



Lärare som provar äggkartongsövningen bygger en modell av glukos, under en NO-kursdag våren 2022.

# FOTOSYNTES OCH CELL- ANDNING PÅ MOLEKYLNIVÅ

## – Äggkartongsövningen

TEXT: Ammie Berglund, Kerstin Westberg och Jenny Lagerqvist, Bioresurs

*Varifrån kommer atomerna under fotosyntes och cellandning och vart tar de vägen? Detta illustreras med hjälp av flirtkulor i en lektionsaktivitet som vi kallar "Äggkartongsövningen". Övningen syftar också till att förtydliga hopp mellan olika organisationsnivåer.*

Fotosyntesen är livsviktig för levande organismer i både havs- och landekosystem. Alger, växter och cyanobakterier ger en primärproduktion av biomassa som sedan omsätts av andra organismer i näringskedjor och näringsvävar. Fotosyntes är en förutsättning för vår existens – utan den försvinner viktiga ekosystemtjänster. Ingen mat. Inget syre. Med utgångspunkt i de didaktiska frågorna *vad*, *hur* och *varför* ska vi titta närmare på hur detta viktiga område kan tas upp i undervisningen.

### Vad? – enligt styrdokumentet

I skolans reviderade styrdokument för grundskolan (Lgr22) finns begreppen fotosyntes och cellandning med i det centrala innehållet både för årskurs 4–6

och 7–9. Men många elever har redan hört ordet fotosyntes när de kommer till mellanstadiet, till exempel från filmer, barnprogram och undervisning. I årskurs 1–3 ingår att jobba med enkla näringskedjor, och i sammanhang där man pratar om växter är det naturligt att ta upp fotosyntes som begrepp. Eller i samband med människokroppen, att vi behöver andas syre som kommer från växterna.

I kommentarmaterialet för grundskolans biologi får man viss ledning i tolkningen av på vilken nivå fotosyntesen kan behandlas för olika stadier. Ur kommentarmaterialet, åk 4–6: *Kursplanen avser då inte i första hand att undervisningen ska behandla hur man skriver reaktionsformler. Det räcker att eleverna får förståelse för reaktionernas innebörd och därmed förstår att fotosyntes och cellandning är centrala delar i olika*

*kretslopp. Fotosyntes och cellandning kan också illustrera organismernas livsvillkor och ömsesidiga beroende.*

Det vi behöver fråga oss är hur processerna fotosyntes och cellandning kan göras konkreta i termer av materiaomvandling och energiomsättning.

## Hur? – didaktiska strategier

Vatten och koldioxid blir socker och syrgas med hjälp av solljus. Detta enkla sätt att formulera fotosyntes väcker frågor: Hur går det till? Vad är egentligen socker för något? Vad gör solljuset?

Forskning som kartlagt elevers, studenters och allmänhetens kunskaper om fotosyntes visar att det finns en hel del uppfattningar som inte stämmer med dagens biologiska förklaringsmodeller. Ett exempel är att många tror att det mesta av massan i ett växande träd kommer från marken (medan det kommer från luftens koldioxid). Ett annat att växternas fotosyntes direkt omvandlar koldioxiden som vi andas ut till syrgas (det korrekta är att koldioxiden utgör byggmaterialet för sockret medan syreatomerna i syrgasen kommer från vattnet).

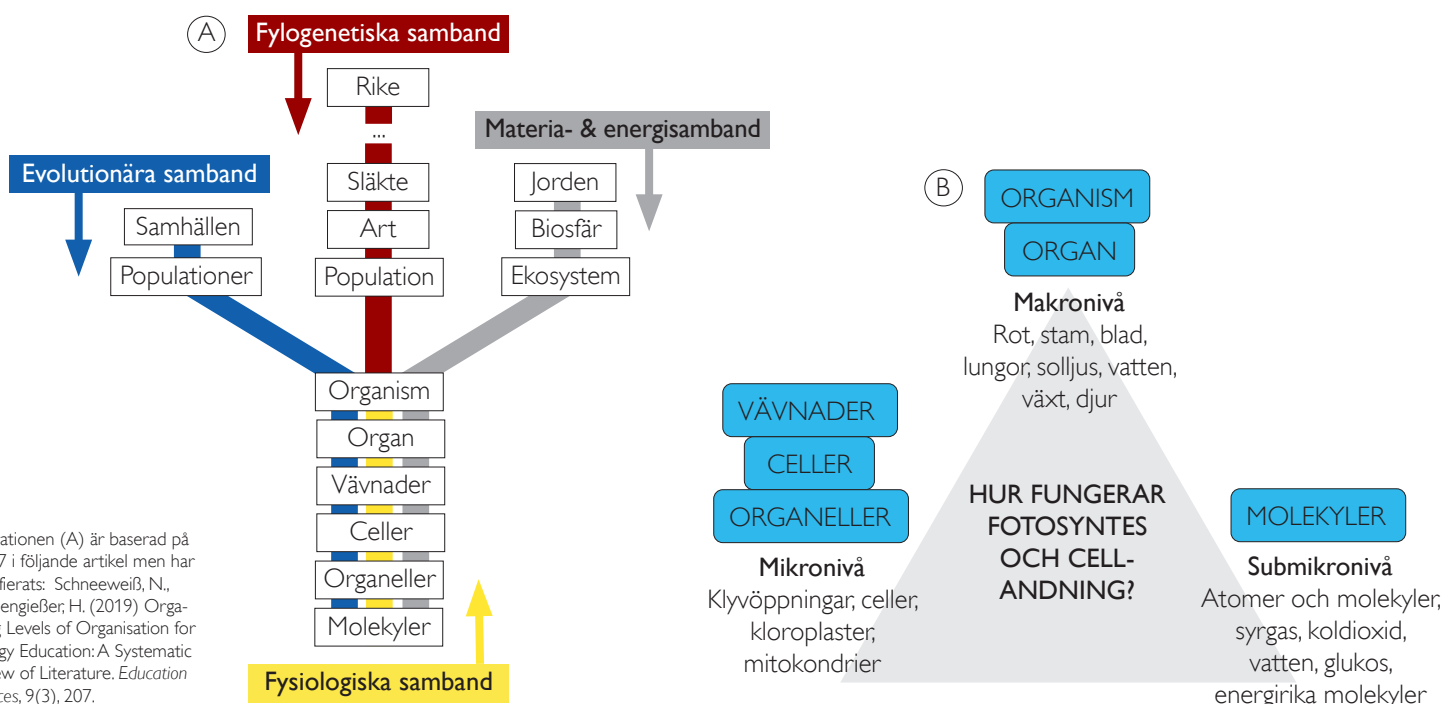
Ett råd från forskningen för att minska denna typ av uppfattningar är att iscensätta undervisning som synliggör materia i fotosyntesen. Eleverna behöver få hjälp att få syn på varifrån atomerna kommer och vart de tar vägen. Det är även bra om undervisningen stöttar förståelsen av de energi-omvandlingar som sker (ljusenergi till kemisk energi som lagras i de ämnen som bildas).

Inom biologin rör vi oss mellan olika så kallade organisationsnivåer (se figuren nedan till vänster): från molekyler till ekosystem. Skalan omfattar allt från nano-/mikrometer till kilometer/mil/"världskartenivå". Tidsbegreppen går från nanosekunder till miljarder år. Att förstå fotosyntesen i relation till kretslopp av materia innebär stora hopp mellan organisationsnivåerna – hopp som vi som lärare kanske inte alltid är medvetna om att vi gör. Som stöd för att medvetandegöra organisationsnivåerna vid fotosyntes och cellandning har vi inspirerats av en triangelmodell från kemi-didaktiken (Johnstons triangel) – och förenklat den till att omfatta makronivå (det vi ser och kan ta på), mikronivå (det vi kan se i mikroskop) och submikronivå (som vi inte kan se direkt men kan skapa modeller och representationer av). Se figur nedan till höger.

För att börja i det konkreta, makronivån, kan man till exempel göra odlingsförsök som visar att det bildas materia och att växter påverkas av tillgång till vatten och ljus. I en simulering som finns på Bioresurs webbplats (se Resurser/Ekologi/Ekologiska begrepp och modeller) kan man variera ljus och temperatur och studera syrgasbildningen för en vattenväxt på makronivå, som bubblor. Vattenväxter saknar i regel klyvöppningar och gasutbytet sker direkt via de tunna bladens celler. För att synliggöra mikronivån kan man titta på klyvöppningar, där gasutbytet sker hos olika landväxter (se tips på växter att studera under Resurser/Cellbiologi).

Om vi tittar på ämnena i fotosyntesen är vatten ett tacksamt konkret ämne som alla elever kan förstå

Organisationsnivåer: Den vänstra modellen (A) illustrerar vilka organisationsnivåer som används inom biologin. Den högra triangelmodellen (B) illustrerar hur vi rör oss mellan tre nivåer när vi undervisar om fotosyntes och cellandning: makro-, mikro- och submikronivå.



Illustrationen (A) är baserad på figur 7 i följande artikel men har modifierats: Schneeweiß, N., Gropengießer, H. (2019) Organising Levels of Organisation for Biology Education: A Systematic Review of Literature. *Education Sciences*, 9(3), 207.

på makronivå (hur det känns, hur det ser ut, några egenskaper). Koldioxid och syrgas är mer utmanande då de är osynliga gaser. Det är en klar fördel om eleverna har arbetat med luft/gaser och någon enkel partikelmodell innan man går in på fotosyntes. Socker kan också upplevas konkret (sockerbitar, smak). Hur ett blött ämne och en osynlig gas kan ge oss sött socker låter ju som magi. När man söker svar på frågor om hur något fungerar hoppar vi i regel nedåt i organisationsnivåerna. Att få grepp om en biologisk förklaringsmodell för materiaomvandlingen i fotosyntesen kräver här hopp ner till submikronivån för att få syn på materia i ingående ämnen. Det är här äggkartongsövningen kommer in i bilden.

## Äggkartongsövningen

Syftet med äggkartongsövningen\* är att visa var atomerna kommer ifrån under fotosyntes och cellandning och vart de tar vägen. Flirtkolor i olika färger fungerar som atommodeller och äggkartonger som molekyllmallar. Övningen har tre delar: fotosyntes i växter, cellandning hos växter och cellandning hos djur. Starta gärna med att göra den första rundan i fotosyntesdelen gemensamt i klassen.

Inför övningen arrangeras klassrummet i olika stationer. För fotosyntesdelen representerar elevernas arbetsplats en växtcell, eller närmare bestämt en kloroplast i en växtcell. En annan plats i klassrummet föreställer bladets klyvöppningar där gasmolekyler finns och en tredje är rot- och stjälkstationen där man hämtar vattenmolekyler. På en ljus plats sprids små ljusenergilappar ut.

För att undvika missförstånd som att gaserna bara "byter plats" med varandra börjar övningen med att simulera fotosyntesens solenergikrävande steg. Ljusenergin används för att bryta loss väteatomerna från vattenmolekyler. Energiomvandlingen från ljusenergi till kemisk energi illustreras genom att energilapparna viks om (se bild ovan). Syreatomer som blir över läggs i syrgasmallar som lämnas vid klyvöppningsstationen, där eleverna istället hämtar koldioxid. Glukosmallen fylls nu på med kol-, syre- och väteatomer. När den första rundan är klar ser vi början på en glukosmolekyl (se bilden på sidan 3).

När en glukosmolekyl är färdigbyggd efter sex rundor är det dags att simulera växtens cellandning och därefter avslutas övningen med cellandning i

\* Inspiration till äggkartongsövningen kommer från en övning framtagen av California Academy of Sciences. Där används enfärgade pingisbollar istället för färgade flirtkolor för att representera atomer, vilket gör att alla atomer har samma färg och storlek. I vår övning har vi lagt till bildstöd på energilapparna för att underlätta förståelsen av de energiomvandlingar som sker. Vi har delat upp förflyttningen av atomer i fler steg än i ursprungsövningen, bland annat för att tydliggöra att syret i syrgasen kommer ifrån vattenmolekylerna.

En liknande övning beskrivs i Att lära in ute – Bladet nr 1 2018 och fungerar som en stafett som kan genomföras utomhus.



Materialet till äggkartongsövningen utgörs av energilappar som kan vikas, flirtkolor i vitt, svart och rött samt molekyllmallar av klippta äggkartonger.

en djurcell. Inför det sista momentet görs klassrummets station för klyvöppningar om till lungor och rot- och stjälkstationen tas bort.

För att övningen inte bara ska bli ett görande finns frågor att stanna upp och fundera kring efter varje del. Elevinstruktion och lärarhandledning finns på Bioresurs webbplats, under Resurser/Ekologi/Ekologiska begrepp och modeller. Vi ser möjligheter att anpassa övningen och använda den på såväl mellanstadiet som högstadiet och gymnasiet.

## Varför? – motivation för lärandet

Ett sätt att besvara frågan om varför vi behöver kunskaper om fotosyntes och cellandning är att de är livsviktiga processer som påverkar oss varje sekund och utgör grunden för både mat och syre. Vi behöver motivera för eleverna hur viktiga processerna är och hur de påverkar individ och samhälle. Läs mer om detta i artikeln på sidorna 6–7.

## KOMMENTARER FRÅN NÅGRA SOM TESTAT ÖVNINGEN

### Elever:

"Jag visste inte att glukosmolekylen var så stor!"

"Man förstår vad växterna gör när man gör det själv."

### Lärare och lärarutbildare:

"Jag fastnade speciellt för delen som visar hur syret blir en del av den omgivande luften, hur glukosen byggs upp och tydligheten med att molekylen innehåller energi med hjälp av energilapparna."

"Jag gillade just att få tydliga och representativa sätt att arbeta med områden som både elever och lärarstudenter upplever som problematiska att förstå."

"Det tillförde ytterligare ett sätt att konkretisera fotosyntesen, så det blir till att köpa flirtkolor och samla äggflak."