

# AUGUST KROGH OG FYSIOLOGI

## TIL UNDERVISEREN

Dette undervisningsmateriale tager udgangspunkt i programserien "Store Danske Videnskabsfolk" og specifikt udsendelsen om August Krogh.

Det er meningen, at udsendelsen anvendes som indgangsvinkel til arbejdet med August Krogh og hans arbejde med bl.a. at klarlægge, hvordan ilt bevæger sig rundt i kroppen.

Efter at have set hele eller dele af udsendelsen arbejdes der videre med undervisningsmaterialet, der tilsammen sætter eleverne i stand til at:

- Forstå, hvordan ilt optages, transporteres og forbruges i kroppen.
- Forstå, hvordan nye apparater kan føre til nye videnskabelige landvindinger.
- Forstå, hvordan arbejdsfysiologi kan bruges både til at hjælpe på den almindelige folkesundhed og præstationerne hos eliteidrætsudøvere

Dette passer ind i læreplanen for Biologi A, Biologi B og Biologi C.

### Kernestoffet på Biologi A er:

- Kulhydraternes intermediære stofskifte.
- Respiration, fotosyntese og gæring.
- Udvalgte dele af menneskets fysiologi, herunder muskler, blodkredsløb, åndedræt samt hormonelle og neurologiske reguleringsystemer.
- Eksempler på undersøgelses- og analysemetoder samt statistisk resultatbehandling inden for områderne fysiologi, genetik, evolution, biokemi, immunologi og økologi.

Desuden er der supplerende stof indenfor:

- Biologien som videnskabsfag herunder molekylærbiologi og bioteknologi.

### Kernestoffet på Biologi B er:

- Energiproduktion i forbindelse med kulhydraternes cellulære omsætning.
- Udvalgte dele af menneskets fysiologi, herunder hormonelle og neurologiske reguleringsystemer <sup>not</sup><sub>def</sub> Respiration, fotosyntese og gæring.
- Eksempler på undersøgelses- og analysemetoder inden for områderne fysiologi, genetik, evolution og økologi.

Desuden er der supplerende stof inden for:

- Biologien som videnskabsfag.

**Kernestoffet på Biologi C er:**

- menneskets fysiologi, herunder oversigt over kroppens organsystemer og et udvalgt organsystems opbygning og funktion.

Tidsforbruget svarer til et undervisningsmodul.

Find udsendelsen om August Krogh på [www.dr.dk/videnskabsfolk](http://www.dr.dk/videnskabsfolk)

## Kort om August Krogh

Zoofysiologen August Krogh (1874-1949) modtog i 1920 Nobelprisen i fysiologi og medicin som den første siden Niels Finsen i 1903 og er dermed blandt de i alt fem danskere, der har modtaget denne hædersbevisning. Krogh modtager prisen som anerkendelse for sit arbejde med at klarlægge, hvordan ilt kommer fra lungerne, over i de røde blodlegemer og videre over i muskulaturen, hvor det forbruges.

Kroghs læremester Christian Bohr (1855-1911), der tre gange er indstillet til Nobelprisen, finder i 1904, at iltens binding til hæmoglobinet i de røde blodlegemer er betinget af bl.a. koncentrationen af kuldioxid i blodet, således at et lavt indhold fører til relativt stærk binding, mens en lav koncentration fører til en svag binding. Forholdet er ikke lineært, men følger en s-formet kurve, hvor et lavt indhold af kuldioxid hurtigt fører til iltmætning af hæmoglobin som følge af en høj affinitet, mens et højt indhold af kuldioxid fører til en langsommere iltmætning af hæmoglobin som følge af en lavere affinitet. Dette såkaldte Bohr-skifte – opkaldt efter Christian Bohr – i hæmoglobins evne til at binde blodet har stor betydning for, hvordan blodet optager ilt i lungerne og afgiver ilt i vævet. Christian Bohr mener, at der er en aktiv proces bag transporten af ilt fra lungerne over i blodet og videre fra blodet og over i vævet.

Dette afvises af August Krogh og hans kone Marie, som i en serie på syv videnskabelige artikler fra 1910 kaldet "De Syv Små Djævle" publicerer deres fund om, at processen udelukkende foregår ved diffusion. Krogh udvikler selv apparaturet til disse undersøgelser herunder filmkameraer, der for første gang kan vise, hvordan kroppen kan åbne og lukke for de mindste blodkar, kapillærerne, alt efter om der skal optages mere eller mindre ilt. Studierne fungerer som et springbræt ind til studier af arbejdsfysiologi, hvorunder han udvikler princippet om iltgæld efter intenst arbejde, altså ændringer i hjertets minutvolumen som følge af øget tilbageløb af veneblod, samt hvilke ændringer, der sker i stofskiftet i mellem hvile og arbejde.

## Kroghs betydning for eftertiden

Krogh har en enorm betydning for grundlæggelsen af studier af arbejdsfysiologien. Det har haft stor betydning både for, hvor og hvordan idrætsudøvere kan optimere deres præstationer, og for hvordan helt almindelige mennesker kan leve et sundt liv uden at blive præget af de livsstilssygdomme, der følger med ringe fysisk aktivitet og forkert ernæring. Det er også vigtigt at erkende, at Danmarks førende stilling inden for produktion af medicin i høj grad skal tilskrives Krogh, som gennem sine kontakter i udlandet sikrede enerettighederne i Skandinavien til at fremstille insulin til behandling af diabetes. Dermed var han med til at grundlægge det, der i dag er Novo Nordisk, som er en af verdens største medicinalvirksomheder.

## ELEVOPGAVER

### Opgave 1

Redegør for forskellen i Christian Bohrs og August Kroghs opfattelse af ilttransport over cellemembraner.

### Opgave 2

Analysér, hvordan Kroghs nye teknikker og apparater kunne lede til nye opdagelser.

### **Opgave 3**

Diskutér, hvordan Kroghs opdagelser kan bruges til at forbedre præstationer inden for elitesport.

### **Yderligere opgaver**

Krogh var en stridbar herre med høje idealer for sin videnskab. Diskuter, hvilke gevinster og omkostninger hans kompromisløse holdning havde for ham selv og hans omgivelser.

## LINKS OG LITTERATUR

Læs om August Krogh her <http://videnskab.dk/naturvidenskab/krogh-princippet-det-kan-vi-laere-om-og-af-naturen>

Læs om grundlæggelsen af Nordisk Insulinlaboratorium her [https://www.novonordisk.com/content/dam/Denmark/HQ/aboutus/documents/HistoryBook\\_DK.pdf](https://www.novonordisk.com/content/dam/Denmark/HQ/aboutus/documents/HistoryBook_DK.pdf)