

Biologi til tiden

Forsøgsarbejde og rapportskrivning

I de naturvidenskabelige fag skal du lære hvordan man opstiller forsøg og naturvidenskabelige undersøgelser, hvordan man gennemfører dem på en systematisk måde og fører journal, bearbejder sine resultater samt dokumenterer forsøg og resultater i en rapport.

I denne vejledning er der en nærmere beskrivelse af:

Forsøgsarbejde

Vigtige begreber

Laboratorieforsøg eller feltundersøgelser?

Hypotese

Fejlkilder

Måleusikkerhed

Sådan tilrettelægger du et forsøg

Hvad vil du undersøge?

Hvordan vil du undersøge det?

Forsøget gennemføres

Forsøget dokumenteres

Sådan laver du en forsøgsrapport

Vigtige begreber

Laboratorieforsøg eller feltundersøgelser?

Inden for naturvidenskaberne opnår vi viden gennem undersøgelser og eksperimenter.

Der kan typisk være tale om *feltundersøgelser* eller *laboratorieforsøg*.

- I en *feltundersøgelse* iagttager, måler og registrerer man hvad der foregår i 'virkeligheden'. Det kan være i naturen, men det kan også være fx en befolkningsundersøgelse. Feltforsøg giver viden om hvad der foregår, men resultaterne kan være svære at tolke. De er et resultat af mange faktorer og processer.
- I et *laboratorieforsøg* laver man en forsøgsopstilling, så man kan undersøge en ting ad gangen. Man forsøger at holde alle de faktorer som har indflydelse på resultaterne konstante, og varierer kun på en faktor ad gangen. Det giver viden om hvordan denne faktor kan påvirke resultatet. Det kræver imidlertid feltundersøgelser at få bekræftet om den rent faktisk gør det.

Feltundersøgelser og laboratorieundersøgelser supplerer derfor hinanden.

Hypotese

En naturvidenskabelig hypotese er en formuleret antagelse om en sammenhæng.

En hypotese har flere karakteristika:

- Den er begrundet i iagttagelser, målinger eller logiske slutninger.
- Den beskriver oftest årsags-virkningssammenhænge.
- Den kan testes (dvs. bekræftes eller afkræftes) gennem forsøg eller målinger.

Nogle undersøgelser og forsøg fører til at man finder et mønster i målingerne. Man kan beskrive en årsagssammenhæng mellem forskellige faktorer og processer og opstille en hypotese. Man siger at man arbejder *induktivt*.

Andre undersøgelser og forsøg tager udgangspunkt i en hypotese som man ønsker at teste gennem forsøg, eller man undersøger om den gør sig gældende i forskellige situationer. Man siger at undersøgelsen eller forsøget er *deduktivt*.

Fejlkilder

Når man måler på en faktor i naturen, vil der være flere årsager til det resultat man får. Den temperatur man måler vil fx skyldes sollyset, men den er også et resultat af fordampning af vand fra jordoverfladen, af varmetab fra dyr m.m. Disse faktorer som på den måde indgår i et forsøg, er forsøgets fejlkilder, som man skal tage højde for, når man konkluderer på resultaterne. Fejlkilderne kan udelukkes ved at lave *kontrollerede forsøg* i laboratoriet hvor man holder nogle faktorer konstante. Man kan også vælge at lave kontrolforsøg hvor man måler på selve fejlkilden, så man kan tage højde for den bagefter. Det er vigtigt at overveje om fejlkilderne betyder at man måler for lave eller for høje resultater.

Måleusikkerhed

Til enhver måling knytter der sig en vis måleusikkerhed. Måleusikkerheden kan skyldes unøjagtighed i måleinstrumenterne, eller måden man udfører målingerne på. Man kan få et indtryk af måleusikkerheden ved at lave flere målinger og sammenligne dem. Det kaldes dobbeltbestemmelse. Man kan også lave flere sideløbende forsøg og sammenligne dem.

Sådan tilrettelægger du et forsøg

Hvad vil du undersøge?

Din lærer vil nogle gange give dig forsøgsvejledninger som du skal følge.

Andre gange vil klassen få et emne eller nogle ideer til hvordan man kan undersøge et bestemt problem. Det er så gruppens opgave at opstille og beskrive forsøget.

Hvad er det præcist I vil undersøge? Formulér forsøgets formål.

Kan I opstille en hypotese som I gennem forsøget vil bekræfte eller afkræfte?

I nogle tilfælde vil du skulle lave et selvstændigt projekt. Det kan være i biologi, eller det kan være i andre fag, i studieområdet /studieretningen eller fx test af et produkt i faget teknologi. Her kan du benytte samme fremgangsmåde.

Det er sikkert nødvendigt at du opnår en baggrundsviden for forsøget. Ofte er det nok at følge undervisningen og læse i bogen, men hvis du selv laver et forsøg, har du sikkert brug for yderligere information.

Hvordan vil du undersøge det?

Opstil et forsøg eller tilrettelæg en undersøgelse hvor du undersøger dit problem. Du kan evt. have behov for at tjekke i laboratoriet om opstillingen kan laves, og om du løber ind i praktiske problemer.

Overvej også sikkerhedsmæssige forhold. Undersøg kemikalierne for deres farlighed. Find R- og S-sætninger og forholdsregler ved brug i arbejdspladsbrugsanvisningerne. Overvej hvad du opvarmer på osv. Her gælder de laboratorieregler som du allerede kender.

Vær opmærksom på om der er fejlkilder som vil påvirke resultatet. Kan du lave kontrolforsøg eller andet, så du kan regne ud hvor stor indflydelse fejlkilderne har på resultatet?

Overvej også hvordan du kan minimere måleusikkerheden. Overvej hvilke glasvarer du skal bruge i forhold til deres nøjagtighed m.m.

Søg vejledning fra din lærer. Man lærer at lave forsøg gennem erfaring.

Forbered en laboratoriejournal med beskrivelse af forsøget, resultatskemaer osv. Her skal du notere *formål*, hypoteser osv., lave en *liste over materialer* du skal bruge og *skitsere fremgangsmåden* for forsøget. Du skal også beskrive de sikkerhedsmæssige forhold omkring forsøget før du må gå i gang. Endelig skal du forberede *resultatskemaer*, så det er let at notere systematisk under forsøget.

Disposition for journal:

Forsøgets titel	
Navn, klasse, fag, dato, gruppedlemmer, lærer	
Formål	Her skal du angive forsøgets eller undersøgelsens formål. Det kan gøres kort og præcist, men du kan herudover notere og uddybe dine hypoteser eller tanker bag forsøget. Tænk på at du skal have kursen sat, før du går i gang med forsøget, så du ikke bliver i tvivl om hvad du er i gang med at undersøge.
Materialer og sikkerhed	Liste over materialer og udstyr. R- og S- sætninger for kemikalier. Du kan evt. henvise til forsøgsvejledningen hvis du følger den slavisk, hvis du ikke gør det, skal du notere afvigelser.
Fremgangsmåde og sikkerhed	Skitsér forsøget, eller beskriv fremgangsmåden i punktform. Overvej sikkerhed! Du kan også her henvise til forsøgsvejledningen.
Resultater	Gengiv resultaterne når forsøget er udført, og lav de nødvendige beregninger.
Noter til resultater	Skriv dine umiddelbare konklusioner på resultaterne – på baggrund af formålet med forsøget. Besvar eventuelle spørgsmål i forsøgsvejledningen.

Forsøget gennemføres

Gennemfør forsøget ud fra din foreløbige laboratoriejournal. Notér i resultatskemaer. Husk at notere hvad du gør anderledes end planlagt. Skriv ned i journalen hvis du under forsøget bliver opmærksom på fejkilder og umiddelbare konklusioner.

Bearbejd resultaterne. Lav beregninger, opstil grafer, lav figurer og tegninger m.m. Overvej hvordan du bedst præsenterer resultaterne.

Diskutér resultaterne. Hvad viser de? Er din hypotese eftervist eller holder den ikke?

Hvad betyder fejkilderne for resultaterne?

Tjek at alle i gruppen har resultaterne før I går hjem!

Forsøget dokumenteres

Nu er du parat til at skrive din rapport.

Du kan også overveje om resultaterne skal præsenteres på en anden måde. Hvis forsøget skal præsenteres for andre, kan det gøres på mange måder. Hvad med plancher, illustrerende billeder eller præsentationer og opstillinger?

Sådan laver du en forsøgsrapport

I en forsøgsrapport kommunikerer du dit forsøg til andre. I processen får du selv bearbejdet dit stof, og du lærer at arbejde naturvidenskabeligt med det du undersøger. Samtidig er rapporten opbygget efter samme skabelon som naturvidenskabelige artikler, så du senere vil få lettere ved at læse naturvidenskabelig litteratur og evt. selv producere den.

Forsøgsrapporter er forskellige fra de projektrapporter du laver i mange andre fag, ved at de kommunikerer enkelte forsøg, og koncentrerer sig mere snævert om selve forsøget og dets resultater. Nogle gange vil du blive bedt om at overveje bredere samfundsmæssige konsekvenser eller lignende af det du arbejder med, men som udgangspunkt interesserer vi os her primært for hvad vi direkte lærer af forsøget.

Udgangspunktet for rapporten er din forsøgsjournal. Du kan dog herudover have brug for din lærebog og anden litteratur. Husk at angive kilder i din kildeliste.

Disposition for forsøgsrapport:

Forsøgets titel	
Navn, klasse, fag, dato, gruppemedlemmer, lærer	
Resumé	Når du er færdig med rapporten skriver du et resumé som placeres forrest i rapporten. Her beskriver du kort det forsøg du har lavet, og de resultater du fik. (Maksimalt 100 ord). Brug en mindre skrift eller kursiv til at adskille resumeet fra resten af rapporten.
Indledning	I dette første afsnit skal du beskrive den nødvendige baggrundsviden for forsøget for læseren. Læs om baggrunden for forsøget i bogen og overvej hvad man skal vide for at forstå forsøget. Gå herefter videre til at beskrive hvad det præcist er, du ønsker at undersøge, og hvorfor det er interessant. I nogle forsøg skal du opstille en hypotese. Brug dine noter fra journalen. I nogle forsøgsvejledninger vil der være nogle hjælpespørgsmål eller lignende, som du skal besvare. Slut af med kort og præcist at <i>opsummere formålet med forsøget</i> .
Materialer	Liste over udstyr og materialer. R- og S- sætninger for kemikalier. Identisk med det tilsvarende afsnit i journalen. Du kan evt. henvise til forsøgsvejledningen hvis du følger den slavisk. Ellers noteres afvigelser.
Fremgangsmåde	Skitsér forsøget, eller beskriv fremgangsmåden i punktform. Overvej sikkerhed! Identisk med det tilsvarende afsnit i journalen. Du kan også her henvise til forsøgsvejledningen.
Resultater	Gengiv de bearbejdede resultater fra forsøget, og giv eksempler på beregninger og lignende. I nogle forsøgsvejledninger er det beskrevet hvordan resultaterne bearbejdes. Ellers skal du selv overveje om det er hensigtsmæssigt at anvende diagrammer

	og lignende. Du må ikke konkludere på resultaterne i dette afsnit.
Diskussion	Hvad viser resultaterne så? Konkluder på resultaterne, og diskutér hvordan de påvirkes af forskellige fejlkilder. Overvej hvordan man kunne udelukke fejlkilder, eller måle deres indflydelse i forsøget. Diskutér hvordan forsøgets resultater passer med teorien fra indledningen, og hvilken viden forsøget har bidraget med. Overvej hvad man kan bruge forsøgets resultater til.
Konklusion	Opsummer kort og præcist konklusionerne fra diskussionsafsnittet. Konklusionen skal besvare forsøgets formål.