

De Naturvidenskabelige Kompetencer



Indhold

Kapitel 1 – Undersøgelseskompetencen.....	2
Kapitel 2 – Modelleringskompetencen.....	11
Kapitel 3 – Problemformuleringer.....	17

prompt og fagligt indhold af Mads Lenskjær - opstilling chatGPT 5.2

Kapitel 1 – Undersøgelseskompetencen

At komme ind i naturvidenskabens værksted

Indledning

Når du går til lægen og får udleveret medicin, tænker du nok ikke så meget over det enorme arbejde, der ligger bag. Når lægen siger, at medicinen virker, forventer du ikke, at det bare er noget, lægen *synes*. Du forventer, at medicinen er blevet grundigt undersøgt og testet. Først i laboratorier på bakterier og celler, senere på dyr og til sidst på mennesker.

Sådan har det ikke altid været. Hvis du var blevet syg i middelalderen og gik til "*lægen*" – eller den kloge kone – kunne du være heldig at få mumiepulver, åreladning eller andre behandlinger, som vi i dag vil kalde både mærkelige og farlige. Dengang havde man sjældent undersøgt, om behandlingerne virkede.

I dette kapitel skal vi se på, hvordan den naturvidenskabelige undersøgelse er opbygget. Vi skal, om man vil, **ind i værkstedsrummet i naturvidenskab** og se på, hvordan viden bliver skabt.

1. Den moderne videnskabs fødsel – Galilei

I året 1591 går en ung mand på 27 år op i det runde tårn i Pisa. Hans navn er **Galileo Galilei**. Han vil vise, at de lærde professorer på universitetet har taget fejl. I flere hundrede år har man nemlig været overbevist om, at et tungt lod falder hurtigere til jorden end et let lod.

Man havde dog aldrig rigtigt undersøgt det. Man mente, at man kunne *tænke sig til*, hvordan verden fungerer, og derfor var der ingen grund til at lave en undersøgelse.

Galilei gør op med denne idé. Oppe fra det skæve tårn i Pisa kaster han en tung og en let kugle ud på samme tid, mens professorerne står nede ved tårnets fod. Med deres egne øjne kan de se, at kuglerne rammer jorden samtidig.

Med Galilei blev en ny form for videnskab født. En videnskab, hvor **undersøgelsen kommer før tanken**. Hvor man ikke nøjes med at tænke sig til svar, men undersøger verden, som den er. Verden er nemlig så kompleks, at man sjældent kan regne alt ud i hovedet.



2. Undren og hypoteser

Al naturvidenskab starter med **undren**. Man lægger mærke til noget i verden, som ikke helt giver mening.

Du er i svømmehallen og ser en person, hvis navle buler ud. Det har du ikke set før. *Hvordan kan det være?*

Du tager en bid af et æble og lægger det fra dig. Efter noget tid er æblet blevet brunt. *Hvorfor?*

Du går barfodet på et trægulv, og det føles varmt. Du går videre ud i køkkenet, hvor der er fliser.

Fliserne føles kolde – men der er jo samme temperatur i rummet. *Hvordan kan det være?*

Undringen fører til en **hypotese**. *En hypotese er et muligt svar på ens undren.*

Måske har navlens form noget at gøre med, hvordan navlestrengen blev bundet ved fødslen.

Måske reagerer æblekødet med noget i luften.

Måske er fliser faktisk koldere end træ.

At lave en god hypotese er svært. For der findes næsten altid flere mulige forklaringer. *Kunne navlens form skyldes noget arveligt? Kunne det brune æblekød skyldes spyt fra munden? Kunne fliserne føles koldere, fordi vi forventer, at de er kolde?*

En hypotese er derfor ikke et facit – det er et forslag, der skal **undersøges**.

3. Selve undersøgelsen

Når man har formuleret en hypotese, er næste skridt at designe og gennemføre en undersøgelse. Målet er at afgøre, om hypotesen er sand eller falsk.

I naturvidenskab bruger man også ordene *forsøg* og *eksperiment*, og det kan skabe forvirring. En **undersøgelse** er hele processen, hvor man forsøger at be- eller afkræfte en hypotese. I en undersøgelse kan der indgå flere forsøg eller eksperimenter.

I eksemplet med æblet kan det være nødvendigt at undersøge forskellige æblesorter. Måske bliver nogle sorter hurtigere brune end andre. Hver æblesort bliver sit eget forsøg, men tilsammen udgør de én samlet undersøgelse.

I folkeskolens fysik/kemi laver man ofte **demonstrationsforsøg**. Det er forsøg, hvor man på forhånd kender udfaldet, og som skal vise, at det, man har læst, også passer i virkeligheden. Ved den tværfaglige eksamen tæller undersøgelser, hvor man ikke kender svaret på forhånd, langt højere.

En vigtig del af en undersøgelse er, at den kan **gentages**. Hvis andre laver den samme undersøgelse og får samme resultat, bliver konklusionen stærkere.

4. Variable i en undersøgelse

Forestil dig, at du er i madkundskab. Læreren siger, at I skal lave pandekager – men uden opskrift. I prøver jer frem: *Hvor mange æg? Hvor meget sukker? Hvor meget mel?*

Hvis man går systematisk til værks, kan man lave pandekager med 1 æg, 2 æg, 3 æg – eller helt uden æg. Hver ændring bliver et lille forsøg.

I naturvidenskab kalder man de ting, man ændrer, for **variable**. En variabel er noget, der kan varieres. I pandekageeksemplet er æg, mel og sukker variable.

Et grundprincip er, at man **kun ændrer én variabel ad gangen**. Hvis man både ændrer mængden af æg og mel samtidig, kan man ikke vide, hvad der påvirkede resultatet.

Man skelner mellem:

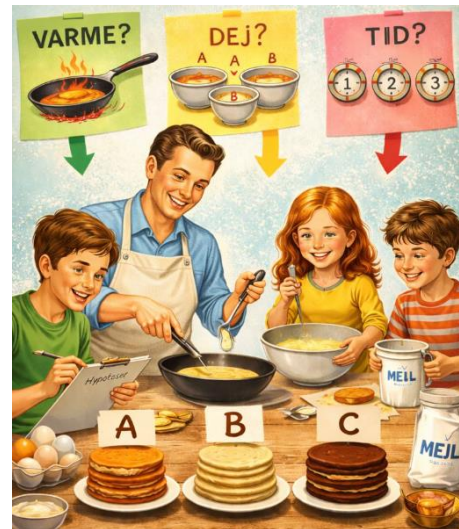
- **Uafhængige variable** – det, man bevidst ændrer
- **Afhængige variable** – det, man måler eller observerer

Konsistensen af pandekagen er fx afhængig af flere andre variable som f.eks. stegepandens varme, antal æg, mel mm. Man kan derfor have svært ved at styre den direkte uden at ændre de andre variable - det er derfor en afhængig variabel.

5. Målinger i undersøgelser

Målinger er centrale i undersøgelser. I pandekageeksemplet måler man fx gram mel og antal æg.

Men hvordan måler man resultatet? Smag er svært at måle, fordi den er subjektiv. Det, én synes smager godt, kan en anden hade. Naturvidenskab stræber efter **objektive målinger**.



Man skelner mellem:

- **Kvalitative målinger**, der beskriver egenskaber
- **Kvantitative målinger**, der angiver mængder

At sige, at pandekagen smager af citron, er en kvalitativ måling. At måle koncentrationen af citronsyre er en kvantitativ måling. Kvantitative målinger gør det lettere at sammenligne resultater.

Nøjagtighed er også vigtig når man måler. En vægt med 1 grams præcision måler ikke lige så nøjagtig som en med 0,1 grams præcision. Og at afmåle noget i et bægerglas er fint til bagning – men ikke til præcise målinger. Her ville man vælge et måleglas. Det er altså vigtigt at finde det rigtige udstyr til den nøjagtighed man ønsker.

6. Fejlkilder og bias

Hvor der er mennesker, er der fejl. Fejl er ikke noget, man skal skamme sig over – men noget, man skal være bevidst om.

Fejlkilder kan være unøjagtige målinger eller manglende kontrol over variable. I pandekageeksemplet kan pandens temperatur variere. Disse fejlkilder skal nævnes og diskuteres.

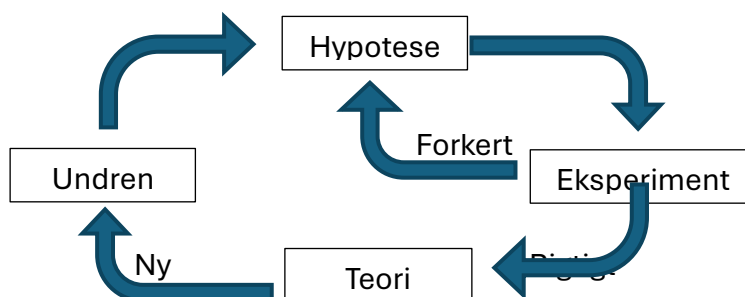
Bias er noget andet. Bias betyder, at man har en forventning, som påvirker ens vurdering. En dyr pose chips vurderes ofte som bedre end en billig – indtil man laver en blindtest. Man har altså en forventning om at den dyre smager bedre - og opleves så også sådan.

I undersøgelser kan man ubevidst tolke data, så de passer til ens hypotese. Derfor er det vigtigt at være kritisk over for sine egne resultater og mulig bias.

7. Konklusion, teori og ny undren

En undersøgelse kan bekræfte en hypotese – men ofte gør den ikke. Det er ikke spildt arbejde. Tværtimod har man afkræftet en forklaring og kan formulere en ny hypotese.

Hvis en hypotese gentagne gange bliver bekræftet, kan den udvikle sig til en **teori**. Teorien kan igen føre til nye spørgsmål og nye undersøgelser. Naturvidenskab er derfor en proces, der aldrig stopper.



Afslutning

Uanset hvor grundig en undersøgelse er, kan man i naturvidenskab aldrig være 100 % sikker. Ny viden kan ændre gamle forklaringer. Man kan ikke bevise noget endegyldigt – kun undersøge det bedst muligt.

Netop denne mulighed for at tage fejl er forskellen mellem naturvidenskab og religion.

I næste kapitel skal vi se på, hvordan man i naturvidenskab bruger **modeller** til at forstå verdens kompleksitet.

Arbejdsspørgsmål:

Hvad er det Galilei gør anderledes som er så revolutionerende?

Hvad er en hypotese?

Hvad er forskellen på en undersøgelse og et forsøg?

Forklar hvad en varianbel er i en undersøgelse?

Hvad er grundreglen om ændring af variable?

Hvad er forskellen på en uafhængig variabel og en afhængig variabel?

Hvad beskriver en:

- Kvalitativ måling
- Kvantitativ måling

Hvis du skulle afmåle nøjagtig 10 ml saltsyre - hvilket udstyr ville du så bruge?

Hvilket ville du ikke anbefale at bruge?

I fysik/kemi måler du temperaturen af is. Et termometer måler -1 grad en anden måler -10 grader og det sidste 2 grader. Isen er den samme. Hvilke fejlkilder kunne der være der?

Kan du give et eksempel fra din egen hverdag hvor du oplever eller selv er bias'ed?

Mange elever synes, at hvis en undersøgelse mislykkedes er det spildt arbejde. Hvad vil du sige til dem?

I denne opgave skal du vælge noget der undrer dig og stille en hypotese og undersøgelse op.

Undren:

Hypotese:

Hvordan kan man undersøge det?

Hvilke variable findes i forsøget?

- Uafhængige:

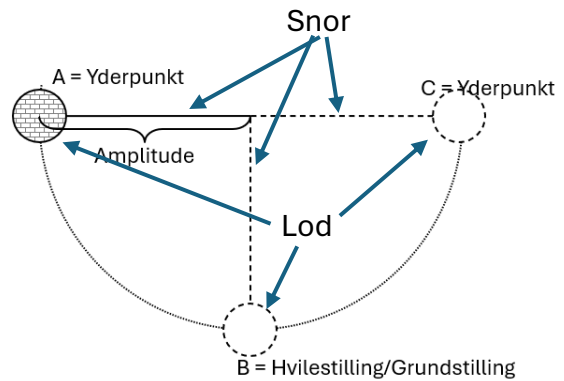
- Afhængige

Mulige fejlkilder:

Undersøgelse: Vi skal undersøge hvad der påvirker et penduls svingningstid.

Fremgangsmåde:

- Afmål 1 meter snor og bind et lod fast i enden.
- En fra gruppen stiller sig op på et højt sted så snoren og loddet kan hænge ned uden, at ramme gulvet og i øvrigt kan svinge frit!
- En anden fra gruppen tager loddet op så snoren er vandret i luften helt udstrakt (se tegning). Denne person har også et stopur i hånden.
- Personen der holder loddet udstrakt slipper og starter samtidig stopuret.
- Tiden stoppes igen når pendulet har foretaget 10 ture frem og tilbage, hvilket også kaldes for en svingning (fra A til C og tilbage igen til A). Noter tiden for de 10 svingninger og beregn tiden for en svingning, ved at dividere med 10.



Variable: Hvilke variable kan du se der er i undersøgelsen?

Hypotese: Hvordan tror du at variablerne vil påvirke svingningstiden?

Mulige fejlkilder: Hvilke fejl kan begås og hvad kan vi gøre for at undgå det?

Resultater:

Nr	Variabel 1	Variabel 2	Svingningstid T (sek)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			

Behandling af resultater: Hvad viser dine målinger?

Er hypotesen bekræftet?

Kapitel 2 – Modelleringskompetencen

At forstå verden gennem forenklinger

Indledning

I den naturvidenskabelige undervisning møder du ofte diagrammer, figurer, illustrationer og modeller. Det kan være fristende hurtigt at læse hen over dem og i stedet koncentrere sig om teksten, som umiddelbart virker vigtigere. Men intet kunne være mere forkert. Disse figurer kaldes samlet for **modeller**, og de er nogle af de allervigtigste redskaber i naturvidenskab.

Modeller hjælper os med at forstå, forklare og kommunikere om en verden, der ellers er alt for kompleks til, at vi kan overskue den direkte. I dette kapitel skal vi se nærmere på, hvad en model er, hvilke forskellige typer der findes, hvad modeller kan bruges til – og ikke mindst, hvad de **ikke** kan.

1. Verdens kompleksitet og brugen af modeller

I det forrige kapitel så vi, hvordan undersøgelser er et vigtigt redskab til at afsløre verdens love og sammenhænge. Vi så også, at verden ofte er så kompleks, at vi ikke bare kan tænke os frem til svarene. Den samme kompleksitet gør det ikke kun svært at undersøge verden – den gør den også svær at **forstå**.

For at håndtere denne kompleksitet har mennesker opfundet modeller. Faktisk er din hjerne i høj grad konstrueret til at lave modeller. Den verden, du oplever, er ikke en direkte gengivelse af virkeligheden, men en fortolkning. Hjernen sorterer, udfylder huller og gætter, så verden hænger sammen på en måde, der giver mening.

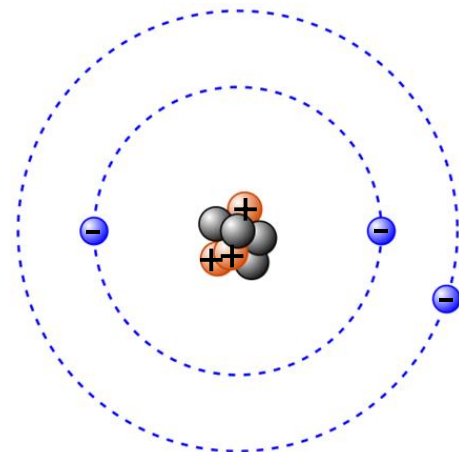
Et skræmmende eksempel er mennesker med øjensygdommen grøn stær. De mister langsomt synet, men opdager det ofte ikke selv. Hjernen udfylder de manglende dele af synsfeltet ud fra tidligere erfaringer og indre modeller. På samme måde bruger vi i naturvidenskab modeller til at udfylde huller og skabe overblik.

2. Hvad er en model – og hvad er den ikke?

For bedre at forstå, hvad en model er, kan vi tage et eksempel, du sikkert kender: **atommodellen**. Modellen med en kerne og elektroner i skaller er overskuelig og nem at arbejde med. Man kan se, hvor elektronerne er placeret, og forklare, hvordan ioner dannes ved, at elektroner afgives eller optages.

Men modellen er også en kraftig forenkling. Ingen har nogensinde set et atom sådan. Elektroner bevæger sig ikke i pæne cirkelbaner, men befinder sig i såkaldte elektronskyer. Desuden opfører elektroner sig både som partikler og bølger – noget, modellen slet ikke viser.

Alligevel bruger vi modellen. Hvorfor? Fordi den gør det muligt at forstå nogle vigtige sammenhænge uden at drukne i detaljer. En model er altså **ikke virkeligheden**. Den er en forenkling, som fremhæver noget vigtigt og skjuler noget andet. Det er både modellens styrke og dens svaghed.



Lithium Atom: Li

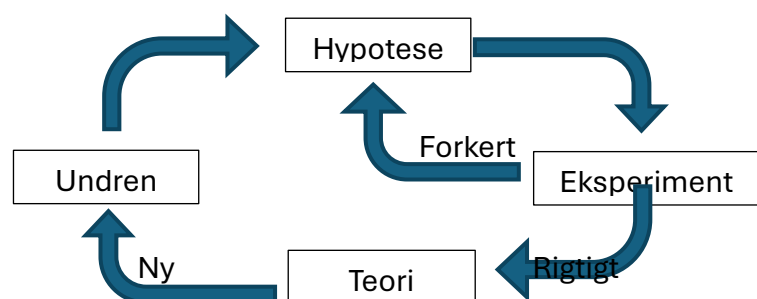
3. Forskellige typer modeller

Der findes forskellige typer modeller, som det er nyttigt at kende.

Symbolmodeller

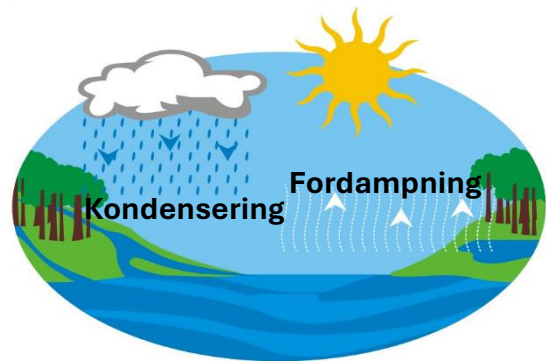
Atommodellen er primært en **symbolmodel**. Den består af symboler – cirkler, prikker og streger – som repræsenterer dele af virkeligheden. Det vigtigste er ikke, om symbolerne ligner virkeligheden, men om de kan bruges til at forstå sammenhænge.

Et andet eksempel på en symbolmodel er modeller, der viser den naturvidenskabelige arbejdsproces. Her bruges kasser med begreber og pile, der viser, hvordan de hænger sammen. Modellen viser ikke noget fysisk, men hjælper os med at tænke over en proces.



Illustrationsmodeller

En **illustrationsmodel** forsøger at forestille virkeligheden, så man kan danne sig et visuelt billede. Et klassisk eksempel er en model af vandets kredsløb, hvor man ser hav, skyer, regn og floder. Målet er ikke at vise alle detaljer korrekt, men at gøre noget komplekst overskueligt.



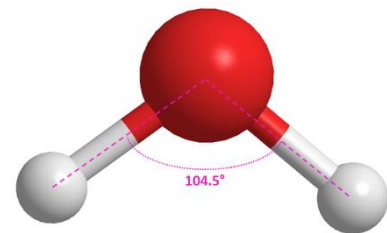
En model af et kraftværk er også en illustrationsmodel. Turbiner og generatorer tegnes ofte på en måde, der gør dem lette at genkende, selvom et rigtigt kraftværk ser helt anderledes ud i virkeligheden.

4. Konkrete, verbale og simulationsmodeller

Nogle gange er det ikke nok at se en model – man har brug for at **røre** den.

Konkrete modeller

En **konkret model** er en fysisk model, man kan holde i hånden, dreje og skille ad. Et godt eksempel er et molekylebyggesæt fra fysik/kemi. Her kan man bygge molekyler og opleve deres rumlige opbygning. Denne rumlige form er afgørende for molekylers egenskaber, men svært at forstå ud fra en todimensionel tegning alene.



Verbale modeller

En **verbal model** bruger sproget og metaforer til at forklare noget abstrakt. I biologi kan DNA være svært at forestille sig. Hvis man sammenligner DNA med en spiraltrappe, hvor baseparrene er trappetrin, bliver noget usynligt koblet til noget velkendt. På samme måde er sammenligningen mellem solsystemet og atomets opbygning en verbal model.

Simulationsmodeller

Den sidste type er **simulationsmodeller**. Her opstiller man regler for, hvordan forskellige variable påvirker hinanden, og lader modellen udvikle sig over tid – ofte ved hjælp af computere. Når forskere forudsiger havstigning i år 2050 på grund af klimaforandringer, bygger det på simulationsmodeller. Man skal dog huske, at fremtiden ikke kan forudsiges med sikkerhed – modeller viser scenarier, ikke facit.

5. Modellers styrker og begrænsninger

Modellers største styrke er, at de gør noget svært mere forståeligt. Men netop denne forenkling er også modellens største svaghed. Når man forenkler, mister man detaljer.

En model kan forklare **noget**, men aldrig **alt**. Vandets kredsløb-model viser fx fordampning og regn, men siger ikke meget om grundvand, sne, is og gletsjere. Modeller af drivhuseffekten viser ofte et lag af drivhusgasser omkring Jorden, selvom CO₂ i virkeligheden er jævnt fordelt i atmosfæren.

Derfor skal man altid spørge: *Hvad kan modellen forklare – og hvad kan den ikke?*

6. Modeller og undersøgelser – at forudsige udfald

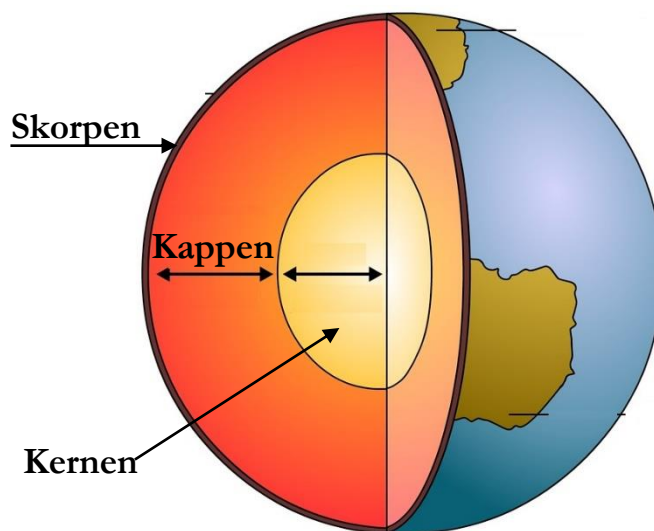
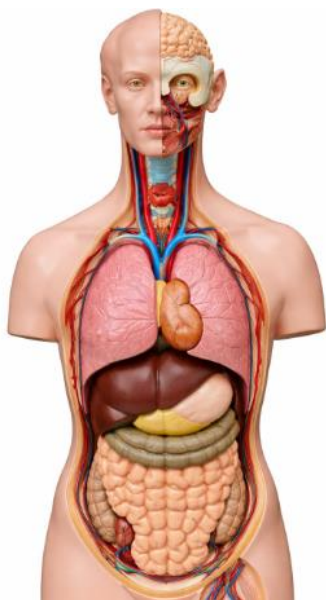
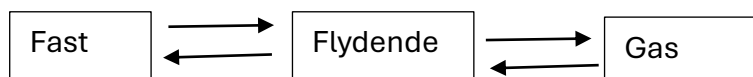
Modeller bruges ikke kun til at forklare – de bruges også til at **forudsige**. Med en model kan man opstille hypoteser og forvente bestemte udfald af undersøgelser.

Undersøgelser og modeller hænger tæt sammen. Undersøgelser kan føre til nye modeller, og nye modeller kan føre til nye hypoteser og undersøgelser. Samtidig er modeller vigtige i formidling. De gør det lettere at forklare komplekse emner og bruges ofte som støtte ved fremlæggelser og eksamen.

Afslutning

I dette kapitel har vi set, hvad modeller er, hvilke typer der findes, og hvordan de bruges i naturvidenskab. Modeller er uundværlige redskaber – men kun hvis man forstår deres styrker og begrænsninger. I næste kapitel skal vi se nærmere på, hvordan man formulerer problemstillinger og arbejdsspørgsmål i naturvidenskab.

Skriv udfor modellen hvilken type det er:

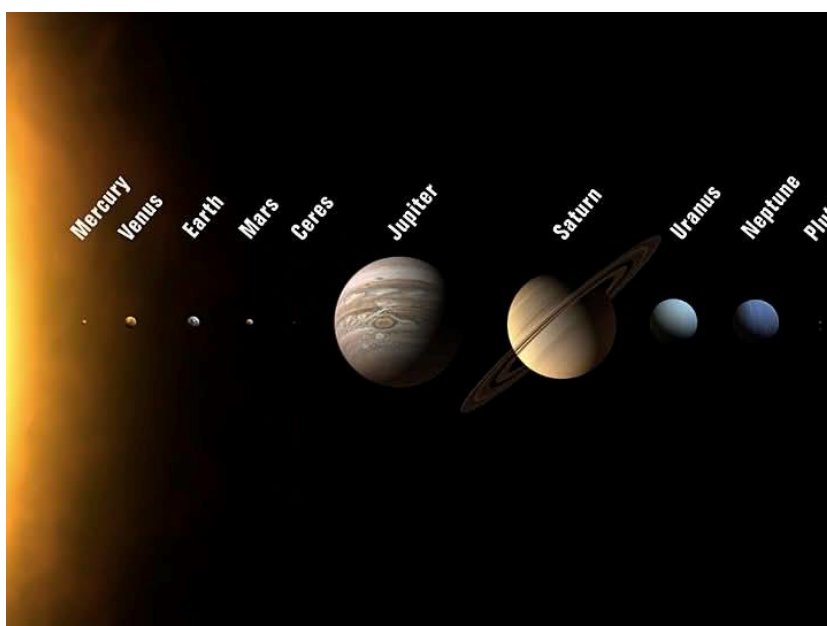


Lav en symbolmodel af vandets kredsløb?

Lav en illustrationsmodel af tilstandsformerne?

Lav en verbal model af jordens opbygning

Hvilke styrker og begrænsninger har følgende model?



Kapitel 3 – Problemformuleringer

At stille de rigtige spørgsmål

Indledning

I de to foregående kapitler har vi set på to vigtige dele af det naturvidenskabelige arbejde.

Undersøgelser gjorde det muligt at aflure naturens love og sammenhænge, og **modeller** hjalp os med at skabe overblik i en kompleks verden – og med at forudsige resultater i undersøgelserne.

Men der mangler stadig én afgørende del: **problemformuleringen**. Problemformuleringen er central, fordi den styrer hele arbejdet. Det er den, der afgør, hvilke undersøgelser man laver, hvilke modeller man bruger, og hvad man i sidste ende kan konkludere.

I dette kapitel skal vi se på, hvordan man finder et problem, formulerer en god problemformulering og udarbejder arbejdspørgsmål, der kan strukturere arbejdet i et tværfagligt naturfagsprojekt.

1. At finde et problem – fra emne til problem

I de mindre klasser har du måske lavet opgaver, hvor målet var at beskrive et **emne**. Det kunne fx være en opgave om pandaer, hvor man samlede viden og sorterede den, så den blev overskuelig. Sådant arbejde er emneorienteret.

I udskolingen arbejder man oftere **problemorienteret**. Her tager man udgangspunkt i et problem i den virkelige verden – noget, der påvirker mennesker eller naturen på en uhensigtsmæssig måde – og forsøger at belyse og måske endda mindske problemet.

Gode spørgsmål at stille sig selv kan være:

- Påvirker problemet menneskers liv eller naturen negativt?
- Kunne det blive en sag, man diskuterer i medierne?
- Kan problemet undersøges naturvidenskabeligt?

Det er let at finde problemer, som allerede har kendte løsninger. De kan være interessante, men ofte er de mest spændende problemer dem, hvor svaret ikke er givet på forhånd. Derfor er det vigtigt at researche flere mulige problemer, før man vælger ét. Dette forarbejde er som fundamentet til et hus: Hvis det ikke er solidt, kan resten af projektet ikke holde.

2. At formulere problemformuleringen

Når man har valgt et problem, skal man formulere, **hvad man vil undersøge**. Det kaldes en problemformulering. En god problemformulering:

- er præcis
- er åben (kan ikke besvares med ja/nej)
- lægger op til naturvidenskabelige undersøgelser

Problemformuleringen fungerer som en vejviser for projektet. Mange tror, at problemformuleringen er fastlåst fra starten, men det er en misforståelse. I praksis bør problemformuleringen udvikle sig i takt med, at man bliver klogere på sit emne. Når projektet ændrer sig, må problemformuleringen også justeres.

3. Det vi ikke ved, vi ikke ved

Det kan virke forkert, at problemformuleringen hele tiden ændrer sig. *Burde man ikke have fuldt overblik fra starten?*

Når man starter et projekt, findes der tre former for viden:

1. Det vi ved
2. Det vi ved, vi ikke ved
3. Det vi ikke ved, vi ikke ved

De to første kan man ofte planlægge sig ud af. Men den tredje type opdager man først undervejs. Når ens viden vokser, opdager man, at emnet er større og mere komplekst end forventet. Det kan betyde, at den oprindelige problemformulering var for bred eller upræcis.

Der findes et ordsprog, som beskriver dette godt: *Jo mere man lærer, jo mindre ved man*. Det betyder ikke, at man bliver dummere – men at man opdager, hvor kompleks verden egentlig er.

4. Problemformuleringens udvikling – et eksempel

En gruppe vælger emnet **udledning af stoffer** i et tværfagligt projekt. De interesserer sig for forurening og starter med problemformuleringen:

Hvordan og hvorfor opstår partikelforurening?

Formuleringen er åben og kan undersøges naturvidenskabeligt, men hurtigt opdager gruppen, at partikelforurening dækker over mange kilder: *industri, trafik og indeklima*.

Efter research snævrer de problemformuleringen ind:

Hvordan og hvorfor opstår partikelforurening, og hvordan påvirker det indeklimaet?

Nu er fokus mere klart, men også indeklima viser sig at være et stort emne. Partikler kan komme fra stearinlys, madlavning, brændeovne og udeluften. Gruppen opdager dermed *“det, de ikke vidste, de ikke vidste”*.

De vælger derfor at fokusere på én kilde – brændeovne – og justerer problemformuleringen igen:

Hvordan og hvorfor opstår partikelforurening fra brændeovne, og hvordan påvirker det indeklimaet?

5. Yderligere indsnævring og perspektiv

Læreren gør gruppen opmærksom på, at indeklima påvirker levende organismer. Gruppen vælger at fokusere på mennesker og justerer problemformuleringen:

Hvordan og hvorfor opstår partikelforurening fra brændeovne, og hvordan påvirker det indeklimaet og menneskers sundhed?

Denne formulering beskriver problemet grundigt, men åbner ikke for løsninger. Gruppen vælger derfor at tilføje et perspektiverende led:

Hvordan og hvorfor opstår partikelforurening fra brændeovne, og hvordan påvirker det indeklimaet og menneskers sundhed? Og hvad kan den enkelte og samfundet gøre for at begrænse partikelforurening?

Her bevæger projektet sig op på et vurderende niveau, hvor naturvidenskabelig viden bruges til at foreslå løsninger. Indsnævring er ofte svær, men nødvendig for at kunne gå i dybden og lave præcise undersøgelser.

6. Arbejdsspørgsmål – vejen til svaret

Til problemformuleringen udarbejder man et antal **arbejdsspørgsmål**. Man kan betragte arbejdsspørgsmålene som en slags arbejdsplan. Hvert arbejdsspørgsmål afdækker en del af

problemformuleringen og leder oftest ud i bestemte undersøgelser eller modeller. Først når alle arbejdsspørgsmål er besvaret, har man det nødvendige faglige grundlag for at besvare den samlede problemformulering.

I folkeskolens tværfaglige naturfagsprojekter giver det god mening at fordele arbejdsspørgsmålene på **fysik/kemi, biologi og geografi**, da hvert fag bidrager med forskellige forklaringer og perspektiver.

I eksemplet med partikelforurening fra brændeovne kunne arbejdsspørgsmålene se ud som følger:

Fysik/kemi bidrager med forklaringer på, hvordan partikelforurening *opstår og måles*:

- *Hvordan fungerer en brændeovn?* – her undersøges opbygning, lufttilførsel og forbrænding.
- *Hvordan opstår partikler i brændeovnen?* – her arbejdes der med ufuldstændig forbrænding og dannelse af partikler.
- *Hvordan måler man partikelforurening i luften?* – her kobles undersøgelser og målinger direkte til projektet.

Biologi forklarer, hvordan partikelforurening *påvirker levende organismer*:

- *Hvordan fungerer lungerne?* – giver grundlæggende viden om respiration.
- *Hvordan påvirker partikler lungernes funktion?* – kobler partiklernes størrelse og egenskaber til sundhed.
- *Hvilke konsekvenser kan partikelforurening have for menneskekroppen?* – samler den biologiske forståelse.

Geografi sætter fokus på *spredning og omgivelser*:

- *Hvordan cirkulerer luftstrømme omkring en brændeovn?* – forklarer, hvordan partikler kan bevæge sig fra ovnen ud i boligen.
- *Hvordan påvirker vejret røgens spredning fra skorstenen?* – inddrager vind, temperatur og vejsituationer som fx temperaturinversion.

Når disse faglige arbejdsspørgsmål er besvaret, kan man samle trådene i et tværfagligt arbejdsspørgsmål:

- *Hvordan kan viden fra fysik, biologi og geografi bruges til at mindske partikelforurening fra brændeovne?*

Afslutning

I dette kapitel har vi set, hvordan man finder og formulerer en problemformulering, og hvordan den udvikler sig i takt med, at ens viden vokser. Det er ikke en fejl at justere indsnævne sin problemformulering – det er en del af den naturvidenskabelige proces.

Til sidst bør man organisere sine arbejdsspørgsmål i en logisk rækkefølge, så der opstår en faglig progression. Det kaldes en disposition og er en stor hjælp ved fremlæggelser og eksamen. Sammen med undersøgelser og modeller danner problemformuleringen fundamentet for et stærkt tværfagligt naturfagsprojekt.

Opgaver:

Afgør om spørgsmålet er emneorienteret eller problemorienteret ved at sætte kryds:

	Orienteret	
	emne	problem
Hvordan fungerer hjertet?		
Hvorfor får flere unge astma i byområder, og hvad kan man gøre for at mindske problemet?		
Hvad er drivhuseffekten?		
Hvordan fungerer en brændeovn?		
Hvordan og hvorfor opstår syreregn, og hvordan påvirker det skovene?		
Hvordan påvirker plastikforurening havmiljøet, og hvilke løsninger kan reducere problemet?		
Hvad er plastik lavet af?		
Hvordan kan man mindske CO ₂ -udledning fra transport i Danmark?		

Åbne og lukkede spørgsmål?

En problemformulering skal være åben - men hvad er et lukket og åbent spørgsmål. Lad os se på nogle eksempler:

Er mobilstråling farligt?

Her kan man svare ja eller nej. Det er tydeligt lukket.

Hvorfor er mobilstråling farligt?

Det lyder åbent, men det er stadig lukket — fordi det:

- Forudsætter at det **er farligt**.
- Udelukker muligheden for at det måske **ikke** er farligt
- Leder svaret i én bestemt retning

Det kaldes et **ledende spørgsmål**. Og i naturvidenskab er ledende spørgsmål problematiske, fordi man skal kunne undersøge, om noget *er* farligt – ikke tage det for givet.

Påvirker mobilstråling menneskers sundhed, og hvordan kan det undersøges?

Dette spørgsmål er åbent fordi:

- der ingen antagelse er
- Begge udfald er mulige
- Det åbner for undersøgelse

	lukket	åben
Er bakterier levende organismer?		
Hvordan påvirker bakterier menneskers sundhed?		
Hvordan påvirker energiforbrug klimaet?		
Hvorfor er fedme et problem?		
Hvorfor er vand vigtigt?		
Hvordan har CO ₂ -niveauet ændret sig over tid, og hvorfor?		
Hvorfor er alkohol usundt?		
Hvordan påvirker stigende temperaturer havniveauet?		
Er atomkraft en god energikilde?		

En problemformulering kan være for bred. Men hvad betyder det. Lad os se på et eksempel:

Hvordan skaffer man rent drikkevand til verdens befolkning?

Problemet er at det:

- Handler om hele verden
- Involverer mange forskellige problematikker rundt omkring i verden fra Danmark, Indiens storbyer, til små landsbyer i Afrika.
- Er umuligt at dække i et skoleprojekt.

En smallere problemformulering kunne være at man fokuserede på en mindre problem.

Det kan man f.eks. gøre ved at snævre problemformuleringen ind geografisk:

Hvordan kan man sikre rent drikkevand i København?

I København kommer drikkevandet fra grundvand og derfor handler dette projekt kun om grundvandsdannelse og ikke alle mulige andre måder at skaffe rent vand på.

Man kan også snævre den ind fagligt:

Hvordan kan man omdanne saltvand til drikkevand?

Her er fokus snævret ind på en teknik til at lave drikkevand med. Så er fokus her fremfor alt andet.

	Bred	Smal
Hvordan skaffer man fødevarer nok til verdens befolkningen?		
Hvordan påvirker gødning udledningen af kvælstof i Limfjorden?		
Hvordan påvirker brændeovne indeklimaet i danske parcelhuse?		
Hvordan kan man stoppe plastikforurening i havene?		
Hvordan løser man klimaproblemet?		
Hvordan påvirker kost menneskers sundhed?		
Hvordan kan vindenergi bidrage til Danmarks energiforsyning?		
Hvordan opstår oversvømmelser?		
Hvordan påvirker kraftig nedbør risikoen for oversvømmelse i Aarhus?		

Opgave:

Med udgangspunkt i emnet skal du danne dig et overblik, vælge et delemne, formulere en problemformulering samt lave arbejdsspørgsmål.

Emne: Affald

Problemformulering:

Arbejdsspørgsmål:

Fysik

Biologi

Geografi

Evt. tværfagligt:

Undersøgelser:

Modeller: