

Naturvidenskabeligt grundforløb - Stx

Vejledning / Råd og vink

Gymnasieafdelingen 2010

Alle bestemmelser, der er bindende for undervisningen og prøverne i de gymnasiale uddannelser, findes i uddannelseslovene og de tilhørende bekendtgørelser, herunder læreplanerne. Denne Vejledning/Råd og vink indeholder forklarende kommentarer til nogle af disse bestemmelser, men indfører ikke nye bindende krav. Desuden gives eksempler på god praksis samt anbefalinger og inspiration, og den udgør dermed et af ministeriets bidrag til faglig og pædagogisk fornyelse. Citater fra læreplanen er anført i kursiv.

Indholdsfortegnelse

1. Identitet og formål	2
1.1 Identitet	2
1.2 Formål	2
2. Faglige mål og fagligt indhold	3
2.1 Faglige mål	3
2.2 Fagligt indhold	6
3. Undervisningens tilrettelæggelse	7
3.1 Didaktiske principper	7
3.2 Arbejdsformer	8
3.3 It	10
3.4 Samspil med andre fag	11
4. Evaluering	12
4.1 Løbende evaluering	12
4.2 Prøveform	12
4.3 Bedømmelseskriterier	14
5. Paradigmatiske eksempler	17
5.1 Dykning	17
5.2 Hvad er det jeg spiser?	18
5.3 Grønlandspumpen og klimaet	20
5.4 Øl og ølbrygning	21
5.5 Gør-det-selv batterier	22
5.6 Sol, solarier og hudkræft	23
5.7 Kroppens og madens energi: Frikadeller med agurkesalat	25
5.8 Jordens kræfter	26

1. Identitet og formål

1.1 Identitet

Det naturvidenskabelige grundforløb i 1.semester er et fag med en timeramme på 60 timer, hvor de indgående aktiviteter skal udgøre en introduktion til den grundlæggende arbejdsmetode og det sammenhængende i naturvidenskab. Naturvidenskabeligt grundforløb er baseret på et nært samarbejde i flerfaglige forløb mellem de naturvidenskabelige fag.

Det naturvidenskabelige grundforløbs identitet er i læreplanen beskrevet således:

”Det naturvidenskabelige grundforløb udgør den gymnasiale introduktion til naturvidenskab gennem et arbejde med grundlæggende elementer af naturvidenskab, hvor der lægges vægt på det sammenhængende i naturvidenskaben. I naturvidenskabeligt grundforløb inddrages eksemplariske og aktuelle problemstillinger kombineret med en oplevelsesorienteret og eksperimentel tilgang til omverdenen.”

Meningen hermed er, at arbejdet inden for rammerne af det naturvidenskabelige grundforløb skal koordineres, så eleverne først og fremmest introduceres til naturvidenskabelig tankegang og oplever et fagligt samspil med inddragelse af grundlæggende elementer fra de naturvidenskabelige fag.

I de naturvidenskabelige fags læreplaner fremhæves det, at undervisningen i fagene i det almene gymnasium er nært forbundet med de respektive videnskabsfag og med den moderne forskning. Det understreges samtidigt, at såvel almindennende som studieforberedende mål skal tilgodeses gennem undervisningen. I det naturvidenskabelige grundforløb er sigtet først og fremmest at understøtte fagenes almindennende sider.

Med tanke på at alle elever skal gennemføre dette forløb – og at det udgør deres første møde med de gymnasiale krav på det naturvidenskabelige område, er det derfor af stor betydning, at undervisningen kommer til at afspejle, hvordan naturvidenskabelig viden indgår i en bred almindennende ramme, der åbner naturvidenskab mod omverdenen og mod skolens øvrige fag og aktiviteter. Det understreges ved at inddrage aktuelle og typiske problemstillinger på en sådan måde, at eleverne kommer til at opleve bredden og styrken af naturvidenskabelig indsigt i de emner, som tiden tillader at behandle. Og i bestræbelserne på at bibringe eleverne forståelse af den grundlæggende empiriske tilgang til omverdenen i naturvidenskab er det vigtigt, at eleverne selv kommer til at gennemføre arbejde såvel i laboratoriet som i felten.

Fra starten bygges der naturligt på de færdigheder, som eleverne møder med fra grundskolen. Gradvist skal de tilegne sig viden og færdigheder på et grundlæggende gymnasialt niveau. Af hensyn til muligheden for opnåelse af en passende progression gennem hele grundforløbet og for samtidig at opnå de bedste muligheder for fagligt samspil især med det eller de naturvidenskabelige fag, der er placeret i grundforløbet, er det derfor vigtigt, at eleverne straks fra starten af deres gymnasieforløb præsenteres for undervisning i det naturvidenskabelige grundforløb.

1.2 Formål

I læreplanen er formålet med det naturvidenskabelige grundforløb beskrevet således:

”Eleverne skal gennem undervisningen i grundforløbet indse betydningen af at kende til og forstå naturvidenskabelig tankegang, og de skal kunne forholde sig til naturvidenskabelig videns styrker og begrænsninger. Eleverne skal opnå viden om nogle centrale naturvidenskabelige problemstillinger og deres samfundsmæssige, etiske eller historiske perspektiver, så de kan udtrykke en vidensbaseret mening om forhold og problemer med et naturfagligt aspekt. Endelig skal elevernes nysgerrighed og engagement inden for det naturfaglige område understøttes og fremmes”.

Dette formål udtrykker, at det først og fremmest er vigtigt, at eleverne gennem arbejdet med eksemplariske problemstillinger bliver introduceret til grundlæggende naturvidenskabelig tankegang. Hovedidéen hermed er, at undervisningen på den måde kan bidrage til, at eleverne sættes i stand til at agere som borgere i det omgivende samfund – også når det gælder spørgsmål med naturvidenskabeligt indhold.

Samtidig understreges vigtigheden af, at eleverne opnår konkret viden inden for nogle af de centrale naturvidenskabelige arbejdsområder. Det er med andre ord tanken, at eleverne - ud over forståelse af den generelle tankegang – også i løbet af det naturvidenskabelige grundforløb skal tilegne sig så tilpas stor en mængde viden om de behandlede naturvidenskabelige emner, at de bliver bevidste om betydningen af at kunne underbygge og kvalificere egne udsagn og meninger om forhold, hvor naturfaglig viden spiller en rolle.

De dannelsesmæssige dimensioner tilgodeses bl.a. ved, at naturvidenskabelige forståelsesformer inddrages og så vidt muligt relateres til de andre hovedområders erkendeformer. Historiske og samfundsmæssige dimensioner inddrages, således at eleverne bevidstgøres om, at de naturvidenskabelige fag har både teknologiske og samfundsmæssige aspekter. Endelig er det vigtigt at åbne elevernes øjne for den betydning, som naturvidenskab har for eleverne selv og for deres egen dagligdag.

Desuden kan understøttelse og fremme af elevernes engagement og nysgerrighed i vid udstrækning tilgodeses ved et passende valg af undervisningsforløb med inddragelse af emner fra såvel den nære omverden som fra det omgivende univers.

2. Faglige mål og fagligt indhold

2.1 Faglige mål

I læreplanen for det naturvidenskabelige grundforløb er de faglige mål udtrykt i fire underpunkter omhandlende hhv. praktiske undersøgelser, modeller, formidling og perspektivering:

”Eleverne skal kunne:

- *gennemføre praktiske undersøgelser og iagttagelser, såvel i laboratoriet som i naturen, bl.a. med henblik på at opstille og vurdere enkle hypoteser*
- *anvende modeller, som kvalitativt og kvantitativt beskriver enkle sammenhænge i naturen, og kunne se modellernes muligheder og begrænsninger*

- *formidle et naturvidenskabeligt emne med korrekt anvendelse af faglige begreber*
- *perspektivere bidrag fra naturvidenskab til teknologisk og samfundsmæssig udvikling gennem eksempler.*”

Praktiske undersøgelser

En væsentlig del af arbejdet med naturvidenskabelig tankegang og metode inden for rammerne af det naturvidenskabelige grundforløb består i at udvikle elevernes evne til at gennemføre praktiske undersøgelser i form af laboratorieeksperimenter og feltarbejde. Målet hermed er at sætte eleverne i stand til selv at opstille og vurdere enkle hypoteser og til at gennemføre analyser af simple eller mere komplekse situationer. Det kan også være et mål, at eleverne fremstiller et produkt, som gøres til genstand for en efterfølgende bedømmelse eller analyse.

Som eksempler på enkle hypoteser kan nævnes forslag til, hvordan parametre som fx længde eller masse indgår i svingningstiden for et pendul eller en forudsigtelse af antallet af dyregrupper i et vandløb før og efter udløbet fra et rensningsanlæg. Eller der kan være tale om iagttagelser i naturen f.eks. landskabsdannelse i lokalområdet i forbindelse med havets evne til at erodere, transportere og aflejre materiale. Undersøgelser og iagttagelser kan også baseres på satellitfoto og computergenerede kort, så eleverne kan betragte Jorden udefra i global skala. Det kan fx dreje sig om målinger af den solstråling, som tilbagekastes fra jordoverfladen eller et satellitfoto af byernes lys.

Analyse af en simpel situation kan være en densitetsbestemmelse for en væske med henblik på at bestemme væskens indhold af et givet stof (salt, sukker, alkohol) eller en koncentrationsbestemmelse af en farvet opløsning ved sammenligning med en række standarder. Analyse af en mere kompleks situation kan fx være at finde sammenhængen mellem puls og energiomsætning ved overgangen fra hvile til arbejde. At fremstille et produkt kan i sig selv være motiverende for eleverne. Det kan fx dreje sig om en simpel syntese af et farvet salt, brygning af øl eller fremstilling af ost.

Det således beskrevne eksperimentelle arbejde skal have en central placering, og det skal have et omfang, som giver eleverne mulighed for ikke blot at opleve og observere, men også for at udvikle evnen til at beskrive og konkludere ud fra de undersøgelser, som de selv udfører.

I samspil med matematikundervisningen i grundforløbet skal eleverne introduceres til behandling af eksperimentelle data. Det skal gøres uden indgående brug af matematisk formalisme og afstemmes med elevernes matematiske forudsætninger. Eleverne skal arbejde med at opstille måledata i tabeller og med at præsentere måledata ved grafiske metoder. Efter grundforløbet skal begrebet lineær sammenhæng, herunder proportionalitet, stå klart for eleverne, og de skal være i stand til at beregne størrelser ved hjælp af simple formler, herunder at angive korrekt enhed for en beregnet størrelse.

Modeller

Modeller anvendes i en lang række tilfælde inden for de naturvidenskabelige fag fx til at skaffe overblik over komplicerede sammenhænge, til at forudsige en udvikling eller til at beskrive fænomener, som ikke eller kun i begrænset omfang lader sig iagttage. Eleverne skal stifte bekendtskab med flere typer modeller. Det kan være modeller af Solsystemet eller af atomer og molekyler. Det kan også være

modeller, som viser stofkredsløb i naturen eller en populations størrelse. Endelig kan det være matematiske modeller, der fx benyttes til at beskrive en lineær sammenhæng.

Det er nærliggende at inddrage computermodeller i undervisningen – både enkle modeller, som eleverne kan forstå og måske selv være med til at udvikle, og mere komplicerede modeller, som de kan arbejde med uden direkte at forstå, hvordan modellen er konstrueret. De sidstnævnte modeller kan være egnede til at arbejde med en udvikling, der afhænger af forskellige parametre og data, som eleverne kan ”fodre” modellen med.

Det er desuden vigtigt, at eleverne opnår forståelse for, at modeller har både styrker og begrænsninger, og frem for alt, at modellerne ikke er kopier af virkeligheden, men redskaber til at opnå en bedre indsigt i og forståelse af virkeligheden.

Formidling

Elevernes evne til at læse og forstå indholdet i tekster fra medierne med naturfagligt indhold kan udvikles ved at fokusere på arbejdet med at identificere naturvidenskabelige elementer i teksterne. I samarbejde med de humanistiske fag kan det også være formålstjenligt at påbegynde et mere systematisk arbejde med at redegøre for, analysere og vurdere tekster med naturvidenskabeligt indhold. Men det er ikke målet, at eleverne skal kunne mestre denne disciplin alene gennem arbejdet i naturvidenskabeligt grundforløb.

Desuden skal eleverne gradvist udvikle evne til at formidle et naturvidenskabeligt emne med korrekt brug af faglige begreber. Af hensyn til elevernes mundtlige udtryksform – og helt generelt med henblik på opbygning af deres faglige begrebsapparat – er det vigtigt, at eleverne bestandig får mulighed for at indgå i samtaler med både lærer og kammerater. Som lærer er det på den ene side vigtigt at rette faglige fejl og ”fortalelser”, men på den anden side må man heller ikke overse betydningen af, at det af og til kan være nyttigt at lade eleverne arbejde videre med eventuelle begrebsmæssige fejlopfattelser, så de ikke unødigt begrænses – eller måske ligefrem hindres – i at komme til orde.

Eleverne skal kunne redegøre for information, som de har hentet i bøger, tidsskrifter eller på Internettet, og de skal kunne formidle iagttagelser og resultater af feltarbejde og laboratoriearbejde. Formidlingen kan være skriftlig fx i form af en rapport eller en artikel, og den kan være mundtlig fx i form af et foredrag eller i forbindelse med et rollespil. Informationssøgning i tabelværker og databaser skal danne et naturligt grundlag for både det teoretiske og det eksperimentelle arbejde, og eleverne skal kunne anvende de fremskaffede data på en fagligt relevant måde.

Perspektivering

Det er vigtigt, at det faglige indhold i det naturvidenskabelige grundforløb perspektiveres på en sådan måde, at eleverne opnår forståelse af, at naturvidenskab ofte spiller en helt afgørende rolle i arbejdet med problemer af samfundsmæssig og teknologisk art – og således, at naturvidenskabens betydning for elevernes egen dagligdag understreges. Men det er ikke tanken, at disse mål skal tilgodeses gennem hele forløbet og i alle de behandlede temaer. Enkelte repræsentative eksempler især hen mod slutningen af forløbet vil være dækkende.

Eleverne skal tillige udvikle evne til selv at perspektivere de behandlede naturvidenskabelige emner for på den måde at give plads for kreativitet og virkestrang. Gennem læsning af korte, journalistiske artikler med naturvidenskabeligt indhold fra fx aviser eller tidsskrifter kan eleverne desuden bevidstgøres om betydningen af præcis sprogbrug og faglig korrekthed – eller mangel på samme. Læsningen kan naturligt følges op med korte artikler, som eleverne selv udformer, så de bevidst tilpasses en omhyggeligt udvalgt målgruppe.

Sammenfattende kan man kort opdele de overordnede faglige mål, som eleverne skal nå gennem arbejdet i det naturvidenskabelige grundforløb, i to kategorier. Dels skal de erhverve evnen til at gennemføre praktiske undersøgelser og anvende modeller med henblik på at beskrive enkle sammenhænge i naturen. Dels skal de erhverve evnen til at perspektivere og formidle naturvidenskabelige emner med korrekt anvendelse af faglige begreber.

Det er på den ene side vigtigt, at man tager udgangspunkt i elevernes forudsætninger fra grundskolen. På den anden side må det understreges, at det er et krav, at arbejdet ved afslutningen af grundforløbet har sat sig så tydelige spor, at eleverne på dette tidspunkt har tilegnet sig forståelse af, hvordan man på et gymnasialt niveau arbejder med at opnå naturvidenskabelig viden på baggrund af praktiske undersøgelser. Og at undervisningen har bidraget til elevernes almindelse i form af evnen til at anlægge en naturvidenskabelig synsvinkel både på umiddelbare dagligdags fænomener og mere overordnet i form af en nuanceret kultur- og samfundsopfattelse.

2.2 Fagligt indhold

I læreplanen for det naturvidenskabelige grundforløb er indholdet ikke beskrevet ved et kernestof. Dermed gives der mulighed for at arbejde med temaer, som er særligt aktuelle eller relevante for eleverne. Det er ikke et krav, at alle de naturvidenskabelige fag skal være repræsenteret i det samlede forløb. Men med henblik på kvalificering af elevernes valg af studieretning og valgfag anbefales det at inddrage både biologi, fysik, kemi og naturgeografi i det samlede naturvidenskabelige grundforløb. Det er muligt at inddrage stof fra de fire naturvidenskabelige fags læreplaner på fx C-niveau for på den måde at understøtte arbejdet i disse forløb. De valgte emner kan lige så vel inddrage supplerende stof fra fagene.

De valgte temaer skal give gode muligheder for samarbejde mellem fagene. Naturvidenskabeligt grundforløb skal således bestå af tematiske delforløb, hvor to, tre eller fire af de naturvidenskabelige fag indgår. Der må ikke indgå egentlige enkeltfaglige forløb, idet grundtanken i det naturvidenskabelige grundforløb er, at der skal lægges vægt på fællestræk mellem fagene og det sammenhængende i naturvidenskab.

I valget af emner er det desuden vigtigt at være opmærksom på, at meget specielle og kuriøse emner ikke kommer til at dominere det samlede forløb. Der bør i overvejende grad vælges emner og temaer, som er repræsentative for de indgående fag – et krav, som naturligt kan opfyldes ved at lade emner fra fagenes kerneområder indgå.

Endelig tilgodeses det overordnede mål om at demonstrere relevansen af naturvidenskab i samfundsmæssig og historisk henseende på oplagt måde gennem kravet om at undervisningen i naturvidenskabe-

ligt grundforløb består af tematiske forløb – og ikke traditionelle fagligt emneorienterede forløb. Tanken bag forløb styret af et overordnet tema er netop, at undervisningen her skal tage udgangspunkt i – og holde fokus på – forhold, der ligger ud over det enkelte, traditionelle undervisningsfags rammer, uden dog af den grund at tabe fagenes egne mål af sigte.

Af læreplanen fremgår, at indholdet i naturvidenskabeligt grundforløb skal vælges således, at der i det samlede forløb skal indgå eksperimentelt arbejde i et laboratorium og feltarbejde. Ved feltarbejde forstås praktiske øvelser, der hvor fænomenet optræder. Det betyder, at feltarbejde fx kan bestå af måling af landskabets betydning for mikroklimaet, måling af solarkonstanten, måling af landskabers ruhed, undersøgelse af et økosystem eller en kostanalyse på et plejehjem.

3. Undervisningens tilrettelæggelse

3.1 Didaktiske principper

Undervisningen i de enkelte forløb i det naturvidenskabelige grundforløb varetages ofte af to (evt. flere) lærere. Allerede inden grundforløbets start er det nødvendigt, at alle de involverede lærere i fællesskab planlægger de overordnede rammer for det samlede forløb, opstiller præcise mål og delmål for hvert af de enkelte delforløb og sikrer, at alle målene er dækket i det samlede forløb. Hensigten hermed er, at det på den måde står klart for alle de involverede lærere, hvilke af de faglige mål, som er angivet i læreplanens afsnit 2.1, der specielt lægges vægt på i de enkelte delforløb, og hvordan undervisningen tilrettelægges, så det sikres, at en progression hen mod det samlede mål for hele forløbet bliver tilgodeset. Samtidigt tydeliggøres det ved en fælles planlægning, at lærerne ikke i de enkelte delforløb er forpligtede i forhold til alle mål i læreplanen.

Undervisningen i det samlede naturvidenskabelige grundforløb kan fx organiseres således, at der er 2 lærere, som er gennemgående, og som for eksempel er ansvarlige for introduktionen til grundlæggende og generelle arbejdsmetoder i naturvidenskab og til videnskabsteori. Der kan efter behov suppleres med lærere i de naturvidenskabelige fag, hvori de gennemgående lærere ikke besidder den nødvendige faglige kompetence.

Undervisningen tager udgangspunkt i elevernes færdigheder fra grundskolen og tilrettelægges på en sådan måde, at eleverne tilskyndes til at tage aktivt del i læringsprocessen. Valget af temaer for de enkelte delforløb skal foretages, så delforløbene tilsammen giver mulighed for at nå de faglige mål. Det er ikke et krav, at alle de naturvidenskabelige fag indgår i den samlede afvikling af naturvidenskabeligt grundforløb eller at de indgående fag tidsmæssigt har samme vægt. Men alle delforløb skal være flerfaglige og tematiske.

For at opfylde kravet om, at de valgte temaer opleves som vedkommende og relevante for eleverne, bør der inddrages aktuelle problemstillinger. Herved kan eleverne motiveres til at tage stilling til fx miljøproblemer og etiske spørgsmål eller spørgsmål af samfundsmæssig betydning. Som et middel til at styrke elevernes interesse for at arbejde praktisk med en konkret naturvidenskabelig problemstilling er det desuden vigtigt, at de bliver bevidste om sammenhængen mellem de teoretiske og praktiske sider af

naturvidenskab, og at de kommer til at opleve, hvordan disse to sider af naturvidenskab gensidigt støtter hinanden.

Det er en god idé i så vid udstrækning som muligt at inddrage praktiske undersøgelser, eksperimenter og iagttagelser, som kan foregå såvel i laboratoriet som i naturen. Lærerne må desuden være opmærksomme på vigtigheden af, at behandlingen af stoffet veksler mellem på den ene side oversigtsmæssige og på den anden side mere detaljerede og dybtgående behandlinger. Det er med andre ord ikke hensigten, at alle emner og delemner skal behandles i samme detaljeringsgrad.

Eleverne skal have mulighed for at anvende forskellige arbejdsmetoder. Lærerne må gøre sig overvejelser om vekslen mellem induktivt og deduktivt baseret undervisning og være opmærksomme på at give de bedste betingelser for, at eleverne bliver aktivt inddraget i arbejdet. Der bør i vid udstrækning være plads til, at eleverne får mulighed for at komme til orde såvel i fremlæggelsen af fagligt stof som i diskussioner af mere perspektiverende art.

Der lægges vægt på, at eleverne gradvist tilegner sig en korrekt anvendelse af de relevante faglige begreber og termer. Det induktive arbejde skal have høj prioritet, og lærerne skal sikre progression i arbejdsformerne gennem det samlede forløb.

Undervejs i grundforløbet vil det være naturligt at inddrage eleverne i valg af arbejdsformer og delforløb inden for rammerne af de planer, lærerne har fremlagt. Desuden vil det være en god idé at lade den enkelte elev selv vælge, hvilket delforløb der skal danne udgangspunkt for det afsluttende skriftlige produkt.

3.2 Arbejdsformer

Det skal fremgå tydeligt for både lærere og elever, hvilke faglige mål, der er i fokus i de enkelte delforløb. Og det skal endvidere overvejes, hvilke arbejdsformer der egner sig bedst til at fremme de enkelte faglige mål, idet der lægges vægt på, at eleverne samtidig bringes i en aktiv læringsrolle.

Undervisningen kan med fordel tage udgangspunkt i praktiske undersøgelser enten i laboratoriet eller som feltarbejde, og den kan veksle mellem gruppearbejde og klasseundervisning.

Praktiske undersøgelser

Arbejdet med praktiske undersøgelser i laboratoriet eller i felten er forankret i de naturvidenskabelige fags beskrivelser af undervisningen på C-niveau. For mest hensigtsmæssigt valg af konkrete eksempler på undersøgelser henvises derfor til de respektive fags vejledninger på C-niveau, idet det bemærkes, at der i det naturvidenskabelige grundforløb med fordel fortrinsvis bør vælges eksempler med lave indgangstærskler.

Læreplanen for naturvidenskabeligt grundforløb indeholder følgende passage:

”Praktiske undersøgelser og iagttagelser integreres i undervisningen, og valg af temaer eller metoder skal muliggøre gennemførelse af eksperimenter, som samtidigt kan indgå i flere af de naturvidenskabelige fag.”

Hensigten med eksperimenter, som samtidigt kan indgå i flere af de naturvidenskabelige fag, er at forstærke elevernes oplevelse af sammenhæng i delforløbene, som jo involverer flere fag, samt at tydeliggøre de metodemæssige fællestræk i de naturvidenskabelige fag.

Mundtligt arbejde

Arbejdet med at udvikle elevernes mundtlige udtryksfærdighed har som mål at sætte dem i stand til at samtale om naturvidenskabelige emner og skal medvirke til at fremme deres faglige forståelse. Flere former for mundtlig formidling kan med fordel inddrages. Eksempelvis kan der være tale om diskussioner, elevoplæg, foredrag, referater eller resuméer.

På dette indledende niveau er det vigtigt at lade eleverne få udstrakt mulighed for at stille spørgsmål og formulere sig om problemer i forbindelse med forståelse af det aktuelle emne. Kommunikationen kan meget vel foregå med anvendelse af hverdagsprog. Med udgangspunkt heri kan forskellen mellem fagsprog og hverdagsprog understreges, og der kan gradvist arbejdes med at omsætte mellem de to sprogformer.

Gruppearbejde kan tilrettelægges, så alle elever får mulighed for at komme til orde og træne brugen af fagudtryk. I forbindelse med praktiske undersøgelser kan læreren fx instruere en gruppe af elever i brug af måleudstyr eller andet apparatur, hvorved de efterfølgende får som opgave at instruere andre grupper af elever i brugen af udstyret. Herved får eleverne mulighed for at styrke deres evne til både at gennemføre praktiske undersøgelser og til at anvende korrekte fagudtryk under formidlingen. Endelig kan anvendelsen af matrixgrupper ved afslutningen af et gruppearbejde fremhæves som en velegnet metode til at inddrage alle elever i formidlingen.

Skriftligt arbejde

Det skriftlige arbejde i forbindelse med det naturvidenskabelige grundforløb skal tjene til at styrke elevernes udtryksform og medvirke til deres faglige fordybelse og forståelse. Det er derfor *ikke* hensigten, at dette arbejde udelukkende begrænses til opgaveregning og journal- eller rapportskrivning. Disse mere traditionelle udtryksformer kan med fordel suppleres med andre former for skriftligt arbejde som fx: resume af afsnit fra lærebøger, oversættelser af formler til hverdagsprog, porteføljer, plancheudstillinger, multimediepræsentationer, hjemmesider, artikler, læserbreve, essays, oplæg til rollespil, storytelling, mindmaps, elektroniske konferencer.

Det er naturligvis ikke tanken, at eleverne i grundforløbet skal arbejde med alle de nævnte udtryksformer eller alle aspekter af dem. De her anførte eksempler er medtaget for at gøre opmærksom på en del af de muligheder, der kan indgå – og for at give mulighed for at vælge den eller de udtryksformer, som egner sig bedst i den aktuelle situation for at nå de opstillede mål for det enkelte delforløb.

Valget af skriftlig udtryksform foretages i det givne tilfælde under hensyntagen til elevernes faglige formåen. Det vil være naturligt at differentiere i forhold til form og omfang af arbejdet. Specielt i begyndelsen af forløbet kan det være en god idé at dele et skriftligt arbejde op i mindre dele, så opgaven ikke kommer til at virke uoverskuelig. Således kan der med stor fordel arbejdes med forskelligt fokus for det skriftlige arbejde hen gennem det samlede forløb. Typisk vil det i forbindelse med rapportering af praktiske undersøgelser være oplagt at indlede med udfyldelse af på forhånd producerede tabeller.

Derpå kan der fokuseres på beskrivelser af det praktisk udførte arbejde, og efterfølgende kan hovedvægten lægges på udformning af konklusion og perspektivering.

Endelig er det vigtigt at være opmærksom på, at det skriftlige arbejde i nogle tilfælde tilrettelægges som individuelt arbejde og i andre tilfælde som gruppearbejde. Herved styrkes både elevernes faglige selvstændighed og deres samarbejdsevner. I den forbindelse kan der bl.a. peges på muligheden af at inddrage responsgrupper for på den måde at opnå en større fordybelse og faglig tyngde af det skriftlige arbejde og for at hjælpe eleverne med at etablere et konstruktivt elevsamarbejde.

En anden mulighed er anvendelse af en elektronisk konference som lektiecafe, hvor eleverne kan stille og besvare hinandens spørgsmål. Eleverne opøves herigennem til at formulere sig præcist om en konkret problemstilling. Det er en fordel, hvis denne form for skriftligt arbejde benyttes parallelt med det øvrige arbejde i klassen, således at den elektroniske lektiecafe får karakter af et hjælpeværktøj.

Andre arbejdsformer

I enkelte tilfælde kan det være hensigtsmæssigt at inddrage forelæsningsformen for større eller mindre grupper af elever. Det kan typisk være i forbindelse med besøg af (eller hos) en ekspert på et enkelt område, som skolens lærere ikke selv mestrer i samme grad som udefra kommende gæster. I givet fald skal man være opmærksom på, at det fulde udbytte af denne undervisningsform for elever på et grundlæggende gymnasialt niveau kun opnås, hvis eleverne er nøje forberedt på, hvordan man mest hensigtsmæssigt tager noter og efterfølgende stiller eventuelle opklarende spørgsmål til forelæseren. Endelig er det vigtigt at tilrettelægge en passende opfølgning på forelæsningen evt. i form af udarbejdelse af et kort, skriftligt referat.

Anvendelsen af forelæsningsformen inden for rammerne af det naturvidenskabelige grundforløb vil ikke være hensigtsmæssig til dækning af større emneområder, ligesom læreplanens krav om, at eleverne skal bringes i en aktiv læringsrolle ikke er foreneligt med, at undervisningen i emner fra et enkelt eller flere af de indgående fag udelukkende varetages gennem forelæsninger.

3.3 It

Udbygning af elevernes it-kundskaber skal indgå som en integreret del af undervisningen og skal betragtes som et middel til at opnå de faglige mål – ikke som et mål i sig selv. Anvendelse af it kan deles op i tre hovedområder: 1) Præsentationer og informationssøgning, 2) dataopsamling og databehandling og 3) computermodeller.

Med en placering i grundforløbet i 1. semester har det naturvidenskabelige grundforløb, matematik og det eller de naturvidenskabelige fag, der læses i grundforløbet, en særlig forpligtelse under punkterne 2) og 3).

1) Præsentationer og informationssøgning

I forbindelse med skriftligt arbejde er der muligheder for at øge elevernes fortrolighed med tekstbehandlingsprogrammer, præsentationsprogrammer og præsentation af materiale på hjemmesider. Informationssøgning kan bl.a. finde sted ved hjælp af Internettet. Det er vigtigt, at eleverne hjælpes til at prioritere og forholde sig kritisk til det fundne materiale. I den forbindelse kan der med fordel anvendes linksamlinger eller lister med søgeord.

Elevernes anvendelse af it som et informations- og kommunikationsmiddel kan stimuleres gennem oprettelse af en elektronisk lektiecafe, som foreslået under afsnit 3.2 om skriftligt arbejde.

2) Dataopsamling og databehandling

I forbindelse med praktiske undersøgelser kan eleverne foretage elektronisk dataopsamling vha. computere eller grafkommeregnere. Her skal det tilstræbes at vælge simple eksperimenter, hvor styrken ved elektronisk dataopsamlings tydeligt fremgår for eleverne. Eksempelvis kunne eleverne arbejde med at undersøge sammenhængen mellem udendørstemperaturen og tidspunkt på døgnet.

Behandling af måledata fra praktiske undersøgelser og eksperimenter – hvad enten det drejer sig om elektronisk opsamlede data eller ej – kan typisk foretages ved anvendelse af regneark eller lignende programmer. Eleverne skal her kunne foretage simple omregninger og være i stand til at frembringe enkle grafiske fremstillinger af data og tolke disse. Der kan i denne forbindelse med fordel koordineres med matematik.

3) Computermodeller

Eleverne skal præsenteres for overskuelige computermodeller for at få en fornemmelse for, hvordan sådanne modeller indgår som et vigtigt redskab i naturvidenskabernes måde at arbejde på. Computermodeller vil også kunne indgå som et læringsværktøj fx under anvendelse af virtuelle eksperimenter og computeranimationer.

Af typiske eksempler på arbejde med computermodeller kan nævnes: tegning af molekylstrukturer, illustration af planetbevægelser, kostprogrammer, stofkredsløb i naturen, populationers vækst eller geografiske informationssystemer (GIS).

3.4 Samspil med andre fag

Allerede inden grundforløbets begyndelse er det vigtigt, at der etableres en koordinering mellem arbejdet i det naturvidenskabelige grundforløb og arbejdet såvel i faget matematik som i det eller de naturvidenskabelige fag, der læses i grundforløbet. I forhold til koordineringen med matematik anbefales det, at der laves overordnede fælles aftaler mellem gruppen af naturvidenskabslærere og gruppen af matematiklærere – altså aftaler, der gælder for alle klasser. Det kan fx være en aftale om, at man i matematik indleder med behandling af lineære modeller, og at man fra naturvidenskabeligt grundforløb leverer passende data fra praktiske undersøgelser til lineær modellering.

Som et andet eksempel på et område, hvor det vil være en fordel at samordne arbejdet med matematik, kan nævnes enkle statistiske undersøgelser af data fra praktiske undersøgelser og/eller eksperimentelle forløb. Som supplement til – eller direkte erstatning af – allerede givne forsøgsresultater fra matematiske lærebøger vil det her være oplagt at inddrage egne måleresultater eller observationsdata i den matematiske behandling.

Desuden skal undervisningen i det naturvidenskabelige grundforløb koordineres med forløbet i almen studieforberedelse og med de øvrige obligatoriske fag i grundforløbet. Her kan eksempelvis forløb med inddragelse af emner af samfundsmæssig og/eller etisk betydning i forbindelse med naturvidenskabelige emner komme på tale. I denne forbindelse vil især arbejdet med naturvidenskabelig tankegang og med naturvidenskabelige arbejdsmetoder kunne bidrage til både at opnå viden om et emne ved at kom-

binere flere forskellige fag og faglige hovedområder, til at anvende forskellige metoder til at belyse et komplekst problem og til at vurdere forskellige hovedområders muligheder og begrænsninger.

Koordineringen med andre fag medvirker til, at de faglige mål opfyldes. Endvidere skal samarbejdet internt mellem de naturvidenskabelige fag i det naturvidenskabelige grundforløb og koordineringen med andre fag sikre, at de valgte emner belyses ud fra såvel en flerfaglig som en enkeltfaglig tilgang, og at de appellerer til et bredt udsnit af elever med forskellige forudsætninger.

Det er tillige nærliggende også at koordinere samarbejdet med skolekulturelle tilbud som fx fællesarrangementer og temadage.

4. Evaluering

4.1 Løbende evaluering

Evalueringen indgår som en del af undervisningen. Den dækker dels evaluering af den enkelte elevs tilegnelse af de faglige mål, dels overvejelser over den gennemførte undervisning i hvert delforløb og i det samlede undervisningsforløb.

Evalueringen af den enkelte elev kan tage udgangspunkt i elevens selvevaluering i forhold til de opstillede mål og delmål. Lærernes evaluering af den enkelte elev bør foretages både på grundlag af elevens mundtlige og skriftlige aktivitet i løbet af hvert af de enkelte delforløb. Det sker dels med henblik på at klarlægge elevens faglige standpunkt, dels med det formål at vejlede eleven i det fremadrettede arbejde og i forbindelse med valg af studieretning.

Evalueringen kan eventuelt også indgå i en portefølje, som desuden kan bruges i vejledningssammenhæng i forbindelse med elevens valg af studieretning og i forbindelse med udvikling af elevens studiekompetence mere generelt.

For at optimere elevernes evaluering af undervisningen er det en god idé allerede ved grundforløbets begyndelse at orientere dem om de overordnede mål og rammerne for tilrettelæggelsen af undervisningen. Elevernes evaluering af undervisningen kan fx tage udgangspunkt i mål og delmål for de enkelte forløb. Det kan være hensigtsmæssigt, at elevernes evaluering af forløbene gøres tilgængelig for alle de involverede lærere i bestræbelsen på at skabe sammenhæng i undervisningen.

Ved afslutningen af grundforløbet udarbejdes en skriftlig undervisningsbeskrivelse af naturvidenskabeligt grundforløb. I undervisningsbeskrivelsen skal det blandt andet angives, hvilken litteratur og andet materiale der er benyttet. Undervisningsbeskrivelsen skal blandt andet udarbejdes af hensyn til de situationer, hvor elever efter grundforløbet skifter studieretning, skole eller uddannelse.

4.2 Prøveform

"Det naturvidenskabelige grundforløb afsluttes med et skriftligt produkt, som eleverne udarbejder individuelt. Det skriftlige produkt skal være flerfagligt og omfatte behandling af praktiske undersøgelser.

Evalueringen foretages på baggrund af det skriftlige produkt og en kort, faglig samtale med eleven under det afsluttende forløb.”

Af ovenstående fra læreplanen fremgår, at det er et krav, at det afsluttende skriftlige produkt er flerfagligt, hvilket afspejler kravet om, at alle delforløb i naturvidenskabeligt grundforløb skal være flerfaglige.

Det står den enkelte skole frit, hvordan man praktisk ønsker at organisere den afsluttende evaluering af det naturvidenskabelige grundforløb inden for læreplanens ovenfor citerede rammer

Praktiske muligheder

Mulighederne for den praktiske organisering er mangfoldige. Efter samråd med eleverne er én mulighed at lade alle elever udforme det skriftlige produkt med emne inden for det afsluttende forløb og efterfølgende lade dem gennemføre en mundtlig fremstilling i stil med en traditionel årsprøve.

En anden mulighed er at lade eleverne frit vælge, hvilket af de gennemførte delforløb der skal danne ramme om det afsluttende skriftlige produkt. I et sådant tilfælde vil det være en god idé, at der i den afsluttende periode af det naturvidenskabelige grundforløb afsættes tid til opgaveskrivning – eksempelvis nogle dage i en uge eller moduler over 1-2 uger. Herved tilgodeses elevernes ønsker om at kunne præstere et passende og dækkende produkt. Det skriftlige produkt skal omfatte behandling af praktiske undersøgelser, som i nogle tilfælde kan bestå af allerede udførte forsøg eller iagttagelser. Af hensyn til laboratoriefaciliteter og ekskursionsmuligheder vil det normalt ikke være realistisk, at alle elever udfører nye observationer/forsøg. Der bør derfor være mulighed for, at eleverne redegør for, hvordan de evt. kunne udføre supplerende praktiske undersøgelser for at opnå nye/bedre resultater. Det kan typisk ske ved at lade elever med samme delforløb mødes kort med den/de lærere, som er knyttet til det valgte forløb fx med henblik på genopfriskning af brugen af det relevante måleudstyr.

Eleverne kan evt. arbejde i responsgrupper med at diskutere, hvordan de skal gribe opgaven an. Herefter kan der gives mulighed for, at lærerne besvarer spørgsmål fra grupperne, og at den enkelte elev kort kan gøre rede for forløbets formål, udførelsen af de praktiske undersøgelser, behandlingen af resultaterne, evt. diskussion om supplerende praktiske undersøgelser og mulighederne for at inddrage teori og perspektivering af resultaterne.

Efterfølgende kan eleverne arbejde selvstændigt med det skriftlige produkt i et antal moduler, hvor de også kan inddrage deres responsgruppe som støtte. Derudover er det en god idé at give mulighed for, at eleverne kan kontakte lærere med henblik på vejledning.

Andre muligheder for praktisk organisering af slutevaluering af eleverne kan gennemføres afhængigt af de til rådighed stillede ressourcer.

Samtalen

Undervejs i – eller evt. som afslutning på – forløbet afholdes en kort faglig samtale med eleven. Forinden skal eleven være gjort bekendt med bedømmelseskriterierne og være nøje informeret om, hvornår og hvordan samtalen finder sted.

Udgangspunktet for samtalen kan fx være en figur, graf, tabel eller forsøgsopstilling fra elevens praktiske undersøgelser. Lærerne er ansvarlige for, at samtalen er af en sådan art, at den sammen med elevens skriftlige produkt kan danne grundlag for en afsluttende bedømmelse af, i hvilken grad eleven har nået de faglige mål. Af praktiske hensyn kan de involverede lærere fordele elevsamtalerne mellem sig på baggrund af, hvor de enkelte forløb har deres faglige hovedvægt.

Det anbefales desuden, at samtalen handler om både arbejdsprocessen og det skriftlige produkt. Det vil være naturligt, at læreren leder samtalen ved at udspørge eleven om arbejdsprocessen og ved at stille uddybende spørgsmål til produktet. Det er med andre ord ikke tanken, at en selvstændig elevfremlæggelse i form af fx et elevforedrag er dækkende.

I tilfælde, hvor der anvendes responsgrupper, kan disse ofte få den rolle at stille kritiske spørgsmål, og læreren kan derfor vælge at lade denne procedure udgøre en del af samtalen.

4.3 Bedømmelseskriterier

Bedømmelsen af eleven er en vurdering af, i hvor høj grad elevens præstation lever op til de faglige mål, som er anført i læreplanens afsnit 2.1, hvor det hedder:

”Eleverne skal kunne:

- gennemføre praktiske undersøgelser og iagttagelser, såvel i laboratoriet som i naturen, bl.a. med henblik på at opstille og vurdere enkle hypoteser*
- anvende modeller, som kvalitativt og kvantitativt beskriver enkle sammenhænge i naturen, og kunne se modellernes muligheder og begrænsninger*
- formidle et naturvidenskabeligt emne med korrekt anvendelse af faglige begreber*
- perspektivere bidrag fra naturvidenskab til teknologisk og samfundsmæssig udvikling gennem eksempler.”*

Det er vigtigt at gøre sig klart, at denne evaluering bør afspejle den undervisning, der har fundet sted, og de konkrete værktøjer, der har været anvendt undervejs. Det kan med andre ord ikke på dette niveau med rimelighed forventes, at eleverne behersker de metoder, der er arbejdet med, i en sådan grad, at de uden videre kan overføre dem på nye situationer. Ved evalueringen bør eleverne derfor kun stilles over for varianter af undersøgelser, som de konkret har stiftet bekendtskab med.

Hvad angår målene knyttet til praktiske undersøgelser, kan man eksempelvis tænke sig, at der under den afsluttende evaluering ønskes en vurdering af elevernes eksperimentelle færdigheder i en åben opgave, hvor eleverne selv skal indse, at der til bestemmelsen af en ukendt væskes densitet kan foretages en eksperimentel bestemmelse ved hjælp af målinger af sammenhørende værdier af masse og volumen med en burette og en vægt, eller at der til at skabe overblik over et områdes drikkevandsressourcer kan foretages konkrete målinger, lette beregninger og skøn over de enkelte led i vandbalanceligningen sammenholdt med forbruget.

Kun hvis eleverne i den forudgående undervisning flere gange har arbejdet med hhv. densitetsmålinger ved denne metode og drikkevandsmålingers betydning for vandbalanceligningen kan man forvente, at de er i stand til at løse den stillede opgave.

Et eksempel på en langt vanskeligere opgave af samme, men lidt mere åbne type (som derfor bør anvendes med omtanke, evt. kun på hold med særligt interesserede elever) kunne bestå i ønsket om en eksperimentel bestemmelse af en ukendt saltopløsnings koncentration ved hjælp af densitetsmålinger og sammenligning med en kalibreringskurve frembragt ved målinger på opløsninger med kendte koncentrationer. Selv hvis eleverne i den forudgående undervisning har arbejdet med brugen af en kalibreringskurve i andre lignende tilfælde (fx bestemmelse af saltopløsnings koncentration ud fra en kalibreringskurve baseret på titreringer), kan man ikke umiddelbart forvente, at alle elever på dette niveau afslutningsvis er i stand til at gennemskue, at der i den nye situation fordres anvendelse af samme metode (her brug af kalibreringskurve).

Ved den afsluttende evaluering må man i alle tilfælde, hvor det drejer sig om, at eleverne skal løse opgaver af ovennævnte lidt mere åbne type (hvor de fx selv skal genkalde sig detaljerne i en tidligere anvendt metode), sikre sig, at eleverne gentagne gange har arbejdet med den relevante metode – og at det eksempel, der ønskes anvendt under evalueringen, ikke er mere komplekst eller på anden måde mere krævende, end de eksempler eleverne tidligere har mødt.

Lignende forhold gør sig i større eller mindre udstrækning også gældende for så vidt angår evaluering af de øvrige faglige mål, hvor specielt inddragelse og anvendelse af modeller på samme måde forudsætter kendskab til modeller af tilsvarende type fra den forudgående undervisning. Selv i det omfang, hvor hovedsagelig konkrete og forholdsvis let gennemskuelige modeller har været inddraget i undervisningen, kan man ikke på dette niveau forvente, at eleverne ved den afsluttende evaluering er i stand til at anvende modellerne i nye sammenhænge – med mindre der blot er tale om varianter af anvendelser, som tidligere har været foretaget.

I læreplanens afsnit 4.3 hedder det endvidere:

”I bedømmelsen lægges der vægt på, at eleven kan:

- *gøre rede for forløbets formål*
- *gøre rede for udførelsen af de praktiske undersøgelser*
- *beskrive og analysere de opnåede resultater/data*
- *inddrage teoretiske overvejelser*
- *anvende faglige begreber korrekt*
- *vurdere og perspektivere de opnåede resultater.*

Der gives én karakter ud fra en helhedsvurdering. Karakteren anføres på eksamensbeviset, men er ikke medtællende.”

Der gives én karakter ud fra en helhedsvurdering af det skriftlige produkt og den faglige samtale. Karakteren kan evt. gives sammen med standpunktskaraktererne efter afslutning af grundforløbet. Af hensyn til elevernes videre studieforbånd vil det desuden være en god idé, at lærerne begrundet karakteren.

En præstation, der fuldt ud opfylder de relevante faglige mål for naturvidenskabeligt grundforløb, vurderes til karakteren 12. Med hensyn til karaktergivning efter 12-skalaen henvises i øvrigt til undervisningsvejledningerne for biologi, fysik, kemi og naturgeografi (se www.uvm.dk).

5. Paradigmatiske eksempler

Nedenstående beskrivelser af mulige forløb til anvendelse i det naturvidenskabelige grundforløb er tænkt som et repræsentativt udvalg til inspiration for de enkelte lærerteams. Der er naturligvis ikke på nogen måde tale om et udtømmende udvalg, og de enkelte forløb vil ikke nødvendigvis honorere alle krav i læreplanen. De enkelte skoler er helt frit stillet, hvad angår de konkrete valg af undervisningsforløb for hver enkelt studieretning, der påbegyndes. Det er håbet, at denne præsentation kan gøre valget nemmere og kan give et fingerpeg om, hvilket ambitionsniveau, det er realistisk at anlægge både med hensyn til omfang og dybde af de enkelte forløb.

5.1. Dykning

De vilkår, der råder for levende organismer under vand, er forskellige fra dem på land. Hovedparten af levende organismer er tilpasset enten det ene eller det andet levested. Men nogle, som fx insekterne myg og guldsmede, er i livsfasen først tilpasset livet i det ene miljø og siden det andet. Andre kan periodevis opholde sig i enten det ene eller andet miljø men er underlagt fysiologiske begrænsninger i tid og rum. Det gælder eksempelvis fugle og pattedyr som sæler, der lever på land, men søger føde i havet. Det dybeste dyk registreret for en sæl er 1257 meter, og den længste dykkesid registreret er 48 minutter. For mennesket er rekorderne, der er opnået i konkurrencer, som nærmest afvikles med livet som indsats, 109 meter samt 9 minutter og 8 sekunder. Hvad er årsagerne til disse begrænsninger? Hvilke konsekvenser medfører overskridelser?

Formål

Formålet er at arbejde med et for eleverne spændende naturvidenskabeligt tema, der for at skabe en ramme for forståelse må inddrage centrale faglige elementer fra flere af de naturvidenskabelige fag. Med udgangspunkt i elevernes målinger på egen krop samt småforsøg at give eleverne indgangsniveau i naturvidenskab og naturvidenskabelige metoder, og som samtidigt kan give mulighed for en vidensbaseret hensigtsmæssig adfærd.

Beskrivelse

Forløbet tager udgangspunkt i undersøgelse og diskussion af forskelle og ligheder mellem vand- og landlevende dyr.

Der sker en faglig behandling af nogle af følgende emner: Anatomi og fysiologi, tilpasninger, tryk, massefylde, den atmosfæriske lufts bestanddele, dykkerfysiologi og skader f.eks. lungesqueeze, shallow water blackout etc.

Eleverne fordyber sig gruppevist i et selvvalgt område, gennemfører praktiske undersøgelser og formidler efterfølgende.

Deltagende fag

Biologi, fysik – evt. kemi

Ved måling på tryk og rumfang, vitalkapacitet og kropsbygning mv. kan der etableres samarbejde med matematik vedrørende eksempelvis ligefrem og omvendt proportionalitet, lineære sammenhænge, simple statistiske metoder til håndtering af et datamateriale og grafisk præsentation af et statistisk materiale.

Forløb

Del 1:

Dissektionsøvelse af fisk og diskussion af forskelle/ligheder med menneskets anatomi samt tilpasning til livet i vand og på land.

Del 2:

Kort gennemgang af massefylde, tryk og opdrift. Kort gennemgang af lungernes og kredsløbets opbygning samt funktion

Del 3:

Eleverne fordyber sig gruppevist i en problemformulering, som eventuelt er udarbejdet af lærerne, og gennemfører praktiske undersøgelser. Eksempler på problemformuleringer: Hvilken sammenhæng er der mellem vanddybde og tryk? Hvilken sammenhæng er der for luft mellem tryk og rumfang? Hvilken forskel er der på sammensætningen af indåndingsluft og udåndingsluft? Er der sammenhæng mellem kropslængde og lungerumfang?

Del 4:

Eleverne formidler den erhvervede indsigt til hinanden og diskuterer med udgangspunkt i fx en film eller TV-udsendelse om rekordforsøg i fridykning de sundheds- og sikkerhedsmæssige aspekter af dykning.

På baggrund af et kort oplæg samt måling og beregning af egen lungevolumen kan eleverne udregne deres egen teoretiske dybdegrænse for fridykning.

5.2. Hvad er det jeg spiser?

Kostvaner grundlægges tidligt og påvirkes af omgivelserne. Unge spiser ofte uden at vide, hvad det er, de spiser, og hvad føden betyder for deres krop. Hvad er sund kost?

Vi præsenteres dagligt for en lang række fødevarerprodukter med varedeklarationer, der indeholder informationer om energiindhold, næringsstoffordeling, tilsætningsstoffer, mængde og holdbarhed. Hvordan tydes varedeklarationer, og hvad betyder de for den enkeltes livsstil?

Formål

Hovedformålet er, at eleverne analyserer forskellige kostforslag og gennemfører praktiske undersøgelser i laboratoriet med henblik på analyse af udvalgte fødevarerprodukter og verifikation/falsifikation af de tilhørende varedeklarationer. Desuden er formålet at give eleverne mulighed for at blive bevidste om betydningen af at vide, hvad de spiser.

Arbejdet med dette tema giver eleverne mulighed for at udtrykke en vidensbaseret mening om forhold vedrørende kost og livsstil både i forhold til sig selv og til samfundet.

Beskrivelse

Forløbet tager udgangspunkt i sund kost og analyse af hverdagskost for en gymnasieelev. Derefter ana-

lyseres en konkret varedeklaration. Hvad står der, og hvad skal der stå i en varedeklaration? Hvad skal man vide for at forstå den?

Kostens sammensætning. Næringsstofferne opbygning og funktion behandles. Herunder inddrages forbrændingsprocesser og energiindhold. Forskellige tilsætningsstoffer introduceres: fx farvestoffer og salt.

Grupper i klassen vælger derefter et af de behandlede emner, som uddybes og behandles eksperimentelt. Afslutningsvis fremlægger grupperne mundtligt hver deres eget lille gruppearbejde for hele klassen.

Deltagende fag

Biologi og kemi.

Perspektiver i forhold til almen studieforbereelse: Emner som forbrugsmønstre, reklamer, livsstil før og nu kalder på samarbejde mellem flere fag fra andre fakulteter fx samfundsfag, dansk og historie.

Forløb

Del 1:

Analyse af forskellige typer af kost. Hvor meget energi har en 16-17-årig gymnasieelev behov for, og hvad bør hverdagskost bestå af for at dække dette behov? Eleverne analyserer enten udleverede kostforslag eller deres egen dagskost ved brug af et it-kostberegningsprogram. Eleverne forholder sig til deres resultater og kan eventuelt foreslå ændringer i kosten, således at de aktuelle forslag tilpasses deres eget behov.

Del 2:

Kort gennemgang af næringsstofferne opbygning og funktion. Der kan i klassen eller i mindre grupper arbejdes med modeller for de forskellige næringsstoffer opbygning ud fra atomer, også computermodeller kan inddrages. I forbindelse med gennemgangen af næringsstofferne behandles forbrændingsprocesser.

Del 3:

Analyse af en varedeklaration. Hvad indeholder den? Hvad betyder E-nr. mm? Hvad betyder energiindhold og energiprocenter? Eleverne kan i par eller mindre grupper analysere forskellige varedeklara-tioner.

Del 4:

Tilsætningsstoffer. Forskellige tilsætningsstoffer introduceres. Hvorfor bruger man tilsætningsstoffer, og hvilken funktion har de hver især? Herefter arbejdes med 5-6 forskellige emner, som lærerne har valgt. Eleverne vælger nu i grupper, hvilket emne der skal arbejdes videre med. Arbejdet inden for det enkelte emne skal indeholde en praktisk undersøgelse, som eleverne planlægger i samarbejde med læreren.

Del 5:

Eleverne gennemfører praktiske undersøgelser og opsamler data til videre behandling og analyse. Datatabehandlingen kan eventuelt foregå i samarbejde med matematik. Eksempler på praktiske undersøgel-

ser kan være bestemmelse af saltindhold i smør eller bestemmelse af fedtindhold i chips. Hver gruppe fremlægger mundtligt for hele klassen.

5.3. Grønlandspumpen og klimaet

I Grønlandshavet findes drivkraften – Grønlandspumpen, oceanets kolde hjerte – bag verdenshavens vandstrømme. Den fører koldt, saltholdigt vand langs havbunden helt over til Det Indiske Ocean og Stillehavet, hvorfra varme havstrømme føres tilbage til Grønlandshavet igen.

Formål

Formålet er at arbejde med et naturvidenskabeligt tema, som viser eleverne naturens dynamik i global skala – samtidig med, at de gennemfører praktiske undersøgelser af den forholdsvis enkle fysiske sammenhæng mellem saltindhold, densitet og opdrift af vand.

Det er også formålet, at eleverne får indblik i et aktuelt naturvidenskabeligt forskningsområde, hvor det er muligt bl.a. at perspektivere til fremsatte modeller for menneskeskabte klimaændringer. Temaet giver eleverne mulighed for formidling af en vidensbaseret mening om forhold og problemer med et naturfagligt aspekt.

Beskrivelse

Forløbet tager udgangspunkt i naturfænomenet Grønlandspumpen, som er drivkraften bag fordelingen af koldt og varmt havvand. Hvad skaber denne dynamik i naturen, og hvordan kan den påvirkes af ændringer i klimaet? Hvad er den naturvidenskabelige forklaring på, at Grønlandspumpen virker? Hvordan kan det være, at en balance i naturen (f.eks. golfstrømmen) er sårbar over for forholdsvis små ændringer – modeller for positive og negative feedbackmekanismer? Hvilke hypoteser er fremsat i lærebøger, medier og debatter om Grønlandspumpens betydning for klimaændringer – fx ændring af Golfstrømmen?

Deltagende fag

Fysik, naturgeografi - evt. kemi.

Perspektiver i forhold til almen studieforbereelse, samfundsfag og det naturvidenskabelige fag, der læses parallelt.

Forløb

Fire dele med fysik og naturgeografi i parallelt forløb – i alt 12-15 timer inkl. rapport og evt. perspektivering.

Del 1: Praktiske undersøgelser

Der arbejdes med små praktiske øvelser i både fysik og naturgeografi:

Opdrift, tyngdekraft, konvektionsstrømme. Hvordan opstår havstrømme som transportsystem af varmt og koldt havvand (også kortbeskrivelser)? Der arbejdes endvidere med densitet og saltholdighed. Forsøgsresultaterne beskrives og data opsamles til videre bearbejdning. Der kan også arbejdes med forklaringer af elevernes egne erfaringer med havvand (fx badning).

Del 2: Teorien bag Grønlandspumpen

Der tages udgangspunkt i en video om Grønlandspumpen (Viden om, 30 min). Eleverne noterer omhyggeligt hvilke naturvidenskabelige forklaringer, der fremsættes og hvilke hypoteser om bl.a. klimaeffekter, der fremsættes. Kan den naturvidenskabelige forskning sættes i forbindelse med egne eksperimenter? Eleverne arbejder med lærebøger, avisartikler og desuden behandles udvalgte dele af ”svært stof”.

Del 3: Gruppearbejde med henblik på formidling

Eleverne forbereder en formidlingsopgave, der bygger på spørgsmål og svar om Grønlandspumpen og dens betydning for klimaændringer. Formidlingen skal inddrage elevernes egne praktiske undersøgelser. Der kan fx være tale om et rollespil: ”En naturlig forklaring”. Eleverne arbejder i grupper med at formulere to spørgsmål til et ekspertpanel. Den enkelte gruppe formulerer spørgsmålene og svarer selv med en ”vidensbaseret” (deres egne undersøgelser) fremlæggelse. Dokumentation kan bestå i udformning af en planche, demonstration af et simpelt forsøg, referater af forskningsresultater og lign.

Del 4: Fremlæggelse af formidlingsopgave

Grupperne fremlægger for hinanden, og der evalueres på ”vidensbaseret” forklaring og mening i fremlæggelserne. Der samles i klassen op på, hvilke hypoteser der er fremsat om Grønlandspumpen og hvilke yderligere undersøgelser, det kræver i laboratoriet og naturen at forudsige, hvad der kan ske i fremtiden. Der diskuteres også, hvorfor det er så svært at forudsige konsekvenser af ændringer i naturen i den globale målestok.

5.4. Øl og ølbrygning

Øl er en af de drikkevarer, der er mest udbredt over hele verden, og i de senere år har der i Danmark været en stigende interesse for øl af forskellige typer. Mange små bryggerier er skudt op og kan eksistere i kraft af, at de fremstiller produkter, som kunderne åbenbart finder spændende.

Formål

Formålet er at give eleverne indsigt i det *kemiske* og *biologiske* grundlag for brygning af øl, herunder stivelse og nedbrydning af stivelse til glukose ved hjælp af enzymer samt gæring af glucose til alkohol. Desuden er formålet at belyse en simpel organisk forbindelse i form af ethanol, samt at vise, hvad der sker, når ethanol nedbrydes i kroppen.

Endvidere er formålet at anvende og bygge modeller af molekylerne ethanal, eddikesyre og carbondioxid samt at fremstille og analysere en eller flere typer øl.

Endelig er formålet at perspektivere til samfundsmæssige aspekter i forbindelse med indtagelse af alkoholiske drikke.

Beskrivelse

Ud fra indkøbt gær (propageret på et bryggeri) samt malt og humle fremstilles en eller flere typer øl. Forskellen kan fx være forskellige maltyper, som kan give mørkere og lysere varianter med væsentlig smagsforskelle. Opskrifter kan hentes på Internettet.

Det fremstillede øl kan analyseres fx ved bestemmelse af densitet, og det kan eventuelt destilleres, og

destillatet kan analyseres.

Der gennemarbejdes et lettilgængeligt materiale fx fra Bryggeriforeningen, så eleverne får en forståelse af sammenhængen mellem den grundlæggende teori og det praktiske arbejde, som de selv har udført i skolens laboratorium.

Eleverne kan gruppevis arbejde med forskellige aspekter af det overordnede emne: øl. Det kan fx være alkoholpromille og promillegrænser eller samfundsmæssige aspekter ved indtagelse af alkoholiske drikke. Der kan hentes materiale i såvel eksisterende lærebøger som hos bryggerier.

Deltagende fag

Kemi, og biologi.

Perspektiv i forhold til almen studieforbereelse: alkohol og alkoholkultur kalder på mange fag fra andre fakulteter fx samfundsfag, dansk og musik, og endvidere kan der samarbejdes med matematik om beregning af promiller og hastigheden for nedbrydning af alkohol i kroppen.

Forløb:

Del 1: Brygning af øl

Der arbejdes praktisk i laboratoriet med knusning af malt i blendere, opvarmning af malten til forskellige temperaturer efter den anvendte opskrift, tilsætning af humle, nedkøling, filtrering og tilsætning af gær. Dette arbejde tager ca. en dag.

Herefter henstår produktet et lunt sted i et par uger, mens gæringen finder sted. Sideløbende hermed arbejdes der med den teoretiske baggrund i fagene biologi eller kemi.

Del 2: Analyse af det fremstillede øl

Øllet analyseres på forskellig vis, og en prøve destilleres for at få et produkt med et større indhold af alkohol. Også produktet analyseres.

5.5. Gør-det-selv batterier

Vi bliver mere og mere afhængige af mobile energiforsyninger som fx batterier, der anvendes i mobiltelefoner, mp3-afspillere, cykellygter eller PDA'er.

Men hvordan virker et batteri egentlig?

Formål

Hovedformålet er, at eleverne ved hjælp af egne praktiske undersøgelser med almindelige hverdagsting fremstiller og undersøger deres egne batterier. Eleverne opnår hermed samtidig en forståelse af de grundlæggende principper i batterier.

Beskrivelse

Forløbet tager udgangspunkt i behandling af metallernes spændingsrække, grundlæggende elektricitetslære, herunder serie- og parallelkoblinger. Forløbet er bygget op omkring to praktisk orienterede dele:

- 1) Eksperimenter med spændingsrækken og
- 2) Fremstilling af et batteri.

Deltagende fag

Fysik og kemi.

Perspektiver i forhold til almen studieforbereelse: Energiforsyning og energipolitik.

Forløb

Del 1: Introduktion til emnet

Som introduktion til emnet arbejder eleverne med batteriers betydning for samfundet eller med historien om opfindelsen af batteriet - evt. de tidligste anvendelser af batterier.

Del 2: Praktisk undersøgelse: Fremstilling af "mandarin-batteri"

Eleverne fremstiller et batteri, som kan få en diodecyclygte til at lyse. Batterierne fremstilles ved hjælp af blyanter, ledninger (som må ødelægges), varmekorozinkede søm og mandariner (eller lignende). Der afholdes en konkurrence blandt eleverne om at få skabt det største spændingsfald og den stærkeste strøm. Herunder introduceres parallel- og seriekoblinger.

Del 3: Praktiske undersøgelser omkring spændingsrækken

Eleverne arbejder med spændingsrækken bl.a. gennem eksperimenter, og de fremstiller et batteri, hvis virkemåde afspejles direkte i spændingsrækken – fx et Daniell-element.

Forslag til supplerende spørgsmål/fokusområder:

Energiforsyning, alternative energikilder, energilagring.

5.6. Sol, solarier og hudkræft

Hvorfor advares der mod overdreven dyrkning af sol og solarier? Hvad betyder det UV-indeks, som oplyses i TV i forbindelse med vejrudsigten? Hvordan kan UV-stråler føre til hudkræft? Hvordan virker solcreme, og hvad betyder faktortallet? Skal børn og unge medbringe en skriftlig tilladelse fra forældrene, når de går i solarium?

Formål

Formålet er at arbejde med et naturvidenskabeligt tema, der på den ene side indeholder en lang række centrale faglige elementer for flere af de naturvidenskabelige fag, og som på den anden side kan give eleverne indsigt i et aktuelt og engagerende område, der jævnligt er genstand for kampagner, avisartikler, TV-udsendelser mv., og som samtidigt kan give mulighed for en vidensbaseret hensigtsmæssig adfærd i forhold til dyrkning af sol og solarier.

Beskrivelse

Forløbet tager udgangspunkt i avisartikler, hjemmesider eller TV-udsendelser vedrørende sammenhængen mellem UV-stråling og hudkræft. Der kan lægges op til diskussion af elevernes vaner og af holdning til eventuel lovgivning på området.

Afhængigt af deltagende fag sker der en faglig behandling af nogle af følgende emner: Celler, kræft, elektromagnetisk stråling, ozon i atmosfæren, strålingsintensitet ved forskellige breddegrader etc.

Eleverne fordyber sig gruppevist i et selvvalgt område, gennemfører praktiske undersøgelser og formidler efterfølgende til en passende valgt målgruppe.

Deltagende fag

Biologi, fysik– evt. kemi, naturgeografi

Perspektiver i forhold til almen studieforbereelse: Det personlige kontra samfundets ansvar i forhold til sundhed og sygdom, forskellige samfundsgruppers adfærd, risiko.

Ved måling på absorption af stråling mv. kan der etableres samarbejde med matematik med fokus på modellering.

Forløb

Del 1:

Diskussion af hudkræft i lyset af avisartikel, TV-udsendelse eller hjemmeside (fx for Kræftens Bekæmpelse). Eventuelt undersøgelse af sol- og solarie-vaner for gymnasieelever (mulighed for samarbejde med matematik om statistik).

Del 2:

Kort gennemgang af det elektromagnetiske spektrum med fokus på UV-stråling og absorption af UV-stråling. Kort gennemgang om celler og udvikling af kræft.

Del 3:

Eleverne fordyber sig gruppevist i en problemformulering, som eventuelt er udarbejdet af lærerne, og gennemfører praktiske undersøgelser. Eksempler på problemformuleringer: Virker dyre solbriller bedre end billige? Hvad er UV-indekset, og hvordan varierer det i løbet af dagen? Hvordan afhænger effekten af solcreme af mængde og faktortal? Bliver man brunere, når man befinder sig på vandet i solskinsvejr? Der kan også laves forsøg med UV-bestråling af karse eller bakteriekulturer og måles på absorption af UV-stråling i glas, tøj etc..

Del 4:

Eleverne formidler den erhvervede indsigt til hinanden og andre gennem fx en oplysningspjece (om UV-indeks), en hjemmeside, en elektronisk præsentation, en avisartikel etc.

Formidlingsproduktet kan eventuelt være en undervisningslektion for en 6. eller 7. klasse, og lektionen kan gennemføres på en nærliggende grundskole.

5.7. Kroppens og madens energi: Frikadeller med agurkesalat

Hvorfor skal vi spise og spise netop de fødevarer? Hvad betyder energimærkningen på varerne? Hvorfor bruger man salt i kartoflerne? Hvad er osmose, og hvorfor er grydeskeer ikke af sølv? Skal børn og unge vide noget om den mad de spiser og hvordan den tilberedes?

Formål

Formålet er at arbejde med et naturvidenskabeligt tema, der på den ene side indeholder en lang række centrale faglige elementer for flere af de naturvidenskabelige fag, og som på den anden side kan give eleverne indsigt i et evigt aktuelt og engagerende område, der jævnligt er genstand for kampagner, avisartikler, TV-udsendelser mv., og som samtidigt kan give mulighed for en vidensbaseret hensigtsmæssig adfærd i forhold til tilberedning og indtagelse af mad.

Beskrivelse

Forløbet tager udgangspunkt i et lærerarrangeret fælles morgenmåltid og afslutter med en elevarrangeret fælles middag med fremlæggelser og evaluering. Man kan drage paralleller mellem energiforbrug til opvarmning af mad og hus og til energiindtagelse til kroppens bevarelse af temperatur, organiske funktioner og ydre mekanisk arbejde.

Paralleller mellem varmeledning gennem tøj, gennem køkkenredskaber, gennem kasserolle og høkkasse, gennem husets klimaskærm. Der kan lægges op til diskussion af elevernes vaner og af holdning til eventuel lovgivning på området. For madvarer: en lovgivning om mærkning i energi pr 100 gram; for huse: en lovgivning om isoleringsgrad og energitab.

Afhængigt af deltagende fag sker der en faglig behandling af nogle af følgende emner: Osmose, energi i madvarer fordelt på kulhydrater, proteiner og fedt, energi afgivet fra madvarer ved simple forsøg evt. bombekalorimeter, nyttevirkning. Varmeledning i køkkenredskaber af forskellige materialer: aluminium, sølv, plastik, træ; varmeledning i isoleringsmaterialer: polystyren og stenuld; høkkasse i polystyren; kogetider for kartofler, stegetider ved varmeoverførsel fra pande eller gennem luft i ovn.

Eleverne fordyber sig gruppevist i et selvvalgt område, gennemfører praktiske undersøgelser og formidler efterfølgende til en passende valgt målgruppe.

Deltagende fag

Biologi, fysik – evt. kemi.

Perspektiver i forhold til almen studieforbereelse: Det personlige kontra samfundets ansvar i forhold til sundhed og sygdom, forskellige samfundsgruppers spisevaner, risiko for fejlnæring.

Samarbejde med matematik kan etableres (1) ved måling på den tidsmæssige temperaturudvikling i kartoffel eller frikadelle, (2) ved udmåling af geometriske dimensioner af grøntsagskasse opvarmet med 30W bilpære og dataopsamling af temperaturstabiliseringen, (3) ved dataopsamling af temperaturforløb gennem forskellige varmeledere med samme dimensioner, (4) ved beregninger af energiindhold i madvarer ud fra angivelser af massefordeling i protein, kulhydrat og fedt.

Forløb

Del 1:

Lærerarrangeret morgenmad med diskussion af velvalgte madvarers energiindhold og kroppen behov for stoffer. Æg, juice, mælkeprodukter, kornprodukter, the, kaffe, kulhydrater, etc.

Introduktion til kostprogram. Beregninger af energiindtagelse baseret på hver elevs optegnelser i flere døgns komplette indtagelse af madvarer og drikkevarer herunder alkohol. Diskussion af idealer af fordelinger på protein, kulhydrat og fedt og kroppens behov og brug af samme.

Del 2:

Eksperimenter med osmose ved afkalkede æg i forskellige saltopløsninger herunder fysiologisk med målinger af æggenes massetilvækst. Eksperimenter med brændværdi for umiddelbart brændbare madvarer, fx jordnødder og alkohol. Diskussion af opvarmning under måleglas eller forbrænding i fordøjelsessystemet under tilførsel af ilt.

Del 3:

Eksperimenter med køkkenredskabers varmeledningsevne. Med hvilket materiale brænder man fingrene først? Eksperimenter med isolerende grøntsagskasser for at finde varmeledningsevne for polystyren. Konstruktion af kasserolletilpassede høgasser udskåret med elektrisk opvarmet konstantantråd.

Del 4:

Eleverne fordyber sig gruppevist i en problemformulering, som eventuelt er udarbejdet af lærerne, og gennemfører praktiske undersøgelser. Eksempler på problemformuleringer: Hvordan laver man agurkesalat, kartoffelmos, hele kogte kartofler, så konsistensen er delikat med henblik på saltkoncentration og kogetider herunder anvendelse af høgasser? Hvordan hænger indre temperaturforløb sammen med smagsoplevelsen for frikadelle herunder stegetider på pande og i varmluftovn? Hvordan afhænger frikadellers hårdhed af stegetider; dataopsamling af kraft som funktion af sammenbid med tilhørende grafer efter forskellige stegetider?

Del 5:

Eleverne bruger en eftermiddag med tilberedelse af og eksperimenter med aftenens måltid bestående af frikadeller med agurkesalat, kartofler, kartoffelmos og sovs efterfulgt af frugter med flødeskum. Under måltidet formidler eleverne den erhvervede indsigt til hinanden med powerpoints. Også hjemlige erfaringer med bygningsisolation kan tages op, fordi eleverne under forløbet har skaffet oplysninger om egen bolig som følge af grøntsagskasseeksperimentet.

5.8. Jordens kræfter

Det sker jævnligt, at der i medierne gennem en periode er fokus på forskellige naturkatastrofer – for eksempel jordskælv og tsunamier. På baggrund af medieomtalen vil eleverne ofte være motiverede for at arbejde med spørgsmål som: Hvordan opstår vulkaner? Hvorfor ryster jorden? Hvordan opstår og udbredes tsunamier? Hvorfor er det svært at forudsige jordskælv, tsunamier og vulkanudbrud? Hvordan kan det være, at der ofte er tæt befolket nær vulkaner?

Formål

Det overordnede formål med forløbet er at udvikle elevernes evne til at gennemføre en selvstændig planlagt eksperimentel undersøgelse, at udvikle forståelsen for begreberne variabel og variabelkontrol samt at anvende it til analyse af eksperimentelle data.

Det er desuden formålet at arbejde med et naturvidenskabeligt tema, som sætter fokus på store voldsomme naturkræfter og disses betydning for mennesker. Forløbet giver indsigt i de pladetektoniske kræfter og disses betydning for dannelse af mineraler, indvirkning på vulkaner og jordskælv samt forståelse for vanskelighederne med at etablere effektive varslingsystemer.

Beskrivelse

Forløbet tager udgangspunkt i avisartikler, der beskriver aktuelle emner som tsunamien 2004, jordskælvet i Østdanmark 2009 eller andre nyere begivenheder.

Afhængigt af fag kan der ske en behandling af følgende emner: densitet, opdrift, vulkandannelse, analyse af bjergarter, den pladetektoniske model, jordskælv, seismiske målinger, bølger, friktion, energiomdannelse. I forbindelse med forløbet gennemfører eleverne enkle og selvstændige eksperimentelle undersøgelser af fx bølgefænomener. Der integreres desuden arbejde med interaktive hjemmesider og computermodeller. Eleverne kan eventuelt gruppevis fordybe sig i et selvvalgt område og efterfølgende formidle deres viden til en passende valgt målgruppe.

Deltagende fag

Naturgeografi, fysik – eventuel kemi.

Der kan i forbindelse med eksperimenterne etableres et samarbejde med matematik

Perspektiver i forhold til almen studieforbereelse: Naturkatastrofer (medier, verdenssamfundets håndtering mv.).

Forløb

Del 1:

Introduktion til forløbet levendegjort og aktualiseret med animationer, TV-klip, avisartikler eller lignende.

Del 2:

Introduktion til densitet, temperatur og tyngdekraft.

Vulkaners dannelse, beliggenhed og konsekvenser for såvel naturen samt de mennesker, der bor i områderne.

Der laves forsøg med densitet og opdrift samt en analyse af forskellige bjergarter

Del 3:

Jordskælv – om deres dannelse, beliggenhed og konsekvenser. Der arbejdes med bølger; animationer, længdebølger og transversalbølger med lange fjedre i ophæng.

Jordskælv; hvordan opstår de, og hvorfor kan effekten være så voldsom? Til denne del arbejdes der med forsøg med vandbølger i store kar (tsunamikar) samt med friktionsforsøg. Der kan laves en åben eksperimentel problemstilling vedrørende udbredelsen af lavvandsbølger, idet der blot udleveres et kar, et målebånd og et stopur. Databehandlingen kan foregå ved anvendelse af it, og der kan opstilles en matematisk model for sammenhængen mellem vanddybde og bølgens udbredeshastighed.

Eleverne kan med fordel arbejde med interaktive hjemmesider, der illustrerer centrale bølgefænomener. Der findes ligeledes hjemmesider, hvor man kan analysere seismogrammer. Man kan desuden med udgangspunkt i GIS-data lade eleverne analysere placeringen af jordskælv i forhold til pladerande.

Del 4:

Som afslutning på de første delforløb og som optakt til opgaveskrivningen besøges Geologisk Museum eller alternativt søges informationer på internettet mv.

Eleverne vælger sig ind i grupper, der hver især skal beskrive et område med vulkaner og jordskælv og forklare dette med hensyn til beliggenhed i forhold til pladerande, typer af vulkanudbrud og jordskælv. Afslutningsvis holdes et kort oplæg for de øvrige i klassen.