omfang

C- eller B-niveau. Ca. 15 lektioner (geo-delen), tværfagligt samarbejde med biologi.

### Mål og kompetencer

- at bibringe eleven indsigt i et globalt miljøproblem og et vigtigt økosystems/biomes funktion
- at styrke elevens 'omverdens-kendskab', specielt vedrørende natur- og samfundsforhold i andre dele af verden
- at udvikle elevens analyse og forståelse af komplekse, tværfaglige problemstillinger
- at opbygge elevens evne til at deltage i den offentlige debat om bæredygtig udvikling og globale miljøproblemer
- at udvikle elevens kompetence til projekt- og gruppeorienteret arbejde
- at udvikle elevens tekniske kunnen, specielt vedrørende analyse af kvantitative data (statistik og satellitbilleder) og netbaseret informationsøgning

### Indhold og samarbejdspartnere

- Regnskovenes funktion og betydning (fælles for biologi og naturgeografi):
  - Næringsstof-cirkulation
  - Hydrologi
  - Betydning for erosionsbegrænsning
  - Klimaeffekter, kulstofmagasin
  - Biologisk diversitet
  - Hjemsted og livsgrundlag for 'indfødte folk'
  - Økonomisk ressource for fattige lande
- Regnskovenes forsvinden - generelt og globalt
  - Hvad menes der med 'skov' og 'afskovning' ?
  - Registrering: Statistik, kort og satellitbilleder
  - Årsager: Tømmerhugst, ekspansion af landbrug, plantagedrift, græsningsområder etc.
  - Virkninger: Kulstofmagasiner og klima, erosion, livsgrundlag

- Regnskovenes forsvinden/transformering - eksempler fra Amazonas, Sarawak og Vietnam:
  - Klima, jordbund, terræn
  - Udnyttelse, landbrugssystemer
  - Årsager til forsvinden/transformering
  - Forvaltning, regulering

### **Arbejdsmetoder, øvelser, forsøg m.v.**

- 'Forelæsninger' ved faglærere og inviterede
- Holdundervisning, med stofgennemgang
- Projektarbejde i grupper med regionale eksempler
- Gruppearbejde med analyse af statistik, kort og satellitbilleder
- Institutionsbesøg

### **Materialer**

- Almindelige lærebøger (i geografi og biologi)
- Opdaterede, web-tilgængelige tekster, fx vedrørende lokale eksempler og metode til anvendelser af satellitbilleder
- Globale kort og databaser over afskovning
- Statistik, kort og satellitbilleder, knyttet til cases

### **Evalueringsformer**

Grupperapport, 'poster-fremlæggelse'

## 16 Ørkenspredning

### Perspektiv

Ørkenspredning er alment anerkendt som én af de vigtigste trusler mod miljø og levevilkår i de tørre troper. De særligt truede områder er ofte regioner der i forvejen er ekstremt fattige (fx Sahel-zonen i Afrika) og landbrugsmæssigt dårligt udviklede. Årsagerne til ørkenspredning er meget omdiskuterede: Drejer det sig primært om uhensigtsmæssig udnyttelse af ressourcerne gennem overgræsning, overopdyrkning og træfældning, eller spiller klimaændringer en afgørende rolle? Selve begrebet 'ørkenspredning' (eller mere præcist på engelsk 'desertification' eller 'land degradation') er ligeledes stærkt omdiskuteret: Hvilke processer gemmer sig bag dette samlebegreb, hvilke indikatorer er relevante, og hvordan måler/registerer man ørkenspredning? Dette undervisningsforløb giver eksempler på 'ørkenspredning', samt modsat rettede processer, i tørre tropiske områder på skalaer fra få km<sup>2</sup> til den kontinentale og diskuterer i relation til disse eksempler hvilke forklaringer på fænomenerne der er relevante.

### Niveau og omfang

C-eller B-niveau. Ca. 15 lektioner.

### Mål og kompetencer

- at give eleven indsigt i ét af de globale miljøproblemer, dets mulige årsager og forslag til løsninger
- at styrke elevens evne til at overskue og analysere komplekse, sammenvævede natur- og samfundsvidenskabelige problemkomplekser
- at udvikle elevens evne til kritisk analyse af kilder, videnskabelige såvel som 'populære'
- at udvikle elevens kunnen i forbindelse med IT-baseret analyse af data, især satellitbilleder, og informationssøgning

### Indhold

- Miljømæssige ændringer i tørre områder i tropene - og deres årsager:
  - Sahel-Sudan: Ændringer i vegetationens produktivitet
  - Burkina Faso: Ændringer i landbrugsmæssig arealanvendelse - relation til hydrologi
  - Burkina Faso: Vinderosion, klitdannelse og regenerering af vegetationsdække
  - Senegal: Afskovning
  - Senegal: Græsningstryk, overgræsning
  - Irak, Senegal: Tilsaltning af kunstvandede områder
- Forsøg på at modvirke og regulere landdegradering, lokalt, nationalt og globalt:
  - Træplantningsprojekter, skov- og landbrug
  - Forbedrede dyrkningsmetoder
  - National landbrugs- og miljøpolitik
  - Ørkensprednings-konventionen

## **Samarbejdspartnere**

### **Biologi**

- Tørre områders økologi
- Fotosyntese
- Begrænsende faktorer

### **Samfundsfag**

- Internationale organisationer
- International arbejdsdeling
- International handel

## **Arbejdsmetoder, øvelser, forsøg m.v.**

- 'Forelæsninger'
- Stofgennemgang på klassebasis
- Gruppearbejde med computer-baseret analyse af tidsserier af satellitbilleder
- Gruppearbejde med lokale cases

## **Materialer**

- 'Case-pakker': Kort, satellitdata, opmålingsdata, tekster
- Tidsserier af satellitdata: Pathfinder-datasættet, dertil knyttet software
- Geografisk relateret billeddatabase

## **Evalueringsformer**

Projektrapport. Mundtlig eksamen.

## 17 Miljøhistorie: Istiden og frem

Dette forslag ligger tæt på det om "Klimasystem og klimahistorie"(se side 31), men tager et bredere afsæt da det "didaktiske"udgangspunkt er miljøet som oplevet af dyrene og plantelivet, samt mennesker og som det er registreret i danske aflejringer.

### Perspektiv

Miljøet i Danmark har ændret sig meget gennem de sidste 18 000 år fra at landet var dækket af en stor iskappe til det frodige Danmark vi ser i dag. Ændringer i klimaet har været den overordnede drivende faktor i dette, og man kan i forskellige typer aflejringer, specielt i finkornede søaflejringer, se sporene af hvordan omgivelserne har ændret sig gennem tiden. Man kan se hvorledes forskellige plante og dyresamfund har fulgt efter hinanden, og man kan få en ide om, hvorledes mennesket har påvirket naturen gennem de sidste 6-7000 år fx ved indførelse af landbruget, kvægavl og korndrykning og gennem forskellige typer landbrug.

Man kan ligeledes se, at det kan nytte at indføre forskellige former for naturbeskyttelse, fx er indholdet af sodpartikler faldet markant, som det ses i søaflejringer, efter der blev indført filtre på kraftværkernes skorstene. På landoverfladen og i moser er mængden af bly, der er giftigt, ligeledes faldet markant, efter at man har indført blyfri benzin. Menneskets indgriben er således ikke altid af negativ karakter og det kan faktisk nytte noget at regulere miljøet.

### Niveau og omfang

C- eller B-niveau. Ca. 15 lektioner, samarbejde med fysik, biologi og historie

### Mål og kompetencer

- at give eleven indsigt i sammenhængen mellem klima, havstrømme og vindsystemer
- at give eleven fornemmelse for sammenhængen mellem klima og vegetationshistorie
- at give eleven indblik i sammenhængen mellem vegetationens, dyrenes og menneskets, indvandringshistorie og mellem landbrugsformer samt landskabsdannelse (flyvesands områder)
- at give eleven indblik i sammenhængen mellem klima og levevilkår historisk set i Danmark
- at bibringe til elevens forståelse af vurderinger og effekter af moderne miljøtiltag

### Indhold

- Overordnet gennemgang af "klima-maskinen"(integration med fysik)
- Istiden, med fokus på virkningen i Danmark. Vegetation og dyreliv som funktion af klima i istider og mellemistider (integration med biologi)
- Bortsmeltning af iskappen, indvandringshistorie og effekten af skiftende produktionsformer på landskabet (integration med historie)
- Sammenhæng mellem klima og større historiske tildragelser (fx lille istid)
- Sammenhæng mellem produktionsformer og miljø som det er registreret i søaflejringer (fx næringsstofudvaskning fra landbrug, først stigende forekomst af partikler fra industri, siden faldende ved introduktion af partikelfiltre)

## **Samarbejdspartnere**

### **Fysik**

- Iskernedata/stabile isotoper viser klimafluktuationer
- Stabile isotoper bruges til at vise hvilke fødeemner f.eks. mennesker levede af

### **Biologi**

- Pollendiagrammer viser indvandring af forskellige plantesamfund
- Vegetationshistorie

### **Historie**

Miljøet har sat de ydre rammer for de produktionsformer der har været mulige fra indvandringen af de første nomader, og fremkomsten af landbruget er startet på de lette jorde i Vestjylland. Overudnyttelsen har så her givet "ørkendannelse" og sandflugt her senere. Den "lille istid" har også sat spor i historien.

### **Arbejdsmetoder, øvelser, forsøg m.v.**

- Forelæsninger ved faglærere og inviterede
- Projektarbejde i grupper bl.a. med anvendelse af "cases"
- Eksursion til lokale kvartærgeologiske profiler
- Gruppearbejde med analyse af konkrete datasæt fra f.eks. borer i en lokal sø

### **Materialer**

- Almindelige lærebøger
- Opdaterede tekster, web-tilgængelige
- Danske klimadata fra GEUS og DMI
- Levende datasæt tilgængelige på web, knyttet til cases

### **Evalueringsformer**

Grupperapport og mundtlig eksamen.

## 18 Topografi og miljø

### *Identifikation af relationer mellem geomorfologi og jordbundsforhold i Danmark*

#### Perspektiv

Hvad er sammenhængen mellem terrænets overfladeformer og jordbundsforholdene? Hvor findes de forskellige geologiske aflejringer, hvordan er de skabt, hvor gamle er de, og hvad karakteriserer dem? Kan man give et kvalificeret bud på, hvilke jordarter der findes i terrænet ud fra en generel viden om topografien, og hvor man er i landet? Ud fra viden om de generelle jordbunds- og terrænforhold kan der gives en hurtig vurdering af et områdes potentialer set rent ressourcemæssigt (i forbindelse med landbrugsudnyttelse), men også et bud på, hvor miljøfølsomt et område måtte være m.h.t. nedsvivningen af stoffer til grundvandet eller via overfladeafstrømning til vandløb, søer og hav.

#### Niveau og omfang

C- eller B-niveau. Ca. 15 lektioner.

#### Mål og kompetencer

- at opbygge elevens viden omkring det danske landskab, generelt m.h.t. terrænforhold, geologi, geomorfologi og jordbund
- at udvikle elevens analytiske færdigheder på forskellige tematiske kort, analoge såvel som digitale
- at bibringe eleven forståelse af koblinger mellem landskaber, jordbund og miljøforhold
- at bibringe eleven forståelse for begreber vedrørende ressourcepotentialer (i råstofmæssigt og landbrugsmæssigt perspektiv)
- at give eleven forståelse for begreber vedrørende miljøfølsomhed
- at opøve elevens tekniske færdigheder i anvendelsen af et GIS og derigennem bidrage til forståelsen af disse

#### Indhold

- Med udgangspunkt i Danmarks topografi (zoneret højdemodel, <0, 0-5m, 5-10m osv. fra KMS) laves der en kobling til de geologiske jordarter i Danmark (GEUS jordartskort i 1:200.000 med beskrivelser af 12 forskellige sedimentter). Derfra laves en kobling til landskabselementer (Danmarks Jordbrugsforskning, ca. 15 enheder). Det vurderes, hvorvidt der er synlige sammenhænge mellem terrænhøjde og geologi/morfologi.
- Præsentation af en jordprofildatabase (udtræk af den Danske Jordprofildatabase fra Danmarks Jordbrugsforskning) med en serie typiske jordbundsprofiler knyttet til de forskellige landskabselementer og geologiske jordarter. Database indeholder fotos og overordnede beskrivelser af jordprofiler og deres detaljerede placering i terrænet + generaliserede data om fysiske og kemiske parametre (tekstur, kulstof, kalk, pH, CEC).

- GIS-baseret vurdering af hvor de forskellige jordbundstyper er placeret i landskabet (stærkt udvaskede lerjorde på bakkeøerne fra Saale, mindre udvaskede lerjorde i det yngre morænelandskab fra Weichsel, stærkt udviklede podzoler på hedesletterne, uudviklede jorde i flyvesandsområder, stærkt kulstofholdige jorde i lavninger i landskabet, moser og marsk, stærkt kalkrige, opsprækkede jorde osv.).
- Med udgangspunkt i en regions jordbundsforhold, dræningstilstand, permeabilitet og terrænmæssige beliggenhed vurderes det, hvor miljøfølsomt området er mht. nedsivning af pesticider og kvælstof til grundvandet og/eller i hvilket omfang vandløb og søer kan tænkes at blive påvirket af fosfor-berigelse pga. overfladeafstrømning.
- Med udgangspunkt i jordbundens kemiske og fysiske forhold gives der overordnede bud på, hvor ressourcestærke forskellige jorde er rent dyrkningsmæssigt (hvor er jorden næringsrig/næringsfattig, vandlidende/ikke vandlidende, miljøfølsomhed etc.).
- Der kan foretages koblinger til klimatologi vedrørende nedbørens og fordampningens fordeling over Danmark og hydrologi vedrørende grundvandsressourcer.

## **Samarbejdspartnere**

### **Kemi og biologi**

- Processer i henholdsvis oxiderende og reducerende miljøer
- Mineraliseringshastigheden af organisk materiale
- Forvitring af primærminerale
- Pyrit/okker (kobling med kort og data fra Okkerundersøgelsen)
- Jordbundskemiske parametre (pH, kalk)
- Næringsstoffers kredsløb, pesticider
- Næringsstoffers betydning for plantevækst

### **Samfundsfag**

- Pesticid planer og politiske målsætninger
- VVM undersøgelser, naturgenopretning, skovrejsning

### **Arbejdsmetoder, øvelser, forsøg m.v.**

- Studier af diverse lærebøger og publikationer
- Holdarbejde med brug af GIS (fremvisning af kort, kombinationer af kort vha. overlay-teknikker)

### **Materialer**

- GIS installeret på PC'ere
- Digitale landsdækkende data:
  - Højdemodel (KMS)
  - Geologisk Jordartskort 1:200.000 (GEUS)
  - Landskabselementer (Dansk Jordbrugsforskning)
  - Udbredelsen af lavbundslande
- Lærebøger

- Diverse rapporter fra GEUS, DMU, Danmarks Jordbrugsforskning vedrørende miljøfølsomhed m.v.

### **Evalueringsformer**

Aflevering af skriftlig opgave.



## **19 Ændringer i arealanvendelser inden for de sidste 120 år i Danmark belyst ved hjælp af GIS og remote sensing metoder**

### **Perspektiv**

Landskabets udnyttelse har varieret meget igennem de sidste hundrede år. Landbruget har i hele perioden været den dominerende form for arealanvendelse, mens byområder samt skove, enge, heder og andre naturtyper har haft forskellig udbredelse. Landskabets mange naturområder spiller en vigtig rolle som levested for dyr og planter. Ved at spore udviklingen i arealanvendelse gennem de sidste hundrede år, kan vi belyse dyr og planters levevilkår i løbet af historien, aflæse forskellige tiders arealanvendelse og de spor som samfundsudviklingen har sat i landskabet. Udviklingen i landskabets udnyttelse analyseres fra forskellige vinkler. Ved at koble analyser af kortblade, satellitbilleder og flyfotos og databaseinformation sammen i GIS er det muligt at undersøge mange forskellige temaer og emner. Disse informationer kan sættes i perspektiv ved at læse andre kilder og tekster om udviklingen.

### **Niveau og omfang**

C- eller B-niveau. Ca. 15 timer.

### **Mål og kompetencer**

- at bibringe eleven indsigt i arealanvendelsen i Danmark gennem de sidste 120 år
- at styrke elevens evne til at observere, overskue og analysere komplekse sammenhængende natur- og samfundsvidenskabelige problemkomplekser
- at udvikle elevens evne til at forholde sig kritisk til remote sensing data
- at give eleven en dybere forståelse af analyse og bearbejdning af remote sensing data

### **Indhold**

- Arealanvendelse i 2 danske sogne
  - Baggrund
  - Fokus på natur og halvnatur
  - Sammenhæng med landbrugssystem i et lukket system (før 1950)
  - Sammenhæng med landbrugssystem i et åbent system (efter 1950, mekanisering)
  - Forskel på arealanvendelsen i et intensivt- og et hobbylandbrug

### **Samarbejdspartnere**

#### **Fysik og matematik**

- Spektrale signaturer og anvendelsen inden for RS
- Matricer
- Geometrisk opretning af satellit- og flybilleder

## **Biologi**

- Landbrugsplanter (ændringer de sidste 100 år)
- Rødliste arter
- Habitattyper
- Dynamik

## **Samfundsfag og historie**

- Landbruget som økonomisk og beskæftigelses faktor i det danske samfund

## **Arbejdsmetoder, øvelser, forsøg m.v.**

- Forelæsninger
- Stofgennemgang på klassebasis
- Gruppearbejde PC-baseret analyse af satellit og flybilleder
- Arbejde med lokale cases

## **Materialer**

- "Case-pakker": skannede kort, flybilleder, ortofotos og satellitbilleder
- Markblokkort
- Egnsbeskrivelse

## **Evalueringsformer**

Projektrapport. Mundtlig eksamen.

---

**Del III**  
**Den almene studieforberejdelse**  
**1.-3.g**

---



## 20 Begrebet Tid

Forslaget er tænkt som en samling ideer, hvorfra der kan udtrages delelementer. I sig selv er forslaget for ambitiøst.

### Perspektiv

Tid er vedkommende for alle. Tid tælles, måles, bruges eller kritiseres af alle i alle sammenhænge. Begrebet tid er derfor et oplagt emne for tværgående undervisning på det indledende niveau i det nye gymnasium. Ved at benytte den geologiske indfaldsvinkel i geografiundervisningen er det muligt at perspektiveret emnet på en ny og udfordrende måde.

Geologien anvender tidsbegrebet i en sammenhæng, der er væsensforskellig fra den almindelige opfattelse af tid. Hvor et menneskes liv spænder over et tidsrum på under 100 år, arbejder geologer med tidsperspektiver på millioner af år. Geologien giver således mulighed for at udvikle det almindelige tidsbegreb og sætte tal på fænomener, der kan være overraskende for de fleste elever: Tavlekridtet er 70 millioner år gammel, benzinen i bilen stammer fra skiferlag, der er 140 millioner år gammel, granitten i brostenen er 1200 millioner år gammel osv. Tidsperspektivet kan yderligere udbygges ved at inddrage den astronomiske synsvinkel, jordens alder, solsystemets alder, tiden fra universets dannelse og Big Bang.

I den anden ende af tidsskalaen er den moderne teknologi baseret på tidsenheder målt i milli- og nannosekunder. Vi køber en ny PC, hvad betyder det tidsmæssigt, at processoren har en "clock-rate" i GigaHertz-området? Hvad er mikrobølger? Hvor hurtigt udbredes lys og radiobølger?

Kemisk tid handler om rekationshastigheder, der kan synliggøres gennem simple forsøg med opløsning af stoffer ved forskellige temperaturer. Biologisk tid er ligeledes baseret på kemiske reaktionshastigheder, men manifesterer sig ganske anderledes: døgnrytmer, søvnrytmer, livsrytmer. Simple observationer over søvnrytmer kan anskueliggøre det biologiske tidsbegreb for den enkelte elev.

Også historiske og filosofiske aspekter kan inddrages i emnet tid. Historisk set er det væsentligt at følge tidsbegrebet og tidsmålingens historie (jordens alder har udviklet sig fra den bibelske opfattelse på ca. 4500 år til den moderne videnskabs 4.55 milliarder år) samt at vise eleven, hvor meget tidsfastsættelsens betydning har ændret sig gennem de sidste 100 år. I filosofisk sammenhæng er den fysiske relativitetsteori en væsentlig udfordring til vores omverdensforståelse.

Endelig vil faget idræt kunne inddrages i emneforløbet.

### Niveau

Den almene studieforbereelse (1. g), omfanget er op til lærerteamet.

### Mål og kompetencer

- at opøve elevens evne til at sammenfatte/overskue tidsbegrebets anvendelse inden for vidt forskellige fagdiscipliner
- at give eleven en forståelse af tidsbegrebets ydergrænser i henholdsvis milliarder af år og nannosekunder
- at give eleven indblik i tidsbegrebets historiske og idehistoriske udvikling

- at indlære logaritmisk tidstænkning i stedet for lineær tidstænkning, herunder opøve forståelsen af ti-eksponent skriveformen
- at stifte bekendtskab med metoder til aldersbestemmelse
- at opøve elevens observationsevne gennem biologiske forsøg med elevens egne tidsrytmer/døgnrytmer
- at give eleven lejlighed til at undres over tidsbegrebets relativitet som formuleret i moderne fysik

## **Indhold og samarbejdspartnere**

### **Geografi**

Tid i forbindelse med Jordens geologiske udvikling og råstoffers alder

### **Fysik**

Astronomisk tid, elektromagnetisk bølgebegreb, relativitetsteori, universets historie

### **Kemi**

Reaktionshastighed

### **Biologi**

Biologisk ur, søvn- og døgnrytmer, ændringer i tidsopfattelse

### **Historie**

Tidsbegrebets udvikling historisk set, urets betydning

### **Filosofi**

Relativitetsteorien filosofiske betydning

### **Samfundsfag**

Tidens værdi - "tid er penge"

### **Idræt**

At være hurtigst, tidstællingens dominans, hvordan tælles tid? mv.

### **Arbejdsmetoder, øvelser, forsøg m.v.**

- Temadage med gruppearbejde og gruppediskussioner
- Eksperimenter i fysik, kemi og biologi

### **Evalueringsformer**

Mundtlig fremlæggelse.

## 21 Verdensbilleder

### Perspektiv

Ethvert samfund har en struktur som afspejler et verdensbillede. Mange af de brydninger vi ser imellem forskellige kulturer har deres rod i forskellige verdensbilleder snarere end i fordelingen af ressourcer. I takt med, at den videnskabelige revolution i 1800-tallet påviste, at naturen er dynamisk og følger fysiske og matematiske love i stedet for en guddommelig vilje, tilpassede de Europæiske samfund sig og opbyggede strukturer der baserede sig på rationalitet. Vores retskultur bygger i bund og grund på det videnskabelige bevis - man kan ikke rette bager for smed. Det gudsbaserede retssystem bygger på fremskaffelse af et sonoffer for en synd - her kan bageren være lige så god som smeden, bare nogen bliver henrettet. Kulturer som ikke baserer sig på rationalitet er ofte fatalistiske - hvorfor justere sin adfærd, hvis der ikke er nogen klar sammenhæng mellem handling og effekt. Forløbet skal få eleverne til at diskutere om vi i dag ser et begyndende opgør med rationaliteten, fx i form af okkultisme - hvad kan konsekvenserne tænkes at blive for vores samfundsstruktur? Og hvordan kan forskellige verdensbilleder betinge, at det der er en selvfølge i den ene kultur er uforståeligt i en anden?

### Niveau

Den almene studieforberedelse (2. - 3. g)

### Mål og kompetencer

- at bevidstgøre eleverne om at såvel videnskab som lidenskab baserer sig på metoder og modeller der er rodfæstet i givne verdensbilleder
- at naturvidenskabelig forskning er en kulturbærende aktivitet som har afgørende indflydelse på vores samfundsstruktur og de der opfattes som de klassiske kulturelle aktiviteter som kunst og politik
- at præsentere videnskabsteoretiske begreber
- at illustrere det historiske forløb i udviklingen af forskningens metode

### Indhold og samarbejdspartnere

#### Geografi

Den fysiske verden, Jorden geologiske historie, menneskets påvirkning af miljøet

#### Fysik

Etableringen af de grundlæggende begreber - de store tænkere

#### Biologi

Darwin, Darwinisme, Lamarck, evolution

#### Historie

Videnskabens historie

## **Filosofi**

De store tænkere: -ismer, -dogmer, -erkendelse

## **Samfundsfag**

Neodarwinisme: beviset som grundlag for politiske og retslige beslutninger

## **Arbejdsmetoder, øvelser, forsøg m.v.**

- Klasseundervisning
- Forelæsninger
- Individuel litteratursøgning
- Gruppearbejde frem mod fælles konklusion fremlagt i kort rapport

## **Materialer**

Lærebøger, artikler etc.

## **Evalueringsformer**

Rapport og mundtlig forsvar heraf.

## 22 Klimaændringer - skal vi gøre noget ved det?

### Perspektiv

At klimaet, lokalt og globalt, ændrer sig relativt hurtigt i disse årtier synes klart. Men der stopper enigheden: såvel årsagerne til disse ændringer, de forventede effekter af den menneskelige adfærd, som spørgsmålet om hvorvidt - og i givet fald hvad og hvor meget - vi skal gøre noget for at bremse klimaændringerne, er stærkt omdiskuteret. Dette undervisningsforløb vil, med afsæt i den aktuelle debat, i Danmark og internationalt, søge at udvikle elevernes evner til at identificere og analysere naturvidenskabelige, samfundsvidenskabelige og etiske elementer i klimadebatten. Det vil introducere videnskabsteoretiske begreber og metoder til analyse af argumenter gennem arbejdet med diskussionsindlæg og udarbejdelse af egne diskussionsindlæg.

### Niveau

Den almene studieforbereelse (2. - 3. g). Omfanget afhænger af undervisningsformen.

### Mål og kompetencer

- at udvikle elevens analytiske evner, stillet over for komplekse, tværvideenskabelige problemstillinger
- at introducere basale videnskabsteoretiske begreber, problemer og tænkemåder
- at træne elevens evner til analyse af egne og andres argumenter
- at udvikle elevens evner til at skelne normative og ikke-normative udsagn
- at styrke elevens evne til at argumentere skriftligt og mundtligt og deres respekt for andres synspunkter i en dialog

### Indhold

- Gennemarbejdning af faglige tekster om klima og klimaændringer og diskussionsindlæg
- Introduktion til videnskabsteoretiske grundbegreber
- Øvelser i anvendelse af Toulmins argumentationsmodel
- Analyse af eksempler på klimadata (fx iskernedata og IPCC-materiale)
- Udarbejdelse af diskussionsindlæg, skriftlige og/eller mundtlige
- Afsluttende 'konsensus-konference' om forløbets titel

### Samarbejdspartnere

#### Geografi

Klima og klimaændringer - effekter på landbrugsproduktion

#### Fysik

Klimasystemet, fysiske årsager til klimaændringer

#### Biologi

Effekter af klimaændringer på økosystemer

## **Historie**

Klimaændringer som årsag til historiske begivenheder

## **Filosofi**

Basal videnskabsteori, Toulmins argumentationsmodel, etik

## **Samfundsfag**

Miljø-økonomi, cost-benefit analyse, 'abatement costs', miljø-regulering

## **Dansk**

Udarbejdelse af en skriftlig argumentation

## **Engelsk**

Arbejde med engelske fagtekster (fx IPCC)

## **Arbejdsmetoder, øvelser, forsøg m.v.**

- Almindelig klasseundervisning, fx omkring gennemgang af faglige tekster og diskussionsindlæg
- Forelæsninger ved faglærere og gæster
- Gruppearbejde om analyse af klimadata
- Gruppearbejde om udarbejdelse af inputs (skriftlige og/eller mundtlige) til konsensuskonference
- 'Konsensus konference' som 'rollespil'

## **Materialer**

- Debatindlæg: Bjørn Lomborg, Jørgen Peder Steffensen, IPCC, WWF, avisartikler
- Klimatidsserier: IPCC, NBI-iskernedata
- Faglige tekster fra de involverede fag

## **Evalueringsformer**

Baseret på mundtlige og skriftlige inputs til konsensus-konference.

## 23 Samfundets energiforsyning

### Perspektiv

Moderne samfund er helt afhængige af en stor og stabil energiforsyning - især elforsyning. Det viser effekterne af strømsvigt (af få timers varighed) tydeligt. Faktisk er udviklingen af energi-teknologien tæt knyttet til samfundets udvikling. Det er derfor afgørende nødvendigt at forstå hvilke muligheder vi har for at sikre fremtidig energiforsyning, og hvilke begrænsninger som ressourcemængden, forureningsproblemer og forsyningssikkerhed kan tænkes at pålægge os. Emnet er stærkt omdiskuteret og det foreslåede undervisningsforløb vil fokusere på såvel samfundets energiafhængighed og -forsyning historisk, aktuelt og i fremtiden som på baggrunden for uenigheden omkring den fremtidige energiforsyning.

### Niveau

Den almene studieforbereelse (2. - 3. g). Omfanget afhænger af undervisningsformen.

### Mål og kompetencer

- at udvikle elevens evne til at analysere komplekse, tværfaglige problemstillinger
- at bibringe forståelse af samfundets afhængighed af energiressourcer og -teknologi
- at opøve elevens kapacitet til at analysere faglige og politiske argumenter og til selv at argumentere logisk korrekt
- træning i 'demokratisk adfærd' og udvikling af respekt for andres holdninger

### Indhold

- Det moderne samfunds afhængighed af en stor og stabil energiforsyning
- Den historiske udvikling i energi-teknologi og betydningen for samfundsudviklingen
- Energibegrebet og termodynamikkens 1. & 2. lov: implikationer for biosfæren og samfundet
- Hvordan er det danske samfund energiforsyning skruet sammen? Betydningen af olie- og gasressourcerne
- Hvilke trusler er der for samfundets energiforsyning? Ressourceudtømmning, klimaeffekter, atomkraftens problemer, politisk betinget usikkerhed i forsyningen
- Er udtømmning af ressourcerne af fossil energi en reel mulighed? Er der alternativer?
- Hvad skal/bør vi gøre? Bæredygtighedsbetragtninger

### Samarbejdspartnere

#### Fysik

Energibegrebet, termodynamik, energiteknologier

#### Biologi

Fotosyntese, biomasseenergi

## **Historie**

Energiteknologi og samfundsudvikling

## **Filosofi**

Toulmins argumentationsmodel

## **Samfundsfag**

International politik, konflikter/krige om ressourcer

## **Arbejdsmetoder, øvelser, forsøg m.v.**

- Almindelig klasseundervisning, gennemgang af stof
- 'Forelæsninger'
- Institutions- og virksomhedsbesøg og ekskursioner: Kraftværk, vindmøllefabrik, biogasanlæg, gamle industrier drevet af vandkraft (fx Mølleåen)
- Gruppearbejde om udarbejdelse af inputs (skriftlige og/eller mundtlige) til konsensuskonference
- Eksperimentelt arbejde: fotosyntese i biologi, energi-forsøg i fysik
- Søgning i databaser og på nettet efter materiale om fremtidig mangel på fossil energi, vedvarende energi, atomkraft, etc., som oplæg til 'konsensus konference'
- 'Konsensus konference': Hvad bør vi gøre for at sikre en langsigtet stabil og bæredygtig energiforsyning

## **Materialer**

- Faglige tekster, eksisterende såvel som nye
- Debatindlæg om energiforsyning
- Historiske kilder, fx om brændeforsyning
- Informationsmateriale fra fx kraftværker, OVE, etc.

## **Evalueringsformer**

Indlæg, mundtlige og skriftlige, til 'konsensus konference'.

---

**Del IV**

**Den naturvidenskabelige faggruppe  
C-niveau 1.HF**

---



## **Den naturvidenskabelige faggruppe, C-niveau 1. HF**

Der er ikke udarbejdet separate undervisningsforløb specifikt til den naturvidenskabelige faggruppe på HF. Dette skyldes at flere af de eksisterende undervisningsforløb fra Gymnasiet enten umiddelbart eller med mindre modifikationer kan indgå i den naturvidenskabelige faggruppe på HF. Se fx:

**Jordens geologiske udvikling** (side 7)

**Jordens klima** (side 11)

**Energi og drivhuseffekt** (side 13)

**Vands kredsløb lokalt og globalt** (side 15)

**Evolution, livets historie** (side 17)

**Pladetektonik** (side 21), kemi kan givetvis inddrages i højere grad

**Fra jord til drikkevand** (side 33)

**Global fødevarerforsyning** (side 39), kemi kan muligvis inddrages i form af fødevarer-kemi

**Topografi og miljø** (side 47)



## **Arbejdsgruppens sammensætning**

Professor Minik Rosing, direktør for Geologisk Museum

Lektor Bjørn Buchardt, Geologisk Institut

Statsgeolog Christian Knudsen, GEUS Professor

Johannes Krüger, Geografisk Institut

Lektor Kjeld Rasmussen, Geografisk Institut, formand for arbejdsgruppen

Bac.scient. Anette Nørgaard, Geografisk Institut, projektleder

