

CAPENSIS NO  
NO ÅK 4  
KOMMENTARMATERIAL



INGRID MARTENS OCH LARS THENG

CAPENSIS FÖRLAG AB

2025-11-16

# Kommentarer till innehåll

Texten på detta uppslag tar upp delar av det kommentarmaterial som Skolverket har tagit fram för grundskolans NO enligt Lgr22. För den fullständiga texten hänvisas till Skolverkets webbplats.

## Biologi

Kunskaper i biologi har stor betydelse för samhällsutvecklingen inom så skilda områden som naturbruk, miljö och hälsa. Med kunskaper om naturen och människan får människor redskap för att påverka sitt eget välbefinnande, men också för att kunna främja hållbar utveckling.

## Fysik

Kunskaper i fysik har stor betydelse för samhällsutvecklingen inom så skilda områden som energiförsörjning, medicinsk behandling och meteorologi. Med kunskaper om energi och materia får människor redskap för att kunna främja hållbar utveckling.

## Kemi

Kunskaper i kemi har stor betydelse för samhällsutvecklingen inom så skilda områden som hälsa, materialutveckling, miljöteknik och resurshushållning. Med kunskaper om materiens uppbyggnad och oförstörbarhet får människor redskap för att kunna främja hållbar utveckling.

## Förkunskaper från lägstadiet

Fem kunskapsområden behandlas under årskurserna 1-3.

### Året runt i naturen

- årstidsväxlingar i naturen,
- några djurs och växters livscyklar och anpassningar till olika livsmiljöer och årstider,
- djur, växter och svampar i närmiljön, hur de kan grupperas samt namn på några vanligt förekommande arter samt
- enkla näringskedjor som beskriver samband mellan organismer i ekosystem.

### Kropp och hälsa

- några av människans organ, deras namn och översiktliga funktion,
- människans upplevelser av ljus, ljud, värme, smak och doft med hjälp av olika sinnen samt
- betydelsen av kost, sömn, hygien, motion och sociala relationer för att må bra.

### Kraft och rörelse

- tyngdkraft, tyngdpunkt, jämvikt, balans och friktion som kan upplevas och observeras vid lek och rörelse,
- solsystemets himlakroppar och deras rörelser samt
- människan i rymden.

### Material och ämnen

- hur material kan sorteras efter några egenskaper
- hur materialen kan återvinnas,
- några blandningar och hur de kan delas upp i sina olika beståndsdelar,
- vattnets olika former: fast, flytande och gas, samt avdunstning, kokning, kondensering, smältning och stelning.

### Systematiska undersökningar

- enkla fältstudier, observationer och experiment samt dokumentation och
- några berättelser om hur naturvetenskaplig kunskap vuxit fram.

## Djupare förståelse under mellanstadiet

De ämnesområden som eleverna har bekantat sig med under lågstadiet återkommer på mellanstadiet. Det är lämpligt att börja varje ämnesområde med en kort genomgång av det som eleverna redan vet. Mellanstadiets undervisning ger djupare förklaringar till det som observeras i naturen. Undervisningen är nu uppdelad i de tre ämnena biologi, fysik och kemi. För att förklaringarna ska bli begripliga krävs ofta att fakta från de tre ämnena flätas samman och även att det finns en genomtänkt ordningsföljd mellan kapitlen.

### Natur och miljö (biologi)

Identifiering och gruppering av organismer återkommer. Eleverna ska nu lära sig mer om vad liv är och hur livets utveckling kan förklaras med evolutionsteorin. Konceptet biologisk mångfald tas upp, liksom betydelsen av organismers anpassningar till miljön. Ekosystem studeras på en fördjupad nivå utifrån organismers samspel med varandra och påverkan av miljöfaktorer. Fotosyntes och celledning beskrivs. Ett område är människans användning av naturen genom naturbruk, där hållbar utveckling och ekosystemtjänster är centrala.

### Kropp och hälsa (biologi)

Människans organ beskrivs på en fördjupad nivå genom organens samverkan i organsystem. Vanliga sjukdomar tas upp och även hur de kan förebyggas och behandlas. Frågor om hur hälsan påverkas av kost, sömn, hygien och motion återkommer. Även levnadsförhållanden och beroendeframkallande medel tas upp. En innehållspunkt behandlar puberteten, reproduktion, sexualitet och identitet samt relationer, kärlek och ansvar.

### Fysiken i naturen och samhället

Krafter och rörelser återkommer och beskrivs mer ingående än tidigare. Eleverna har redan lärt sig om solsystemet och dess himlakroppar. Nu får de lära sig hur dag, natt, årstider och år uppkommer. Väderfenomen och deras orsaker förklaras. Nya områden för eleverna handlar om energiformer, energiflöden och energikällor. Fenomenen ljud, ljus och elektricitet tas upp. Mätmetoder tas upp i samband med olika områden.

### Kemin i naturen, i samhället och i människokroppen

Kemin blir nu mer teoretisk genom partikelmodeller för att visualisera materiens uppbyggnad. Egenskaper hos materia beskrivs genom bland annat vattenlösningar. Vatten och luft utgör egna ämnesområden som även har samband med fysikens beskrivning av väder. De kemiska reaktionerna vid fotosyntes och förbränning kompletterar biologins beskrivning, vilket även är fallet med matens näringsämnen. Energifrågor tas upp inom kemin genom bränslen och klimatpåverkan. Miljöfrågor behandlas bland annat genom kunskaper om kemikalier och användning av råvaror.

### Systematiska undersökningar och granskning av information

Fältstudier, observationer och experiment återkommer, med tydligare krav på dokumentation. Eleverna ska också få lära sig om viktiga upptäckter inom biologi, fysik och kemi och vilken betydelse dessa upptäckter har haft. De ska också få övning i kritisk granskning av information i samband med att de själva söker efter fakta om naturvetenskapliga frågor.

## Åk4 - 1 Biologi, fysik och kemi

NO - alla ämnen

### Centralt innehåll i avsnittet

- ◆ Några upptäckter inom biologiområdet och deras betydelse för människans levnadsvillkor och syn på naturen.
- ◆ Några upptäckter inom fysikområdet och deras betydelse för människans levnadsvillkor och syn på naturen.
- ◆ Några upptäckter inom kemiområdet och deras betydelse för människans levnadsvillkor och syn på naturen.

### Kommentarer till innehållet

Det första kapitlet innehåller grundläggande fakta om de tre naturvetenskapliga ämnena. I kapitlet läggs en grund för att förstå hur kunskaper om naturen utvecklas med ett vetenskapligt arbetssätt. I kapitlet nämns några personer som på olika sätt har bidragit till våra kunskaper om världen. Eleverna får på det sättet en känsla för de människor som ligger bakom upptäckter.

#### Vad är naturvetenskap?

Vad menar vi med naturen? Det är inte alldeles enkelt att förklara. För eleverna är naturen antagligen ett begrepp som förknippas med utflykter till skogar och stränder. För naturvetare handlar studier av naturen om allt som finns naturligt. Men även det som vi människor skapar styrs förstås av naturlagarna.

Gränserna mellan de tre ämnena biologi, fysik och kemi är inte skarpa. I antikens Grekland användes ordet fysik om all naturvetenskap. I figuren på sidan 15 syns hur kemi överlappar med både biologi och fysik. Det finns andra områden som har koppling till mer än ett NO-ämne, och eleverna kommer att stöta på fler exempel.

#### Minsta delen?

Vi säger att en atom är den minsta delen av ett ämne och en cell är den minsta delen av en organism. Samtidigt nämns att både atomer och celler består av ännu mindre delar. Hur hänger detta ihop?

Atomer och celler är de minsta delarna som tydligt kan visas höra ihop med ett visst ämne eller en viss organism. Det finns inga ”kopparelektrooner”. Kopparatomen är den minsta del vi kan säga är ”en bit koppar”. På samma sätt ser glukos och andra små molekyler likadana ut i alla celler. En cell är den minsta fungerande delen som hör till en viss organism.

### Skolverkets kommentarer

Det finns stora likheter mellan de tre naturorienterande ämnena biologi, fysik och kemi. Tillsammans kan undervisningen i ämnena ge eleverna förutsättningar att utveckla en helhetsbild av vad naturvetenskap är.

Genom att diskutera vad som utmärker naturvetenskapen kan eleverna få förståelse för hur naturvetenskap skiljer sig från andra vetenskaper, religioner och livsåskådningar.

### Kemi

Kemi handlar om hur ämnen kan förvandlas genom kemiska reaktioner. Hur sådana förvandlingar sker var länge obegripligt för människor. Kemin har en bakgrund i alkemin, och har gått från magi och mystik till att bli en modern vetenskap. Det som sker i atomernas värld kan bara studeras genom de synliga förändringar som kan observeras. De stora genombrotten inom kemi kom först när det vetenskapliga arbetssättet började användas.

Det som Demokritos gjorde var ett tankeexperiment. Sådana kan användas som en pedagogisk metod. Vid ett tankeexperiment försöker man svara på en serie frågor:

- Vad skulle hända om ...?
- Vad händer först ...?
- Vad leder det till ...?

Fördelen med tankeexperiment är att de kan vara totalt oralistiska och ändå ge ökad förståelse för samband, orsak och verkan. Prova gärna med eleverna, till exempel: ”Vad skulle hända om solen alltid skymdes av moln?”

### Materia och ämnen

Vad är egentligen ett ”ämne”? Ordet ämne är ett oprecist begrepp som används om alla former av materia, rena ämnen, blandningar och kemiska föreningar. Om vi inte är noga med vilka ord vi väljer kan det bli svårt för eleverna att ta till sig det ”kemiska språket”.

Ta syre som exempel. När vi använder ordet syre kan det betyda syrgasmolekyler i ren form, syrgas löst i vatten eller syre i en gasblandning. Ordet kan även syfta på enstaka syreatomer som ingår i kemiska föreningar. Luft består av syre och kväve, och då menar vi en blandning av gasmolekyler. Ibland säger vi kanske att vatten består av syre och väte. Då menar vi att vattenmolekyler innehåller syreatomer och väteatomer.

### Upptäckter inom biologi, fysik och kemi samt utveckling av begrepp och förklaringsmodeller

Genom historien har vetenskapliga upptäckter inom biologins, fysikens och kemins områden förändrat människors levnadsvillkor och syn på naturen och världen. Kursplanen strävar efter att lyfta fram betydelsen av naturvetenskapliga upptäckter och därmed visa på vilket sätt biologin, fysiken och kemin är relevanta för eleverna.

Det handlar dels om hur kunskaper i biologi, fysik och kemi kan hjälpa människor att lösa vardagliga och samhällsrelaterade problem, dels om hur vetenskapliga upptäckter har påverkat och påverkar människors syn på naturen. Innehållet syftar också till att ge eleverna möjligheter att särskilja naturvetenskapens sätt att förstå och skildra omvärlden.

Naturvetenskapen skiljer sig från andra sätt att beskriva och förklara naturen genom antagandet

att naturen inte styrs av någon inneboende vilja. Naturvetenskapens beskrivningar grundar sig dessutom på systematiska undersökningar. Det betyder att naturvetenskapen begränsas till att ägna sig åt frågor som kan undersökas med vetenskapliga metoder. Genom systematiska undersökningar kan biologins förklaringsmodeller bekräftas, förändras eller förkastas genom nya upptäckter eller tolkningar.

Den naturvetenskap som eleverna möter i skolan är oftast väl prövad. Men som all mänsklig verksamhet påverkas biologin av de människor som verkar inom den, deras antaganden, frågeställningar och slutsatser och av de historiska och samhällsrelaterade sammanhang som dessa människor verkar inom. Därför är naturvetenskaplig kunskap inte slutgiltig utan föränderlig och föremål för omprövningar. Kunskaper om vad som kännetecknar naturvetenskap är något som behöver behandlas i undervisningen.

I läroboken poängteras tomrummet mellan atomer och molekyler i materia. Elever har ofta en föreställning om att det finns någon sorts ämne mellan atomerna. Var tydlig med att det är atomerna som är materia, det finns ingenting mellan dem. Modeller av atomer ser ut som kulor med olika färger. Under mellanstadiet går vi inte in så djupt på skillnaderna mellan olika atomslag. Detta kräver en mer utvecklad atommodell.

### Biologi

Organismer och arter är två grundläggande begrepp som eleverna behöver bli förtrogna med. En organism är en individ, och kan vara allt mellan en bakterie och en blåval. Ibland tänker yngre elever att det bara är djur som är levande. Ägna gärna en stund till att låta eleverna ge exempel på organismer och det som är något annat. Ett träd är en organism, men en sten är det inte.

Vad som är en art är svårt att ge en exakt definition av. Ofta säger vi att organismer hör till samma art om de kan få fertil avkomma. Detta är dock inte helt sant, eftersom det finns hybrider som är fertila. Inom biologi är det svårt att dra gränser. Artbegreppet är en förenkling som ofta fungerar bra när det handlar om tydligt avgränsade arter som bävvar och brunbjörnar i Sverige. Om vi studerar större områden, eller långa tidsperioder, så finns inga exakta gränser mellan arterna. Dessa resonemang behöver vi inte utsätta eleverna för under mellanstadiet. Använd bara tydliga exempel på arter.

När vi pratar om naturvetenskap framhålls ofta arbetssättet med hypoteser och experiment. Inom biologi är det även vanligt att nya kunskaper tas fram

genom noggranna observationer och fältstudier. Flera av pionjärerna inom biologi, t.ex. Linné och Darwin, kom fram till sina modeller och teorier genom systematiska observationer. Om det finns tid kan ni ta en promenad runt skolan och observera olika typer av organismer. Är de växter, djur eller svampar?

### Fysik

Fysiker studerar det största och det minsta i naturen; såväl hela universum som de allra minsta byggstenarna i materia. Men det finns även fenomen som inte är materiella och därför inte kan inordnas i en skala från stort till litet.

Ämnet fysik är svårare att visualisera än kemi och biologi. I bilden på sidan 15 visas inte de ämnesområden inom fysik som inte går att se, exempelvis krafter och energi. Dessa fenomen är grundläggande inom all naturvetenskap och har betydelse för både kemiska och biologiska förändringar.

Världsbilden är en viktig del av hur vi förstår naturen. På sidan 13 finns en kort berättelse om Nicolaus Copernicus, en av de vetenskapspersoner som tidigt ifrågasatte den dåvarande världsbilden. Exemplet visar på en vanlig situation då de flesta är överens om vad som är rätt och sant. Sedan kommer någon med en ny upptäckt och en förklaring som motsäger den rådande uppfattningen. Efter en tids oenighet och diskussioner kommer man fram till en ny beskrivning som stämmer bättre än den tidigare. Våra kunskaper om naturen växer fram genom många framsteg under lång tid.

## Åk4 - 2 Materia

Kemi

### Centralt innehåll i avsnittet

- ♦ Materiens uppbyggnad visualiserad med hjälp av enkla partikelmodeller.

### Kommentarer till innehållet

I läroplanen och Skolverkets kommentarer betonas att eleverna ska bli bekanta med användning av partikelmodeller för att visualisera materia.

I läroboken används kulmodeller tidigt för att eleverna ska kunna tänka på atomer och molekyler. Utan möjlighet att visualisera materia blir kemin abstrakt och svår att förstå. På det första uppslaget finns en jämförelse mellan atomer och synliga partiklar, t.ex. sandkorn.

#### Partiklar och atomer

Demokritos var den som först använde ordet atom om materiens minsta delar. Hans atomer hade dock inte mycket gemensamt med de partiklar vi idag kallar för atomer. Det tankeexperiment Demokritos gjorde gick ut på att dela kontinuerlig materia i allt mindre delar tills det inte gick att dela mer. Dagens atombegrepp handlar inte om att dela upp materia i små bitar. Materia består av atomer redan innan ”delningen”.

Hur kan vi hjälpa eleverna att föreställa sig atomer som materiens minsta beståndsdelar? Den vanligaste modell vi använder ser ut som kulor med olika färger. Elever tänker ofta att atomer har ungefär samma egenskaper som den synliga materien. Det är naturligt att tänka sig kolatomer som svarta, eftersom en kolbit är svart. Atomer är dock för små för att ha egenskapen färg. Vi bör vara tydliga med att kulorna bara är modeller, där färgen används för att det ska gå att skilja mellan olika atomslag. Syrgas är ju till exempel inte röd.

#### Kemiska experiment

Materia kan endast studeras genom experiment, eftersom vi inte kan observera atomer och molekyler direkt. Kemi är en ganska ung vetenskap. Det krävdes ett helt nytt sätt att tänka på materia, och det genombrottet skedde först vid slutet av 1700-talet.

Ibland anges år 1783 som det år då vetenskapen om kemi föddes. Det var då kemister övergav den tidigare

#### Skolverkets kommentarer

Oavsett om eleverna studerar människokroppen, material i olika föremål eller något kretslopp i naturen, kan partikelmodeller vara till god hjälp för att förstå materien och de kemiska processerna som har betydelse i sammanhanget.

Vad som utgör partiklar i en modell beror av sammanhanget. Då faser, fasövergångar, tryck, volym, densitet och temperatur ska åskådliggöras, föreställer partiklarna atomer och molekyler. Det kan också handla om större partiklar, exempelvis sand och saltkorn, som vi kan se med ögonen. Modellerna hjälper eleverna att visualisera hur partiklarna rör sig i förhållande till varandra, tomrummet mellan dem och vad som inte är uppbyggt av partiklar, exempelvis värme.

I årskurserna 4–6 kan perspektiven vidgas genom att man i undervisningen använder partikelmodeller för att förklara övergångar mellan fast form, flytande form och gasform. Partikelmodeller kan användas för att visualisera och beskriva fasövergångar. Ett exempel kan vara att visualisera och beskriva smältning där rörelsen hos partiklarna i fast materia har ökat så mycket att krafterna som håller dem samman inte längre räcker till för att de ska behålla sitt mönster, utan endast för att hålla dem i närheten av varandra.

teorin om de fyra elementen: jord, luft, vatten och eld. Experiment visade att vatten och luft inte kunde vara grundämnen, eftersom de kunde delas upp i andra ämnen. Scheele är en av Sveriges mest kända kemister, och minst ett tiotal svenska orter har en gata med namnet Scheelegatan eller Scheelevägen. Scheele var troligen den som först identifierade grundämnet syre. I boken beskrivs kortfattat ett par av Scheeles experiment. Syftet är inte att eleverna ska lära sig exakt hur han gjorde, bara att de ska få en känsla för hur kemiska experiment kan gå till.

I samband med detta kapitel är det lämpligt att eleverna får börja testa enkla laborationer. Ett förslag som finns i laborationskompendiet handlar om att mäta vatten med olika hjälpmedel.

## Grundämnen

Ett grundämne definieras som ett ämne med bara en sorts atomer. Det kan inte sönderdelas till andra ämnen. Experiment under 1700-talet visade att vatten uppstod när vätgas reagerade med syrgas. Det betyder att vatten är en kemisk förening av två andra ämnen. Därför kan vatten inte vara ett grundämne.

Experiment med förbränning visade att luft innehåller minst två ämnen. Det ena ämnet förbrukas vid förbränning och när det är slut kan eld inte brinna. Om luft hade varit ett grundämne skulle luftens egenskaper inte kunna förändras på det sättet.

I boken nämns några grundämnen som eleverna nog har hört talas om. Resonera med eleverna om bilden på sidan 23. Hur ser vi att gaserna består av molekyler? Även de övriga atomslagen på bilden kan ingå i molekyler, men hur dessa ser ut tar vi inte upp nu.

Jorden har 92 naturligt förekommande grundämnen. De flesta grundämnen är metaller. Det periodiska systemet innehåller 118 ”upptäckta” grundämnen. Hur har vi kunnat hitta de 26 grundämnen som inte finns på jorden? Svaret är att de kan skapas genom att vi framkallar kärnreaktioner där partiklar kolliderar med varandra och förenas. Dessa tunga grundämnen är vanligen mycket kortlivade. Stabila grundämnen finns bara t.o.m. grundämne 83, vismut. Alla tyngre atomer sönderfaller med varierande halveringstid.

## Former av materia

Eleverna har under lågstadiet stött på begrepp kring fasövergångar i samband med vattnets former. Vi har valt att prata om de tre tillstånden för ett godtyckligt ämne, för att visa att samma resonemang gäller för i princip alla ämnen. I ett senare kapitel återkommer resonemang om faser, i samband med att vattnets egenskaper beskrivs.

Partiklarna på bilderna behöver inte vara enskilda atomer. Även molekyler är en typ av partiklar, vilket också nämns i Skolverkets kommentarer.

Något som kan behöva påpekas är att avdunstning kan ske från en vätska även vid låg temperatur, inte bara vid kokpunkten. Smältpunkt och fryspunkt är alltid samma temperatur för ett ämne. De två faserna fast och flytande form är då i jämvikt med varandra genom att lika många partiklar övergår åt båda hållen.

Vissa kemiska föreningar kan inte upphettas till gasform, eftersom de består av stora molekyler som ”går sönder” vid hög temperatur. Vi tar på denna nivå inte upp det fjärde tillståndet, plasma. Detta tillstånd uppstår vid högt tryck och hög temperatur som finns i stjärnor. I en plasma finns inga atomer, utan materia består av atomkärnor och fria elektroner. På jorden uppstår plasma kortvarigt vid svetsning och blixurladdning.

## Materia ändrar form

Vid fasövergångarna smältning och kokning kommer energi att tillföras till ett system utan att temperaturen ändras. Hur kan vi förklara detta?

Vid uppvärmning av en fast kropp eller en vätska kommer den tillförda energin först att öka den inre energin i systemet. När smältpunkten eller kokpunkten uppnås kommer all tillförd energi att ge ökad rörelseenergi hos partiklarna. Partiklarnas bindningar till varandra minskar.

## Partiklar som rör sig

Ett sätt att visualisera värmerörelse kan vara att låta en grupp med ca 10 elever föreställa partiklar i en bit materia i fast form. Först står alla nära varandra och rör lite på kroppen utan att flytta fötterna.

Ge sedan instruktionen att alla försiktigt tar ett kort steg i valfri riktning. Steget kan vara t.ex. så långt som en fotlängd. De elever som då får en lätt knuff tar ett steg i riktning från knuffen. Vad händer? När rörelsen ökar i materia händer två saker.

Volymen ökar genom att partiklarna (eleverna) kommer längre från varandra. Dessutom förloras den fasta formen när partiklarna glider isär. Det som observeras påminner om vad som händer när en bit fast materia smälter.

## Laborationsförslag

### Mäta volym

Jämför metoder för att mäta upp en bestämd volym

Se instruktion i laborationskompendiet.

## Åk4 - 3 Fysikens grunder

Fysik

### Centralt innehåll i avsnittet

- ◆ Energiformer samt olika typer av energikällor och deras påverkan på miljön. (Anm. Endast energiformer tas upp i årskurs 4. Energitkällor och deras påverkan på miljön behandlas i årskurs 6.)
- ◆ Krafter och rörelser som kan observeras och mätas i vardagssituationer. (Anm. Mer om krafter och mekanik kommer i årskurs 6.)
- ◆ Några instrument samt hur de används för att mäta fysikaliska storheter, till exempel temperatur och kraft.

### Kommentarer till innehållet

I detta inledande fysikkapitel repeteras några begrepp från NO i årskurserna 1–3. Därigenom får alla elever möjlighet att starta från samma utgångsläge när resonemangen fördjupas i efterföljande kapitel.

Detta första fysikkapitel ger en kort introduktion och eleverna får några begrepp att bekanta sig med. Dessa begrepp kommer att användas senare. Energi, krafter och elektricitet återkommer i senare kapitel.

#### Naturlagar

Naturlagar är ett uttryck som ibland används i vardagligt språk om sådant som är förutsägbart, ofta baserat på egna erfarenheter. Om en boll kastas upp i luften kommer den att falla ned igen. Inom fysiken ger naturlagarna en vetenskaplig beskrivning av naturfenomen.

Nationalencyklopedin har följande beskrivning av begreppet naturlag: ”sats eller ekvation som beskriver regelbundenheter i naturförloppen”.

NE:s förklaring tar med både naturens förutsägbarhet och fysikens definitioner och matematiska uttryck i form av ekvationer. I ett senare kapitel ska eleverna få stifta bekantskap med Isaac Newton och hans lagar för mekanik.

Energiprincipen är en grundläggande naturlag som beskriver energins oförstörbarhet. Energiformer och omvandlingar av energi är centrala för mycket som sker i naturen. Vi har därför valt att ge en introduktion till energibegreppet redan i årskurs 4.

### Skolverkets kommentarer

Inom fysiken används ordet energi på ett annorlunda sätt än till vardags. Då är energi något som kan produceras och förbrukas. Allt detta är bortskalat från ordets användning inom fysiken. Där är energi ett abstrakt begrepp som bara kan iakttas indirekt i samband med omvandling av energi, till exempel när en lampa lyser och blir varm då energi överförs till lampan från ett batteri. Energin förbrukas inte utan omvandlas när den flödar genom och mellan olika system, till exempel från kemiskt lagrad energi i batteriet till termisk energi i lampan.

I NO i årskurserna 1–3 möter eleverna innehållet tyngdkraft, tyngdpunkt, jämvikt, balans och friktion som kan observeras vid lek och rörelse.

I årskurserna 4–6 är några instrument samt hur de kan användas för att mäta fysikaliska storheter ett centralt innehåll. Till exempel kan vardagliga mätinstrument användas i enkla experiment för att undersöka tid, massa och temperatur.

#### Energi

Energi är ett centralt begrepp inom fysiken, men svårt att definiera på ett korrekt sätt som eleverna kan förstå. Boken beskriver begreppet energi som ”något som får saker att hända”. Ibland anges att energi kan skapa rörelse, vilket innebär en risk för att det blir svårt att skilja energi från krafter. Om eleverna tycker att det är svårt kan det underlätta att tänka på den grundläggande skillnaden att krafter alltid har en riktning, vilket inte gäller för energi.

Det är lättare att observera tecken på att det finns energi än att beskriva själva energin. Energiformer och energiomvandlingar behandlas för att eleverna ska få en känsla för vad energin gör.

Tänk på att använda rätt ordval. Energi kan inte förbrukas, men en energiform kan förbrukas. Efter en energiomvandling finns energin fortfarande kvar, men den har omvandlats till en energiform med lägre kvalitet, dvs. en som inte är lika användbar.

### Krafter och motkrafter

Krafter kan verka mellan två kroppar på avstånd, exempelvis tyngdkraft och elektrisk kraft. Krafter kan även påverka kroppar genom beröring. Beröringskrafter verkar alltid i båda riktningarna. Tänk på att motkrafter alltid finns och inte beror av något annat än storlek och riktning av den påverkande kraften.

Friktion är en viktig kraft som innebär att fordon kan förflytta sig. Om ett hjul ska kunna rulla över en yta behövs friktion mot underlaget. När vi cyklar gör friktion att hjulet inte slirar, vilket kan ske om det är is på vägbanan. När vi släpar en låda kommer friktionen i stället att hindra rörelsen.

Vissa storheter inom fysiken har riktningar, och vissa har det inte. Ett föremål har en temperatur och en färg. Dessa storheter har inga riktningar. Energi har ingen riktning. Kraft däremot har både storlek och riktning. Vi använder pilar för att rita ut krafter och annat som har riktning. Pilens bas sätts i angreppspunkten. Längden och riktningen visar kraftens storlek och riktning.

Eleverna kan möjligen tycka det är svårt att intuitivt förstå skillnaden mellan energi och kraft. I vardagligt språkbruk finns ett visst överlapp i hur begreppen används. Vi säger till exempel att kraftverk producerar elektrisk energi. I tekniska system används energikällor för att skapa krafter, som sedan kan sätta något i rörelse eller orsaka en deformation.

### Mått och mätvärden

I kapitlet finns en första introduktion till mätning och beräkning som är centralt inom fysiken. Under mellanstadiet handlar det om att mäta sådant som eleverna är bekanta med, exempelvis sträcka och temperatur.

Förr var det ingen vidare ordning på enheterna. Olika länder hade olika sätt att bestämma, till exempel längden på en mil. Dessa gamla enheter lever fortfarande kvar i många sammanhang. Inom fysik och annan vetenskap är enheterna numera exakt definierade genom det internationella SI-systemet.

Sträva efter att använda korrekta benämningar, exempelvis genom att skilja mellan tal och siffror, och att ett mätvärde alltid ska ange vilken enhet som används. I arbetsboken finns en övning som handlar om mätvärden.

### Elektrisk laddning och partiklar

Eleverna behöver vänja sig vid de modeller naturvetare använder för att beskriva materia. Förståelsen underlättas av att begrepp förklaras tidigt i boken. För att förstå fenomenet elektricitet behöver eleverna känna till att atomer har en atomkärna och elektroner.

Partikelmodeller beskrivs och används i både kemi och fysik. Begreppet ”partikel” har ingen entydig definition. Uttrycket ”liten beståndsdel av materia” kan syfta på många objekt av olika storlek. I kemin är partiklarna oftast atomer eller molekyler, medan fysiken även behandlar mindre delar.

Högstadiets kemi och fysik tar upp även protoner och neutroner. En partikelfysiker studerar elementarpartiklar, dvs. de partiklar som bygger upp atomer. Tidigare räknades elektroner och kärnpartiklar som elementarpartiklar, och detta språkbruk förekommer fortfarande i vissa sammanhang. Men nyare forskning har visat att dessa delar av atomer i sin tur består av ännu mindre partiklar, såsom kvarkar och leptoner.

#### Laborationsförslag

##### Mått och mätvärden

Öva på att mäta

Se instruktion i laborationskompendiet.

##### Undersökning av krafter och motstånd

Vilka papper flyger längst?

Se instruktion i arbetsboken.

## Åk4 - 4 Dagar och år

Fysik

### Centralt innehåll i avsnittet

- ♦ Hur dag, natt, årstider och år kan förklaras utifrån rörelser hos solsystemets himlakroppar.

### Kommentarer till innehållet

Kapitlet handlar om hur jordklotets rörelser i solsystemet påverkar oss på jorden. Varför blir det dag och natt? Varför har vi olika årstider och varför är årstiderna olika på olika platser? Vad är en månad för något?

#### Planeten jorden

Som en bakgrund till förklaringarna inleds kapitlet med en beskrivning av skillnaden mellan olika platser. För att förstå betydelsen av jordaxelns lutning behöver eleverna förstå att årstidsväxlingarna är stora nära polerna och knappt märkbara vid ekvatorn.

Om det finns en jordglob på skolan kan det vara bra att peka ut platserna som nämns i boken och lysa med en lampa från sidan. Då får eleverna lättare att visualisera vilken betydelse det har om ljuset faller in rakt mot jordytan eller sprids över en stor yta.

#### Dygnets längd

Innan vi fick en heliocentrisk världsbild tänkte vi oss att solen rör sig runt jorden. Detta är ju en helt naturlig tanke utifrån hur saker och ting ser ut från jordens yta. Tack vare vetenskapliga observationer vet vi nu att det är jorden som rör sig. Jorden rör sig på två sätt, dels runt sin egen axel varje dygn och dels runt solen varje år.

Att jorden snurrar ett varv kring sin egen axel på ett dygn är bara nästan sant. I och med att solen och jorden rör sig i förhållande till varandra måste jorden snurra lite mer än ett varv för att solen ska hamna i samma riktning som den gjorde för 24 timmar sedan. Tiden det tar för jorden att snurra ett varv är därför kortare än 24 timmar, nämligen 23 timmar och 56 minuter.

#### Skolverkets kommentarer

Universums utsträckning i tid och rum har fascinerat människor i alla tider. Både religioner och naturvetenskapen har försökt formulera svar på frågor om universums uppkomst och natur, och svaren har utgjort en central del av människans världsbild.

Kursplanen lyfter genom alla årskurser fram ett innehåll som handlar om den moderna fysikens bild av universum. I NO i årskurserna 1–3 ligger fokus på solsystemets himlakroppar och människan i rymden. I årskurserna 4–6 ska eleverna få stifta bekantskap med hur dag, natt, årstider och år kan förklaras utifrån rörelser hos solsystemets himlakroppar.

#### Tidszoner

Varför har vi tidszoner? Vi är vana vid att hela Sverige har samma tid, men detta infördes först vid slutet av 1800-talet. Innan dess levde vi efter lokal soltid, vilket gjorde att vi inte hade en gemensam tid i landet. På varje plats var klockan 12 när solen stod som högst på himlen. Gör gärna ett tankeexperiment med eleverna och fundera över vad som skulle bli svårt om vi inte hade enhetlig tid. Hur dags börjar barnprogrammen på TV? Hur dags kommer tåget fram?

#### Årstider

Många elever (och även vuxna) har en felaktig uppfattning om orsaken till att vi har årstider. Detta kan gälla även de som har klart för sig att jordaxeln lutar. Två vanliga missuppfattningar behöver motarbetas.

En del elever tänker sig att vi får sommar när nordpolen lutar mot solen genom att vi då kommer närmare solen. Det är visserligen sant att vi är något närmare solen, ungefär som när man lutar sig mot en brasa. Skillnaden i avstånd är dock så liten att den saknar betydelse givet de enorma avstånd det handlar om.

Ett annat felaktigt resonemang gäller det faktum att jordens bana runt solen är en ellips. Det kan leda till tanken att vi har sommar när jorden är nära solen. Det skulle dock leda till att alla delar av jorden har sommar samtidigt, vilket ju inte stämmer. Faktum är att vi är närmast solen i januari. Banan är så svagt elliptisk att skillnaden mot medelavståndet bara är drygt 1,5%. Omräknat till instrålad solenergi ger det en skillnad på cirka 3,5% från medelvärdet.

Årstidsväxlingarna handlar i stället om hur stor yta solljuset sprids över. I boken finns en bild som visar skillnaden. När solen står i zenit vid ekvatorn träffas varje kvadratmeter av maximal strålning. Jämför med hur det blir när solen bara står en liten bit över horisonten. Ljuset sprids då över en stor yta. Varje kvadratmeter får en liten mängd solenergi som kan omvandlas till värme.

Jordens rörelse runt solen tar inte exakt 365 dygn, utan något mer. Julius Caesar var den som först införde regeln med en extra skottdag vart fjärde år. På hans tid hade årstiderna hamnat 67 dagar efter jämfört med årstiden, vilket förstås var förvirrande.

### Månader

Även månens rörelse runt jorden har betydelse för vårt sätt att hålla koll på tiden. Månen har kopplats ihop med vår kalender genom månader. Månaderna är till skillnad från dygnen inte lika långa. Ett månvarv tar lite mer än 30 dagar, och därför är månaderna antingen 30 eller 31 dagar. Februari är kortare för att den används för att justera årets längd.

### Jorden är rund

På fördjupningssidan sist i kapitlet finns ett antal bevis för att jorden är rund, inte platt som människor tänkte sig i förhistorisk tid.

Eftersom knappast någon numera tvivlar på att jorden är ett klot så kan man undra varför eleverna ska läsa bevis för det de redan vet. Temat är dock historiskt intressant på grund av en tidig konspirationsteoretisk rörelse.

Organisationen "Flat earth society" grundades år 1956. Medlemmarna formulerade ett antal argument där de försökte motbevisa den rådande uppfattningen. Rörelser med liknande idéer finns idag i form av webbplatser och samlar en del anhängare.

Även om eleverna inte tror att jorden är platt så kan avsnittet i boken vara en nyttig övning i att se argument för vetenskapliga bevis. Förhoppningsvis kan de få en känsla för hur observationer kan användas som bevis för hypoteser.

### Arbetsuppgifter

I arbetsboken finns två uppgifter som kan ta lite tid att genomföra. Uppgift 4:6 är delvis en övning i läsförståelse där eleverna ska svara på frågor utifrån en text. Men uppgiften fyller även funktionen att visa på att alla tidsintervall inte handlar om astronomiska observationer. Det finns ingen himlakropp som rör sig på ett sätt som kan kopplas till en vecka.

Uppgift 4:7 är en övning i att välja ett av flera alternativ och att argumentera utifrån kända fakta. Liknande uppgifter förekommer på nationella prov, och det är bra om eleverna får träna på metoden.

### Laborationsförslag

#### Gör en skalenlig modell av himlakropparna

Placera solen, jorden och de tre andra inre planeterna på rätt avstånd i relation till avstånden i solsystemet. Ni kan behöva vara utomhus. Placera även ut månen.

## Åk4 - 5 Mångfalden av liv

Biologi

### Centralt innehåll i avsnittet

- ♦ Vad liv är och hur livets utveckling kan förklaras med evolutionsteorin. Biologisk mångfald och organismers anpassningar till miljön.

### Kommentarer till innehållet

Kapitlet handlar både om livet har utvecklats på jorden och om de evolutionära drivkrafter som leder till anpassning och uppkomst av nya arter. Skolverket betonar att undervisningen ska handla om variation och konkreta anpassningar till miljön.

#### Vad är liv?

Vad är liv och hur kan vi skilja levande från icke-levande? Det första uppslaget har en lista med de förmågor som finns hos allt som är levande. Även om eleverna lär sig dessa punkter är det inte självklart att de drar rätt slutsatser. Eleverna kan ha en del föreställningar som det är viktigt att diskutera för en korrekt förståelse. Vilande stadier, som puppor och frön, betraktas ofta av yngre elever inte som levande. Det är inte heller självklart att växter, svampar och alger lever.

#### Den levande cellen

Kunskaper om celler och de grundläggande egenskaper som finns hos allt liv är viktiga för förståelsen av hela biologin. Celler har många gemensamma egenskaper, men de ser lite olika ut inom de stora grupper som organismerna delas in i. Skillnaderna gör att vi kan skilja mellan bakterier, svampar, växter, alger och djur. Huvudgrupperna återspeglar evolutionen och är grunden för den systematik som används för indelning av alla levande organismer.

#### Hur uppstod livet?

Vi vet fortfarande inte exakt hur och var livet uppstod. Det finns ännu inga bevis för att liv finns eller har funnits på någon annan planet än jorden. Men den miljö vår planet har är troligen inte unik i universum.

Vatten är centralt som lösningsmedel för de kemiska reaktioner som kännetecknar liv. Flytande vatten kan endast finnas inom givna gränser för temperatur och lufttryck. På jorden finns vatten i alla sina tre faser; fast, flytande och gasformigt.

### Skolverkets kommentarer

Evolutionsteorin är den teoretiska grund som biologiämnet tar avstamp i. Teorin beskriver och förklarar hur livet genom naturligt urval har utvecklats över tid, från enkla organismer till komplexitet och mångfald. I årskurserna 4–6 ska eleverna möta evolutionsteorin genom innehållet vad liv är och hur livets utveckling kan förklaras med evolutionsteorin, biologisk mångfald och organismers anpassningar till miljön.

Detta kan med fördel tas upp i samband med studier av organismers liv och ekosystem i närmiljön. Det kan till exempel handla om att undersöka konkreta anpassningar hos växter och djur och jämföra under vilka betingelser de lever och vad djuren äter, eller om skillnader mellan individer inom en art.

Genom att undervisningen behandlar variation och anpassningar kan eleverna börja se mönster. Här strävar kursplanen efter att göra innehållet konkret och påtagligt för eleverna och ställer därför de teoretiska aspekterna av evolutionen, som mekanismerna bakom det naturliga urvalet, i bakgrunden.

Grundämnet kol är väsentligt för livet. Kolatomer kan genom sina fyra bindningar ingå i en mängd olika molekyler, både små och stora. Alla stora biomolekyler byggs upp genom kedjor av byggstenar, där kolatomer binder till varandra. Kol kan bilda ämnen som är gasformiga på jorden, främst koldioxid och metan. Tack vare dessa små molekyler kan kol cirkulera mellan levande och icke-levande delar av planeten.

#### Livets historia

Översikten över hela utvecklingshistorien innehåller många fakta som eleverna inte förväntas lära sig i detalj. Det viktiga budskapet är att livet har utvecklats från enkla encelliga organismer till allt mer komplexa livsformer. Intressant att notera är att livet började i vatten och landlevande arter uppstod relativt ”nyligen”.

Fram till för ungefär 2 miljarder år sedan fanns endast prokaryota organismer. Mycket tyder på att cyanobakterier var en dominerande livsform. Syrehalten på jorden ökade snabbt för cirka 2,4 miljarder år sedan. Forskare tror att stora delar av jorden vid den tidpunkten var täckta med is. En hypotes är att cyanobakterier under många miljoner år levde under isen och bildade

syre genom sin fotosyntes. Tjocka lager av levande cyanobakterier har hittats på botten av en istäckt sjö i Antarktis. Den upptäckten visar att cyanobakterier kan överleva länge i en kall och ganska mörk miljö.

Den höga syrehalten möjliggjorde utvecklingen av eukaryota livsformer. Vid det som brukar kallas ”den kambriska explosionen” började en mängd organismer lämna fossil efter sig. För ungefär 550 miljoner år sedan skedde en snabb utveckling av flercelliga arter. För 500 miljoner år sedan fanns alla de stora grupperna av djur. Även om arterna var annorlunda så går det på fossilen att se släktskap med dagens leddjur, blötdjur och koraller.

### Artbildning sker kontinuerligt

Livets utvecklingshistoria visar på svårigheterna att strikt tillämpa begreppet ”art”. Det går oftast att definiera nu levande arter och visa på vad som skiljer dem från varandra. När livets utveckling studeras över långa tidsperioder finns inga tydliga gränser mellan arter.

Arternas utveckling är en kontinuerlig process. Som så ofta när det gäller biologi finns inga knivskarpa gränser. När upphör två populationer att vara samma art? Artbegreppet blir diffust om vi studerar stora geografiska områden och långa tidsperioder.

### Anpassningar och evolution

Att förstå de mekanismer som leder till evolution är viktigt för att förstå biologi. Om förutsättningarna för en gradvis anpassning finns kommer evolution att ske. Egenskaper som påtagligt ökar chansen till överlevnad och fortplantning kan ge snabb evolution.

I boken används ett ”tankeexperiment” om katter som plötsligt tvingas överleva i naturen. För huskatter kan naturen ses som en ny miljö där de inte längre får mat och skydd. Mekanismerna bakom anpassning och evolution är lika oavsett vad som driver anpassningen.

Miljöförändringar kan ibland leda till en snabb utveckling i en ny riktning, genom att villkoren för överlevnaden ändras. I detta sammanhang är det viktigt att inse betydelsen av hela ekosystemets påverkan. Det är inte enbart den fysiska miljön som förändras. Andra arters evolution har också en stor effekt.

Ett exempel är den snabba evolution av däggdjur och fåglar som blev följderna av att de flesta stora kräldjursarter dog ut vid slutet av kritaperioden. Då uppstod nya möjligheter genom att resurser blev tillgängliga när konkurrensen från kräldjuren minskade.

### Vanliga missuppfattningar

Det förekommer missuppfattningar kring evolution. Evolutionen har inget mål, och det finns ingen mekanism som leder till att egenskaper utvecklas för att de behövs. Mutationer sker slumpmässigt och skapar variation. Det naturliga urvalet påverkar arter genom att vissa ärftliga egenskaper blir allt vanligare.

Människan har uppenbarligen påverkats av evolution tidigare, men en idé som dyker upp ibland är att vår evolution nu är ”färdig”. Evolutionen kan inte bli färdig för någon art, eftersom det inte finns något mål. I en föränderlig värld kommer alla att fortsätta utvecklas.

Ett argument för att evolution inte verkar på oss är att nästan alla överlever till vuxen ålder. Men evolution har andra drivkrafter än bara överlevnad. Evolution sker om det finns en ärftlig variation som gör att vissa får fler barn än andra.

### Systematik och släktskap

Linné och hans samtida gjorde grupperingar av arter baserat på ytliga likheter. Den viktigaste metoden i Linnés system för växtsystematik var att räkna antalet ståndare och pistiller i blommorna. Likheter av detta slag kan tyda på att två arter står evolutionärt nära varandra, men det kan även bero på annat. Linné använde ordet kryptogamer för alla ”växtliknande” arter där det inte gick att hitta några blommor. Därmed hamnade alger och svampar i samma grupp, vilket är felaktigt ur ett evolutionärt sätt att se på släktskap.

Numera används genetiska analyser som komplement, vilket ger möjlighet att både spåra släktskap och skilja mellan närbesläktade arter som liknar varandra. Vid all modern systematik strävar vi efter att gruppera organismer i så kallade monofyletiska grupper, där alla arter kan härledas till en gemensam förfader.

I läromedel på grundskolenivå stöter vi på svårigheter om vi ska hålla oss till en helt korrekt systematik. Vi använder till exempel grupperna grönalger och kräldjur, trots att dessa grupper inte är monofyletiska.

### Laborationsförslag

#### Artbestämning

Öva på att ta reda på vilken art du ser

#### Studera växtceller

Titta på celler i förstoring

Se instruktion i laborationskompendiet.

## Åk4 - 6 Vattnets kemi

Kemi

### Centralt innehåll i avsnittet

- ♦ Vattnets egenskaper och kretslopp.

### Kommentarer till innehållet

Vi bor på en planet där 70% av ytan täcks av vatten. Ändå är vatten en bristvara för många människor. Hur hänger det ihop? Det är endast en mycket liten del av vattnet som är sötvatten i flytande form. Genom vattnets kretslopp förnyas hela tiden de tillgängliga förråden av vatten. Men balansen är sårbar. Föroreningar, klimatförändringar och överuttag av flodvatten och grundvatten riskerar att minska vattentillgången.

#### Vattenmolekylen

Det faktum att vattenmolekylen är en dipol gör att vattenmolekyler binder till varandra genom vätebindningar. Bindningen mellan molekylerna är starkare än för andra molekyler i liknande storlek, vilket gör att vatten har hög kokpunkt och hög smältpunkt. Det går åt mycket energi för att sära på vattenmolekylerna.

Även förmågan att lösa upp salter är en direkt följd av dipolegenskapen. Att is är lättare än flytande vatten beror på hur vattenmolekylerna sitter ihop i isen med vätebindningar. Den glesa kristallstrukturen orsakas av vattenmolekylernas form. Slutsatsen är att minst fyra av de fem nämnda egenskaperna beror på att vattenmolekylen är en dipol.

#### Vattnets tre former

Eleverna bör sedan lägstadiet vara bekanta med vattnets tre former. I boken finns en repetition där vi även visar vattenmolekyler i de tre formerna. En anledning till detta är att det blir lättare för eleverna att förstå när de kan visualisera vad som händer med partiklarna. Det är även en fördel att eleverna vänjer sig vid att tänka på materia som uppbyggd av partiklar med ett bestämt utseende.

Vatten övergår vid uppvärmning mellan is, vätska och vattenånga. Missuppfattningar kan uppkomma genom att vi pratar om vatten i olika former på ett sätt som inte är konsekvent. I dagligt tal betyder vatten nästan alltid flytande vatten. Inom kemien är vatten en kemisk förening som består av vattenmolekyler. Vattenmolekylerna är precis likadana oavsett om vattnet finns i fast form, flytande form eller gasform.

#### Skolverkets kommentarer

Kunskaper om vattnets olika former, fast, flytande och gasform, från NO i årskurs 1–3 leder vidare till vattnets egenskaper och kretslopp i årskurs 4–6. Anledningen till att kursplanen lyfter fram vatten som innehåll under hela grundskoletiden är dels att vatten är en oundgänglig del av naturen, dels att vattenförsörjningen är en av människans största utmaningar.

Vattenmolekylen fungerar också som ett tydligt exempel när eleverna möter innehåll om partiklars kretslopp, fasövergångar och interaktion med andra partiklar. Med vattnets kretslopp avser kursplanen vattenmolekylernas resa genom naturen – i molnens små droppar, i regn, snö och hagel som faller i vattendrag, sjöar och hav, och i vattenånga som stiger från vattenytan.

Genom kemiska reaktioner med andra ämnen ingår vatten också i andra kretslopp, exempelvis i fotosyntesen och förbränning eller vid nedbrytning av organiskt material. Vatten är det absolut vanligaste lösningsmedlet både i naturen och i samhället.

En del elever tror att vattenmolekyler vid avdunstning och kokning delas upp i syre och väte. Resonera med eleverna om vad som händer när vatten kokar. Bubblor bildas inne i vätskan och stiger till ytan där de brister. Vad finns det inne i bubblorna?

Vid undersökningar har det visat sig att många elever tror att bubblorna innehåller luft eller syre när de får välja mellan alternativen: luft, syre, vattenånga, väte och koldioxid. En del av svårigheten kan ligga i det faktum att vattenånga inte syns. Elever tänker ofta att moln och röken ovanför en kastrull består av vattenånga. Se till att följande händelsekedja uppfattas korrekt:

1. vatten kokar -> osynlig vattenånga bildas
2. avkylning av vattenånga -> kondensation -> synligt flytande vatten bildas

#### Kretsloppet

Uppslaget ”Vattnets resa i naturen” beskriver vattnets kretslopp. Vid resonemang om vattnets kretslopp är det viktigt att knyta ihop hela cirkeln. De flesta elever känner till avdunstning och nederbörd, men det är inte självklart hur det går till när vattnet återvänder till havet.

I läroboken har vi förenklat genom att inte nämna markvatten och grundvatten och hur det vattnet rör sig. Även det vattenflöde som går från markvatten och upp genom växter är utelämnat. En stor del av avdunstningen från landområden sker via växtlighet. Läraren kan behöva fördjupa om eleverna ställer frågor.

En övning kan vara att tillsammans med klassen resonera om hur en flod blir till och hur den förändras längs vägen. Var börjar den? Vad händer längs vägen? Varför rör vattnet på sig? Var brukar en flod innehålla mest vatten och varför är det så? Varifrån kommer vattnet? Hur förändras vattnets innehåll längs vägen? Några elever kanske har erfarenhet av att dricka vatten direkt ur en bäck på fjället, men de skulle nog inte dricka hamnvattnet vid utloppet. Rita på tavlan och resonera!

Elever har ofta svårare att förstå kondensation än avdunstning. Vid genomgång av vattnets kretslopp kan frågan om vad som egentligen händer vid kondensation fördjupas. Varifrån kommer moln, vad består de av och hur uppstår de? Vad är det vi ser när vi tittar på ett moln? Visa ett enkelt experiment. Ställ fram en bägare med isbitar och studera vad som händer. Det bildas vattendroppar på ytan av bägaren. Diskutera tillsammans med klassen varför detta sker. Hur kan det bildas vatten på bägaren? Varifrån kommer vattnet?

### Betydelsen av flytande vatten

Vattnet är det vanligaste lösningsmedlet i både naturen och samhället. Genom vattnets kretslopp sprids lösta ämnen. Vattenmolekyler ingår även i ett stort antal kemiska reaktioner, där fotosyntes och cellandning har en särställning. Dessa kemiska reaktioner beskrivs i kapitlet om kemiska reaktioner i årskurs 5.

Vatten är helt nödvändigt för transport av ämnen i både växter och djur. Landväxter tar med sina rötter upp vatten och lösta ämnen från markvattnet. Detta vatten rör sig upp genom kärl i stammen och vidare ut till alla blad. Från bladens klyvöppningar avdunstar vatten. Avdunstningen skapar det undertryck som tillsammans med kapillärkraften driver vattenflödet genom växten.

Det finns även ett flöde från bladen nedåt i växten. Detta flöde går genom andra kärl och för med sig glukos som bildats vid fotosyntes i bladen. Rötterna behöver få energirika ämnen från de gröna delarna av växten.

### Vatten och avlopp

Hur påverkar människan det naturliga kretsloppet av vatten? Var hämtar vi dricksvatten och vad händer med det använda vattnet? Förvånansvärt många tänker sig att det vatten som kommer ut från reningsverket kan gå direkt in i dricksvattensystemet. Med hjälp av några ledande frågor blir det uppenbart att samhället har en vattentäkt där det rena vattnet hämtas. Detta vatten passerar sedan via ett vattenverk där kvaliteten säkerställs.

Det är inte lämpligt att dricka vattnet direkt från reningsverket. Syftet med reningen är att vattnet ska bli tillräckligt rent för att släppas ut i naturen. Det innebär främst att det inte ska finnas höga halter av kväve och fosfor som kan orsaka övergödning i vattenmiljöer.

Kvar i vattnet kan det finnas läkemedelsrester, giftiga ämnen och skadliga mikroorganismer. Först efter ett varv genom vattnets naturliga kretslopp har vattnet blivit rent vatten igen. Men även rent vatten från en vattentäkt passerar ett vattenverk innan det släpps ut i vattenledningarna som dricksvatten. Ett undantag är privata brunnar som hushåll på landet brukar ha.

### Halkfakta

Sist i kapitlet finns en sida som beskriver hur halka uppstår när vattnet på marken och i luften fryser till is. Isbildningen sker genom en fasövergång, men skolverkets kommentarer nämner inte att just halka ska tas upp vid undervisningen. Sidan är därför markerad som fördjupning och kan hoppas över.

### Laborationsförslag

#### Vattnets tre former

Hur ändras temperaturen när vatten värms?

Se instruktion i laborationskompendiet.

## Åk4 - 7 Luftens kemi

Kemi

### Centralt innehåll i avsnittet

- ♦ Luftens egenskaper och sammansättning.

### Kommentarer till innehållet

Hur vet vi att luften finns och består av något? Vi märker den mest när den är i rörelse. Vi känner att det blåser och starka vindar kan välta träd. Vi kan också känna att luften är varm eller kall. Samtal om hur vi märker luften kan vara en bra utgångspunkt för att förstå vad luft är.

#### Luftens gaser

Luften syns inte men är ändå en form av materia. Precis som annan materia består luften av atomer och molekylar. Detta kan vara svårt för eleverna att förstå. I boken finns en bild som visar partikelmodeller av gasmolekyler.

Påminn gärna om att det inte finns något mellan partiklarna. Det är partiklarna som är luften. De rör sig hela tiden och krockar med varandra. En gas fyller hela det utrymme där den finns. Hur kan det då komma sig att luften stannar kvar runt jorden? Orsaken är förstås att alla atomer påverkas av jordens dragningskraft. I luften uppstår en balans mellan kraften som drar partiklarna nedåt och rörelsen som får partiklarna att fara omkring. Den lättaste gasen är vätgas, och på mycket hög höjd kan väte lämna jorden och ge sig ut i rymden.

Luftfuktighet kan behöva förklaras. I boken finns ett exempel med ett normalstort sovrum som innehåller 300 gram vatten. Om man får så mycket vatten hållt över sig blir man ordnetligt blöt. Man blir inte blöt i sovrummet eftersom vattnet där finns i gasform. Vi säger ofta vattenånga när vi vill vara tydliga med att vattnet är i gasform. Men det är helt korrekt att säga att det finns vatten i luften. Det kemiska ämnet är vatten, oavsett vilken form vattnet har.

#### Luftryck och densitet

Luftrycket uppstår genom jordens dragningskraft på luftens partiklar. Trycket varierar genom att luften har olika täthet beroende på hur varmt det är. Luftens tryck märker vi inte, men vi kan observera effekter av luftryck genom experiment. Om en ballong blåses upp ser eleverna att ballongen spänns ut av trycket från den instängda gasen.

#### Skolverkets kommentarer

Det är inte självklart för eleverna att även sådant som man inte ser är uppbyggt av materia och kan utforskas. I årskurserna 4–6 ska eleverna möta innehållet luftens egenskaper och sammansättning för att därigenom bli medvetna om att luft består av något och tar plats. I det här sammanhanget kan användande av partikelmodeller underlätta elevernas lärande.

Eleverna har erfarenheter av kall och varm luft, motvind och medvind, inandning och utandning. Dessa erfarenheter kan ligga till grund för enkla naturvetenskapliga undersökningar av till exempel hur olika föremål rör sig i luften och hur man konstruerar något som faller långsamt eller fort. Kursplanen öppnar också för samtal om hur luftens egenskaper utnyttjas inom olika aktiviteter, till exempel när man flyger med luftballong eller vid olika metoder för att dyka, förr med dykarklocka och i dag med luft i tuber.

Eleverna ska även få utveckla kunskaper om att luften består av en blandning av olika gaser. Till exempel kan deras egna erfarenheter av unken luft under en lektion i ett dåligt ventilerat klassrum användas för att diskutera luftens sammansättning. Det är också möjligt att undersöka varför en växt kan överleva i en stängd burk, men varför ett ljus som placeras i samma burk slocknar.

Luft utvidgas när den värms upp och det är därför vi kan flyga med varmluftsballonger. Det finns många sätt att visualisera hur densiteten påverkas av temperaturen. Ett enkelt experiment är att sätta en ballong på öppningen av en flaska. Sätt flaskan i varmt vatten och studera vad som händer med ballongen. En annan ballong kan blåsas upp och sedan tryckas ned i isvatten. Fråga eleverna vad de tror kommer att hända. Resonera om vad som händer med luftens partiklar. Antalet partiklar ändras inte, men de är tätare ihop när det är kallt och längre isär när det är varmt. Det går även att se hur trycket inne i ballongen ändras med temperaturen.

Vad händer om en uppblåst ballong släpps? Eleverna har nog erfarenhet av att ballonger med luft kommer att falla till golvet. Heliumballonger stiger upp till taket. Resonera med eleverna om orsakerna till det ni ser.

Som jämförelse kan ni även fundera över vad som händer om en ballong pressas ned i vatten. Det krävs en kraft för att trycka ned ballongen under ytan. Varför? Orsaken är den lyftkraft som beskrivs av Arkimedes princip. En något mer visuell förklaring kan vara att det undanträngda vattnet strävar efter att rinna nedåt, in under ballongen. Ballongen strävar inte efter att stiga, det såg vi ju när vi släppte ballongen i luft. Men eftersom vattnet har högre densitet kommer det att dras nedåt av en större kraft än den som påverkar luften i ballongen.

### livet och luften

Atmosfären ger upphov till det fenomen vi kallar för växthuseffekt. Här nämner vi bara den uppvärmande effekt som gaserna i atmosfären har. Den förstärkta växthuseffekten som förändrar klimatet kommer eleverna att få lära sig mer om senare.

En jämförelse med månen kan göra det tydligt vilken betydelse luften har. Ta gärna upp frågan om varför astronauter på månen måste ha rymddräkt. Eleverna har antagligen flera förslag. Astronauterna behöver förstås syre, men de måste även ha skydd mot de extrema temperaturerna. Utan luftens utjämnande effekt växlar temperaturen mellan -170 och +100 grader.

Fotosyntes har genom bildning av syre förändrat jordens atmosfär, och detta fick stor betydelse för livet på jorden. I biologin beskrivs vad som hände när syrekrävande cellandning kunde utvecklas. Flercelliga organismer hade nog inte uppstått utan syre.

Skolverket nämner i sina kommentarer att eleverna kan få diskutera vad som händer med luften i ett klassrum som inte vädras. De flesta tror nog att det blir ont om syre, och att detta kan göra oss trötta. I själva verket är det under normala omständigheter en hög nivå av koldioxid som påverkar oss. Detta händer långt innan vi märker av syrebrist.

### Fler fakta om atmosfären

Den sista sidan är markerad som fördjupning och kan tas upp i mån av tid och intresse. I atmosfären kan vi se en del fenomen som kan behöva en förklaring. Rymdstenar som brinner upp kan ses som ”stjärnfall”. Friktionen mot luften får stenarna att brinna genom att de har mycket hög hastighet. De stenar som inte hinner brinna upp helt kan nå marken och kallas då för meteoriter.

Ozonen i stratosfären är viktigt som skydd för allt liv på land. Vi säger ofta ozonskikt eller ozonlager, vilket kan ge en bild av att ozonet finns koncentrerat. Om allt ozon skulle pressas ihop i ren form vid samma temperatur och tryck som vid jordytan skulle lagret bli 2 - 5 mm tjockt. I verkligheten finns ozonmolekyler utspridda i stratosfären på höjden 10 - 50 km över jordytan. Ozon både bildas och bryts ned genom inverkan av UV-strålning. Jämvikten påverkas av kemiska ämnen och partiklar i atmosfären. Freoner och en del andra molekyler med halogener påskyndar nedbrytning av ozon. Uttrycket ”ozonhål” syftar på den uttunning av ozonskiktet som har gjort att mängden ozon är mindre än under förindustriell tid i vissa delar av atmosfären.

En vanlig missuppfattning är att blanda ihop ozonproblemet med växthuseffekten. Ozonet stoppar inte värmestrålning och ”ozonhålet” ger inte en ökad uppvärmning av jorden. Effekterna av ozonbrist handlar om skador på celler som uppkommer av energirik UV-strålning.

Solvinden skapar norrsken och sydsken när elektroner och andra partiklar från solen träffar luftens atomer. Molekyler av syre och kväve bromsar elektronerna i solvinden och då omvandlas rörelseenergi till synligt ljus.

### Laborationsförslag

Undersök växter och ljus i burkar  
Undersök uppblåsta ballonger

## Åk4 - 8 Vädret

### Fysik

#### Centralt innehåll i avsnittet

- ♦ Vanliga väderfenomen och deras orsaker, till exempel hur vindar och nederbörd uppstår.

#### Kommentarer till innehållet

Vädret hänger ihop med lufttryck och hur luften påverkas av temperaturen. Det väder vi upplever sker mest i troposfären, som är den nedersta delen av atmosfären. Kapitlet inleds med en kort beskrivning av hur vi kan studera vädret genom att mäta olika egenskaper hos luften.

Skolverket föreslår att eleverna själva kan genomföra observationer och registrera mätvärden. I arbetsboken finns ett förslag på hur en sådan studie kan göras. Ett syfte med uppgiften är att eleverna ska få förståelse för att prognoser blir alltmer osäkra ju längre in i framtiden de sträcker sig.

#### Temperatur

Mängden solinstrålning är det som har störst betydelse för den mätbara temperaturen i luften. Hur varmt det är påverkas även av utstrålningen. När det är molnigt hålls uppvärmd luft kvar längre än när det är molnfritt. Effekten är tydligast under vinternätter. En vanlig missuppfattning av orsak och verkan är att det ofta blir kallt av att det är fullmåne. Den korrekta förklaringen är att vi kan se fullmånen när det är molnfritt, och då är det också kallare på grund av hög utstrålning av värme.

Den upplevda temperaturen nämns ibland i väderrapporter. Upplevelsen beror på hur bra kroppen klarar av att hålla hudens temperatur konstant. När det är kallt håller vi oss varma genom att ha ett lager uppvärmd luft nära huden. Detta fungerar inte om det blåser. Resonera gärna med eleverna om vilken nytta kläderna gör och vilken typ av kläder som fungerar bäst när det är både kallt och blåsigt.

När det är varmt och torrt kan huden kylas av genom att svett avdunstar. Varje vattenmolekyl som lämnar huden tar med sig lite värmeenergi. Vid hög luftfuktighet blir avdunstningen mindre och därmed får vi sämre avkylning. Tänk på att det är avdunstningen som är kylande, inte svettningen i sig. Svett som rinner eller droppar från huden i flytande form kylv inte.

#### Skolverkets kommentarer

Vilka väderfenomen som behandlas i undervisningen kan väljas utifrån lokala förhållanden, rådande årstid och aktuella händelser i världen. Det kan till exempel handla om regnbågen, en tromb, sjöbris eller åskväder. Det kan också handla om hur vindar och nederbörd uppstår.

Progressionen från årskurserna 1-3 ligger i att eleverna nu i allt högre utsträckning får möta fysikaliska begrepp för att kunna förklara orsakerna till olika väderfenomen och på så sätt få en förståelse för olika begrepp som används i väderleksprognoser.

Elevernas möte med innehållet kan också innebära att de får genomföra enkla systematiska väderobservationer och registrera mätvärden med olika tidsintervall. Det kan handla om att mäta temperatur, regnmängd, lufttryck eller vindstyrka. Vid mätningarna finns även möjligheter att bekanta sig med enheter för de olika storheterna.

#### Molnbildning och nederbörd

Hur kan vi se vattenången i luften? Svaret är att det kan vi inte, för vattenånga är alltid osynlig. En felaktig tanke som kan dyka upp är att moln och dimma består av vattenånga. I själva verket är det små droppar av flytande vatten vi ser. Dessa små droppar bildas genom kondensation bara när luften är mättad med vattenånga, vilket ofta inträffar genom att fuktig luft avkyls.

Eleverna kanske tycker det är konstigt att vattendropparna inte ramlar ned. Dropparna kan hålla sig svävande så länge de är ”mycket små”. Då kommer de att knuffas runt av luftens molekyler, vilket motverkar rörelsen nedåt.

Kondensation underlättas av små partiklar i luften som ger en yta där flytande vatten kan samlas. När alltmer vatten kondenserar kommer dropparna att växa tills de blir så stora att de börjar falla. En möjlighet med koppling till molnbildning är att kunna framkalla regn genom att sprida lagom stora partiklar i luften. En del försök har gjorts genom spridning av silverjodid eller andra salter i moln. Framgången har varit varierande, bland annat eftersom det är svårt att förutsäga exakt var regnet kommer att falla.

## Vindar

För att förstå uppkomsten av vindar behöver eleverna förstå några grundläggande saker om hur värme påverkar materia. Värme ger ökad rörelse hos partiklar. Ökad rörelse gör att partiklar knuffar mer på varandra, vilket gör att volymen ökar. En volym luft som kan röra sig obegränsat kommer att utvidgas vid uppvärmning. Över en varm markyta (eller vattenyta) sker utvidgning uppåt, vilket får effekten att luftens tryck mot markytan minskar. Följden blir ett lågtryck.

Luften från lågtrycksområdet sprids till omgivande områden. När luften kommer upp på högre höjd kyls den ned och börjar sjunka. Ett högtryck bildas över markytan. Luftmassornas rörelser runt högtryck och lågtryck är betydligt mer komplicerade än vi beskriver i boken. Luften i olika typer av lågtryck och högtryck kan vara antingen varm eller kall, beroende på årstid.

Vindar blåser i princip från högtrycksområden mot lågtrycksområden, men luften rör sig inte spikrakt utan avlänkas i en cirkulation runt de centrala delarna.

## Väderprognoser

Ett uttalat syfte som Skolverket nämner är att eleverna ska förstå de begrepp som används i väderprognoser. I boken finns exempel med symboler på en väderkarta och i texten förklaras betydelsen av symbolerna står för.

Begreppen som används i väderprognoser brukar vara i stort sett samma oavsett källa. När det gäller symbolernas utseende finns ingen vedertagen standard. Alla som tillverkar väderkartor tycks ha en egen uppsättning av solar, snöflingor och regnmoln.

Flera av begreppen används ofta lite oprecist när vi pratar i dagligt tal. SMHI har en lista med exakta definitioner av väderbegrepp. <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/vaderprognoser/vadersprak-vad-betyder-orden>

Fronter är ett troligen ett nytt begrepp för eleverna. För meteorologer är fronter viktiga, eftersom de ofta innebär förändringar i vädret. Som namnet antyder så kommer varmfronter med varmare luft, medan kallfronter har med sig kallare luft. Precis vid fronten är vädret ofta lite stökigt och innebär sådant som meteorologer ibland benämner ”spännande väder”.

## Farligt väder

Ibland är vädret livsfarligt. Varje år förekommer dödsfall som har med vädret att göra. Halkolyckor är en uppenbar risk som ger dödsfall i trafiken. Extrem värme och extrem kyla ger mätbara effekter på dödligheten. Enligt forskning ökar antalet dödsfall i Sverige med nära fem procent under extremt varma dagar. Effekten är ännu tydligare längre söderut i Europa.

Som en följd av den globala uppvärmningen kommer det att bli allt vanligare med extrema väderhändelser. När det finns mer energi i atmosfären kommer värmeböljorna att bli extra varma, men även dagar med stark kyla förväntas öka. De stora tryckskillnaderna mellan olika områden leder till att orkaner inträffar oftare. I Sverige har vi inte de allra mest förödande vindarna i form av tyfoner. Men även mer måttlig vind ger en del dödsfall genom att människor kommer ivägen för saker som flyttas av stormvindar.

Vi ser redan många exempel på extremväder. En enskild händelse kan inte sägas bero på klimatförändringen, men prognosen är att de blir vanligare, och det är det vi ser.

### Laborationsförslag

#### Stämmer väderrapporten?

Jämför prognos och faktiskt väder

Se instruktion i arbetsboken.

## Åk4 - 9 Växternas utveckling

Biologi

### Centralt innehåll i avsnittet

- ♦ Hur djur, växter och svampar kan identifieras och grupperas på ett systematiskt sätt, samt namn på några vanligt förekommande arter.

### Kommentarer till innehållet

Förmåga till fotosyntes finns hos arter inom flera av livets huvudgrupper. Arter med fotosyntes hör till någon av följande grupper: cyanobakterier, växtplankton, alger eller växter. Fotosyntesen ”uppfanns” av cyanobakterier för 2 500 miljoner år sedan. Kloroplaster, som finns i eukaryota organismer, har evolutionärt sitt ursprung i cyanobakterier. Det innebär att fotosyntes med hjälp av klorofyll bara har utvecklats en gång.

Titta tillbaka på översikten i kapitlet ”Mångfalden av liv” för att leta fram de fyra grupperna av organismer och se i vilken ordning de utvecklades. Notera hur sent landväxter, och i synnerhet blomväxter, dök upp.

#### Vad är en alg?

Alger utgör inte en homogen grupp i biologisk mening. Nationalencyklopedin definierar alger så här: ”sammanfattande namn på flera grupper av en- och flercelliga organismer som kan fotosyntetisera och som lever i fuktiga miljöer”. Definitionen handlar alltså om levnadssätt och inte om evolutionärt släktskap.

Cyanobakterier kallas ofta för alger, t.ex. vid nyhetsrapportering om algblomningar. Blågröna alger är en äldre benämning. Numera brukar de oftast inte räknas in i gruppen alger då de inte är eukaryota organismer.

#### Vad är en växt?

Evolutionärt är växter alla de arter som har utvecklats ur grönalger, inklusive grönalger själva. Detta kan vara förvirrande eftersom vi i dagligt tal oftast pratar om grönalger som alger, vilket också är helt korrekt enligt definitionen av alger. Grönalger är alltså både alger och växter. I boken behandlas grönalger bland övriga alger. Vi förenklar lite genom att avgränsa gruppen växter till de arter som har anpassats för att leva på land.

### Skolverkets kommentarer

I årskurserna 4–6 vidgas studierna av principerna bakom biologisk systematik till hur djur, växter och svampar kan identifieras och grupperas på ett systematiskt sätt.

Grupperingen kan ta sin utgångspunkt i observerbara likheter och skillnader i utseende och egenskaper hos olika arter. På så sätt kan eleverna bli medvetna om att noggranna och systematiska observationer av olika arters karaktärer utgör grunden för hur organismer identifieras och hur man använder bestämmningslitteratur.

Innehållet öppnar även för att undervisningen behandlar släktskap mellan olika organismer och kan med fördel tas upp i samband med innehåll om evolutionen.

#### Vad är plankton?

Begreppet plankton syftar på organismer som lever fritt drivande i vattnet, det vill säga alla som inte är förankrade i underlaget och inte heller simmar aktivt. Till plankton räknas vattenlevande mikroorganismer, men även maneter och en del andra större arter.

Växtplankton inkluderar alla arter med fotosyntes, vare sig de är alger, växter eller cyanobakterier. De är vanligen encelliga men lever ofta i kolonier med flera celler.

#### Evolution av växter

Växternas utveckling från grönalger handlar främst om anpassningar till landlev. Växterna har gradvis blivit allt mindre beroende av omgivande vatten. Det är lätt att hitta exempel som visar den gradvisa anpassningen.

Utvecklingen av växter visar tydligt på ett fenomen som är vanligt under livets historia på jorden. Flera gånger har en grupp av organismer utvecklat en ny anpassning som gett stora fördelar jämfört med de arter som funnits tidigare. Den nya gruppen får en period av dominans och breder ut sig i många miljöer. Efter en tid kommer ytterligare ett evolutionärt framsteg, och en annan grupp blir framgångsrik.

De tidigare dominerande grupperna konkurreras ut från många miljöer, men försvinner inte helt. Arterna finns kvar i mindre skala i speciella miljöer där deras anpassningar fungerar väl. På detta sätt har mossorna fått ge plats åt ormbunksväxterna, vilka i sin tur minskade när fröväxterna dök upp på scenen.

### Spridning med sporer eller frön

Skillnaden mellan sporer, pollen och frön kan vara svår att förstå. Alla tre spridningsdelarna sprids i samband med fortplantning från den planta där de bildades.

Sporväxterna har livscyklar som innebär att det finns två generationer som är olika varandra. Den ena generationen bildar sporer som sprids. Sporer växer upp till ett mellanstadium där befruktning sker genom att hanliga könsceller simmar till honliga könsceller, vilket ger en könlig befruktning. Efter befruktningen växer en sporbildande generation upp. Mossor och ormbunkar har könsceller som måste simma ett stycke för att befruktning ska ske. Det gör att dessa växter är beroende av vatten för fortplantningen.

Fröväxternas frön motsvarar sporväxternas sporer. Frön växer upp till vuxna plantor som bildar pollen och fröämnen. Efter befruktningen bildas frön. Frön kan spridas långt med hjälp av djur, vind eller vatten.

### Blomväxter har pollinering

För växter på torra land är den könliga befruktningen en liten utmaning, eftersom överföring av könsceller inte sker lika enkelt som i vatten.

Blomväxternas framgång som landväxter har skett till stor del genom att de har kunnat lösa pollineringen. Pollen innehåller de hanliga könscellerna som befruktar fröämnen i pistiller. Könscellerna behöver inte simma eftersom pollen sprids med vind eller djur, oftast insekter.

Könlig förökning är viktig för att öka den genetiska variationen. Variationen behövs för att arterna ska kunna anpassas till nya miljöer och ändrade förhållanden.

### Vegetativ spridning

Spridning av blomväxter kan ske även utan frön, oftast i närheten av en ursprunglig växtplats. Fördelen är att en individ kan breda ut sig och täcka en stor yta. Kvickrot och andra besvärliga ogräs visar hur effektivt det kan vara. Arter som kan spridas vegetativt har normalt även könlig förökning.

Några exempel på spridning utan frön:

- ◆ liljekonvalj: jordstam som skjuter skott
- ◆ smultron: utlöpare
- ◆ åkerfräken och åkertistel: rotskott
- ◆ jordärtskocka: rotknölar
- ◆ krokus: lökar
- ◆ murgröna: sticklingar

### Växternas försvar

På land finns många växtätande djur, och växter har utvecklats olika anpassningar för att klara av betning. En strategi är att växa på ett sådant sätt att det inte är en katastrof om en del av individen blir uppäten. Gräs har en tillväxtzon när marken och växer lätt upp på nytt om strået betas. Många träd och buskar skjuter lätt nya skott från stammen.

I boken finns några exempel på hur växter gör sig otrevliga att äta. Det kan handla om vassa och stickiga delar, eller giftiga ämnen. Både växten och djuret tjänar på att djurens smaksinne kopplar ihop giftiga ämnen med besk smak. Djur lär sig vilka arter de ska undvika.

### Laborationsförslag

#### Dissekera blommor

Undersökning av blommans delar

#### Frön som gror

Observera steg i frögroning

Se instruktion i laborationskompendiet.