

4.9 Det naturvidenskabelige fagområde

Du har i forbindelse med grundforløbet arbejdet lidt med den naturvidenskabelige arbejdsmetode. Du har også prøvet at tilrettelægge og gennemføre naturvidenskabelige eksperimenter. Måske har du også deltaget i en feltundersøgelse. Du har også stiftet bekendtskab med hypoteser og modeller.

I de naturvidenskabelige fag arbejder man ofte eksperimentelt, og i den forbindelse skal man undersøge "et eller andet". Der er mange forskellige faktorer, der har indflydelse på et eksperiment, og der er mange ting, som du kan ændre på i forbindelse med eksperimentet, det kaldes variable. Når du udfører dit eksperiment, så er det vigtigt, at du ved, hvilke variable der er, og at du kun varierer én variabel ad gangen. Du må aldrig ændre

på mere end én ting (faktor) ad gangen. Hvis du ændrer på flere variable samtidigt, kan du ikke vide, hvad der er skyld i dit resultat, altså om det er den ene eller den anden variabel, der påvirker resultatet.

Når vi bruger ordet "eksperiment", så kan det både foregå i et laboratorium eller udenfor i naturen, også kaldet feltstudie. Der er både fordele og ulemper ved den eksperimentelle tilgang.

Fordelen er, at du kan have meget kontrol med eksperimentets udførelse. Du kan have en klar viden om antal variable, og du kan kontrollere de mange variable, samt hvem der deltager i eksperimentet, og hvordan og hvornår du påvirker eksperimentet. Eksperimentets resultater kan du analysere via din viden inden for matematik og ved at bruge de programmer, du kender fra din undervisning i både matematik og de naturvidenskabelige fag samt it-fagene.



Du skal være opmærksom på, at hvis du skal gennemføre et godt eksperiment, så skal du være meget forberedt, før du går i gang. Det er vigtigt, at du gennemtænker alle de mulige variable, der er tilstede i eksperimentet, og som kan have indflydelse på dine resultater. Det kan være en udfordring, når dine resultater skal omsættes til virkeligheden, eller når du gerne vil omsætte virkelighed til nogle variable, du kan måle på. Det skyldes, at virkeligheden ikke er så enkel som et eksperiment i et laboratorium.

Det er vigtigt for at øge validiteten, at du udfører eksperimentet flere gange. Tænk over, hvilke faktorer der kan have indflydelse på dit eksperiment, og prøv at minimere disse ved næste gennemførelse af eksperimentet. Hvis en faktor som temperaturen i rummet kunne have indflydelse, så kan du evt. finde et sted, der har en anden temperatur, og se, om resultatet giver det samme osv.

4.9.1 Kvantitativ og kvalitativ tilgang

I grundforløbet lærte du om den kvantitative metode. Den handler om at indsamle store mængder af data, som kan omsættes til statistikker og derved danne grundlag som brugbart empirisk materiale. Det er nødvendig med en stor mængde empiri, fordi man i den kvantitative metode forsøger at generalisere. Derfor vil de undersøgelser, der kan tælles, måles og vejes, danne grundlag for empirien, hvilket ofte i de naturvidenskabelige fag vil være data i forbindelse med eksperimenter. En stor mængde data kan her forekomme ved brug af forskellige former for dataopsamlingsudstyr.

Indsamlede data kan præsenteres på mange forskellige måder, fx i forskellige grafiske illustrationer, såsom tabeller med enten rå data eller med indeksberegnedes tal, diverse søjlediagrammer og/eller cirklediagrammer og andre grafiske illustrationer for at fremhæve det, man ønsker.

Ved denne metode er det vigtigt at vurdere, hvordan du bearbejder data/tal i forhold til, hvad du skal bruge dem til:

Talbearbejdning kræver præcision og overblik. Hvis du ønsker at præcisere ændringer i forhold til fx teorien, må du beregne den procentvise afvigelse. Fordelene ved denne tilgang er, at pålideligheden (reliabiliteten) er meget høj, og at der er mulighed for at generalisere, hvorimod ulemperne er, at dataindsamlingen sker ved et eksperiment i et laboratorium, som er en kunstig kontekst i forhold til virkeligheden.

Du kan ligeledes vælge en kvalitativ tilgang, som anvendes ved undersøgelser, hvor det er vanskeligt at måle sig frem til et empirisk talmateriale. Det kan fx være, at man er ude og interviewe en ekspert omkring sportsskader for at få et grundlag til at udføre nogle systematiske eksperimenter.

Det kan også være, at man foretager observation i forbindelse med et eksperiment. Hvis du arbejder med karse, og du gerne vil undersøge, om lyset og vandet har betydning for væksten, kan du i forbindelse med eksperimentet observere den betydning, vand har for, om karsen vokser, og hvilken indflydelse lys har på, om karsen bliver grøn eller brun.



Kvalitativ metode er således en mere induktiv metode, dvs. en metode uden forudbestemte systematiske undersøgelser. Du foretager en række observationer, og derefter modificerer du dine antagelser. Fordelene ved den kvalitative tilgang er, at det er en naturlig kontekst, dataindsamlingen foregår i. Eksempelvis er karsevækst noget, der foregår i virkeligheden, og ikke nogle laboratoriemaskiner eller modeller, der skal beskrive virkeligheden. Omvendt er ulempen ved kvalitativ tilgang, at pålideligheden (reliabiliteten) er lav, fordi du fortolker det, du observerer. Hvis du skulle øge pålideligheden, skulle du observere mange flere karseområder i stedet for de to eller tre, du observerer i dit eksperiment.

Der er i nogle tilfælde mulighed for at kombinere de to tilgange. En kvalitativ metode, hvor du har observeret dig frem til faktorer, der har indflydelse på nogle forhold, giver dig mulighed for derefter at gennemføre en kvantitativ undersøgelse, hvor du systematisk varierer de forskellige faktorer én ad gangen. Således kan du med fordel benytte en kombination af metoderne i de naturvidenskabelige undersøgelser.

4.9.2 Induktiv og deduktiv tilgang

Udover kvalitativ og kvantitativ metode benytter man også induktiv og deduktiv tilgang, hvor den induktive tilgang er, når der generaliseres fra nogle meget få tilfælde til nogle overordnede regler. Man opnår således en konklusion eller en samlet opfattelse via observationer.

Induktiv tilgang er et forsøg på at komme frem til en generel viden ved at sammenligne de observationer, man har gjort. Det er en metode, man skal passe på. Eksempelvis: I et givet tidsrum på et bestemt sted vil alle fugle være sorte, og så ville man kunne konkludere, at alle fugle er sorte, hvilket vi godt ved ikke er rigtigt. Den induktive metode er dog en god metode til at få et afsæt for, hvad man gerne vil undersøge.

Den **deduktive tilgang** er, når konklusionen udledes på baggrund af nogle generelle love, teorier eller hypoteser. Her et eksempel: Vi ved, at alle planeter bevæger sig i ellipser, selvom vi i fysik A regner med, at bevægelsen foregår i cirkler.

Hvis vi nu fandt en ny planet, ville vi formode, at den også bevæger sig i ellipser. På denne måde kan man sige, at vores viden/teori/hypotese fremkalder en konsekvens. Man kan sige, at på baggrund af det vi ved, må konsekvensen være, at den næste planet også bevæger sig i ellipser.

De to tilgange, den induktive og den deduktive, bruges i henholdsvis den kvalitative og kvantitative metode, idet man ved den kvantitative metode ofte har en tilgang med tal og test af hypoteser. Det betyder, at man benytter en styret tilgang, hvor dataindsamlingen er planlagt og bygger på et struktureret design med høj pålidelighed. Datamaterialet er snævert beskrevet og kan fortolkes objektivt.

Ved den kvalitative metode benyttes en mere undersøgende og udforskende tilgang. Det betyder en induktiv tilgang, og det datamateriale, man får indsamlet, er det naturligt forekommende. Ved dette ustrukturerede design vil datamaterialet have en lav pålidelighed, og det kan ikke fortolkes objektivt. Til gengæld er der en rig beskrivelse, og konklusionerne bliver kontekstspecifikke.

Forskellen mellem den kvantitative og den kvalitative metode er samlet i nedenstående tabel:

Kvantitativ	Kvalitativ
Tal	Ord
Hypotese-testende	Eksplorativ
Deduktiv	Induktiv
Unaturlig dataindsamling	Naturlig dataindsamling
Struktureret design	Ustruktureret design
Høj pålidelighed	Lav pålidelighed
Objektiv fortolkning	Subjektiv fortolkning
Generaliserende konklusioner	Kontekstspecifikke konklusioner

Figur 23

Sammenligning mellem kvantitativ og kvalitativ metode

4.9.3 Naturvidenskabelig metode

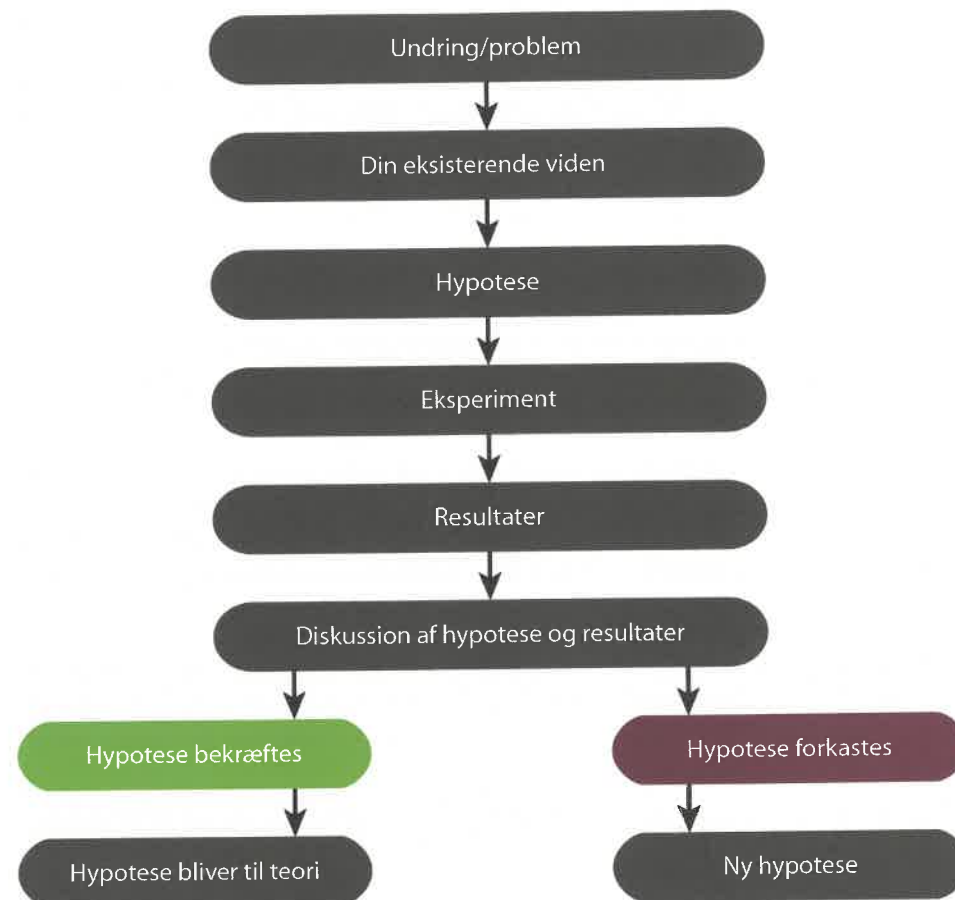
I de naturvidenskabelige fag vil de observationer, der foretages, frembringe informationer, som kaldes empiri. Observationerne foretages både som direkte observationer via vores sanser i naturen og som indirekte observation via fx forskelligt laboratorieudstyr, såsom mikroskop eller stjernebillede. Videnskabsmanden Tycho Brahe valgte den naturvidenskabelige metode.

- Teorien skal kunne forudsige noget, som verificeres (bekræftes) eller falsificeres (modbevises). Hvis resultatet fører til en modstrid med teorien, er teorien forkert
- Teoriens forudsigelser skal kunne undersøges af alle, der er villige til at gøre den nødvendige indsats
- Undersøgelserne skal kunne gentages.

Det eksperimentelle synspunkt kan deles i flere delområder. Således vil du opleve, at når man har foretaget mange eksperimenter, der viser det samme, så kan man ud af alle disse resultater danne en teori og derefter prøve at se, om resultaterne har nogle konsekvenser for eksperimentet, teorien eller evt. nye love. Denne metode kaldes ofte den induktive metode.

Den hypotetisk-deduktive metode er metoden, der bygger på, at du har opstillet et problem. På grundlag af en kendt teori udfører du eksperimenter og nedskriver resultater, som så bekræfter/afkræfter teorien. Ved denne metode er det teorien, der regnes for sikker.

Derfor skal undersøgelserne kunne efterlignes eller eftergøres for at kunne betegnes som veldokumenterede. Dette gør metoderne videnskabelige, fordi videnskaben evigt søger efter den sande viden, ligesom videnskabelige teorier bygger på en mulig eftervisning ved hjælp af naturvidenskabelige metoder. Det kan være svært at afgøre, om det er teorien, der understøtter metoden, eller omvendt. Her konstateres blot, at det er vanskeligt at skelne skarpt mellem teori og metode. I figur 26 er den naturvidenskabelige metode samlet.



Figur 24
Model for naturvidenskabelig metode

4.9.4 Eksperimentel tilgang

I dette afsnit vil vi særligt se på den eksperimentelle tilgang til fagområdet.

Inden for naturvidenskabelige fag er der mange forskellige måder at undersøge noget på. Det afhænger af, om man befinder sig i et laboratorium eller i naturen og foretager feltundersøgelser.

I laboratoriet sker undersøgelserne under meget kontrollerede forhold, så du præcis ved, hvilke variable du skruer på. Det kan fx være, at du øger temperaturen i dit eksperiment, eller måske ændrer du trykket. Når du er i et laboratorium og udfører et eksperiment, er

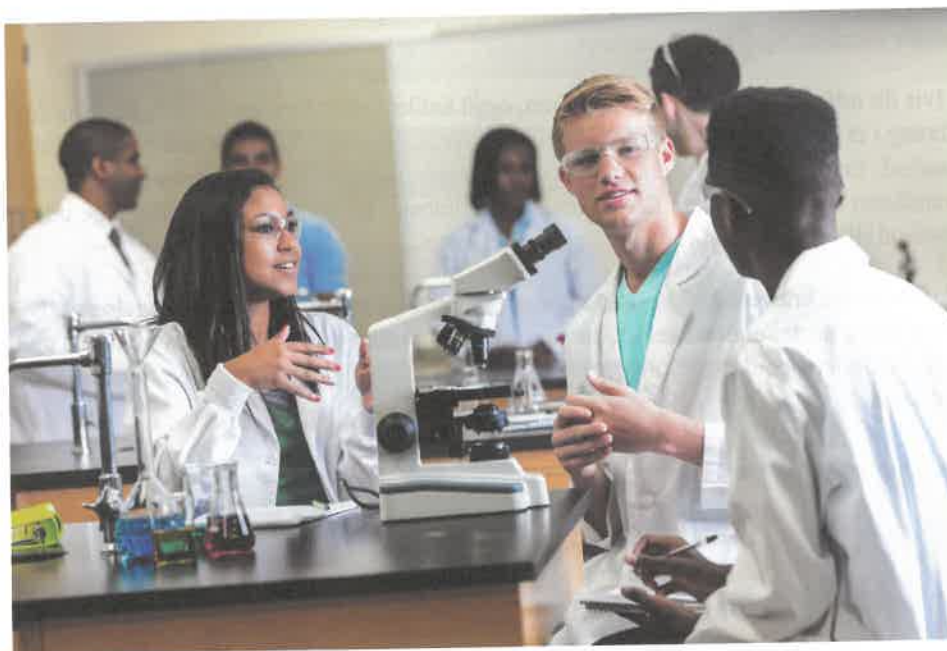
det vigtigt, at du kun ændrer én variabel af gangen og så iagttager, hvad der sker med de andre variable, også kaldet faktorer.

Hvis du udfører undersøgelser i naturen, også kaldet feltundersøgelser, kan du fx udføre forsøg i et vandløb, hvor du tæller antallet af forskellige dyreliv for at undersøge vandets renhed. Samtidig kan du undersøge iltindholdet i vandet og måle strømhastigheden i vandløbet og på den måde få et indblik i vandløbet. Her vil du somme tider tage udstyr med ud til vandløbet og foretage undersøgelserne.

Andre gange kræver det ikke et særligt udstyr for at gennemføre feltundersøgelserne. Når man foretager feltundersøgelser, kan det være vanskeligt kun at variere én faktor ad gangen og undersøge de andre faktors indbyrdes afhængighed, fordi naturen blander alle faktorer.



Vi kan samtidig, både i et laboratorium og i felten, vælge at observere eller iagttage. Iagttagelse er også en grundlæggende metode i de naturvidenskabelige fag. Du kan iagttage stjernerne, antal stjernesud, eller du kan observere, om der er sammenhæng mellem temperatur og antal skyer på himlen. Du kan fx også iagttage farveskift i materialer. Du kan ligeledes benytte et mikroskop til at iagttage det, som du ikke kan se med dit blotte øje. De fleste mikroskoper, der findes i gymnasiet, kan forstørre mellem 40 og 150 gange, og dermed kan du se celler, som du ikke kan se uden et mikroskop.



Det at iagttage og observere er grundlæggende i alle naturvidenskabelige fag. Du kan iagttage farveskiftet i forbindelse med titrering, hudceller i et mikroskop eller stjernehimlen en mørk nat. I forbindelse med iagttagelser kan du vælge at foretage kvalitative målinger, altså iagttagelser, der er beskrivende, dog uden at kunne beskrives med et tal eller et mål. Du kan også vælge at observere antallet af farveskift ved forskellige titreringer, antallet af hudceller i mikroskopet eller antallet af stjernesud. Herved opnår du et antal, og du har benyttet en enhed, som fx kilogram (kg), meter(m), kilogram per kubikmeter (kg/m³).

I gymnasiet vælger man ofte at udføre eksperimenter i laboratoriet, fordi man kan kontrollere, hvilke variable man ønsker at ændre på. Når du skal i gang med et eksperiment i et af de af naturvidenskabelige laboratorier, er det vigtigt, at du er godt forberedt. Dette afsnit handler om, hvordan du møder bedst forberedt op, når du skal i laboratoriet.

Det er væsentligt, at du på forhånd beslutter, hvilke former for data du skal bruge. Du skal afgøre, om det skal være kvalitative eller kvantitative data. Derefter er det vigtigt, at du udformer en tabel, så du løbende kan indføre de data, du får i forbindelse med dit eksperiment.

Hvis du indsamler kvantitative data, kan det være en god idé at udforme tabellen elektronisk i det dataprogram, du bruger på skolen. I dataprogrammers regneark kan du efterfølgende direkte udføre de beregninger, du skal lave i forbindelse med databehandlingen.

Når du udformer tabeller, er det vigtigt, at du har de rigtige overskrifter på søjlerne i den øverste række. I den næste række placerer du den rigtige enhed, og derefter skriver du værdierne, efterhånden som du får udført dit eksperiment.

X	Tid	Masse	Strækning	Temperatur
	s for sekunder	kg for kilogram	m for meter	K for Kelvin
Forsøg 1	5	0,5	2	275,16
Forsøg 2	10	0,5	2,5	275,16
...	...	...	...	...

Figur 25

Tabel til eksperimenter

Når du er færdig med at eksperimentere i laboratoriet, kan du foretage de beregninger, du skal, i regnearket og ligeledes tegne de grafer, du har brug for.

Nu har du besluttet dig for, hvilken type data du vil benytte, og hvordan du vil indsamle dem. Du skal nu tage stilling til, hvor mange kontrolforsøg du ønsker at udføre, og hvilken grad af præcision du har lyst og mulighed for at foretage.

Du skal endvidere tage stilling til, hvor stor usikkerheden er på det udstyr, du anvender, og hvor stor måleusikkerheden er. Det er også vigtigt, at du er opmærksom på, hvilke fejlkilder der kan forekomme eller forekommer i eksperimentet.

Skematisk tilrettelæggelse af dit eksperiment

- Hvad er formålet med eksperimentet?
- Hvilket udstyr skal du bruge?
- Udarbejd en tabel eller et skema til dine data
- Gennemtænk, hvad du skal bruge data til
- Hav styr på, hvordan du skal opsamle data, og om du skal bruge dataopsamlingsudstyr
- Udform en tidsplan for dit eksperiment

Forberedelser til at gå i laboratoriet er at tegne en tabel, hvor du kan opsamle rådata.

Overskrift. Her skriver du, hvad du måler	Forsøgets nr.	Fx strækning	Usikkerheden. Hvor præcist har du aflæst resultaterne?
Enheder. I denne linje skriver du den enhed, du måler		Fx meter	
	Udført forsøg 1	1	+/- 0,1
	Udført forsøg 2	1,4	+/- 0,1

Figur 26

Eksempel på tal med måleresultater

Kolonnen med "usikkerhed" skal du bruge i forbindelse med vurderingen af dine resultater.

Det vil ligeledes være en god idé at nedskrive alle de fejlkilder, du støder på under udførelse af forsøget. De skal også bruges, når du skal vurdere dine resultater.

For at kunne skrive en god vurdering skal du udforme en korrekt og fyldestgørende databehandling.



Der er forskellige måder at udføre databehandling på. Her skal du benytte viden fra de andre fag, særligt matematik.

Gennemsnit

Du må beregne gennemsnittet, hvis du havde forventet samme resultat. Det giver ikke altid mening at beregne gennemsnittet af en række tal, for man skal forvente noget af gennemsnittet, hvis det skal give mening.

Frekvens

Hvis du skal finde ud af, hvor mange gange noget bestemt forekommer, fx højden af bestrålede bygplanter, så frekvenstæller du, hvor mange planter, der har højden ti cm, fem cm osv. Typisk tegner man efterfølgende et søjlediagram.

Procent

Procent benyttes ofte i databehandling, fx procentafvigelse fra den teoretiske værdi eller den forventede værdi.

Alle disse tre elementer kan være med til at analysere dine resultater. Samtidig er det vigtigt, at du er opmærksom på både usikkerhed og fejlkilder, og på hvilken indflydelse de kan have på dine resultater. Det er væsentligt, at du ud fra dine data bliver fortrolig med at udforme grafer, søjlediagrammer, lagkagediagrammer og histogrammer.