

## Lærervejledning

# Menneskets evolution - udforsk vores oprindelse

### Beskrivelse af undervisningsmateriale

Formålet med dette undervisningsmateriale er, at eleverne gennem emnet evolution, skal udvikle deres naturfaglige kompetencer: Perspektivering, modellering, undersøgelse og kommunikation indenfor udvalgte færdigheds- og vidensmål i faghæftet for biologi (se Tabel 1) og indenfor det faglige område: Evolution. Eleverne skal gennem aktiviteter, forsøg, tekster og videoer opnå erkendelser om evolutionens grundlæggende mekanismer, hvordan evolutionen påvirkes af miljøet, hvordan mennesker påvirker evolutionen og benytter kunstig selektion. Disse erkendelser indgår i [erkendelse 5](#) fra Naturvidenskabens ABC.

Læringskomponenter
<b>Teori</b> - grundteori
<b>Aktiviteter</b> - modellering: kropslig og papir-blyant
<b>Aktiviteter</b> - undersøge udstoppede dyrs slægtskab
<b>Aktiviteter</b> - tankeeksperiment
<b>Forsøg</b> - Evolutionseksperiment
<b>Video</b> - Introduktion til evolution
<b>Video</b> - Resistensudvikling hos <i>E. coli</i> -bakterier
<b>Video</b> - Biostriben
<b>Video</b> - Eske Willerslev forklarer

Undervisningsmaterialet består af tre teori-afsnit, hvori aktiviteter er implementeret, hvor det anbefales at udføre dem. Teori-afsnittene skaber et fundament for en senere perspektivering i slutningen af undervisningsmaterialet. Afsnittene er som følger:

- Darwin og hans opdagelser
  - Berører begreberne naturlig selektion, naturlig variation, arvemateriale, gener, mutationer, art, race.
  - Indeholder historien om Charles Darwins jordomrejse og udvikling af evolutionsteorien.
- Evolutionen til det moderne menneske
  - Gennemgår udviklingen fra LUCA (Last Universal Common Ancestor) og frem til det moderne menneske i relevante trin med eksempler på udvikling af træk, der har ført til artdannelse.
  - Introducerer flere menneskearter og deres individuelle træk og geografiske placeringer.
  - Indeholder video med Eske Willerslev om viden fra fossilt DNA fra uddøde og tidligere menneskearter.
- Menneskets fremtid og indflydelse på mikroevolution
  - Introducerer begreberne mikro- og makroevolution og hvordan mennesker har påvirket andre arters mikroevolution både direkte og indirekte.
  - Perspektiverer til geografi i form af klimaforandringer og fysik/kemi i form af stråling og mutationsrate.

### Anvendelse

De tre afsnit i undervisningsmaterialet kan benyttes uafhængigt af hinanden, men kan også bruges som et større forløb. Det anbefales at benytte filen: "Overblik over forløb". Her er projektet delt op i X dele, hvor varigheden af hver aktivitet er angivet. Hver del i forløbsplanen er estimeret til at vare 80 minutter. Hver aktivitet har en lærervejledning med formål, og hvordan aktiviteterne kan udføres. De forskellige dele kan

benyttes samlet som et forløb om evolution med fokus på menneskets evolution, eller som selvstændige elementer i forbindelse med anden undervisning. Et kort overblik over hvert afsnit med tilhørende aktiviteter, forsøg og videoer er beskrevet længere nede i samme lærervejledning.

### **Tværfaglige forløb og projektopgave**

Både perspektivering til global opvarmning og stråling i 3. afsnit er oplagte til brug i tværfaglige forløb eller i projektopgave. Perspektivering til global opvarmning kan spille sammen med både geografi og samfundsfag. Global opvarmning er i særdeleshed et problem, der skal løses politisk. Her kan inddrages både nationale og/eller internationale holdninger til problemet med global opvarmning, heriblandt hvordan de mener det bør løses. I geografi kan der gås mere i dybden med, hvilke fysiske konsekvenser den globale opvarmning har, og eventuelt andre ekstreme miljøændringer Jordan har oplevet gennem dens tid. Samtidigt kan perspektivering til stråling spille godt sammen med fysik/kemi og matematik. I fysik/kemi kan man fokusere mere på de kemiske reaktioner, der sker, når solstråler rammer huden og ændrer DNA'et i cellerne. Det matematiske aspekt kan benyttes, da disse reaktioner foregår med en vis hastighed/rate.

### **Teori**

Undervisningsmaterialet består af tre teoridele, som vi anbefaler at eleverne gennemgår i rækkefølgen: 1. Darwin og hans opdagelser, 2. Evolutionen til det moderne menneske og 3. Menneskets fremtid og indflydelse på mikroevolution. Igennem alle teoridele skal eleverne tilstræbe sig viden om evolutionens mekanismer, hvilket tydeliggøres gennem mange eksempler via tekst, illustrationer og videoer. Konceptet for teoridelene er først en rejse tilbage i tiden til opdagelsen af evolutionen, herefter en rejse fra fortiden helt op til nutiden og til slut vender blikket fremad mod fremtidens udvikling - fortid til nutid til fremtid. En overordnet indholdsbeskrivelse af teoridelene findes længere nede.

### **Aktiviteter**

Aktiviteterne i undervisningsmaterialet understøtter elevernes forståelse af begreber og sammenhæng, som introduceres i teorien. I aktiviteterne skal eleverne skabe og udfører fysiske modeller. Derudover er et tankeeksperiment også inkluderet for at øve elevernes argumentation og kreativitet samtidigt.

### **Forsøg**

Der indgår et forsøg: "Evolutionseksperiment" i undervisningsmaterialet, som oprindeligt er beregnet til gymnasieniveau. Det er dog godkendt til brug i folkeskolen, men kræver mange materialer, som folkeskoler nødvendigvis ikke har. Hvis man har alle materialer til rådighed, anbefales det, at læreren udfører forsøget og viser resultatet til eleverne. Forsøget viser, hvordan bakterien *Pseudomonas fluorescens* ændrer morfologisk udseende alt efter, hvor meget ilt den individuelle bakterie har haft til rådighed. Forsøget illustrerer, hvordan bakterier udvikler sig forskelligt alt efter, hvilket miljø de befinder sig i.

### **Video**

Undervisningsmaterialet indeholder i alt tre videoer. I 1. del findes en kort video med resistensudvikling i *E. coli*-bakterier. Denne video er med til at visualiserer mutationer, der resulterer i øget resistens over tid. Dette skal hjælpe eleverne med at forstå, at evolution ikke nødvendigvis tager meget lang tid. I 1. del findes også en video fra Biostriben, der giver en kort forklaring af, hvordan mennesker udviklede sig fra aberne. Denne video er et supplement til teksten, hvori alt nødvendig viden er beskrevet. Det er dog en fordel for eleven at få understøttet den nye viden med noget visuelt, hvilket videoen fra Biostriben er med til. Den sidste video er et interview af Eske Willerslev og findes i slutningen af 2. del. Her får eleverne sat ansigt på,

hvem der forsker i DNA samtidigt med, at Eske grundlæggende forklarer, hvorfra og hvordan vi får al vores viden om de tidligere menneskearter. Eske er også en dygtig formidler, der bidrager med sjove anekdoter fra egne studier.

## **Niveau**

Undervisningsmaterialet er målrettet udskolings elever fra 7.-10. klasse

Vi anbefaler, at eleverne forud for arbejdet med undervisningsmaterialet er blevet introduceret til grundlæggende viden om XXX. Derudover er teorien og begreberne i 1. afsnit vigtige for forståelsen i de efterfølgende afsnit.

Det anbefales, at eleverne har, eller gennem forudgående undervisning tilegner sig følgende, forudsætninger for at arbejdet med de nævnte dele:

- Darwin og hans opdagelser
  - Kendskab til hvad træk og miljø betyder.
- Evolutionen til det moderne menneske
  - En forståelse for evolutionens mekanismer: naturlig variation, naturlig selektion, arvemateriale, gener og mutationer.  
Dette kan opnås i delen: "Darwin og hans opdagelser".
- Menneskets fremtid og indflydelse på mikroevolution
  - En forståelse for evolutionens mekanismer: naturlig variation, naturlig selektion, arvemateriale, gener og mutationer.  
Dette kan opnås i delen: "Darwin og hans opdagelser".

**Tabel 1. Dækkede færdigheds- og vidensområder og mål** - jf. emu

<b>Færdighedsvidensområder og mål (jf. emu)</b>	<b>Darwins og hans opdagelser</b>	<b>Evolutionen til det moderne menneske</b>	<b>Menneskets fremtid og indflydelse på mikroevolution</b>
Undersøgelse (evolution)		Eleven har viden om biologisk systematik og klassifikation.	
		Eleven kan undersøge og forklare organismers tilpasning til levesteder.	Eleven kan undersøge og forklare organismers tilpasning til levesteder.
	Eleven kan forklare organismers tilpasning som reaktion på miljøforandringer.	Eleven kan forklare organismers tilpasning som reaktion på miljøforandringer.	Eleven kan forklare organismers tilpasning som reaktion på miljøforandringer.
	Eleven har viden om organismers morfologiske, anatomiske og fysiologiske tilpasninger.	Eleven har viden om organismers morfologiske, anatomiske og fysiologiske tilpasninger.	Eleven har viden om organismers morfologiske, anatomiske og fysiologiske tilpasninger.
		Eleven kan undersøge organismers systematiske tilhørsforhold.	

Modellering (evolution)	Eleven kan med modeller forklare arters udvikling over tid.	Eleven kan med modeller forklare arters udvikling over tid.	
	Eleven har viden om grundlæggende evolutionære mekanismer.	Eleven har viden om grundlæggende evolutionære mekanismer.	Eleven har viden om grundlæggende evolutionære mekanismer.
	Eleven kan med modeller forklare miljøforandrings påvirkning af arters udvikling.	Eleven kan med modeller forklare miljøforandrings påvirkning af arters udvikling.	
	Eleven har viden om faktorer med betydningen for arters opståen og udvikling.	Eleven har viden om faktorer med betydningen for arters opståen og udvikling.	Eleven har viden om faktorer med betydningen for arters opståen og udvikling.
	Eleven kan vurdere anvendelighed og begrænsninger ved modeller for arters udvikling.		
Perspektivering (evolution)			Eleven har viden om miljøpåvirkninger og genmanipulations mulige indflydelse på evolution.
Perspektivering			Eleven kan beskrive naturfaglige problemstillinger i den nære omverden.
			Eleven har viden om aktuelle problemstillinger med naturfagligt indhold.
Kommunikation	Eleven har viden om ord og begreber i naturfag.	Eleven har viden om ord og begreber i naturfag.	Eleven har viden om ord og begreber i naturfag.
			Eleven kan formulere en påstand og argumentere for den på et naturvidenskabeligt grundlag.
	Eleven har viden om påstande og begrundelser.	Eleven har viden om påstande og begrundelser.	Eleven har viden om påstande og begrundelser.

### Overordnet indholdsbeskrivelse af de enkelte dele:

Bemærk: Eleverne bør arbejde med teoriafsnittene før arbejdet med aktiviteter og forsøg før de enkelte afsnit påbegyndes.

- **Teori 1 - Darwin og hans opdagelser**

Eleverne tages med på Charles Darwins jordomrejse, hvor han gjorde sig mange observationer, der senere hen lagde grund for evolutionsteorien. Flere eksempler på observationer inkluderes, bl.a. finkernes forskellige næbtype og forstenede træer i Andesbjergene. Vigtige begreber bliver også forklaret: Naturlig variation, naturlig selektion, arvemateriale, gener, mutationer, art og race. Eleverne kan teste deres begrebsviden med vendekort. Resistensforsøget med *E. coli*-bakterier er

inkluderet i denne del for at give et eksempel på, at ikke al evolution tager flere tusinder af år. Et sidste eksempel på evolution er giraffernes lange hals efterfulgt af en kort opsummering af hele.

- **Teori 2 - Evolutionen til det moderne menneske**

Her tages eleverne helt tilbage til vores sidste fælles forfader LUCA. Udviklingen herfra til mennesket beskrives med følgende stop: LUCA, flercellede organismer, fisk, padder, krybdyr, pattedyr, aber og mennesker. Imellem hvert udviklingsstrin er der givet eksempler på, hvilke miljøændringer eller helt tilfældige ændringer, der har gjort bestemte træk fordelagtige. Undervejs inkluderes mange fun-facts. Yderligere tydeliggøres det, at der har levet flere menneskearter på samme tid med forskellige træk. I et videointerview forklarer Eske Willerslev, hvordan vi har fået vores viden om de tidligere menneskearter gennem fossilt DNA. Til sidst skal eleverne lave et fylogentisk stamtræ af udstoppede dyr baseret på morfologi, hvilket efterfølgende sammenlignes med et stamtræ fra [Timetree](#).

- **Teori 3 - Menneskets fremtid og indflydelse på mikroevolution**

Begreberne makro- og mikroevolution forklares med flere eksempler på mikroevolution. Især den industrielle revolutions påvirkning af birkemålerens mikroevolution er i fokus med aktiviteten "Spis birkemåleren!" knyttet til. Derudover perspektiveres til global opvarmning og stråling, hvoraf begge emner har indflydelse på mikroevolution. Afslutningsvis understreges det, at mennesket er i konstant udvikling og evolutionen aldrig stopper. Hertil nævnes flere eksempler på ændringer mennesker enten har gennemgået eller muligvis vil gennemgå i fremtiden. Det diskuteres, hvorvidt en ny menneskeart kan opstå med den moderne globalisering og hvis noget af Jordens befolkning blev sendt til en anden planet med et andet miljø. Elevernes kreativitet og argumentationsevne trænes i med tankeeksperimentet om en ekspedition til en fjern planet.

- **Aktivitet - Darwins finker**

Eleverne skal op af stolene og være finker med forskellige næbtyper. Hver ø har en bestemt type føde. På tid skal alle elever spise så meget de kan af føden med deres "næb". Til slut fortolkes resultaterne. Gennem denne model af Darwins opdagelser med finkerne, bør aktiviteten give eleverne en dybere forståelse af naturlig selektion baseret på forskellige miljø og træk.

- **Aktivitet - Naturens hviskeleg**

Alle elever skal høre og hviske en sætning valgt af læreren videre. Den hørte sætning skrives ned på vedhæftede DNA-ark. Til slut siger læreren og den sidste elev sætningen højt - eleverne skal perspektiveret ændringerne i sætningen til mutationer.

- **Aktivitet - Lav et fylogenetisk stamtræ**

Eleverne skal i grupper gætte den evolutionære relation mellem valgte udstoppede dyr baseret på morfologiske ligheder og forskelle. Herefter bliver deres gæt sammenlignet med et fylogentisk træ baseret på DNA-sekvenser lavet med [Timetree](#).

- **Aktivitet - Spis birkemåleren!**

Eleverne skal på en computer agere som rovfugl i et animeret evolutionsspil. Alt efter hvor gode eleverne er til at spise birkemålerne i de to forskellige skove, ændrer fordeling af sorte og hvide birkemålere sig.

- **Aktivitet - Ekspeditionen til en fjern planet**

I dette tankeeksperiment skal eleverne argumentere for, hvordan mennesker vil udvikle sig baseret på enten en opfundet eller en eksisterende planet med et andet miljø end Jordens. Øver argumentation og kreativitet samtidigt. Aktiviteten skaber en bedre forståelse af evolutionen hvordan evolutionen påvirkes af miljøet.

- **Video - Introduktion til evolution**

I denne video af Naturvidenskabens ABC får eleverne et overblik over mange af de emner der gennemgås i projektet. Introvideoen er med til at klæde eleverne bedre på og som en teaser på resten af projektet.

- **Video - Resistensudvikling hos *E. coli*-bakterier**

En fremskyndet video af et evolutionsforsøg af *E. coli*-bakterier. Over 12 dage muterer bakterierne til at kunne tåle højere og højere koncentrationer af antibiotika på agarpladen. Forsøget visualiserer evolutionen af bakterierne, og skal derigennem give eleverne en bedre forståelse for begrebet "den bedst egnede overlever".

- **Video - Biostriben**

Videoen forklarer hvordan gener gives videre til afkom, hvordan mutationer skaber variation og at den bedst egnede overlever. Her inddrages evolutionen fra aber til moderne mennesker.

- **Video - Eske Willerslev forklarer**

Den verdenskendte professor i evolutionsbiologi, Eske Willerslev, forklarer hvordan DNA-koden gør os forskellige fra hinanden, hvad fossilt DNA er, hvor vi får den fra og hvad man kan bruge det til. Herefter gennemgår han de genetiske fund man har gjort sig fra fossilt DNA af de tidlige *Homo sapiens* og andre menneskearter. Afslutningsvis kommenterer han på vigtigheden af fossilt DNA og hvad det muligvis kan bruges til i fremtiden.

- **Forsøg - Evolutionseksperiment**

Forsøget skal illustrere evolution af bakterier. Mutanter med forskellige morfologisk udseende opstår alt efter iltindholdet i det omkringliggende miljø. Forsøget skaber en bedre forståelse af hvor hurtigt evolution kan ske og hvordan den påvirkes af miljøet.