

Naturfag

Formål og perspektiv

Naturfagets formål er å fremme selvstendig erobring av naturkunnskap og stadig å fornye evnen til undring og nysgjerrighet. Faget skal støtte elevenes utvikling av empati, respekt og bevissthet for sine omgivelser og bidra til at de får naturopplevelser og et faglig grunnlag for å verne om naturressurser og arbeide for en bærekraftig utvikling. Naturfag skal også bidra til at elevene utvikler kompetanse til å ivareta egen og andres helse.

Fagets utgangspunkt er menneskers naturlige trang til å forstå, å finne ut og avdekke hemmelighetene ved alt som gjør inntrykk. Elevene skal kjenne navn, kategorisere og undersøke og kjenne seg delaktig og engasjert i sine omgivelser gjennom naturfaget.

Et etisk ansvar er knyttet til naturfag. Naturen skal ikke reduseres til et objekt som står til fri disposisjon. Naturen har egenverdi, og naturfagets formål er at kunnskap kan bidra til nærhet, ansvarlighet og nytenkning.

Naturfaget i steinerskolen er utviklingsorientert. Innhold og arbeidsmåter er anlagt for å møte, styrke og utfordre elevene i deres utvikling gjennom barndom og ungdomstid. Som hovedtrekk betyr det å legge størst vekt på nærhet og medopplevelse av naturen i de første klassesetrinnene, bred kunnskapstilegnelse i mellomtrinnet og innsikt og overblikk over store sammenhenger, teorier og paradigmer i ungdomstrinnet. Gjennom alle årene legges det vekt på læringsprosesser som på den ene siden tar i bruk direkte naturerfaringer, iakttagelse og empiri og på den andre siden øver evne til refleksjon, utforskning og begrepsdannelse. Som et tredje element gir kunstfaglige øvelser – tegning, maling, modellering, litteratur og musikk – en ytterligere fordykning av naturfagets innhold.

I de første klassesetrinnene møter elevene naturfagsforberedende aktiviteter på tvers av fag. Områdene i naturfaget – biologi, geologi, fysikk, kjemi og astronomi – blir så etablert år for år. Områdenes særtrekk i innhold og arbeidsmåter gir elevene forskjellige, men innbyrdes forbundne innfallsvinkler til en helhetlig forståelse av naturens liv og fenomener.

Naturfagsforberedende aktiviteter i de første skoleårene er rettet mot at elevene utvikler nærhet, vennskap og undring i møte med natur. Det kan skje på turer i skolens nærområde, i skolehage eller på besøksgård, eller i form av fortelling og naturbetraktning i klasserommet. Å lære å omgås naturen varsomt og bli kjent med navn på planter og dyr er med på å bygge vennskap. Å følge og sette ord på naturens uttrykk gjennom årsløpet danner grunnlag for naturkunnskap. Også i senere klassesetrinn legges det til rette for erfaringsrike møter med natur, blant annet som feltbiologiske øvelser, ekskursjoner i geologi og større turer i ulike naturomgivelser. Når naturfagstemaer blir arbeidet med innendørs, kan kunnskapsutviklingen dra veksler på det elevene har sanset, opplevd og lært gjennom møtene med natur.

Lærers detaljrike presentasjon av dyr og planter i sine omgivelser er sentralt utgangspunkt for bearbeidelse i samtale, tekst og tegning. Om det gjelder løven på den afrikanske savannen eller rådyret i skogen ved skolen, vil erfaringer og språk som er utviklet i primære naturerfaringer danne en bro mellom sansbare fenomener og indre forestillingsdannelse.

Alle områder av naturfaget, og især fysikk og kjemi, legger vekt på at elevene utvikler en våken evne til iakttagelse som nøkkel til å forstå naturfaglige fenomener. Det er lærers ansvar å åpne for undring og spørsmål og gi elevene nødvendig grunnlag og tilknytning for å gå aktivt inn i arbeidet med ulike

fenomener. Der det er mulig, tar faget utgangspunkt i prosesser og lovmessigheter som kan vises gjennom konkrete forsøk. Det gir elevene øvelse i å bruke sine sanser til å iaktta og beskrive fenomenene som viser seg. Neste skritt kan være å trekke slutninger av det de har iaktatt og eventuelt stille spørsmål som kan føre til en hypotese som så kan prøves ut i forhold til ulike variabler. Metoden kan også tas i bruk utendørs, der fenomener i landskap, vær, flora og fauna kan iakttas og beskrives i lys av kunnskap som er utviklet i klasserommet. Hver gang en slik erkjennelsesprosess med utgangspunkt i egen iakttagelse er mulig, gis fenomenene forrang framfor modeller. Elevenes tillit til egen tankeevne styrkes og åpner for mot til utforskning.

Som en bro mellom fenomen og forklaring tas kunstfaglige arbeidsmåter i bruk. Tegning, maling og modellering kan illustrere et fenomen, men også utvide og fordype berøringen med fenomenet så noe mer eller annet kommer til syne enn det som først ble iaktatt.

Naturvitenskap er en hjørnestein i vår sivilisasjons selvforståelse. Naturvitenskapens betydning beror både på dens evne til konkrete nyvinninger og til å kaste et forklarende lys over mennesket og verden. Naturvitenskap sår ustanselig tvil om etablerte sannheter og søker alltid etter ny kunnskap. Forskning og ny kunnskap i naturvitenskap og teknologi har stor betydning for hvordan vi forstår og beskriver verden og for samfunnsutviklingen. Naturvitenskapelig kompetanse er nødvendig for å være en aktiv deltaker i et moderne demokratisk samfunn og for å kunne forholde seg kritisk til informasjon med naturvitenskapelig innhold.

Vitenskapens erkjennelser har sin egentlige verdi i den utstrekning de begripes og erobres av hver enkelt elev. Dette gjelder så vel de yngste skolebarnas sansebaserte opplevelser i nær natur som 10. klassingenes forståelse av overordnede økologiske sammenhenger. Naturvitenskapens kilde er egenrådlig erkjennelsesglede, som fremmer troen på at hver enkelt kan vinne ny innsikt, finne sannhet for sitt liv og vokse videre som menneske.

Formål og perspektiv i naturfaget oppfylles gjennom å arbeide konsentrert i 2 – 4 ukers perioder med sentrale temaer i faget: biologi, geologi, fysikk, kjemi, astronomi.

Biologi

Biologikunnskap skal lede elevene inn på en erfarings- og kunnskapsbasert utviklingsvei der målet er at kunnskapen om naturen skal være forpliktende og knyttet til medansvar, undring og handlingskompetanse.

Biologi omfatter zoologi, botanikk, humanbiologi og økologi. Faget har flere forbindelser til hver enkelt elevs personlige ståsted, blant annet gjennom kunnskap om kropp og helse og de individuelle valgene hvert menneske gjør i et livslangt perspektiv. I tillegg har biologifaget lokale og regionale tilknytninger, enten det gjelder artsmangfold, helse, landbruk eller miljøforvaltning. Til sist åpner biologi for sentrale globale perspektiver, ikke minst knyttet til klimaendringer, evolusjonære prosesser, økosystemer og ansvaret for klodens miljøtilstand. Alle tre dimensjonene ivaretas i hovedområdet biologi.

Geologi

Geologi åpner for forståelse av klodens oppbygning og av grunnleggende geologiske prosesser. Sentralt er motsetningen mellom ytre nedbrytende og indre oppbyggende prosesser i jordskorpen og hvordan disse virker sammen med bergarter og mineralogi. Opplæringen baseres i første omgang på det som er synlig og tilgjengelig. Deretter kan kunnskap om teknologi og ressursutvinning, for eksempel olje og gass, underbygge kunnskaper om menneskets forhold til kloden, men også vise kompleksiteten i våre behov og ansvaret for de miljømessige fotavtrykkene vi setter.

Fysikk

Fysikkens utvikling er nært knyttet til den menneskelige kulturutvikling generelt. Faget er fundamentalt i den forstand at det, sammen med matematikk, bidrar i omtrent alle andre fagfelt og gjennomtrenger moderne dagligliv.

Fysikkfaget identifiserer og formulerer de grunnleggende fysiske naturlovene og undersøker deres konsekvenser. Lærers aktive tilrettelegging, formidling og veiledning er sentrale elementer for at læringen kan skje gjennom vekselvirkninger mellom empiriske undersøkelser og analytisk bearbeidelse. Fysikkfaget bygger på disse to elementene – fagets grunnleggende karakter og den menneskelige tilbøyeligheten til å undersøke og forstå.

Fysikkfaget omfatter grunnleggende fenomener og lovmessigheter i akustikk, optikk, elektromagnetisme, mekanikk og varmelære og knytter også an til praktisk-teknologisk bruk. Det gjelder fra tredjeklassingens erfaring med et spett i hagebruk til kunnskap om raketteknologi i 10. klasse.

Kjemi

I kjemien er målet å avdekke stoffenes iboende egenskaper og forhold til hverandre. Med kjemiens metoder kan elevene oppleve stoffene på nye måter og oppdage slektskap og forvandlingsmuligheter. Med utgangspunkt i de sentrale grunnstoffene kan kjemifaget legges an som erfaringsfag og sammenholdes med tilsvarende prosesser i den menneskelige organismen, for eksempel når temaet er forbrenning eller næringsstoffenes kjemi. Gjennom forsøk og demonstrasjoner kan de kjemiske prosessene og kjemiens lover gi kunnskap om stoffenes indre struktur og forvandlingsmuligheter.

Forbrenningsprosesser, kretsløp i naturen, raffinering og kjemiske reaksjoner mellom ulike stoffer står sentralt. Kjemifaget tar sikte på at elevene opparbeider forståelse av den stofflig-fysiske verden som en organisme, som et sammenhengende system av systemer bygget av samvirkende grunnstoffer.

Astronomi

Astronomifaget knytter an til menneskehetens skjebnefellesskap under den samme himmel og til den tenkning og forståelse av verdensrommet som har utviklet seg over flere tusen år. Dette er en forutsetning for å kunne forstå betydningen av teleskopet, gjennombruddet for det kopernikanske verdensbilde, oppdagelsen av de ytre planeter og galakser og fram til dagens astrofysikk. Grunnlaget for astronomi som fag er kunnskap gjennom konkrete iakttagelser av sol, måne, andre planeter og stjernebilder i de første skoleårene.

Kompetansemål

Kompetansemål etter 4. klasse

Mål for opplæringen er at eleven skal kunne

- bearbeide fortellinger om naturen gjennom gjenfortelling, samtale, tekst og bilde
- ta del i utforskende turer i skolenære naturområder, beskrive opplevelser og hva de har sett
- beskrive årstidsvariasjoner i naturen i forhold til dyre- og planteliv

- følge med på og identifisere månefasene og forholdet mellom solhøyde og dagslengde gjennom året
- ta ansvar for oppgaver i skolehagen i samarbeid med medelever
- ta del i lekende utforskning av fenomener som tyngde, tetthet, fart, balanse og varme
- bruke og beskrive funksjonen til enkle redskaper og verktøy

Kompetansemål etter 7. klasse

Mål for opplæringen er at eleven skal kunne

- iaktta og føre logg over værphenomener og/eller himmelfenomener
- identifisere og sammenligne ulike dyr, planter og mineraler utfra karakteristiske trekk og gi eksempler på hovedgrupper av organismer
- bruke faglitteratur for å gjøre seg kjent med og presentere dyr, planter og mineraler, muntlig og/eller skriftlig
- utvide kunnskapen om dyr, planter og mineraler gjennom kunstfaglig arbeid
- utforske og beskrive hvordan ulike dyr og planter vekselvirker med sine miljøer
- ta oppmerksomt del i feltbiologiske øvelser, beskrive og klassifisere funn
- utforske et naturområde i nærmiljøet, dokumentere det biologiske mangfoldet og drøfte bærekraftig bruk av området
- forberede, gjennomføre og dokumentere forsøk innen akustikk og optikk
- iaktta og beskrive, stille spørsmål, prøve ut hypoteser og formulere lovmessigheter som viser seg i akustikk og optikk

Kompetansemål etter 10. klasse

Mål for opplæringen er at eleven skal kunne

- utforske naturfaglige fenomener gjennom systematisk og eksakt iaktakelse og formulere iakttakelsene i kunstfaglige uttrykk og fagtilpasset språk
- stille spørsmål og lage hypoteser om naturfaglige fenomener, identifisere variabler og samle data for å finne svar
- gjøre om observasjoner til kvantifiserbare data som kan behandles ved hjelp av enkel statistikk og forklare årsaks-virkningsforhold i omtalen av observasjoner, forsøk og forsøksresultater i naturfaget
- gi eksempler på sentrale arbeidsmåter og forklaringsmodeller i naturvitenskap, drøfte eksisterende kunnskap ut fra en kritisk tilnærming og identifisere sammenhenger mellom naturvitenskap, teknologi og samfunnsutvikling
- redegjøre for prinsippene i et økosystem, beskrive ulike typer økosystemer og bruke kunnskapen i drøfting av betydningen av naturmangfold, trusler mot mangfoldet og mulige tiltak
- drøfte ulike energiformer, energibruk og –overforbruk, lokalt og globalt
- gjøre rede for begrepene vær og klima, drøfte ulike klimamodeller og hvordan menneskelig aktivitet kan påvirke klima
- beskrive hovedtrekk i evolusjonsteorien og teorien om naturlig seleksjon
- gjøre rede for hovedgruppene av næringsstoffer, deres karakteristiske egenskaper og betydning for ernæringsprosessene hos mennesket
- bruke kunnskap om næringsmidler for å undersøke og drøfte spørsmål knyttet til helse
- formidle grunnleggende kunnskap om menneskekroppens organer, funksjoner og prosesser
- drøfte spørsmål knyttet til kjønnsidentitet og seksualitet

- lese et geosentrisk stjernekart, gjenkjenne stjernetegn og planeter og gjøre rede for solsystemet, sol- og måneformørkelse og bruk av almanakk
- forklare prinsippene om platetektonikk, vise kjennskap til viktige bergartsdannende mineraler og bruke grunnbegreper i geologisk systematikk
- beskrive grunntrekk ved forbrenning og petrokjemiske prosesser, forklare oksidasjon og reduksjon og presentere kjemiske forsøk med hjelpestoffer som reagens og indikator
- bruke kunnskap om grunnstoffer til å forklare grunnstrukturene i det periodiske systemet
- utforske en bredde av fenomener innen fysikkens ulike områder, prøve ut hypoteser og gjøre rede for sentrale lovmessigheter og hvordan de er tatt i bruk i utvikling av redskaper og teknologi

Sentrale innhold

Temaer i hvert område er markert med kursiv, og konkretiseringer av temaene er deretter notert. Gjennom lokalt læreplanarbeid og tilpasset opplæring kan det føyes til og tas bort elementer i utvalgene av konkretiseringer, eventuelt også skyves på elementer mellom klassetrinn.

2. – 3. klasse

Naturfagsforberedende aktiviteter

- *Naturopplevelser og naturerfaringer*
 - Sagn og fortellinger om planter og dyr, mineraler, elver og hav og om naturen gjennom året
 - Turer i skolenære naturområder; navn på vanlige planter og dyr
 - Erfaringer med fysiske lover gjennom lek, kroppslig aktivitet, erfaringer med farger og musikkinstrumenter
 - Hagestell/gårdsbesøk/birøkt/ekskursjoner, pleie av planter, matlaging
 - Årstidenes veksling, årstidfester
 - Nymåne, nemåne, fullmåne

4. klasse

Naturfagsforberedende aktiviteter

- *Naturopplevelser og naturerfaringer*
 - Trekkfugler og standfugler, dyrespor
 - Enkle økologiske sammenhenger mellom organismer og deres livsmiljø
 - Nordstjernen, Karlsvognen
- *Kulturkunnskap* (se også planene for samfunnsfag og for mat og helse)
 - Årsløpet i jordbruk; kornsorter, grønnsaker, husdyr, skogsarbeid
 - Fiske og fangst
 - Smie
 - Årsløpet med primstaven og i samisk tradisjon
 - Manuelle arbeidsredskaper i jord- og skogbruk, bergverk, fiske, tekstil- og matbearbeiding i førindustriell tid; hverdagsteknologi

5. klasse

Biologi

- *Zoologi*
 - Menneske og dyr; analogier
 - Sammenlignende dyreskildringer
 - Skildringer av utvalgte dyr; karakteristiske trekk ved utseende, levemåte og økologiske behov
 - Feltbiologiske øvelser: fuglesang, dyrespor
 - Modellering, tegning-maling, dikt

Naturfagsforberedende aktiviteter

- *Naturopplevelser og naturerfaringer*
 - Himmelretningene på hjemstedet
 - Sammenhengen mellom dagslengde og solhøyde i de forskjellige årstidene

6. klasse

Biologi

- *Botanikk*
 - Oversikt over planteriket fra de enkleste alger til blomsterplanter
 - Planters ulike stemningsuttrykk og estetikk som utgangspunkt for kunstøvelser
 - Viktige plantefamilier
 - Planter i forhold til voksested og økologiske forhold og mangfold; ulike plantesamfunn: hei, eng, barskog, høyfjell
 - Planten som livsbro mellom sol og jord i kraft av fotosyntesen
 - Plantelivet gjennom årsløpet
 - Ulike plantegrupper forhold til jordsmonn, fuktighet, luft, lys og varme
 - Feltbiologiske øvelser: blomsterplanter og sopp; bruk av enkel bestemmelseslitteratur
- *Zoologi*
 - Viktige funksjonelle grupper: rovdyr, gressere, gnagere; høyere taksonomiske kategorier og deres typiske kjennetegn, eksempelvis andefugler, spurvefugler, vadefugler
 - Det økologiske samspillet mellom dyr og planter: insektbestøvning, meitemarkens økologi, sommerfuglens metamorfose

Naturfagsforberedende aktiviteter

- *Naturfagsforberedende aktiviteter*
 - Kjente stjernebilder og planeter
 - Flo og fjære
 - Solur

7. klasse

Biologi

- *Botanikk*
 - Trær

- Nytteplanter
- Biologisk mangfold
- Vegetasjon i jordens klimasoner (se også planen for geografi)
- *Zoologi*
 - Insektordener, sosiale insekter
 - Feltbiologiske øvelser: insekter
 - Dyrs vandring, fugletrekk
 - Dyreliv i jordens klimasoner (se også planen for geografi)

Geologi

- *Mineralogi og bergartslære*
 - Lokal og regional geologi og topografi
 - Leire, sand, skifer, gneis, granitt m.m. slik det finnes lokalt
 - De vanligste mineralers beskaffenhet og egenskaper; feltspat, glimmer, kvarts m.m.
 - Halvedelstener, edelstener
 - Grunnleggende prinsipper for mineralbestemmelse; hardhet, tetthet, spaltbarhet
 - Magmatiske, metamorfe og sedimentære bergarter, deres opprinnelse og fordeling i jordskorpen
 - Lokal og industriell utnyttelse av berggrunn og mineraler

Fysikk

- *Optikk*
 - Lys, mørke og farge; fargesirkelen
 - Fargedannelse i uklare medier og i brytning
 - Skyggedannelse
 - Fysiologiske motbilder
 - Enkle forsøk med speil og linser
- *Akustikk*
 - Ulike lyd kvaliteter
 - Forutsetninger for tonedannelse
 - Stemmebåndenes funksjon
 - Prinsippene for ulike typer musikkinstrumenter
 - Sammenhenger mellom tone-intervaller og strengers/luftøylers lengde

8. klasse

Biologi

- *Humanbiologi*
 - Kosthold, søvn, helse
 - Spørsmål knyttet til livsmestring
 - Pubertet
 - Organfunksjoner og -systemer
 - Fordøyelse
 - Hjerte, kretsløp, respirasjon
 - Hjernen og nervesystemet
 - Sammenhenger mellom organsystemene; sykdom og sunnhet
 - Rusmidler

- Førstehjelp (se også planen for kroppsøving)

Fysikk

- *Mekanikk*
 - Tyngde, balanse og likevekt
 - Pendelen
 - Ulike gjenstanders tyngdepunkt
 - Vektarmer, vekter, vektstang, vektstangloven
 - Skråplan, helningsvinkel
 - Praktisk bruk av mekaniske prinsipper i redskaper og maskiner
 - Sveiv og hjul
 - Trinse og blokk
 - Kile, skrue, kraft- og tannhjulsoverføringer
 - Mekanikkens gyldne regel
- *Magnetisme og elektrisitet*
 - Naturlig magnetisme i mineraler og metaller
 - Elektrisitet som naturfenomen, f.eks. statisk elektrisitet, lyn
 - Magnetismens polære karakter, tiltrekning og frastøtning
 - Jordens magnetfelt, beliggenheten av de magnetiske polene
 - Likestrømskilder; batteri, akkumulator
 - Enkel elektromotor, strømkrets
 - Varmeovn, kokeplate, strykejern m.m.
- *Optikk*
 - Prinsipper for kikkert, mikroskop og kamera
 - Lysbryting; lovene for lysets forhold til speil og linser
- *Akustikk*
 - Lydens forhold til materialer og rom; resonans, ekko
 - Lydbølger, lydhastighet

Astronomi

- *Geosentrisk perspektiv, observasjon*
 - Solas dagbue gjennom årstidene
 - Solas forhold til himmelretningene
 - Månens faser gjennom årstidene; flo og fjære
 - Stjernebildene langs solas bane gjennom året
 - Geografisk posisjon og astronomi
- *Historisk og samfunnsfaglig perspektiv*
 - Kulturhistoriske fortellinger om stjernebilder
 - Astronomiens historie; biografier om renessansens astronomer
 - Sammenhenger mellom tidsregning og himmelbevegelsene; skuddår, bevegelige høytider, tidssoner og datolinje
 - Astronomi og ulike kalenderordninger
- *Heliosentrisk perspektiv, modeller*
 - Ekliptikken
 - Årstidene i forhold til jordaksens vinkel med bakkeplanet
 - Planetenes navn og rekkefølge; deres bevegelser
 - Sol- og måneformørkelser,
 - Meteoror, asteroider, kometer

Kjemi

- *Forbrenning*
 - Ildens møte med ulike materialer; flamme, røyk, restprodukter
 - Syre-, base- og saltdannelse
 - Løselighet og krystallisasjon
 - Kalkens kretsløp i naturen og i industriell utnyttelse
 - Grunnleggende om metallenes kjemi
 - Fotosyntesen som samspill mellom oksygen og karbondioksyd
 - Grunnstoffer

9. klasse

Biologi

- *Humanbiologi*
 - Skjelett, ledd og muskulatur
 - Syn og hørsel, balanse, lukt, smak, varme- og berøringssans
 - Øyets og ørets anatomi
 - Kjønn og kjønnsidentitet

Fysikk

- *Elektrisitet*
 - Videre om elektromotor, generator, transformator
 - Spenning, strømstyrke, motstand, Ohms lov
 - Vind- og vannkraft
- *Hydro- og aeromekanikk*
 - Barometer og lufttrykk
 - Ulike prinsipper for pumper; trykkpumpe og sugepumpe
 - Adhesjon, overflatespenning og kapillarvirkning; dråper og såpebobler
 - Praktisk anvendelse i hydrauliske systemer; bremses, løftekraner
 - Teknologisk utvikling under den industrielle revolusjon
 - Vannets kretsløp
 - Vannstrømninger i elver, havstrømninger
 - Trykk og oppdrift i vann og luft; Arkimedes' lov
- *Meteorologi*
 - Værobservasjon
 - Fuktighetsinnhold i luften og skydannelse, forskjellige skyformer
 - Tidsutvikling av høytrykks- og lavtrykkssystemer, syklovers utvikling og utbredelse
 - Værkart, værmelding, vindstyrkeskala, spesielle fremherskende vinder som føn, passat, monsun, taifun, sydvestvind

Kjemi

- *Næringsstoffenes kjemi, organisk kjemi*
 - Sukker
 - Forholdet til vann og varme
 - Sukkerdannelsen i planten; ulike sukkerarter
 - Forholdet mellom luft, lys og vann; fotosyntesen
 - Fehlings væske som reagens
 - Stivelse

- Mel av korn og potet
- Stivelsens forhold til vann og varme
- Stivelse i planten
- Cellulose – stivelse – sukker
- Fett og olje
 - Kilder til vegetabilsk og animalsk fett
 - Oljer fra ulike planter; lukt, konsistens, forhold til ild og vann
 - Utvinning gjennom kaldpressing, varmepressing og ekstraksjon
 - Framstilling av såpe
- Protein
 - Eggehvite; substansens forhold til vann, luft og varme
 - Brenne proteinrike substanser; nitrogen
- Melk
 - Sukker, fett og protein

10. klasse

Biologi

- *Humanbiologi*
 - Befruktning, fostertid, fødsel og spebarnstid
 - Menneskets opprinnelse; human evolusjon
- *Økologi*
 - Artsrike og artsfattige økosystemer; resiliens
 - Økosystemer og stabilitet, forholdet mellom biodiversitet og stabilitet
 - Næringskjeder
 - Miljøtemaer
 - Betydningen av biologisk mangfold
 - Nøkkelarter, rødlistearter
 - Klima og global oppvarming
 - Evolusjon, Darwins lære om naturlig seleksjon

Fysikk

- *Varmelære og mekanikk*
 - Utvidelse og sammentrekning
 - Faseoverganger som fordampning, smelting, størkning, kondensasjon
 - Temperatur, kokepunkt, trykk og volum, Boyles lov og entropi
 - Damp turbin, dampmaskin, kjøleskap, varmepumpe
 - Forbrenningsmotor, rakettmotor
 - Moderne varmetekniske maskiner/apparater
 - Energibegrepet
 - Adiabatisk prosesser
- *Elektrisitet og akustikk*
 - Frekvens og tonehøyde
 - Elektriske svingninger i mikrofon/høytaler/telefon, overføring til akustiske svingninger

Kjemi

- *Grunnstoffene*
 - Forekomst i naturen
 - Egenskaper og anvendelse
 - Kjemisk systematikk; periodesystemet
- *Atommodeller*
- *Karbonkretsløpet*
 - Organiske syrer; alkohol, estere og aromastoffer
 - Drivhuseffekten
- *Oksidasjon og reduksjon*
- *Petrokjemiske prosesser*
 - Oljeraffinering; katalysator
 - Fra råolje til plast
 - Hydrokarboner
 - Syntetiske stoffer

Geologi

- *Jordklodens geologi med mineralogi og petrografi*
 - Jordskorpens struktur, de oppbyggende og formdannende kreftene og ulike former for erosjon
 - Fjellkjedefoldningene og klodens karakteristiske fjellkjedefformasjoner
 - Grunnlinjene platetektonikk og kontinentaldrift
 - Kjemisk, mekanisk og organisk forvitring og forholdet til jordsmonnet
 - Forenklet oversikt over jordklodens geologiske utvikling i sammenheng med de store masseutryddelsene og fossile forekomster av plante- og dyreliv fra urtid til nåtid
 - Olje- og gassdannelse i jordskorpen

Sentrale arbeidsmåter

2. – 4. klasse

Naturfagene i 2. – 4. klasse er integrert i annet fagstoff som naturfagsforberedende aktiviteter. Arbeidsmåtene skaper rom for elevenes naturopplevelse og naturvennskap. Det skjer hovedsakelig på tre arenaer: fortellinger om natur, turer i natur og hagebruk/gårdsbesøk.

Det skjer en pendling mellom opplevelser gjennom sansning og opplevelser gjennom fortelling og indre billeddannelse. I 2. – 3. klasse kan eventyr, fabler, sagn og fortellinger oppmuntre til undring og nærhet til en natur som synes å være personifisert og kvalitativ. I tillegg til tradisjonsstoff kan nyskapte naturfortellinger gi stemme til både dyr og planter, bekker og isbreer. Om vi hadde ører til det: Hva ville reinsdyret si til den hardføre og trofaste reinlaven en kald vinterdag på vidda, hva ville den bofaste spurven si til lerka når det drar sørover om høsten? Elevene kan være med på å skape naturfortellinger. Målet, enten det gjelder gamle eller nye fortellinger, er å fremme følelsen av nærhet til og slektskap med jordens levende natur. Fortellingene kan åpne for spørsmål og samtale.

Turer i skolenær natur lar elevene oppleve natur gjennom alle årstider i 2. – 4. klasse. Elevene kan oppmuntres til å se etter spesielle arter eller naturfenomener, som mose, blomster, maurtuer, nøtter, eller lytte til lydene av vind, vær og fuglesang, eller finne spor etter dyr. Elevene følger

utvikling over tid, for eksempel hvordan knoppene på trær utvikler seg om våren. Hva har endret seg siden vi var her sist? Elevene gjøres også oppmerksom på geologiske fenomener; ta med steiner, se på forskjeller, bli kjent med jordsmonn og vokseplasser for ulike planter. Hva vokser under grantrærne? Hvor liker soppen seg? De kan ta med noe til et årstidsbord i klasserommet, men også lære varsom omgang med naturen. Hvor, når og hvordan går det an å tenne et bål, hvordan kan vi ta med kvister fra trær uten å skade?

I daglig samtale forteller elevene om observasjoner av og opplevelser med vær og vind, månefaser, solens gang, kulde og varme. Undring kan bli til spørsmål som ikke trenger endelige svar, men oppmuntring til å fortsette å bruke sansene i møte med verden.

Feiring av årstidsfester forsterker naturopplevelsene og knytter dem til tidsopplevelse av årets løp. Elevene utvikler et språk for å beskrive de korte og lange rytmene i naturen: dag og natt, nymåne og nemåne og årstidenes skiftning.

Hagebruk med såing, stell, innhøsting og bearbeidelse av grøden forsterker og kompletterer de erfaringsbaserte naturfagene de første skoleårene. Matlaging og brødbaking gir førstehånds erfaringer med varmens forvandlende kraft. Elevene blir også kjent med insektenes betydning, med fugler og andre dyr i skolens nære omgivelser, eventuelt husdyr på besøksgård.

I 4. klasse blir det arbeidet med fortellinger om arbeidet og årsløpet i gårdsarbeid og i ulike håndverk. Elevene gjør også egne erfaringer, eksempelvis med husdyrstell, birøkt, sinking, fiske, håndverk eller enkel bygging. Elevene blir kjent med livsnære, praktiske og opplevelsesbaserte erfaringer av samspillet mellom natur og mennesker. De får kunnskap om redskaper, verktøy og materialer fra håndverksbasert/førindustrielt arbeidsliv. Noe kan elevene bruke selv, for eksempel karder, spinneten og enkle vever, kornmølle, spader, hakker og andre hagebruksredskaper. Andre redskaper, for eksempel fra bergverk og smie, lærer elevene om gjennom fortelling, bilde, bøker, museumsbesøk og utflukter. Det blir en første kunnskap om en hverdagslig og gjennomskuelig teknologi. Tradisjonell samisk naturkunnskap kan utvide temaet.

Fysikkfaget forberedes i de unge skolebarnas lek og opplevelsesverden. Erfaringer med tyngde, balanse, kraftarm, tregthet kan forberede for senere fysikkemner. Også av den grunn legges det vekt på at skoledagene gir tid til lek og fysisk aktivitet. Det er med på å legge et grunnlag for en tanke- og begrepsmessig forståelse av fysiske lover. Forståelsen av fysiske prinsipper som balanse og vektstang kan erfares kroppslig på en vippe, i balansering på line eller ved bruk av spett og hakker.

Erfaringene fordypes ved diktresitasjon, maleøvelser, modellering, drama og andre kunstøvelser. Naturfagsaktivitetene inngår slik i en helhetlig prosess som skaper nære vekselvirkninger mellom kognitiv, emosjonell og handlingsbasert læring.

Det settes ingen spesifikke naturfaglige kompetansemål for 2. og 3. klasse. I løpet av årene, og med tydeligere fokus i 4. klasse, øver elevene å beskrive, formulere spørsmål og samtale om sine erfaringer og opplevelser i naturen og med det praktiske arbeidet med noen av naturens ressurser. Samlet sett er arbeidsmåtene med på å bygge vennskap med naturens små og store fenomener som til sammen danner et erfaringsmettet grunnlag for et kunnskapsorientert arbeid med biologi, geologi, astronomi og kjemi.

Underveisvurdering

Sentrale arbeidsmåter viser hvordan underveisvurderingen er en integrert del av en læringsfremmende opplæring, der elevene skal gis anledning til å vise kompetanse på flere og varierte måter, og der læreren og elevene skal være i dialog om elevenes utvikling i faget. Underveisvurderingen skal bidra til å fremme læring og til å utvikle kompetanse i naturfag gjennom lek, utforskning og praktisk arbeid med rom for undring og spørsmålsstilling.

5. – 7. klasse

Fra og med 5. klasse har naturfagene en tydelig plass i årsplanene. Vekten skifter fra det opplevelsesbaserte til utvikling av naturfaglige grunnkunnskaper. Det betyr å ta et skritt videre fra umiddelbar nærhet og arbeide for den nærheten til naturen som kunnskap kan gi. Å skape rom for nysgjerrighet og utforskning av naturfagenes rike verden av fenomener og lovmessigheter er derfor sentralt. Enkeltheter, navn og fakta har en legitim betydning, med mål om å etablere robuste og konkrete kunnskaper. I løpet av de tre årene øver elevene på å knytte enkeltobservasjoner og – fenomener til overordnede sammenhenger.

Biologisk mangfold, dyr og planter og deres habitater er sentrale emner i biologi i 5. og 6. klasse. Pendling mellom utendørs naturerfaringer og innendørs naturfagsarbeid er del av arbeidet med dyr og planter i biologifaget. Utendørs erfaringer i feltbiologiske øvelser har fokus på biologisk mangfold, fuglesang, dyrespor, insekter, habitatsstudier og artsbeskrivelser og binder sammen biologitemaene. Elevene leser og bruker enkel bestemmelseslitteratur. I 7. klasse utvides naturfagene med geologi og fysikk.

Det er knyttet ulike arbeidsmåter til de tre hovedområdene. Biologifaget begynner gjerne i lærerledete beskrivelser av karakteristiske trekk ved enkelte dyr og planter. Konsentrasjon og forestillingsevne blir utfordret og følges opp av muntlig, skriftlig og kunstnerisk bearbeidelse. I fysikk møter elevene enkle, konkret synlige og hørbare fenomener innen akustikk og optikk. De mest mulig elevstyrte forsøkene utfordrer evnen til våken iakttagelse av årsaks-virkningsforhold og saklig gjengivelse av det iakttatte. Geologi tar utgangspunkt i det som kan sees i landskaper og mineralforekomster og hva som kan forstås, leses, ut av de synlige fenomenene.

Biologi; zoologi

Læreren maler med ord rike bilder av enkelte dyr i deres naturlige omgivelser. Konkret detaljrikdom om dyrets kroppslige trekk, blick og bevegelse føyes inn i beskrivelsen av karakteristiske trekk ved dyrets livssyklus og samhandling med natur og miljø. Lærers presentasjon utvides gjennom samtale og spørsmål og danner utgangspunkt for elevenes arbeid i arbeidsbøker, med tekster, illustrasjoner, individuelle øvelser og gruppearbeid. Lærer kan åpne for filosofisk samtale om dyrenes begavelser som spesialister i forhold til sine miljøer i sammenligning med menneskets begavelse som generalist, med hender som fritt kan brukes til det man selv bestemmer.

Utvalget av dyr og fordelingen av zoologitemaer i 5. – 7. klasse gjøres lokalt. I 5. klasse legges det vekt på en sammenlignende morfologi, gjerne med menneskekroppens form i hode, bol/buk og lemmer som analogi. For eksempel kan man arbeide fram skildringer av dyphavsblekkspruten med sine sansende fangarmer og sauene med sin rolige, tunge kropp som representanter for henholdsvis utpreget hode- og bukorganisme. En annen sammenligning kan utarbeides ut fra fysiologiske begavelser, eksempelvis mellom ørnen, løven og kua som representanter for nerve-sansesystem, hjerte-åndedrettssystem og metabolisme. Med kua som utgangspunkt kan en gå videre til andre kloddyr, for eksempel antilope, elg, sjiraff og neshorn. Med løven som utgangspunkt kan arbeidet gå videre til andre rovdyr, som bjørn, ulv og rev. Med ørnen som utgangspunkt kan en gå videre til sangfugler, vadefugler m.m. Noe av dette kan høre til i 6. klasse, der tilordning av enkeltdyr til grupper/kategorier danner utgangspunkt for utvalg og bearbeidelse. Insektenes mangfold og rolle i naturens helhet tematiseres i 7. klasse. Insekters metamorfose, kompleksiteten i insektstater eller symbiose og parasittisme kan skape undring og fornyet nysgjerrighet. Kjennskap til dyrene i sine omgivelser og med sine levevis står hele tiden i sentrum.

Elevene tar i bruk faglitteratur, og søk etter gode kilder utvikles i de tre årene fra 5. til 7. klasse. Elevene velger dyr etter egen interesse og kjennskap og presenterer dem for sine medelever, muntlig eller skriftlig. Elevene kan også utforske fenomener i dyreriket, for eksempel sammenligning av horn/gevir eller forlemmer hos ulike pattedyr, eller spesialiserte egenskaper med hensyn til ernæring, kamuflasje, eller bygging av boliger hos ulike dyregrupper.

Biologi; botanikk

Botanikk er naturfagstema fra 6. klasse. Det første temaet er en oversikt over planteriket, fra enkle sopper og alger til lav, mose, bregner, nåletrær og fram til blomsterplanter. De sentrale arbeidsmåtene er som for zoologien. Lærers framstilling av karakteristiske trekk ved plantene og deres miljø, med blick både for små detaljer og store sammenhenger, følges opp med samtale og bred bearbeidelse i tekst, saktegning og kunstfaglige uttrykk. Feltbiologiske øvelser i skolenære naturområder og/eller skolehage er forberedelse til og/eller etterarbeid for arbeidet som skjer innendørs. Øvelsene utfordrer elevenes evne til iakttakelse og undersøkelse av planteliv og –miljø.

Plantene undersøkes i sin relasjon til voksested og til økologiske forhold. I sentrum står planten som livsbro mellom sola og jorden i kraft av fotosyntesen. Sammenligning knyttes til hvordan blomsterplantens hoveddeler, rot, stengel, blad, blomst og frukt, uttrykker seg i forskjellige planter. Relasjonelle forhold utforskes ved å se plantene i sitt miljø av jordsmonn, fuktighet, luft, lys og varme. Insektenes betydning for en fruktbar planteverden tematiseres.

Gjennom grundig arbeid, muntlig og skriftlig, kan elevene erfare tilfredsstillende ved å ha kjennskap til og bruke begreper, fagord og plantenavn. Slektskap mellom ulike planter utforskes, og en kan ta skritt fra enkeltarter til å arbeide med grupper/slekter/familier blant plantene.

Planters ulike stemningsuttrykk og estetikk er egnede utgangspunkt for dikt og tegne-/maleøvelser og for filosofisk samtale.

I 7. klasse utvides botanikken med kjennskap til trær og/eller nyttevekster. Elevene kan velge et tre og følge det gjennom årsløpet i bilde og tekst. Plantenes verden har også en sentral plass i arbeidet med jordens vegetasjons – og klimasoner i 7. klasse (se planen for geografi).

Fysikk

Fra og med 7. klasse er fysikk et skolefag. I fysikkfaget blir enkeltfenomener i naturen isolert, så de kan observeres, beskrives og lede fram til slutninger/lovmessigheter. Utgangspunktet for fysikk i 7. klasse er iakttakbare fenomener. Fenomener utforskes gjennom forsøk, så langt som mulig utført av elevene selv. Noen forsøk kan føre til hypotesedannelse og gjentas med forskjellige variabler.

Akustikk og optikk er de sentrale temaene i 7. klasse. Gjennom lokalt læreplanarbeid kan grunnleggende fenomener innen elektrisitet, magnetisme og varmelære inkluderes i 7. klasse, uten å knytte kompetansemål til dette.

Forsøkene i akustikk og optikk tar utgangspunkt i klassens erfaringer i musikk og fargelære. Elevene prøver ut tonedannelse i strengeinstrumenter, panfløyte, xylofon m.m. De kan fylle opp flasker eller glass og spille på dem. Hvordan oppstår høye og lave toner, hvordan virker ulike materialer på klangen, hvordan er forholdet mellom lengde på strenger og tonehøyde?

Når komplementærfargene er introdusert, kan elevene utfordres til å tegne komplementærversjonen av kjente bilder som for eksempel det norske flagget, og teste med etterbilder hvorvidt man har funnet korrekte farger.

Grunnleggende prinsipper for kamera kan erfares. I et stort anlagt camera obscura kan elevene oppleve og begripe ett av skrittene på veien til fotografi.

Enkle forsøk med speil, speilbilder, lys og skygge gjennomføres av elevene. Lysbryting i glassprisme, der farger oppstår på grensen mellom svart og hvitt, erfares og beskrives. Utforskning av skyggedannelse i forhold til antall og plassering av lyskilder formuleres i tekst og tegning. Det er et område som egner seg godt for at elevene samarbeider om å formulere spørsmål og danner hypoteser som kan prøves ut med ulike variabler.

Bearbeidelsen av fagstoffet skjer i muntlig tilbakeblikk og i arbeidsbøker der elevene øver på å beskrive forsøk stadig mer selvstendig. Sentralt i beskrivelsene står opparbeidelsen av en systematisk

og eksakt iakttakelsesevne og et fagtilpasset språk. Illustrerende saktegning øves. Slik øver elevene faglig diskurs med henblikk på begrepsdannelse og konklusjoner. Pendlingen mellom iakttakelse og refleksjon øves både individuelt, i samtale og i den faglige bearbeidelsen i arbeidsboken.

Geologi

Fram til geologi blir naturfagstema i 7. klasse har elevenes interesse for steiner av alle slag blitt oppmuntret. Det er med på å legge et grunnlag for geologifaget.

I 7. klasse kan grunnleggende mineralogi og bergartslære ta sitt utgangspunkt i den lokale geografien med vektlegging av geomorfologi, landskapsformer og ulike former for synlig forvitring. Ekskursjoner til lokale formasjoner, forekomster og industriell bearbeidelse legges inn i faget. Sedimentasjon i elver og hav med dannelse av deltaer kan undersøkes i liten målestokk i nærmeste elv. Den siste istiden relateres primært til lokalgeografien og illustreres med etterfølgende plante- og dyreinnavdringer, samt menneskelig bosetting.

Elevene bør få bruke hammer og meisel og få oppleve ulike bergartstypers tetthet, hardhet og spaltbarhet. De tre mineralene feltspat, kvarts og glimmer og hvilke bergarter de gjenfinnes i kan kombineres med en gjennomgang av prinsippene for sedimentære, metamorfe og eruptive bergarter, deres opprinnelse og fordeling i jordskorpen. Mineralenes egenart kan studeres gjennom enkle former for mineralbestemmelse. Krystallers farge – og formskjønnhet utforskes i kunstfaglige øvelser.

Undervisvurdering

Sentrale arbeidsmåter viser hvordan undervisvurderingen er en integrert del av en læringsfremmende opplæring, der elevene skal gis anledning til å vise kompetanse på flere og varierte måter, og der læreren og elevene skal være i dialog om elevenes utvikling i faget. Undervisvurderingen skal bidra til å fremme læring og til å utvikle kompetanse i naturfag gjennom utforskning og praktisk arbeid samt refleksjon og vurdering av egne funn og resultater.

8. – 10. klasse

Syntetiske perspektiver, naturlover og komplekse problemfelt er hovedmotiver i 8. – 10. klasse. Arbeidsmåtene tar sikte på at elevene utvider og integrerer enkeltobservasjoner til begrepsorientert analyse av overordnede lovmessigheter og vitenskapsbasert forståelse.

Kunnskap om jorden som system og hvordan menneskene påvirker dette systemet, skal gi elevene grunnlag til å ta bærekraftige valg. Naturfag gjelder imidlertid mer enn individuell kunnskap og innsikt, derfor er forståelse av og tilknytning til aktuelle samfunnsmessige spørsmål del av fagets oppgave. For eksempel er begrepet energi, og tilknyttete spørsmål, aktuelt i både fysikk, kjemi og biologi. En grunnleggende forståelse av kompleksiteten i begrepet utvikles på tvers av enkelttemaer.

Temaet teknologi er del av flere områder i naturfaget. Det behandles både med utgangspunkt i nær hverdagsteknologi og i de større perspektivene ved teknologi som sentral driver i samfunnsutviklingen.

Det legges vekt på vitenskap som prosess. Til dette hører også naturfagenes utviklingshistorie og beskrivelse av hvordan menneskets forståelsehorisonter har flyttet seg. Biografiene til pionerer innen naturvitenskapelig tenkemåte og metode kaster lys på utviklingen. Elevene oppsøker relevante kilder for lesing og utforskning av temaer i faget. I drøfting og diskusjon øver elevene kritisk tilnærming til eksisterende kunnskap.

Kunnskap om store modeller og teorier, eksempelvis atommodeller og periodesystemet, blir presentert og bearbeidet i ungdomstrinnet. Der det er mulig, tas allikevel alltid sansbare fenomener som utgangspunkt for forskende prosesser. Elevene skal erfare og forstå forskjellen på fenomen og

modell, slik at det siste ikke blir en vedtatt sannhet som reduserer interessen for å forstå mer. Derfor kan det også etter introduksjon av en modell tas utgangspunkt i fenomenbaserte erfaringer og empiri. Dette er viktig både for en selvstendig erobring av vitenskapens kjerneideer og for å ta vare på elevenes nysgjerrighet og undring.

Nære naturopplevelser og naturerfaringer er viktig også i ungdomstrinnet, og kunstfaglige uttrykk for naturfaglige fenomener hører til arbeidsmåtene i alle delene av faget.

Biologi; humanbiologi og økologi

Fagstoffet i 8. – 10. klasse samler seg omkring to områder: humanbiologi og emner knyttet til økologi, evolusjon, ressursbruk, miljøkunnskap og bærekraftig utvikling. Arbeidsmåtene legges til rette for at elevene kan sette faktakunnskapene fra mellomtrinnet i kontekst og drøfte ulike forklaringer på naturfenomener og hvordan disse påvirker både vitenskapens utvikling, samtidens verdisyn og vår oppfatning av natur og menneskeverd. Dermed blir også begrepene flertydighet synlig, som kilde til ny undring og nysgjerrighet, men nå forankret i elevenes kritiske tenkning og selvstendige erkjennelse.

Ekskursjoner og utendørs aktivitet har fokus på økologi og miljøspørsmål. Det handler for eksempel om vannforbruk, vannrensing eller miljørestaurering. Et opphold på gård i 10. klasse kan aktualisere tilegnet kunnskap og gi verdifull praktisk erfaring.

I 8. klasse innledes humanbiologien med kosthold, helse og spørsmål knyttet til livsmestring. Elevenes egne erfaringer med mat, søvn, fysisk aktivitet, sunnhet og sykdom drøftes. De gjennomfører en enkel undersøkelse med bruk av statistiske metoder og grafisk framstilling, for eksempel med tema søvn, eller finner og presenterer aktuelle undersøkelser og annet fagstoff. Videre introduseres anatomi og organfunksjoner. Et førstehjelpskurs aktualiserer kunnskapen og gjøre den praktisk anvendelig. Arbeidsbok med tekster og illustrasjoner er en egnet arbeidsmåte som bearbeidelse av lærerpresentasjoner, i tillegg til muntlig drøfting og bruk av egnet faglitteratur.

I 9. klasse følges anatomien opp med hovedvekt på muskel- og skjelettsystemet, samt sansefunksjoner. Å tegne eller modellere ulike knokler og/eller hodeskallen fordyper kunnskapen om kroppens rikdom av former. Sanseorganenes kompleksitet og sentrale betydning for livsutfoldelse drøftes.

Kjønn og seksualitet er tema i 9. klasse og tas videre i 10. klasse, da med hovedvekt på befruktning og fosterutvikling. Begrepene kjønn og kjønnsidentitet drøftes. Humanbiologien kan utvide elevenes forståelse av hva et menneske er og fremme respekt og toleranse. Alle sider ved faget skal underbygge en helhetlig forståelse av mennesket som vesen og menneskekroppens prosesser og funksjoner. Det åpner for aksept av egen kropp og følelsesliv, en driv mot utvikling av egen identitet og evne til å mestre livet i sunnhet og sykdom.

Aktuelle spørsmål og sammenhenger knyttet til bærekraft, miljø og klima tas opp til drøfting gjennom de tre ungdomstrinnårene. Feltøvelser og artsbeskrivelser fra mellomtrinnet er med på å danne grunnlag for temaer som økologi, klima, biodiversitet og evolusjon i biologi.

I 10. klasse forsterkes fagets syntetiske element med fokus på jordens store samvirkende systemer. I økologi behandles fotosyntese, næringskjeders trofiske nivåer og miljøproblemer, for eksempel bioakkumulering av miljøgifter og betydningen av biologisk mangfold for økosystemfunksjoner. Naturressurser, miljøvern og økosystemtjenester er viktige emner, og spørsmål knyttet til klima og global oppvarming forbinder fotosyntesens betydning med klimatologi og samfunnsfag. Menneskets selvforståelse som del av – men også forvalter av – klodens natur tematiseres. Begreper som antropocen kan drøftes på bakgrunn av de menneskeskapte endringene i miljø og klima. Menneskets positive rolle som kultivator og forpakter gjennom landskapskultivering, jordsmonndannelse og naturvern, men også negative sider ved arealforbruk, artsutrydding, forurensning i sjø, luft og

jordsmonn kan alle kaste lys over menneskets selvforståelse og identitet. Mot et slikt bakteppe behandles også spørsmål knyttet til evolusjon, gjerne med fokus på human evolusjon. Elevene kan delta i bestående prosjekter, eller selv planlegge og realisere et småskalaprojekt knyttet til temaene i 10. klasse.

Klodens økosystemiske egenskaper og klima leder over til geografifaget.

Geologi

I 10. klasse fortsetter arbeidet med geologi som ble anlagt i 7. klasse. I 7. klasse står synlige geologiske fenomener i sentrum, mens geologi i 10. klasse handler om de store prosessene innen geologien. Lite av det vi kan gå utendørs og studere og erfare, kan gi oss kunnskap om dette. Den kunnskapen vi baserer opplæringen på i dag, har det tatt århundrer å bygge opp. En egen periode med utgangspunkt i jordkloden som helhet og de store strukturene må derfor i stor grad baseres på modeller og kart. Lærestoffet inkluderer hvordan vitenskapen har kommet frem til teorier og konklusjoner, teknologi som benyttes, og hvordan man har benyttet tverrfaglig samarbeid for å belyse vitenskapelige problemer.

De store overblikkene over klodens utvikling utvider tidsbegrepet, og tid som faktor i vitenskapelig undersøkelse tematiseres.

Vulkanisme og platetektonikk gjennomgås på bakgrunn av kontinentenes historie. Viktig er også eksempler på biogeokjemiske kretsløp og hvordan de har bidratt til klodens utforming over geologiske tidsrom. Slik søkes det å utfordre statiske begrepsdannelser og utvide forståelsen til dynamiske kretsløp, der lokale, regionale og globale faktorer spiller sammen. Videre behandles kjemisk, mekanisk og organisk forvitring, gjerne konkret med feltstudier. Jordartenes forhold til berggrunnen og forskjellen på fruktbar og karrig jordsmonn kan knyttes til erfaringer med hagebruk og jordbruk og skape et grunnlag for en økologisk forståelse.

Astronomi

Astronomifaget i ungdomstrinnet inneholder både et geosentrisk standpunkt, der fenomener på himmelen observeres, og et heliosentrisk standpunkt, der modeller representerer fenomener som ikke kan observeres direkte. Som tredje motiv kan elementer fra kulturhistorie og vitenskapshistorie tas med.

Hovedtyngden av fagstoffet i astronomi blir bearbeidet i 8. klasse. Det bygger på fundamentet av observasjoner i barnetrinnet, av solas dagbue gjennom årstidene, solas forhold til himmelretningene, månens faser og de synlige, kjente stjernebildene. Slik kan overgangen til det heliosentriske perspektivet gjøre begreper som døgn, år og årstider forståelige. Ekliptikken, månens relative bevegelser og sol- og måneformørkelser kan også illustreres og forklares. Deretter følger solsystemet med planetenes baner, deres særlige kjennetegn og avstanden de har til sola. De sirkumpolare stjernebildene og andre for oss synlige stjernebilder plasseres i forhold til hverandre og forstås i sammenheng med himmelens poler og himmelens ekvator. Også fenomener som meteorer, asteroider og kometer behandles.

Astronomi gir mange muligheter for tverrfaglighet. Datogrensen og tidssonene regulerer det globale livet og bringer inn aspekter av historie- og samfunnskunnskap. Det samme gjør biografiene til renessansens astronomer. Årsakene til flo og fjære, og hvorfor utslagene blir forskjellige, kombinerer kunnskap om astronomi med land- og havtopografi.

Det tilstrebes at elevene gjennomskuer forskjellen på fenomen og modell, slik at det siste ikke blir en vedtatt sannhet som reduserer nysgjerrigheten. Opplæringen tar derfor, også etter introduksjon av en modell, utgangspunkt i fenomenbaserte erfaringer og empiri, slik at elevene får mulighet til stadig på ny å oppdage modellenes gyldighet, men også deres grenser. Fagforståelsen blir i størst mulig grad forankret i empirisk erfaring ved å bygge på elevenes egne observasjoner av sol, måne og

planetbevegelser. I en slik dynamisk vekslings mellom fenomenorientert og modellorientert opplæring er kunstøvelser et egnet metodisk hjelpemiddel. Øvelser kan være å tegne stjernebilder, lage bevegelige modeller, bevege planetbaner ved hjelp av bevegelse. Myter og sagn om stjerneverdenen kan fortelles og dramatiseres.

Faget åpner for store og eksistensielle spørsmål som gis plass i samtaler. Det finnes mange dikt til resitasjon som uttrykker menneskets forhold til himmelen, og stjernehimmlen kan inspirere til å skape egne dikt. Planetarium kan besøkes. En skyfri vinterkveld et sted med minimal lysforurensning er det optimale for å erfare stjernebildenes skjønnhet og reelle størrelser.

Fysikk og kjemi

I fysikk og kjemi isoleres krefter, prosesser og stoffer i naturen for å bli undersøkt og forstått. Der det er mulig, danner hverdagshendelser, hverdagsteknologi og aktuelle samfunnstemaer utgangspunkt for å stille spørsmål som kan lede til å undersøke fenomener og sammenhenger.

Undersøkelsen skjer i form av forsøk der prosesser kan iakttas og i form av modeller for det som ikke kan iakttas. Gjennom systematiske forsøk får elevene demonstrert ikke bare faglig innhold, men også grunnlaget for å forklare fenomener og prosesser, trekke slutninger og i noen tilfeller utlede hypoteser som kan testes gjennom nye forsøk. Som del av disse arbeidsmåtene utvikler elevene et fagtilpasset språk.

Det må bygges en bredde av erfaring og innsikt for å utvikle forståelse for forskjellen på naturlov, teori og hypotese og hvordan man har kommet fram til grunnleggende naturvitenskapelige paradigmer og modeller. Biografiene til sentrale bidragsyttere til naturvitenskapenes utvikling tas inn i arbeidet med fysikk og kjemi.

Fysikk

I fysikkfaget opparbeider elevene en systematisk og eksakt iakttakelsesevne. Den sentrale arbeidsmåten er å bli kjent med lover som virker i den fysiske verden gjennom et systematisk arbeid med å bygge hypoteser på grunnlag av observasjoner. Så langt som mulig følger elevene erkjennelsesveien fra iakttagelse av fenomenene til abstraksjon, begrepsdannelse og formulering av lovmessighetene uten å ta konklusjonen på forskudd.

Enkeltfenomenene som undersøkes er allikevel ikke isolerte hendelser i klasserommet, men knyttes til kjente sammenhenger i samfunnet og elevenes liv. For eksempel vil utforskning av elektriske og magnetiske krefter gjennom forsøk knyttes til hvordan vi utnytter elektrisk energi i dagliglivet. Lærer skaper for forståelse for fenomenet som skal undersøkes og legger til rette for at det kan observeres og helst prøves gjentatte ganger.

Den språklige bearbeidelsen legger vekt på en nøyaktig og saklig gjengivelse i tekst og bilde av iakttagelsene. Detaljtegning er et viktig redskap for å iakttas, studere, forstå og huske fagstoffet ved å synliggjøre former, prosesser og sammenhenger. Enkelte lover kan formuleres i enkle matematiske uttrykk.

Statistikk, tabeller og gjennomsnittsregning brukes som refleksjonsgrunnlag i vurderingen av forsøkene.

Fysikktemaene i 8. klasse er mekanikk, magnetisme/elektrisitet, akustikk og optikk. Forsøkene i akustikk og optikk utvikles videre i henhold til elementene i sentrale innhold. Prinsipper for kikkert, mikroskop og kamera presenteres og utforskes praktisk. Elevene prøver ut forhold knyttet til lysbryting, og lovene for lysets forhold til speil og linser utvikles gjennom den fenomenbaserte metoden som er beskrevet ovenfor.

I temaet mekanikk gjelder det å både utforske grunnleggende fysiske lover og den praktiske bruken av lovene om tyngde, balanse og likevekt og hvordan mekaniske prinsipper tas i bruk i redskaper og

maskiner. Lærer presenterer temaene og spørsmålene i undervisningssamtale. Så langt det er mulig, skal temaene (se sentrale innhold) utforskes ved elevaktive forsøk. Noen eksempler: Utforskning av prinsippene for likevekt kan baseres på kroppslige øvelser, for eksempel balansegang på stram line, også med en lang stav i hendene. Skålvekt kan konstrueres og utforskes, gjerne med forbindelse til de matematiske prinsippene for førstegradslikninger. Vektstangprinsippet kan studeres med dette utgangspunkt og arbeides fram til lov for vektstang. Forsøk med å måle energibruken når objekter med ulik tyngde dras oppover skråplan med ulik helningsvinkel kan føres fram til skjematisk dokumentasjon.

I arbeid med kraftoverføring kan elevene utfordres til å konstruere katapulter og studere hvilke faktorer som påvirker skuddlengde. Elevene formulerer spørsmål og hypoteser som kan prøves ut og eventuelt verifiseres, for eksempel ved å prøve ut/predikere effekten av å ta i bruk ulike trinser og blokker for å løfte/heve noe tungt.

Energi som fysisk fenomen og samfunnsmessig utfordring er et gjennomgående tema. Det behandles i elektrisitetlære i 8. klasse og 9. klasse og som del av varmelære og mekanikk i 10. klasse. Arbeidet tar utgangspunkt i lærers presentasjon og enkle elevforsøk i 8. klasse med magnetisme og elektrisk energi som naturfenomener. Deretter fortsetter arbeidet med å bli kjent med former for produksjon og bruk av elektrisk energi. Forbindelsen mellom teori og livspraksis går begge veier: hverdagsteknologi kan danne utgangspunkt for undersøkelse, og opparbeidet kunnskap om ulike fysiske prinsipper kan overføres til deres praktiske anvendelse i hverdagen. Det overordnede målet er å gjennomskue og vurdere kvaliteten av teknologi som vi bruker daglig. For å kunne eksperimentere og forstå virkemåtene, starter man med det enkle, batteriet, og utvikler prinsippene videre til enkel elektromotor, som kan knyttes direkte til dagsaktuelle energispørsmål. Elektriske husholdningsapparater utvider temaet i 8. klasse.

I 9. klasse fortsetter temaet elektrisitet med forsøk som leder fram til formulering av grunnleggende fysiske lover. Energitemaet tas videre til vind- og vannkraft som kilder til elektrisk kraft, med tilknytning til dagsaktuelle samfunnsspørsmål. I 10. klasse er utviklingen av den kuldrevne dampmaskinen et sentralt utgangspunkt for å gå videre til å bli kjent med hvordan en forbrenningsmotor fungerer. Dermed er man midt i dagens debatt om fornybar og ikke-fornybar energi.

Vannets kretsløp og grunnleggende fysiske lover knyttet til vann, luft og varme utforskes i henhold til elementene i sentrale innhold for fysikk i 9. og 10. klasse. I den forbindelse kan elevene få i oppgave å lage en varmluftballong og eksperimentere seg frem til gode forhold mellom stoff, form og varmekilde.

Elevene kan velge en oppfinnelse, gammel eller ny, og presentere den i klassen.

For fysikktemaet meteorologi i 9. klasse er loggføring over lengre tid, enkel statistikk og grafisk framstilling av observasjonsresultater en aktuell arbeidsmåte.

Kjemi

Kjemifaget starter i 8. klasse med forbrenning som hovedtema og en bredde av forsøk som sentral arbeidsmåte. Elevene deltar i sikkerhetsvurderinger før forsøksarbeidet starter, og gode rutiner for lab-arbeid og gjennomføring av forsøk etableres.

Temaet forbrenning binder ulike naturfagsområder sammen: varme, lys og fargelære i fysikken, karbon og andre grunnstoffers forvandling i dannelse av oksider i kjemien. Forbrenningsprosesser er analoge med stofflige nedbrytningsprosesser i planter, dyr og mennesker.

De mest mulig elevaktive forsøkene åpner for rike sanseerfaringer, beskrivelse i bilde og utvikling av fagtekst som nøkler til kunnskap om kjemiske prosesser. Arbeidet kan starte ute med et bål og en begynnende øvelse i iakttagelse og beskrivelse av flammene, varmen, lyset, fargene, luktene, restproduktene.

Forbrenningsforsøkene fortsetter med forbrenning av ulike materialer – eksempelvis ved, kvae, kvist, torv, brunkull, steinkull, olje, svovel og rødt fosfor. Elevene noterer observasjoner, gjerne i form av å utvikle og fylle ut observasjonsskjema der karakteristiske trekk ved forbrenning av ulike materialer dokumenteres: hurtighet, flammefarge, flammestørrelse, beskrivelse av røyk, lukt, aske. Lærer sørger for at elevene bruker korrekte betegnelser på utstyr og materialer og utvikler gode måter å beskrive de kjemiske prosessene på.

De ulike restproduktene, især aske og kull, beskrives. Oksygen som forbrenningsforsterker blir tydeliggjort i forsøk. Reduksjon av oksygentilførsel fører til en tørrdestillasjonsprosess som kan resulterer i trekull, med tjære og tregass som restprodukter. Elevene blir kjent med trekk i kjemiens kulturhistorie ved å høre om/gjøre seg kjent med funksjonen til ildsteder, ovner og skorsteiner.

Parallelt med forbrenningsforsøkene blir fotosyntesen framstilt som modell for å forstå den fine balansen og samspillet mellom oksygen og karbondioksid.

Innendørs kan et brennende stearinlys, i tråd med Michael Faradays klassiske framstilling, runde av eller føyes inn i forbrenningsforsøkene. Elevene iakttar form og farge i flammen, veken og den flytende stearinen. De tegner det de ser, så detaljert som mulig, og gjennomgår observasjonene i samtale. Lærer kan presentere en eller flere av de kjemiske prosessene som kommer til syne: forbrenning som sådan, faseovergang, vanddamp, kapillær væskestrøm i veken.

Begrepene syre, base og salter/krystallisering presenteres og følges opp av egnede forsøk. Metallenes egenskaper ved forbrenning (jernspon, kobber m.m.) og smelting (tinn) synliggjøres. Kalkens naturlige kretsløp beskrives og framstilles som visuell modell, en inngangsport til å forstå store og langsomme prosesser som omfatter alt liv på jorden.

Utnyttelse av kalken til sement og mørtel kan gjennomføres praktisk ved brenning av kalk.

I 9. klasse er kjemisk undersøkelse og behandling av næringsstoffene og deres ulike egenskaper tema. Sentralt er fotosyntesens dannelse av sukker i planten og stoffskiftets nedbryting av sukker til karbondioksid og vann. Omdannelse fra sukker til stivelse og cellulose i plantens ulike deler undersøkes gjennom forsøk og knyttes til den motsatte prosessen hos dyr og mennesker.

Planteoljer og animalske fettstoffer, melk, korn, mineraler og sporstoffer blir undersøkt. Noen eksempler: stivelse fra mel og potet; jod som reagens på stivelse; forvandling fra stivelse til sukker ved hjelp av syre; fettets forbindelse til varme, ild og vann.

Elevene kan gjennomføre og dokumentere en forsøksrekke med registrering av PH-verdi (potential hydrogen) i ulike næringsemner og kjemiske substanser med rødkål/lakmuspapir/BTB som indikator. Dermed blir også begrepene base og syre konkretisert. Forekomst av sukker registreres med Fehlings væske som reagens. Framstillingen av næringsstoffene knyttes til temaene ernæring og helse i humanbiologien.

Ulike typer kjemiske prosesser for foredling eller konservering av råvarer kan gjennomgås/undersøkes/utprøves: varmebehandling, salting, konservering med sukker, melksyregjæring eller annen syrebehandling, luting. Elevene henter inn og deler kunnskap fra en bredde av kilder og tradisjoner om disse temaene.

Beslektete temaer som å framstille såpe av fett og natronlut og papir av cellulose kan behandles som praktiske øvelser.

Navn på grunnstoffer og sentrale kjemiske formler behandles i forhold til temaene i kjemi 8. – 10. klasse. I 10. klasse blir grunnstoffenes systematikk og periodesystemet behandlet i sin helhet, gjerne presentert i store visuelle modeller. Atommodeller presenteres og konkretiseres i forhold til enkelte grunnstoffer.

Lærer har ansvar for at store kjemiske prosesser med samfunnsfaglige implikasjoner blir presentert, behandlet og drøftet. Det omfatter en innføring i oljeraffinering, petrokjemi og industriell utnyttelse av naturressurser. De kjemiske forbindelsene hydrokarboner omtales. Råoljens og kulletts opprinnelse i plantematerialer tematiseres. Raffinering av olje til gasser og brennbare væsker ved hjelp av katalysator, med asfalt som restprodukt, gjennomgås. De petrokjemiske prosessene som muliggjør plastframstilling blir omtalt, og tilknyttede aktuelle utfordringer blir undersøkt. Raffineringsprosesser med katalysator av andre stoffer, eksempelvis ved framstilling av kunstgjødsel, kan inkluderes.

Som demonstrasjonsforsøk kan destillasjon av alkohol utføres gjennom en gjæringsprosess i frukt. Resultatet er et brennbart stoff som kan iakttas ved forbrenning. Framstilling av estere (alkohol + organisk syre) er utgangspunkt for ulike kunstige aromastoffer.

Oksidasjon (oksygen blir bundet til et stoff) og reduksjon (oksygen fjernes) er også et tema i 10. klasse. Oksidasjons- og reduksjonsprosesser kan konkretiseres for eksempel ved å iakttas hvordan oppvarmet kobber blir svart gjennom oksidasjon, men kan få igjen og beholde sin kobberfarge ved hjelp av syredamp – en reduksjonsprosess.

Kjemiens mangfoldige betydning i industri, jordbruk og medisin undersøkes og drøftes.

Underveisvurdering

Sentrale arbeidsmåter viser hvordan underveisvurderingen er en integrert del av en læringsfremmende opplæring, der elevene skal gis anledning til å vise kompetanse på flere og varierte måter, og der læreren og elevene skal være i dialog om elevenes utvikling i faget. Underveisvurderingen skal bidra til å fremme læring og til å utvikle kompetanse i naturfag gjennom å utforske, argumentere, analysere og reflektere over naturfaglige emner og sammenhenger mellom dem, og med fagspråk og teorier vurdere egne funn og resultater. Med utgangspunkt i kompetansen elevene viser, skal de få mulighet til å sette ord på hva de opplever at de får til og til å reflektere over egen faglig utvikling. Læreren skal gi veiledning om videre læring og tilpasse opplæringen slik at elevene kan bruke veiledningen for å utvikle kompetansen sin i naturfag.

Sluttvurdering

Sluttvurderingen skal uttrykke den samlede kompetansen eleven har ved avslutningen av opplæringen etter 10. klasse. Samlet kompetanse inkluderer evne til utforskning gjennom praktisk og kunstnerisk tilnærming i kombinasjon med kunnskap, forståelse, refleksjon og kritisk tenkning. Sluttvurderingen skal vise i hvilken grad eleven kan kommunisere, formidle, forklare og illustrere naturfaglige sammenhenger – både skriftlig, muntlig og digitalt, kan vise undring, observasjonsevne og kan bruke fagkunnskap i nye situasjoner og oppgaver.