

MOVE COPENHAGEN PRÆSENTERER



UNDERVISNINGSMATERIALE
HUMAN RACE

Faglige og tværfaglige øvelser i biologi, dansk, psykologi, samfundsfag, religion, filosofi og mediefag. Materialet er målrettet udskolingen, gymnasiet, HF og højskoler og giver eleverne mulighed for at arbejde med genetik, identitet, psykisk sygdom, etik og forskningens rolle i samfundet.

HUMANRACE.DK

TIL LÆREREN

Human Race – Undervisningsmateriale

Målgruppe

Udskolingens ældste klasser (8.-10. klasse), gymnasiet, HF og højskoler.

Relevante fag

- Biologi
- Psykologi
- Dansk
- Samfundsfag
- Religion og filosofi
- Mediefag og kreative fag

Formål

Dette undervisningsmateriale er udviklet til dokumentarfilmen *Human Race*. Materialet skal støtte elevernes faglige og personlige refleksioner om DNA, arv og miljø, identitet, etik og forskningskultur.

Gennem øvelser, diskussioner og kreative opgaver får eleverne mulighed for at:

- koble filmens indhold til faglige begreber og metoder
- arbejde med tværfaglige problemstillinger
- diskutere videnskabens betydning for mennesket og samfundet
- reflektere over formidling: hvordan forskning kan fortælles gennem film

Anvendelse

Materialet kan bruges både som forberedelse til et filmforløb, i direkte tilknytning til en visning af *Human Race*, eller som selvstændige faglige øvelser i undervisningen.

Indholdsfortegnelse

Side	Afsnitstitel	Relevante fag
1	Forside til undervisere	
4	Kære lærer og elev	Alle fag
8	Ancient DNA – introduktion	Biologi
10	Eske Willerslev og det danske bidrag	Biologi / Historie
14	Udfordringer og dilemmaer	Biologi / Etik
17	Hold øje under filmen	Biologi / Dansk / Mediefag
20	Faktaboks: Verdens første fortidsgenom	Biologi
24	Sekventering og bioinformatik	Biologi / Teknologi / IT
28	Arv eller miljø? – Perspektivøvelse	Biologi / Psykologi / Filosofi
33	Genetisk variation og evolution over tid	Biologi / Samfundsfag / Historie
38	Tre scener til diskussion	Dansk / Psykologi / Religion
40	Hvem ejer historien? (Rollespil)	Samfundsfag / Religion / Dansk
47	Konkurrence i forskningsverdenen	Biologi / Samfundsfag / Religion
51	Tværfaglighed i forskning	Biologi / Historie / Dansk
60	Baggrundsviden: Eske Willerslev	Biologi / Psykologi
66	Citatøvelse: Carl Zimmer – “The History of Humanity”	Dansk / Filosofi / Samfundsfag
72	Individuel øvelse: Eske drømmer om Nobelprisen	Dansk / Mediefag / Psykologi
81	Forskningen bag Human Race	Biologi / Samfundsfag
82	Kildeliste og referencer	

UNDERVISNINGSMATERIALE

HUMAN RACE

Kære lærer og elev

Human Race er en dokumentarfilm, der følger professor Eske Willerslev og hans banebrydende forskning i oldtids-DNA. Filmen spørger: *Hvorfor er vi, som vi er? Er det vores gener, der definerer os? Eller er det vores omgivelser, der former os?*

Filmen er både et videnskabeligt eventyr og en personlig fortælling om at finde sin plads i verden. Den giver eleverne mulighed for at reflektere over arv og miljø, identitet, etik og formidling.

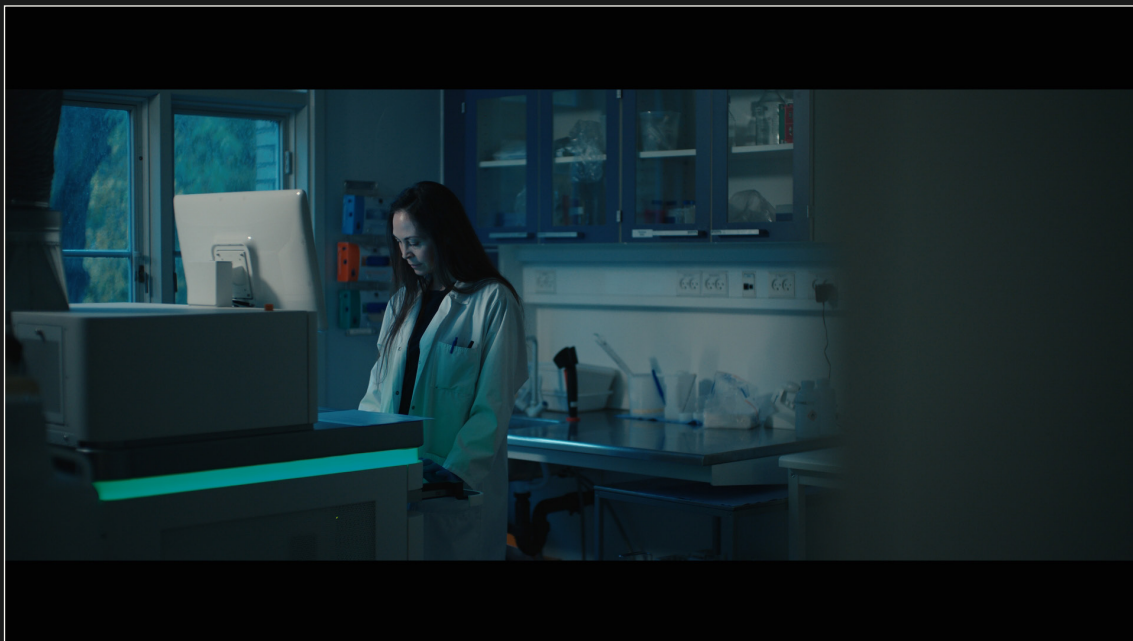
Undervisningsmaterialet rummer en lang række øvelser, der på tværs af fag skaber nye forbindelser mellem biologi, psykologi, samfundsfag, dansk, religion, filosofi og mediefag. Materialet er udarbejdet, så du som lærer kan sammensætte et forløb efter klassens behov: som et samlet tværfagligt undervisningsforløb eller som enkeltstående øvelser, der kan tilpasses et specifikt fag.

Målet er at give eleverne indblik i både den naturvidenskabelige forskning og de etiske, kulturelle og personlige spørgsmål, den rejser – og samtidig træne deres evne til at arbejde undersøgende, diskutere kritisk og tænke på tværs af faglige skel.

Alle afsnit og øvelser indledes med en introduktion på sort baggrund, hvor du som lærer hurtigt kan orientere dig:

- hvilke fag øvelsen eller baggrundsafsnittet kan bruges i,
- og en kort didaktisk beskrivelse af, hvad eleverne træner og opnår gennem arbejdet.

På den måde får materialet en tydelig struktur, der gør det nemt at anvende i praksis og at tilrettelægge et forløb, der passer til netop din klasse.



Øverste billede

Eske Willerslev på scenen i Bremen Teater, hvor han formidler forskningen i ancient DNA til den brede danske befolkning. Hans foredrag kombinerer videnskab med personlige fortællinger og viser, hvordan komplekse resultater kan gøres forståelige og vedkommende.

Nederste billede

Laborant Maria Madrona arbejder ved en avanceret sekventeringsmaskine. Her udlæses millioner af små DNA-fragmenter, som senere samles til et genetisk puslespil. Det tekniske laboratoriearbejde er en afgørende del af forskningen i ancient DNA.





Eske Willerslev sidder med sine to sønner i Cambridge, hvor familien er flyttet hen fra Lyngby for hans forskningskarriere. Børnenes mor, Ulrikke, er rejst hjem, fordi hun ikke brød sig om livet i England. For første gang står Eske alene med ansvaret for børnene – at hente, bringe og lave mad – en ny og uvant rolle for den travle forsker.

INTRODUKTION

Ancient DNA

Kan bruges i faget:

Biologi: Eleverne får indsigt i DNA, gener og arvemateriale samt i de særlige udfordringer ved at udvinde og analysere ancient DNA.

Beskrivelse:

Dette afsnit giver en grundlæggende introduktion til forskningsfeltet ancient DNA (oldtids-DNA). Eleverne lærer, hvordan DNA kan bevares i tusinder af år, og hvordan forskere med moderne teknologi kan udvinde og analysere disse fragmenter for at forstå menneskets fortid.

I biologi knyttes stoffet til DNA, gener, mutationer og arv. Eleverne ser, hvordan laboratorieteknikker som PCR og sekventering gør det muligt at genskabe brudstykker af fortidens genomer, og de får indblik i de udfordringer, der følger med forurening og nedbrudt arvemateriale.

I historie og samfundsfag giver resultaterne anledning til diskussioner om migrationer, sundhed og sygdom, og hvordan genetisk forskning kan ændre vores forståelse af kultur, identitet og befolkningshistorie.

I religion og filosofi rejser forskningen etiske og eksistentielle spørgsmål: Hvem ejer fortidens rester? Hvordan balancerer vi nysgerrighed og videnskabelige fremskridt med respekt for døde og forfædre?

I dansk og mediefag kan fokus lægges på, hvordan forskningen formidles gennem film, billeder og fortællinger. Eleverne kan undersøge, hvordan komplekse naturvidenskabelige emner omsættes til levende fortællinger, der også berører identitet og menneskelig erfaring.

På den måde fungerer afsnittet ikke kun som naturvidenskabelig baggrundsviden, men som en introduktion til, hvordan ancient DNA-forskning rummer både naturvidenskabelige, samfundsmæssige, humanistiske og etiske dimensioner.

Ancient DNA

Hvad er ancient DNA?

DNA er den arvemasse, der findes i alle levende organismer. Det rummer de genetiske instruktioner, der bestemmer alt fra øjenfarve til modtagelighed for sygdomme. Når et menneske eller et dyr dør, begynder DNA'et at nedbrydes. Alligevel kan små rester af DNA overleve i knogler, tænder, hår eller i jord i tusinder af år. Dette kaldes ancient DNA (aDNA) – eller oldtids-DNA.

Ancient DNA gør det muligt at “læse” fortidens arvemateriale og dermed få indsigt i, hvordan mennesker og dyr har levet, hvor de har bevæget sig hen, og hvilke sygdomme de har haft.

Et ungt forskningsfelt

Forskningen i oldtids-DNA er kun omkring 40 år gammel. I 1980'erne lykkedes det for første gang at udvinde DNA fra en udstoppet zebra, der havde været uddød i over 100 år. Teknologien var dengang meget usikker, og resultaterne kunne let være forurenede af moderne DNA.

Gennembruddet kom i 2000'erne, da nye metoder gjorde det muligt at sekventere (dvs. kortlægge) hele genomer – altså alt DNA'et i en organisme. Dette åbnede for en revolution inden for både biologi, medicin og historie.

Et felt i rivende udvikling

I dag kan forskere endda udvinde DNA direkte fra jordlag, uden at finde skeletter. Fremtiden byder sandsynligvis på endnu mere præcise kortlægninger af vores fortid, fra gamle epidemier til genetiske tilpasninger, der former vores liv i dag.

Hvorfor er det svært?

Ancient DNA er typisk stærkt fragmenteret, kemisk nedbrudt og blandet med DNA fra bakterier eller nutidige mennesker. Derfor arbejder forskere i særlige renrum-laboratorier, iført heldragter, masker og handsker, for at undgå forurening. Nye teknikker som PCR (opformering af små DNA-stykker) og next-generation sequencing (hvor millioner af fragmenter læses og samles som et puslespil) har gjort feltet muligt.

❶ Faktaboks: Steppezebraer og den uddøde quagga

I 1984 blev feltet ancient DNA født, da forskere for første gang lykkedes med at udvinde genetisk information fra en uddød art. Der var tale om en Quagga – en særlig variation af steppezebraen, der forsvandt i 1880'erne. Det var blot korte sekvenser af DNA, men det viste, at selv gamle museumsprøver kunne rumme bevaret arvemateriale.

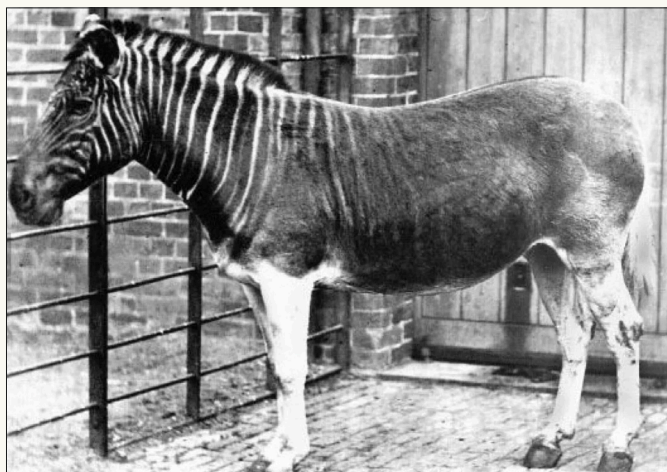
I 2005 blev quaggaens historie udforsket mere detaljeret i en større genetisk analyse. Resultaterne viste:

- Quaggaen havde meget lav genetisk diversitet.
- Den havde for nylig divergeret fra steppezebraen, sandsynligvis under den næstsidste istid.
- Dens striber forsvandt gradvist – et evolutionært træk, der opstod forholdsvis hurtigt.

•

Betydning:

- Quaggaen blev den første uddøde art, hvorfra man udvandt DNA, og markerede starten på ancient DNA som forskningsfelt.
- Studiet viste også, hvordan klimaændringer i istiden kunne forme dyrearters udbredelse og variation.



En quagga i London Zoo, fotograferet i 1870

Foto: Frederick York

Eske Willerslev og det danske bidrag

Professor Eske Willerslev og hans forskerteam i København er blandt verdens førende inden for oldtids-DNA. I 2010 kortlagde de for første gang genomet fra et forhistorisk menneske – en 4.000 år gammel mand fra Grønland. Resultatet viste, hvordan denne person var beslægtet med nutidens folk i Sibirien og Nordamerika. Siden har feltet udviklet sig eksplosivt:

- Forskerne kan i dag udvinde DNA fra knogler, tænder, hår og endda fra jordlag i huler.
- De kan kortlægge hele genomer fra mennesker, der har levet for titusinder af år siden.
- De kan sammenligne oldtids-DNA med moderne menneskers DNA og dermed forstå, hvordan vi er forbundet med fortiden.



Billedet ovenfor:

Marie Louise Schjellerup Jørkov undersøger et oldtids-skelet. Hun er fysisk antropolog og lektor ved Københavns Universitet, hvor hun forsker i menneskelige skeletrester fra både arkæologiske og retsmedicinske sammenhænge. Hendes arbejde kaster lys over fortidens kost, migration, sygdomme og demografi og bidrager med vigtig viden til studiet af ancient DNA.

❶ Faktaboks: Hvad er et genom?

- Genomet er hele den genetiske “opskrift” på en organisme. Det består af alt det DNA, der findes i cellernes kromosomer.
- Hos mennesker indeholder genomet ca. 3 milliarder basepar (A, T, C og G), fordelt på omkring 20.000–25.000 gener. Generne koder for proteiner, men det meste af DNA’et har andre funktioner – eller er endnu ikke fuldt forstået.
- Genomet styrer alt fra vores fysiske træk (f.eks. øjenfarve og højde) til biologiske processer som immunforsvar og stofskifte.

Hvad er et ancient genom?

- Et ancient genom er et helt genom, der er kortlagt ud fra DNA fra et forhistorisk individ.
- Til forskel fra moderne genomer er ancient DNA ofte fragmenteret, kemisk nedbrudt og blandet med forurening, hvilket gør arbejdet langt vanskeligere.
- Når det lykkes at kortlægge et helt ancient genom, får forskerne en fuld genetisk “profil” af et menneske eller et dyr fra fortiden.

Hvorfor er det vigtigt?

- Ancient genomer gør det muligt at sammenligne fortidens og nutidens gener.
- Det kan afsløre migrationer, tilpasninger til klima, udviklingen af sygdomme og menneskets genetiske variation gennem titusinder af år.

Hvad kan vi lære af ancient DNA?

1. Migrationer og befolkningshistorie

Ved at analysere DNA fra mennesker, der har levet forskellige steder og tidspunkter, kan forskerne kortlægge, hvordan folk har bevæget sig gennem historien. For eksempel har vi lært, at europæere stammer fra tre store befolkningsgrupper: jæger-samlere, bønder fra Mellemøsten og steppefolk fra Centralasien.

2. Sygdomme og sundhed

Ancient DNA har afsløret gamle udbrud af sygdomme som pest og tuberkulose. Det hjælper os med at forstå, hvordan sygdomme har udviklet sig – og hvorfor nogle stadig findes i dag.

3. Menneskelig variation

DNA fra fortiden giver indblik i, hvornår egenskaber som hudfarve, øjenfarve og laktosetolerance (evnen til at fordøje mælk) opstod i menneskehedens historie.

4. Identitet og kultur

Resultaterne kan styrke eller udfordre moderne identiteter. Når forskningen viser, at et folk har blandede rødder, kan det skabe både stolthed og konflikt. Derfor er etik en vigtig del af feltet.



Ancient DNA:

Hænderne tilhører antropolog Marie Louise Schjellerup Jørkov, der arbejder med skeletmateriale for at afdække fortidens sygdomme, kost og livsvilkår.

Udfordringer og dilemmaer

- **Forurening:** Det er svært at arbejde med aDNA, fordi selv en lille mængde moderne DNA kan forurene prøverne.
- **Begrænsninger:** Ikke alle fund bevarer DNA. Det afhænger af klima, jordbund og tid. Kolde, tørre områder er bedst.
- **Etik:** Hvem ejer knoglerne, forskerne arbejder med? Er det menneskeheden som helhed, eller de grupper, resterne stammer fra? Hvordan balancerer man videnskabelig nysgerrighed med respekt for de døde og deres efterkommere?

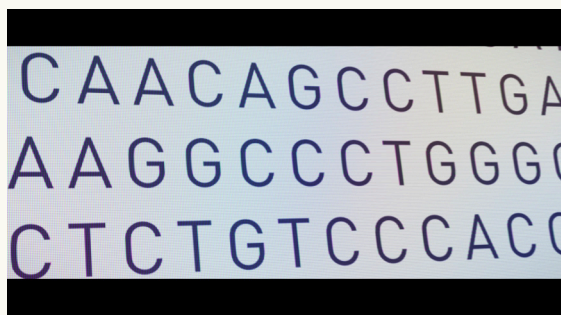
Ancient DNA i fremtiden

Feltet udvikler sig hurtigt. I dag kan forskere udvinde DNA fra blot få milligram knoglepulver. Nye metoder kan endda hente DNA direkte fra jorden, uden at man behøver at forstyrre knogler eller skeletter.

I fremtiden håber forskere at kunne:

- Spore hele epidemiers udvikling over tusinder af år.
- Forstå genetiske dispositioner for psykiske og fysiske sygdomme.
- Skabe et mere nuanceret billede af, hvordan kultur og biologi har formet mennesket.

Ancient DNA viser os, at historien ikke kun kan fortælles gennem tekster, genstande og arkæologiske fund – men også gennem vores egne kroppe. Vores gener bærer på fortiden, og forskningen i oldtids-DNA giver os et spejl, der både viser, hvor vi kommer fra, og rejser nye spørgsmål om, hvem vi er.



Fire bogstaver

På skærmen ses en kort sekvens af DNA-koden: CAACAGCCTT.

DNA består af fire bogstaver – A, T, C og G – som tilsammen udgør den genetiske kode. Kombinationerne af disse baser bærer de biologiske instruktioner, der styrer alt fra cellers funktion til menneskers udseende og egenskaber.

📌 Faktaboks: DNA fra jorden

Ancient DNA kommer ikke kun fra knogler og tænder. I dag kan forskere også udvinde DNA direkte fra jordlag i huler – såkaldt sediment-DNA. Selv små spor af hudceller, hår eller afføring kan efterlade genetiske rester, der bevares i jorden i tusinder af år.

Hvordan opstod idéen?

Professor Eske Willerslev har fortalt, at han fik idéen, da han så en hund lægge en lort. Han indså, at afføring er fuld af DNA, og at dyr og mennesker må have efterladt spor overalt i deres omgivelser. Hvis DNA kunne findes i permafrost og is, hvorfor så ikke i jordlag fra huler? I 2017 kunne Willerslevs gruppe sammen med forskere fra Max Planck Institute (bl.a. Matthias Meyer) vise de første resultater: DNA fra både neandertalere og denisovanere var bevaret i jord fra huler, hvor man aldrig havde fundet knogler.

Hvad kan sediment-DNA bruges til?

- Identificere, hvilke dyr og mennesker der har opholdt sig i en hule, selv om der ikke findes skeletter.
- Spore neandertalere og denisovanere på steder, hvor der ikke er fundet fossiler.
- Kortlægge, hvordan økosystemer og biodiversitet har ændret sig over tid.

Betydning:

Sediment-DNA har revolutioneret forskningen, fordi det gør det muligt at finde genetiske spor på steder uden fossiler. Det giver indsigt i, hvem der har levet hvor, og udvider forståelsen af menneskets og dyrs historie.



Eske Willerslev ved pressekonference i Videnskabernes Selskab i København
Her præsenteres de banebrydende resultater fra de såkaldte tour de force-artikler i Nature, baseret på analyser af 5.000 menneskelige genomer.





Videnskabernes Selskab er Danmarks ældste videnskabelige selskab, grundlagt i 1742, og fungerer som et forum for at udbrede ny forskning til offentligheden. Resultaterne blev holdt hemmelige indtil offentliggørelsen, fordi Nature stiller strenge krav om, at intet må lækkes, før artiklerne udkommer. Det sikrer både gennemsigtighed og fair adgang til de nye opdagelser verden over.

DNA, genetik og ancient DNA

DNA og genetik

DNA (deoxyribonukleinsyre) består af lange kæder af nukleotider, der danner en genetisk kode. Koden består af fire baser: A (adenin), T (thymin), C (cytosin) og G (guanin). Disse baser sidder parvis (A med T, C med G) og udgør fundamentet for vores arvemateriale.

Gener er sekvenser af DNA, der koder for proteiner, som styrer kroppens funktioner. Sammen udgør generne et genom – hele det genetiske “bibliotek” i en organisme. Variation i gener kan forklare forskelle mellem individer, f.eks. øjenfarve eller risiko for sygdom.

Ancient DNA

Ancient DNA adskiller sig fra moderne DNA ved at være:

- Fragmenteret:** DNA-strengene er ofte brudt i meget små stykker.
- Kemisk ændret:** Basernes struktur kan ændres gennem tid, hvilket skaber fejl i aflæsningen.
- Forurenet:** Prøverne kan blandes med DNA fra nutidige mennesker, dyr eller bakterier.

Derfor kræver arbejdet med ancient DNA særlige teknikker:

Sterile laboratorier med renrum og beskyttelsesudstyr for at undgå forurening. PCR (Polymerase Chain Reaction) til at kopiere små DNA-fragmenter mange gange, så de kan analyseres.

Next Generation Sequencing (NGS), hvor millioner af DNA-fragmenter sekventeres samtidig og derefter samles som et puslespil.

Hvad gør forskningen svær?

Når forskere udvinder DNA fra f.eks. en 5.000 år gammel knogle, er det sjældent, at hele genomet bevarer. Det meste DNA vil være nedbrudt eller tilhøre mikroorganismer, der har nedbrudt knoglen. Kun en lille brøkdel er menneske-DNA. At skille disse fragmenter fra hinanden og sammensætte dem korrekt er en af de største udfordringer.

Hvorfor er det vigtigt?

Ved at kortlægge ancient DNA kan forskerne:

1. Rekonstruere menneskers slægtskab og migration gennem titusinder af år.
2. Undersøge, hvornår genetiske egenskaber opstod i menneskehedens historie (f.eks. hudfarve eller evnen til at fordøje mælk).
3. Forstå udviklingen af sygdomme – både infektionssygdomme som pest og genetiske tilstande som laktoseintolerans eller mentale lidelser som depression og bipolar lidelse.

📌 Faktaboks: Sådan arbejdes med ancient DNA

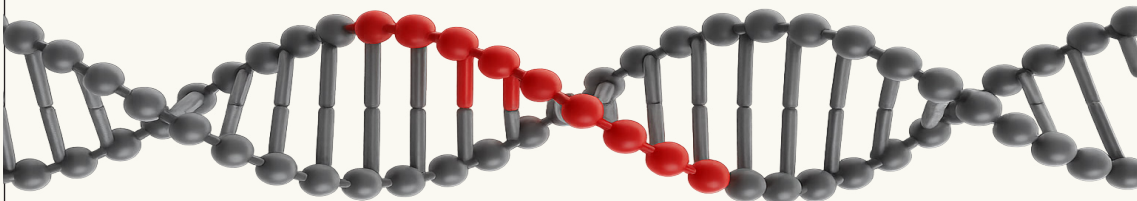
Renrumslaboratorier: Alt arbejde foregår i særligt designede laboratorier, hvor forskerne bærer heldragter, masker og handsker for at undgå forurening. Forurening betyder, at moderne DNA (fra forskerne selv eller omgivelserne) blander sig med det gamle DNA og forvrænger resultaterne.

Knoglepulver: DNA udvindes ofte fra tænder eller indre dele af knogler, hvor det er bedst bevaret. Små mængder pulver (ofte mindre end et knappenålshoved) kan være nok.

PCR (Polymerase Chain Reaction): Bruges til at kopiere de bittesmå DNA-fragmenter, så der er nok til analyse.

Next Generation Sequencing (NGS): Avancerede maskiner aflæser millioner af DNA-fragmenter på én gang, som derefter samles til et helt genom – som et puslespil.

Bioinformatik: Specialiserede computere og algoritmer bruges til at skelne mellem gammelt DNA, forurening og bakterier, og til at rekonstruere den genetiske kode.



❶ Faktaboks: Verdens første fortidsgenom

I 2010 lykkedes det professor Eske Willerslev og hans forskerteam at kortlægge verdens første fulde ancient genom. Det kom fra en ca. 4.000 år gammel mand, der blev fundet i Grønland. Resultaterne viste, at han tilhørte en befolkning beslægtet med nutidens folk i Sibirien og Nordamerika. Det var et banebrydende gennembrud, fordi det for første gang blev muligt at læse hele arvemassen fra et forhistorisk menneske – ikke kun små DNA-fragmenter.

Individet tilhørte Saqqaq-kulturen, en befolkning af jæger-samlere, der levede i Grønland for 4.000–2.500 år siden.

Genetiske analyser viste, at Saqqaq-folket ikke var forfædre til nutidens inuitter. I stedet havde de tættere slægtskab til folk i det nordøstlige Sibirien.

Mandens udseende kunne beskrives gennem DNA'et: Han havde brune øjne, mørkt hår, mørk hud og sandsynligvis en tendens til skaldethed. Resultaterne afslørede også, at han havde genetisk tilpasning til koldt klima, bl.a. i forhold til fedtstofskifte.

Betydning:

- Grundlagde et helt nyt forskningsfelt.
- Gør det muligt at sammenligne oldtidsmennesker med moderne mennesker.
- Har ændret vores viden om migration, sygdomme og menneskelig variation.





Øverste billede

Eske Willerslev sammen med sit forskerhold på University of Cambridge, Zoology Department. Netop her oplever han, hvordan rivaliseringen med David Reich spidser til, da Reich er tæt på at overhale ham i et afgørende forskningsprojekt.

Nederste billede

Marie Louise Jørkov, kurator for en af verdens største samlinger af menneskelige knogler, placeret i København. Samlingen giver unikke muligheder for at udvinde ancient DNA og dermed kaste lys over menneskets fortid.

INTRODUKTION

Hold øje under filmen

Kan bruges i fagene:

Biologi:	Eleverne ser, hvordan DNA-forskning forbinder genetik, sygdomme og menneskelig variation.
Psykologi:	Filmen rejser spørgsmål om arv og miljø, personlighed og menneskelig adfærd.
Dansk/mediefag:	Analyse af filmens formidling gennem billeder, musik og dramaturgi.
Samfundsfag:	Diskussion af, hvordan forskningsresultater kan udfordre etablerede fortællinger og få samfundsmæssige konsekvenser.
Religion og filosofi:	Etiske og eksistentielle spørgsmål om identitet, oprindelige folk og respekt for de døde.

Beskrivelse:

Denne øvelse bruges under filmvisningen. Eleverne skal være særligt opmærksomme på, hvordan Human Race både fortæller historien om et stort videnskabeligt projekt og portrætterer forskeren bag, Eske Willerslev. Undervejs skal eleverne notere konkrete observationer, som senere danner grundlag for klassens diskussion. Fokus er på fem områder: forskerens ambitioner og personlige dilemmaer, situationer hvor DNA-forskningen udfordrer eksisterende historiske fortællinger, forskningsmetoder og deres styrker og svagheder, etiske problemstillinger samt filmens kunstneriske virkemidler.

Øvelsen hjælper eleverne til at se filmen både som et videnskabeligt eventyr og som en fortælling om arv, miljø, identitet og formidling.

DIALOGØVELSE

Hold øje under filmen

Når I ser *Human Race*, er det en god idé at være opmærksom på, hvordan filmen både fortæller en personlig historie om Eske Willerslev og samtidig fortæller historien om et monumentalt videnskabsprojekt. Filmen kombinerer portrættet af en forsker med en fortælling om, hvordan DNA-forskning kan ændre vores forståelse af, hvem vi er.

For at få mest muligt ud af visningen kan I undervejs notere jer centrale situationer og spørgsmål. Noter gerne med minut-tal. Disse observationer danner udgangspunkt for efterfølgende diskussion i klassen:

- Hvordan beskrives forskerens ambitioner, og hvilke personlige dilemmaer følger med?
- Notér situationer, hvor DNA-forskningen udfordrer eksisterende historiske fortællinger. Hvordan reagerer de mennesker, det handler om?
- Hvilke metoder bruger forskerne til at udvinde DNA? Hvad er styrker og svagheder?
- Hvilke etiske dilemmaer rejser filmen? (f.eks. oprindelige folks rettigheder, identitetspolitik, nationalhistorie og psykisk sygdom)
- Hvordan arbejder filmen kunstnerisk – hvad betyder klipning, musik og billeder for formidlingen?
- Hvilke scener viser forskernes samarbejde. Og hvornår fremstår konkurrencen stærkest?
- Hvordan bliver Eske Willerslev portrætteret som person: Hvad ser vi om hans baggrund, drivkraft og usikkerheder?
- Hvornår får filmen jer til at føle fascination, og hvornår får den jer til at stille kritiske spørgsmål?
- Hvordan balancerer filmen mellem fakta og fortælling? Er der eksempler på, at følelser eller dramatik bruges til at understrege videnskaben?
- Hvilke dele af filmen ville være svære at forstå uden billeder og lyd – altså hvor filmmediet giver noget, en tekst alene ikke kunne?

INTRODUKTION

Fire perspektiver

Kan bruges i faget:

Biologi: Eleverne arbejder med DNA, gener og arvemateriale og får indsigt i de særlige muligheder og udfordringer, der kendetegner forskning i ancient DNA.

Beskrivelse:

Denne øvelse giver eleverne mulighed for at koble biologisk viden om DNA med konkrete historiske og kulturelle problemstillinger. Ved at arbejde i grupper og fokusere på forskellige temaer (migrationer, sygdomme, variation eller identitet) lærer de at trække viden ud af filmen Human Race og bearbejde den i fællesskab. Samtidig trænes deres evne til at formidle komplekse emner på en overskuelig måde gennem præsentationer for resten af klassen.

Øvelsen lægger vægt på at vise, hvordan forskning i ancient DNA berører flere dimensioner af menneskelivet – ikke kun de biologiske, men også de historiske, kulturelle og identitetsmæssige. Dermed får eleverne en forståelse af, hvordan naturvidenskabelig forskning kan have bred betydning og skabe forbindelser på tværs af fag og samfund.

KLASSEØVELSE

Fire perspektiver

Klassen deles i 4-5 grupper. Hver gruppe vælger ét af de fire områder, som forskningen i ancient DNA kan belyse:

1. **Migrationer og befolkningshistorie**
2. **Sygdomme og sundhed**
3. **Menneskelig variation (f.eks. hudfarve, øjenfarve, laktosetolerance)**
4. **Identitet og kultur**

Hver gruppe skal undersøge og forberede en kort præsentation, hvor de viser, hvordan ancient DNA kan give ny viden på deres område. Præsentationen kan være i form af en plakat, et digitalt slide eller en mundtlig fremlæggelse.

Trin-for-trin arbejdsproces:

1. **Læs baggrundsteksten** om ancient DNA
2. **Find konkrete eksempler i filmen *Human Race*** eller på nettet. Notér, hvad forskerne har fundet frem til, og hvordan det ændrer vores viden.
 - *Migrationer*: Hvad har DNA fortalt os om, hvordan mennesker bevægede sig i oldtiden?
 - *Sygdomme*: Hvilke sygdomme har forskere sporet i ancient DNA, og hvordan hjælper det os i dag?
 - *Variation*: Hvornår opstod egenskaber som hud- eller øjenfarve? Hvordan kan vi se det i DNA?
 - *Identitet*: Hvordan kan genetiske resultater udfordre eller styrke moderne identiteter?
3. **Undersøg filmens formidling**. Hvordan blev emnet vist? Brugte filmen billeder, musik eller personlige fortællinger for at gøre stoffet levende?

4. Lav en præsentation:

- Brug eksempler, billeder eller stikord.
- Forklar, hvorfor ancient DNA er vigtigt netop på jeres område.
- Stil evt. et spørgsmål til klassen, så I får en diskussion i gang.

Fremlæggelse og opsamling:

- Hver gruppe har 7 minutter til at præsentere deres område.
- De øvrige elever kan stille spørgsmål eller tilføje pointer.
- Til sidst laves en fælles opsamling på tavlen, hvor de fire områder samles i et "mindmap" over, hvad ancient DNA kan bidrage med.

Udvidelse:

- Som ekstra udfordring kan grupperne sammenligne deres område med et andet:
- Hvordan hænger migrationer og sygdomme sammen?
- Hvordan kan identitet påvirkes af ny viden om variation?
- Hvordan spiller de fire områder sammen og giver et samlet billede af menneskets historie?

Opsamling:

Efter gruppernes fremlæggelser samles pointerne i et fælles mindmap på tavlen: Hvad kan ancient DNA fortælle os om menneskets fortid? Diskutér, hvordan de fire områder hænger sammen og giver et samlet billede.

INTRODUKTION

Sekventering og bioinformatik

Kan bruges i faget:

Biologi:	Eleverne arbejder med DNA-sekventering, replikation, mutationer og bioinformatik.
Naturvidenskabeligt grundforløb:	Introduktion til moderne bioteknologiske metoder og dataanalyse.
Teknologi/IT:	Forståelse for digitale værktøjer i biologisk forskning.

Beskrivelse:

Denne øvelse giver eleverne et indblik i, hvordan forskere rekonstruerer DNA fra fortiden – og hvordan moderne teknologi bruges til at læse, sammenligne og analysere genetiske sekvenser.

Filmen Human Race viser, hvordan laborant Maria Madrona arbejder med en af verdens mest avancerede sekventeringsmaskiner. I denne øvelse skal eleverne forstå, hvordan en sekvens bliver til data, og hvordan man ved hjælp af bioinformatik kan udlede genetiske forskelle mellem individer eller arter.

Formålet er, at eleverne får en fornemmelse af, hvordan biologisk forskning i dag bygger på både laboratoriearbejde og computeranalyse – og hvordan ancient DNA adskiller sig fra moderne DNA i praksis.

KLASSEØVELSE

Sekventering og bioinformatik

Faglig baggrund:

Ancient DNA består af små, fragmenterede sekvenser, som forskerne genskaber ved hjælp af:

- 1. PCR (Polymerase Chain Reaction)** – PCR er en teknik, der kopierer små DNA-fragmenter millioner af gange, så der skabes nok materiale til at kunne analysere det.
 1. Metoden fungerer som en slags “genetisk kopimaskine” og blev udviklet i 1980’erne.
 1. I forskningen i ancient DNA er PCR særligt vigtig, fordi det oprindelige DNA ofte kun findes i mikroskopiske mængder.
- 2. Next Generation Sequencing (NGS)** – en metode, hvor millioner af fragmenter sekventeres samtidig og samles som et puslespil ved hjælp af avanceret software. NGS er en moderne teknik, hvor millioner af DNA-fragmenter aflæses samtidig. De mange små sekvenser bliver derefter samlet som et puslespil ved hjælp af avanceret software. Metoden gør det muligt at kortlægge hele genomer – også fra gamle og delvist nedbrudte DNA-prøver.
- 3. Referencegenomer** – kendte DNA-sekvenser, som bruges til at sammenligne og identificere ancient DNA-fragmenternes oprindelse. Et referencegenom er en komplet DNA-sekvens fra et moderne menneske, dyr eller plante, som bruges som sammenligningsgrundlag. Når forskere analyserer ancient DNA, sammenligner de fragmenterne med referencegenomer for at finde ud af, hvilken art eller befolkning DNA’et stammer fra – og hvor i arvemassen mutationer er opstået.

Trin-for-trin arbejdsproces:

Trin 1 – Se filmklippet

Find scenerne i filmen, der handler om sekventering. Fra klargøring af skelletmateriale, pippetring etc.

- Hvad laver laboratoriarbejderne konkret?
- Hvilke forholdsregler tager de for at undgå forurening?
- Hvordan bliver DNA'et omdannet fra biologisk materiale til digitalt data?

Trin 2 – Arbejd med data (forenklet version)

Læreren udleverer to korte DNA-sekvenser (f.eks. 20–30 baser).

Eleverne sammenligner dem manuelt eller i et simpelt online-værktøj (f.eks. NCBI BLAST eller DNA Learning Center tools) og finder forskelle (mutationer).

Eksempel:

- Sekvens 1: ACGTACGTAAGTCCGATGAC
- Sekvens 2: ACGTACGTCAGTCCGATGGC

Diskutér:

- Hvor mange forskelle er der?
- Hvad kunne de betyde biologisk (f.eks. ændret protein, sygdom, eller neutral variation)?
- Hvordan ville forskerne bruge sådanne data til at forstå evolution eller sygdom?
- Hvad laver laboratoriarbejderne konkret?
- Hvilke forholdsregler tager de for at undgå forurening?
- Hvordan bliver DNA'et omdannet fra biologisk materiale til digitalt data?

Trin 3 – Refleksion og kobling til filmen

- Hvorfor kræver arbejdet med ancient DNA både laboratoriekompetencer og IT-færdigheder?
- Hvad er forskellen på at “se” DNA i mikroskopet og at analysere det digitalt?
- Hvorfor er bioinformatik blevet en så central del af moderne biologi?

Opsamling

- Lav en fælles samtale i klassen om, hvordan DNA-data kan fortælle historier om fortiden:
- Hvordan bliver biologiske data til historisk viden?
- Hvorfor er det vigtigt, at biologi, arkæologi og datavidenskab samarbejder?
- Hvad fortæller scenen med Maria Madrona om moderne forskning og de kompetencer, den kræver?

📘 Faktaboks: Hvad er Next Generation Sequencing

Next Generation Sequencing (NGS) er en avanceret teknologi, der gør det muligt at aflæse millioner af DNA-fragmenter samtidig.

I stedet for at læse ét gen ad gangen – som i tidligere metoder – kan forskere med NGS kortlægge hele genomer hurtigt og præcist. I arbejdet med ancient DNA er NGS afgørende, fordi DNA’et fra fortiden ofte er nedbrudt i små stykker.

Computere og avanceret software bruges til at samle de mange små sekvenser som et puslespil og finde ud af, hvordan arvemassen engang så ud. NGS har revolutioneret både biologi, medicin og arkæologi, fordi det gør det muligt at forstå sygdomme, evolution og menneskets oprindelse på helt nye måder.

INTRODUKTION

Genetisk variation og evolution over tid

Kan bruges i faget:

Biologi:	Eleverne arbejder med centrale evolutionære begreber som mutation, selektion, genetisk drift og tilpasning.
Historie og Samfundsfag:	Øvelsen belyser, hvordan miljø, migration og sygdomme påvirker menneskets biologiske udvikling gennem tiden.

Beskrivelse:

Denne øvelse udforsker, hvordan genetiske variationer opstår, spredes og forsvinder i populationer – og hvordan ancient DNA-forskningen har revolutioneret vores forståelse af menneskets evolution.

Ved at sammenligne genetiske data fra fortidsmennesker med moderne genomer kan forskere se, hvordan egenskaber som hudfarve, laktosetolerance og immunforsvar har udviklet sig over tid.

Øvelsen forbinder centrale biologiske begreber med filmens fortælling om Human Race – og viser, hvordan arv, miljø og evolution flettes sammen i menneskets historie.

Faglige pointer:

Mutationer og genetisk variation er grundlaget for evolution.

Naturlig selektion og genetisk drift påvirker, hvilke gener der overlever.

Migration og miljøforandringer ændrer genfrekvenser over tid.

Ancient DNA gør det muligt at observere evolutionen baglæns – direkte i de genetiske spor fra fortiden.

KLASSEØVELSE

Genetisk variation og evolution over tid

Formål:

Eleverne undersøger, hvordan genetiske variationer ændrer sig over tid – og hvordan mutation, selektion, migration og genetisk drift påvirker menneskets udvikling. Øvelsen tager udgangspunkt i ancient DNA og kobler biologiske mekanismer til filmens temaer om arv, miljø og evolution.

Sådan gør I – trin for trin:

Trin 1 – Introduktion

- Start med at gennemgå begreberne genetisk variation, mutation, naturlig selektion og genetisk drift (brug evt. faktaboksen nederst).
- Tal i klassen om, hvorfor nogle genetiske træk – fx laktosetolerance, hudpigment eller immunrespons – kan give en fordel i bestemte miljøer.

Trin 2 – Arbejd med data

- Læreren udleverer et forenklet datasæt (eksempel nedenfor).
- Tallene viser, hvor stor en andel af en bestemt genvariant (allel) findes i befolkningen på tre tidspunkter.

Tidsperiode	Andel af "A"-allel	Mulig forklaring
For 8.000 år siden	5%	Laktoseintolerance var almindelig – ingen mælkeproduktion.
For 4.000 år siden	35%	Landbrug og mælkeproduktion opstår i Europa.
I dag	75%	Laktosetolerance giver energifordel i visse miljøer.

Opgaver:

- Hvilken udvikling ser I i genfrekvensen over tid?
- Hvilke biologiske mekanismer kan forklare ændringen (mutation, selektion, migration)?
- Hvilke miljøforhold kan have påvirket, at nogle gener blev mere udbredte end andre?
- Kan I finde lignende eksempler fra filmen Human Race?

Trin 3 – Refleksion og formidling

Grupperne laver en kort præsentation (fx mindmap, slide eller plakat), hvor de viser:

- Hvilket gen/egenskab de har arbejdet med
- Hvordan det har ændret sig over tid
- Hvilke faktorer der har påvirket udviklingen

Afslut med fælles diskussion:

Hvad fortæller ancient DNA os om menneskets tilpasning – og om, hvordan evolutionen stadig er i gang?

Som ekstra opgave kan eleverne vælge et andet kendt eksempel på genetisk variation (f.eks resistens mod sygdom, hudfarve, højde, eller neandertaler-gener) og lave deres egen mini-case, hvor de beskriver udviklingen og de evolutionære mekanismer bag.

📌 Faktaboks: Centrale begreber

Mutation – En ændring i DNA'et, som kan give nye egenskaber.

Naturlig selektion – De individer, der er bedst tilpasset miljøet, får oftere afkom.

Genetisk drift – Tilfældige ændringer i genfrekvenser, især i små populationer.

Migration – Når individer flytter og bringer nye gener ind i en population.

Adaptation – Når en genetisk ændring giver øget overlevelse i et bestemt miljø.



Øverste billede

Eske Willerslev var pelsjæger i Sibirien. Eventyret blev brat afbrudt, da han måtte rejse hjem på grund af sin fars sygdom – en oplevelse, der udløste en depression, hvor han overvejede at tage sit eget liv.

Nederste billede

Den canadiske antropolog Niobe Thompson genskaber Eske Willerslevs tid som pelsjæger i filmen. Rekonstruktionen forbinder den personlige fortælling med det større forskningsmæssige eventyr.

INTRODUKTION

Tre scener til diskussion

Kan bruges i fagene:

Biologi:	Scenerne berører DNA, genetik og arv.
Psykologi:	Scenerne undersøger arv/miljø, familieforhold og identitet.
Dansk:	Eleverne arbejder med analyse og fortolkning af filmiske scener
Samfundsfag:	Forskningsresultater og identitet kan få politiske og samfundsmæssige konsekvenser.
Religion og filosofi:	Spørgsmålene om arv, miljø og identitet peger på eksistentielle og etiske overvejelser.

Beskrivelse:

I *Human Race* flettes det videnskabelige og det personlige tæt sammen. Filmen viser, at forskning ikke kun handler om data og laboratorier, men også om de mennesker, der udfører den – deres baggrunde, relationer og erfaringer. I denne øvelse skal I arbejde med tre centrale scener, hvor Eske Willerslevs personlige liv og forskning mødes. Øvelsen giver jer mulighed for at diskutere, hvordan arv, miljø, familie og identitet spiller ind på både den enkelte og på videnskaben.

KLASSEØVELSE

Tre scener til diskussion

Human Race rummer både store videnskabelige spørgsmål og personlige øjeblikke. Nogle af de mest tankevækkende scener opstår, når filmen zoomer ind på Eske Willerslevs eget liv og relationer. I denne øvelse skal I arbejde med tre udvalgte scener fra filmen. De viser, hvordan DNA-forskningen ikke kun handler om laboratorier og resultater, men også om identitet, familie, arv og miljø.

Formålet er, at I både beskriver, hvad der sker i scenerne, og reflekterer over de spørgsmål, de rejser. På den måde kobler I filmens fortælling sammen med de større temaer om genetik, miljø og menneskelig erfaring.

→ Scene 1: Vaffelrestauranten

Eske Willerslev sidder med sine to sønner på en vaffelrestaurant. Samtalen handler om DNA og arv. Eskes ældste søn, Rasken, vil gerne vide mere om, hvad hans DNA kan fortælle om ham. Han vil gerne have taget en DNA-test, men Eske synes, at det er en dårlig idé

Spørgsmål til diskussion:

- Hvorfor synes Eske, at en DNA-test ikke er en god idé?
- Hvad siger Eske om identitet og genetik?
- Hvordan reagerer Eskes yngste søn, Bror?
- Hvorfor tror du, han reagerer, som han gør?



Vafler

Eske Willerslev på vaffelrestaurant i Cambridge med sine sønner, Rasken og Bror. Familien er flyttet til England pga. Eskes karriere, og drengene er startet i skole. Moren, Ulrikke, er rejst tilbage til Danmark, da hun ikke trivedes i Cambridge.



→ Scene 2: Familien fortæller

I en scene møder vi Eske sammen med sin mor, Lona, og sin søster, Anne. Samtalen drejer sig om Eskes barndom og forholdet til hans far. Eske fortæller, at han har haft en barsk far.

Spørgsmål til diskussion:

- Hvordan beskriver Eske sin far?
- Hvordan reagerer moren og søsteren, når Eske taler om sin barndom?
- Hvad kan denne scene fortælle os om, hvordan miljø og opvækst former et menneske?
- Hvordan kan barndomsoplevelser påvirke ens valg senere i livet?

→ Scene 3: Fejringen og samtalen om autisme

I slutningen af filmen fejrer Eske og hans team de nye resultater. Eske fortæller i en kort tale til teamet, hvordan han læser resultaterne, og bagefter har han en kort samtale med en kvindelig forsker, der selv har autisme.

Spørgsmål til diskussion:

- Hvordan læser Eske resultaterne?
- Hvad handler samtalen med den kvindelige forsker om?
- Hvad hæfter du dig særligt ved i forhold til arv, miljø, omgivelser og individ?
- Hvordan knytter denne scene an til filmens hovedspørgsmål: Hvorfor er vi, som vi er?

Opsamling:

Lav en fælles samtale i klassen om, hvordan arv og miljø spiller sammen i de tre scener. Diskutér, hvordan de personlige historier kobles til filmens videnskabelige spørgsmål: *Hvorfor er vi, som vi er?*



Fejringen

Eske fejrer forskningsresultaterne med sit team og forklarer, hvordan vores måde at være på – også mentalt – er formet af vores genetiske *legacy*. Under fejringen har han en vigtig samtale med en kollega, der fortæller, at hans tale gjorde stort indtryk på hende af en hel særlig årsag.



INTRODUKTION

Hvem ejer historien?

Kan bruges i fagene:

Samfundsfag:	Eleverne undersøger, hvordan forskning kan bruges i politiske og nationale fortællinger, og hvilke samfundsmæssige konsekvenser det har.
Religion og filosofi:	Diskussionen rejser spørgsmål om hellighed, kulturarv, respekt for de døde og forholdet mellem videnskab og tro.
Dansk:	Øvelsen træner eleverne i at argumentere, indtage roller og analysere, hvordan forskellige perspektiver formes og formidles.

Beskrivelse:

I denne øvelse arbejder eleverne med etiske og samfundsmæssige dilemmaer, der opstår, når forskning i menneskelige rester møder spørgsmål om ejerskab og identitet. Pointen er at træne eleverne i at se en sag fra flere sider: forskerens, den religiøses, den politiske aktørs og de oprindelige folks. Gennem rollespillet lærer eleverne at argumentere ud fra forskellige værdier og interesser og får indblik i, hvordan videnskab kan skabe konflikt, men også åbne for dialog. Øvelsen lægger vægt på samarbejde, kritisk tænkning og evnen til at koble viden fra forskellige fag. Målet er, at eleverne forstår, at der ikke findes ét endegyldigt svar på spørgsmålet om "hvem der ejer historien", men at det er en debat, der kræver både nuancer og respekt for forskellige perspektiver.

KLASSEØVELSE

Hvem ejer historien?

I *Human Race* bliver DNA-forskningen ikke kun et spørgsmål om videnskabelige metoder, men også om kultur, religion og politik. Når forskere arbejder med menneskelige rester, rejser det spørgsmål om ejerskab: Hvem bestemmer, hvad knogler og DNA skal bruges til? Er det forskerne, menneskeheden, nationer eller de lokale samfund, som ser resterne som deres forfædre? Denne øvelse giver eleverne mulighed for at indtage forskellige roller i en debat, hvor perspektiverne brydes. Formålet er ikke at finde ét rigtigt svar, men at forstå de forskellige interesser og værdier, der er på spil, og diskutere, hvordan ny viden kan balanceres med respekt for gamle identiteter.

Klasseøvelse: Hvem ejer historien?

I filmen rejser DNA-forskningen spørgsmål om ejerskab: Hvem har ret til at bestemme over fortidens arv? Og hvem ejer egentlig de menneskelige rester, forskningen bygger på?

Roller til debatten

- **Forskeren** – Knogler og DNA tilhører hele menneskeheden. Forskning i dem er en vej til at forstå os selv.
- **Den religiøse** – Knogler er hellige (sacred) og skal hvile i fred.
- **Politiske aktører** – Vil bruge resultaterne til at styrke national identitet og historie.
- **Lokale samfund/oprindelige folk** – Ser knoglerne som deres forfædre og kulturarv, og kræver kontrol og respekt.

Spørgsmål til grupperne

- Hvem ejer gamle knogler? Forskere, menneskeheden eller de samfund, de stammer fra?
- Skal knogler behandles som videnskabelige kilder – eller hellige forfædre?
- Hvordan kan forskningsfrihed balanceres med respekt for religion og kultur?
- Hvad sker der, hvis forskellige aktører har modstridende krav?

Fælles refleksion

- Hvordan skal vi håndtere spændingen mellem ny viden og gamle identiteter?
- Skal forskning i menneskelige rester begrænses – og i så fald af hvem?
- Kan der findes kompromisser, som både sikrer videnskabelige fremskridt og kulturel respekt?

Arbejdsspørgsmål til fælles debat

- Hvad fortæller filmen om det at være moderne forsker? Hvad kræver det – og hvilken pris kan det have?
- Er DNA-forskning en vej til sandheden om os – eller blot én ud af mange fortællinger om mennesket?
- Hvis dine egne gener viste noget, du ikke forventede, hvordan ville det påvirke din identitet?
- Kan man skille videnskabelige fakta fra de kulturelle og politiske konsekvenser, de medfører?
- Hvordan kan vi som samfund balancere mellem fri forskning og respekt for kulturelle og etiske hensyn?

Opsamling:

Afslut med en klassedialog om, hvorfor DNA-forskning berører os alle. Skriv klassens vigtigste pointer på tavlen som en liste over “spørgsmål, der angår hele menneskeheden”.



Ejerskab

Spørger man Eske Willerslev, hvem historiske knogler tilhører, svarer han, at de tilhører menneskeheden. Ifølge ham er det hele menneskeheden, der kan få gavn af de videnskabelige resultater.



INTRODUKTION

'The History of Humanity'

Kan bruges i fagene:

Dansk:	Eleverne arbejder med at fortolke et citat, analysere sproglige virkemidler og diskutere betydningen af formidling.
Samfundsfag:	Citatet åbner for debat om, hvordan videnskab påvirker samfundet, og hvorfor forskning i menneskets historie er relevant for alle.
Religion og filosofi:	Øvelsen peger på eksistentielle spørgsmål om oprindelse, identitet og menneskets plads i verden.

Beskrivelse:

I *Human Race* medvirker den amerikanske videnskabsjournalist Carl Zimmer, som formidler forskning til et bredt publikum. Hans udsagn i filmen understreger, at DNA-forskningen ikke blot er et teknisk eller videnskabeligt spørgsmål, men vedrører nogle af de mest grundlæggende temaer for menneskeheden: vores oprindelse, identitet og fælles historie. Denne øvelse sætter fokus på, hvordan videnskabelige indsigter kan have universel betydning og skabe refleksion på tværs af fag og baggrunde.

DISKUSSIONSØVELSE

'The History of Humanity'

I *Human Race* medvirker den amerikanske videnskabsjournalist Carl Zimmer, som ofte formidler kompleks forskning til et bredt publikum. I filmen siger han:

→ *"We're talking about the history of humanity. This isn't an obscure corner of science that it's hard for other people to appreciate. We all want to know about these questions."*

— Carl Zimmer, New York Times

Hans ord peger på, at DNA-forskningen ikke kun er et snævert videnskabeligt anliggende, men handler om spørgsmål, som vi alle har en naturlig interesse i: Hvor kommer vi fra? Hvem er vi? Hvorfor er vi, som vi er?

I denne øvelse skal I undersøge, hvad Zimmer mener med sit udsagn, og diskutere, hvorfor spørgsmål om menneskets oprindelse og identitet berører os alle – uanset om vi er forskere eller ej.

Spørgsmål til diskussion:

- Hvad mener Carl Zimmer med det, han siger?
- Hvilke "questions" taler han om?
- Hvorfor tror I, han mener, at disse spørgsmål angår alle mennesker – ikke kun forskere?
- Kan I komme i tanke om andre videnskabelige spørgsmål, der på samme måde berører os alle?

Opsamling:

Afslut med en klassedialog om, hvorfor DNA-forskning berører os alle. Skriv klassens vigtigste pointer på tavlen som en liste over "spørgsmål, der angår hele menneskeheden".



Carl Zimmer, New York Times:

Carl Zimmer på sit kontor i Connecticut, USA, nær New Haven. Zimmer er videnskabsjournalist for The New York Times og kendt for at formidle kompleks forskning om genetik, biologi og evolution til et bredt publikum. Han har skrevet adskillige bøger, bl.a. *She Has Her Mother's Laugh* (2018), som blev prisbelønnet for sin formidling af arvelighedens historie og betydning. På sin hjemmeside, carlzimmer.com, samler han artikler, essays og foredrag, hvor han gør vanskelige videnskabelige emner tilgængelige gennem klare forklaringer, fortællende sprog og stærke billeder. Zimmer regnes i dag som en af verdens mest indflydelsesrige videnskabsformidlere, og han optræder ofte i internationale medier og på konferencer.

INTRODUKTION

Psykisk sygdom og stigma

Kan bruges i fagene:

Psykologi:	Øvelsen sætter fokus på arv/miljø, stigma og menneskelig adfærd.
Samfundsfag:	Diskuterer, hvordan samfundet håndterer psykisk sygdom, stigma og diskrimination.
Religion og filosofi:	Øvelsen peger på eksistentielle spørgsmål om oprindelse, identitet og menneskets plads i verden.
Biologi:	Eleverne arbejder med genetiske dispositioner og deres betydning for psykisk sygdom.

Beskrivelse:

Denne øvelse sætter eleverne i centrum af en aktuel og kompleks diskussion: Hvad betyder det at forstå psykisk sygdom som en integreret del af menneskeheden? Eleverne arbejder med både faglig viden og personlige refleksioner. Opgaverne lægger op til, at eleverne skelner mellem faktisk viden (f.eks. forskellen på stigma og diskrimination) og egne holdninger (f.eks. hvordan viden kan ændre vores syn på mennesker med psykiske lidelser).

Øvelsen er struktureret, så eleverne først undersøger filmens pointer, derefter relaterer dem til eksempler fra deres egen hverdag og til sidst diskuterer det store spørgsmål om arv og miljø. På den måde bevæger de sig fra det konkrete til det abstrakte. Perspektivøvelsen giver plads til, at eleverne indtager forskellige synspunkter, hvilket træner deres evne til at argumentere, lytte og afprøve perspektiver, de måske ikke selv deler.

Formålet er ikke at finde ét rigtigt svar, men at styrke elevernes forståelse af, hvordan biologiske, psykologiske og sociale faktorer spiller sammen, og hvordan viden kan være et redskab til at nedbryde stigma og skabe mere nuancerede billeder af, hvad det vil sige at være menneske.

DISKUSSIONSØVELSE

Psykisk sygdom og stigma

En central pointe i *Human Race* er, at psykiske sygdomme måske ikke er “fejl” i mennesket, men en del af det at være menneske. Forskningen i oldtids-DNA undersøger, om tilstande som ADHD, autisme, bipolar lidelse og skizofreni har eksisteret gennem hele menneskets historie.

Filmen rejser spørgsmål om, hvordan vi forstår psykisk sygdom: Er det udelukkende en byrde? Eller kan nogle af de samme genetiske dispositioner være forbundet med menneskelig kreativitet, intelligens og fantasi? Samtidig viser filmen, at stigma og fordomme kan være en lige så stor udfordring som sygdommene selv. Stigma kan føre til diskrimination, skam og isolation og dermed forværre problemerne.

Opgaver

Refleksion over filmens pointer

- Hvad betyder det, når forskere siger, at psykiske sygdomme er “en integreret del af menneskeheden”?
- Hvordan kan denne viden ændre vores syn på mennesker med psykiske lidelser?
- Hvad mener du om påstanden: “Hvis vi fjernede skizofreni fra vores gener, ville vi miste fantasien”?

Psykisk sygdom og stigma

- Hvad er forskellen på stigma og diskrimination?
- Hvilke konsekvenser kan stigma have for mennesker med psykiske sygdomme?
- Kender I eksempler fra medier eller jeres egen hverdag, hvor psykisk sygdom omtales med fordomme?

Arv, miljø og psykisk sygdom

- Diskutér, hvordan arv og miljø kan spille sammen i udviklingen af psykiske lidelser.
- Er der situationer i filmen, hvor miljøet omkring et menneske forstærker eller mindsker betydningen af en genetisk disposition?

Opsamling:

Lav en fælles opsamling på, hvordan filmen kan ændre vores syn på psykisk sygdom. Diskutér, hvordan ny viden kan bruges til at reducere stigma og fremme forståelse.

INTRODUKTION

Konkurrence i forskningsverdenen

Kan bruges i fagene:

Dansk:	Arbejdet med filmens scener træner analyse og tolkning af både sprog og visuelle virkemidler.
Samfundsfag:	Eleverne får indblik i, hvordan videnskabelig forskning hænger sammen med magt, ressourcer og politik.
Religion og filosofi:	Diskussionen åbner for etiske overvejelser om anerkendelse, sandhed og menneskelig stræben.
Biologi:	Eleverne lærer, hvordan forskning i genetik og ancient DNA udvikler sig i et felt præget af samarbejde og konkurrence.

Beskrivelse:

Videnskab handler om at stille spørgsmål og finde svar, men det handler også om at være først, få adgang til de rigtige data og blive anerkendt af andre forskere. I dette forløb undersøger eleverne, hvordan konkurrence former forskningsfeltet ancient DNA. Gennem klip fra Human Race skal de finde eksempler på, hvordan forskere samarbejder, konkurrerer og kæmper om at definere vores forståelse af menneskets fortid. Øvelsen giver eleverne mulighed for at reflektere over, hvordan videnskab både er et fælles projekt og en kampplads, hvor prestige, priser og publikationsrettigheder spiller en central rolle.

DISKUSSIONSØVELSE

Konkurrence i forskningsverdenen

Feltet for ancient DNA er stadig ungt, men det har allerede ændret vores forståelse af menneskets historie. Bag gennembruddene står en lille håndfuld forskere, der har sat sig tungt på feltet: Svante Pääbo, David Reich og Eske Willerslev. De er pionerer, men de er også konkurrenter.

Konkurrencen handler ikke kun om prestige, men også om adgang til unikke fund, store datasæt og de rigtige samarbejdspartnere. Hvem får først adgang til et 10.000 år gammelt skelet? Hvem får først publiceret en artikel i Nature eller Science? Og hvem bliver krediteret for at have ændret vores syn på menneskets fortid?

I 2022 fik Svante Pääbo Nobelprisen i medicin for sit arbejde med neandertaler- og den isovan-genomet. Normalt bliver prisen givet til tre forskere. Men Nobelakademiet i Stockholm valgte kun at give den til den svenske forsker Svante Pääbo. Mange mente, at Eske Willerslev lige så godt kunne have stået på scenen.

Spørgsmål til diskussion

Refleksion over filmens pointer

- Hvorfor tror I, at konkurrencen i ancient DNA er så hård?
- Hvad betyder det for forskere at få publiceret i tidsskrifter som Nature og Science?
- Er Nobelprisen altid retfærdig – eller handler den også om timing, politik og symbolik?
- Hvad kan det betyde for en forskers karriere at “vinde” de største fund og priser?
- Hvordan kan konkurrencen påvirke samarbejde i et felt, der også kræver, at forskere deler data og teknikker?
- Hvorfor tror I, Nobelkomitéen valgte at give prisen til én person frem for tre?
- Hvilke konsekvenser kan det have for forskningsfeltet, når én person bliver symbolet på et helt område?

Øvelse: Find konkurrencen i filmen

- Se udvalgte klip fra Human Race.
- Skriv ned de steder, hvor konkurrencen i forskningen bliver tydelig.

- Hvordan reagerer forskerne, når de mister eller vinder et vigtigt fund?
- Hvordan taler de om hinanden – som kolleger, rivaler eller begge dele?
- Diskutér i grupper: Hvordan påvirker konkurrencen forskernes arbejde og deres identitet?
- Lav en kort opsamling på tavlen: Hvilke eksempler fandt I, og hvad viser de om videnskab som en konkurrencepræget verden?

Opsamling:

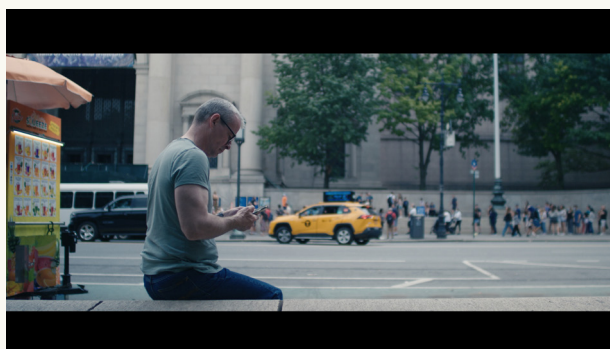
Saml klassens observationer fra filmen. Diskutér, hvordan konkurrence både kan drive videnskaben fremad og skabe udfordringer for samarbejde. Lav evt. en fælles liste over “fordele og ulemper ved konkurrence i forskning”.



Eske Willerslev i USA

Moderne forskning kræver ikke kun idéer og laboratoriearbejde – den er også afhængig af store bevillinger og adgang til unikt materiale. For Eske handler det ofte både om at skaffe midler til forskningen og om at få tilladelse til at undersøge skeletter fra hele verden. Her ses han i New York.

→



📌 Faktaboks: Nobelprisen i fysiologi eller medicin

Opkaldt efter: Alfred Nobel (1833–1896), svensk kemiker, opfinder og industrimand, som skabte prisen gennem sin arv.

Uddeles af: Karolinska Institutet i Stockholm på vegne af Nobelkomitéen.

Uddeles af: Karolinska Institutet i Stockholm på vegne af Nobelkomitéen.

Formål: At hædre forskere, der har gjort ”de vigtigste opdagelser inden for medicin eller fysiologi”.

Antal prismodtagere: Normalt deles prisen mellem op til tre forskere.

Historie: Første gang uddelt i 1901. Blandt de mest kendte prismodtagere er Alexander Fleming (penicillin), Francis Crick, James Watson og Maurice Wilkins (DNA-struktur).

Præmie: Ca. 10 millioner svenske kroner (2020’erne), som deles mellem modtagerne.

Prestige: Nobelprisen betragtes som det ypperste, man kan opnå inden for videnskab. Den giver ofte global anerkendelse og kan definere en hel forskers karriere.

Kontroverser: Mange forskere og banebrydende bidrag er blevet overset, ofte fordi prisen kun gives til levende personer og maks. tre ad gangen.



INTRODUKTION

Tværfaglighed i forskning

Kan bruges i fagene:

Dansk/mediefag:	Træner i at analysere filmens formidling og identificere de mange stemmer og faglige perspektiver.
Samfundsfag:	Diskuterer etik, identitet og samfundsmæssige konsekvenser af forskningen.
Historie:	Fokus på, hvordan fund og dateringer giver biologisk forskning kontekst.
Biologi:	Eleverne ser, hvordan genetik og laboratoriearbejde bidrager til ancient DNA-forskning.

Beskrivelse:

Øvelsen træner eleverne i at forstå, hvorfor komplekse forskningsfelter som ancient DNA kræver tværfaglighed. Eleverne lærer at identificere forskellige videnskabelige discipliner i filmens scener og reflektere over, hvordan de supplerer hinanden. Arbejdet gør det tydeligt, at biologi alene ikke kan give hele svaret – der skal også bruges arkæologi, antropologi, etik, historie og samfundsfaglige perspektiver.

Øvelsen har et didaktisk fokus på at styrke elevernes evne til at samarbejde, strukturere observationer i skemaform og sætte deres viden ind i en bredere sammenhæng. De trænes i at se forbindelser på tværs af fag, så de oplever, hvordan naturvidenskab, humaniora og samfundsvidenskab mødes i praksis.

Tværfaglighed i forskning

I moderne forskning spiller tværfaglighed en stadig større rolle. Mange af de store videnskabelige spørgsmål kan ikke besvares ud fra ét enkelt fagområde. Klimaforandringer kræver f.eks. både indsigt i naturvidenskab, samfundsvidenskab og teknologi. Medicinsk forskning forener biologi, kemi, statistik og etik. Tværfaglighed betyder, at forskellige videnskaber bringer deres styrker i spil og sammen kan skabe en mere nuanceret forståelse.

Ancient DNA er et tydeligt eksempel på, at tværfaglighed er nødvendig. For at udvinde og tolke DNA fra fortiden samarbejder forskere fra mange fagområder:

- **Molekylærbiologi og genetik** – udvikler metoder til at udvinde og sekventere DNA.
- **Arkæologi** – finder og daterer de skeletter og genstande, DNA'et udvindes fra.
- **Antropologi** – tolker fundene i forhold til menneskelig kultur, levevis og migration.
- **Medicin og epidemiologi** – undersøger, hvordan sygdomme har udviklet sig gennem historien.
- **Psykologi og neurologi** – ser på genetiske spor af mentale tilstande og adfærd.
- **Historie** – sætter de genetiske fund i sammenhæng med skriftlige kilder og kulturhistorie.
- **Etik og jura** – diskuterer, hvem der ejer de menneskelige rester, og hvordan forskningen kan foregå respektfuldt. Og hvad er lovligt eller helt forbudt.

Netop fordi ancient DNA rejser spørgsmål, der både er biologiske, historiske, kulturelle og etiske, kræver feltet et tæt samarbejde mellem mange videnskaber. Uden tværfaglighed ville det ikke være muligt at omsætte de rå genetiske data til en meningsfuld fortælling om, hvem vi er, og hvor vi kommer fra

KLASSEØVELSE

Tværfaglighed i forskning

I filmen Human Race møder vi forskere og eksperter fra mange forskellige felter, som alle bidrager til arbejdet med ancient DNA. Pointen er, at ingen enkelt fagdisciplin kan løse opgaven alene – det kræver samarbejde på tværs.

Opgave:

- 1. Se udvalgte klip fra filmen**, hvor forskellige fagligheder er i spil (f.eks. laboratoriearbejde, arkæologiske udgravninger, etiske diskussioner).
- 2. Notér i grupper:**
 - Hvilke fag eller forskningsfelter er repræsenteret i scenen?
 - Hvilken rolle spiller dette felt i forhold til ancient DNA?
 - Hvordan supplerer feltet de andre videnskaber?
- 3. Skriv jeres svar ned i et skema med tre kolonner:**
 - Felt – f.eks. genetik, arkæologi, antropologi.
 - Bidrag – hvad gør dette felt muligt i forskningen?
 - Samspil – hvordan arbejder det sammen med de andre felter?

Eksempel:

- Felt: Arkæologi
- Bidrag: Finder og daterer skeletter, som DNA udvindes fra.
- Samspil: Giver biologer kontekst og historik for prøverne.

Opsamling i klassen:

- Hvilke felter var lettest at få øje på?
- Var der nogen felter, som I blev overraskede over at se inddraget?
- Hvad fortæller det os om, hvorfor tværfaglighed er nødvendigt i forskningen af ancient DNA?

Fælles refleksion:

- Kan I komme i tanke om andre store samfundsproblemer (f.eks. klima, sundhed, teknologi), hvor tværfaglighed spiller en afgørende rolle?

Opsamling:

Opsaml på tavlen en liste over de forskellige fagområder, eleverne fandt i filmen. Diskutér, hvorfor netop ancient DNA kræver samarbejde på tværs af fag.

INTRODUKTION

Arv eller miljø?

Kan bruges i fagene:

Dans og mediefag:	Analyse af scener fra filmen og hvordan personlige fortællinger bruges til at formidle komplekse spørgsmål.
Psykologi:	Øvelsen træner forståelsen af personlighedsdannelse, arv/miljø-debatten og menneskelig forskellighed.
Religion og filosofi:	Diskussion af menneskets frihed, ansvar og eksistentielle spørgsmål om, hvad der former os.
Biologi:	Eleverne arbejder med genetik, arvemateriale og hvordan biologiske dispositioner kan præge menneskers evner og adfærd.

Beskrivelse:

I filmen Human Race stilles det grundlæggende spørgsmål: Hvorfor er vi, som vi er? Handler det mest om de gener, vi arver fra vores forældre — eller om de miljøer, vi vokser op i? Denne øvelse giver eleverne mulighed for at arbejde aktivt med arv/miljø-diskussionen. Klassen deles i tre grupper, der indtager forskellige perspektiver: Arv, Miljø og Kombination.

Hver gruppe skal finde argumenter og eksempler, dels fra filmen, dels fra egne refleksioner. Pointen er ikke at finde ét korrekt svar, men at forstå, hvordan forskellige faktorer spiller sammen og skaber vores identitet.

KLASSEØVELSE

Arv eller miljø?

I filmen *Human Race* stilles det store spørgsmål: *Hvorfor er vi, som vi er?* Handler det mest om de gener, vi arver fra vores forældre – eller om det miljø, vi vokser op i? Denne øvelse giver jer mulighed for at indtage forskellige perspektiver og argumentere ud fra dem. Pointen er ikke at finde ét korrekt svar, men at få indblik i, hvordan mennesker kan anskue spørgsmålet forskelligt.

Klasseøvelse: Sådan gør I

1. Del klassen i tre grupper.

- Hver gruppe får tildelt et perspektiv: Arv, Miljø eller Kombination.

2. Læs jeres perspektiv.

- *Gruppe A: Arv*
Mennesker formes primært af gener. Arvematerialet bestemmer i høj grad vores evner, temperament og muligheder.
Eksempel: En eliteatlet med forældre, der begge har store fysiske forudsætninger.
- *Gruppe B: Miljø*
Mennesker formes primært af opvækst og omgivelser. Kultur, uddannelse og livserfaringer er afgørende for, hvem vi bliver.
Eksempel: Et barn, der vokser op i et hjem fyldt med bøger og musik.
- *Gruppe C: Kombination*
Arv og miljø spiller sammen, og balancen mellem de to former os.
Eksempel: Kreativitet eller intelligens, hvor et genetisk potentiale kan ligge "sovende", indtil det stimuleres af miljøet.

3. Diskutér i gruppen.

- Er I enige i perspektivet?
- Hvilke argumenter kan I finde for at bakke det op?
- Kan I finde eksempler fra *Human Race* eller egne erfaringer, der støtter jeres synspunkt?
- Hvordan vil I svare, hvis en af de andre grupper udfordrer jer?

4. Forbered en kort præsentation.

- Hver gruppe vælger 1-2 talspersoner, der fremlægger synspunkterne for resten af klassen (ca. 2-3 minutter).

5. Fælles diskussion.

- Når alle grupper har præsenteret, samles klassen til refleksion:
- Hvilke argumenter for arv, miljø og kombination var mest overbevisende?
- Kan vi overhovedet skille arv og miljø ad?
- Hvad betyder det for vores forståelse af menneskelig identitet og forskellighed?

Opsamling:

Til sidst samler læreren pointerne på tavlen i et skema med tre kolonner:

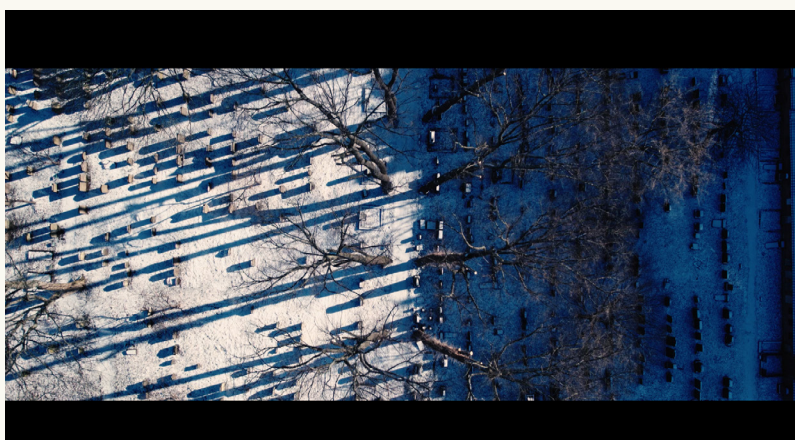
Arv	Miljø	Kombination

Klassen diskuterer, hvilke eksempler fra filmen hører til hvor – og om nogle eksempler passer i flere kategorier. Øvelsen afrundes med en fælles refleksion: Kan vi forstå menneskelig udvikling uden at tænke arv og miljø sammen?



Gravsteder

Human Race indeholder optagelser fra en lang række gravsteder rundt om i verden, hvor fortidens mennesker hviler – og hvor forskere i dag søger spor af vores fælles historie. Her ses det amerikanske krigskirkegård i Cambridge, England, hvor tusindvis af faldne soldater fra 2. verdenskrig er begravet under hvide marmorkors. Et andet centralt sted i filmen er den jødiske (mosaiske) kirkegård på Nørrebro i København, et af Europas ældste bevarede jødiske gravsteder, der fortæller om århundreders dansk-jødisk historie. Udover disse besøger filmen også gravsteder i Marokko, Spanien og Tyskland – steder, der på hver sin måde vidner om menneskets mangfoldige kulturelle og historiske rødder.



📌 Faktaboks: Blank Slate

I filmens sidste scene sidder Eske Willerslev på en café med navnet Blank Slate – på dansk: tom tavle.

Begrebet har en særlig betydning i debatten om arv og miljø. Filosoffen John Locke beskrev allerede i 1600-tallet mennesket som en *tabula rasa* – blank slate – en tom tavle, der gradvist fyldes af erfaringer, opdragelse og omgivelser. Idéen om *blank slate* bruges ofte som symbol på, at miljøet former os mere end generne.

I filmen bliver navnet på caféen dermed et subtilt greb: Er mennesket en tom tavle, som livet skriver på? Eller er tavlen allerede fyldt med genetiske dispositioner, før vi overhovedet begynder at erfare verden?

Denne scene inviterer til refleksion:

- Hvilke argumenter i filmen peger på, at vi formes mest af arv?
- Hvilke argumenter peger på miljø?
- Kan caféens navn tolkes som en pointe om, at spørgsmålet stadig står åbent?
- Hvorfor tror du, at filmskaberne valgte at vise netop denne café i den afsluttende scene?
- Er det et tilfældigt billede – eller et bevidst symbol?
- Kan man sige, at Eske selv i filmen prøver at udfylde sin egen “tavle”?
- Hvordan spiller caféens navn sammen med filmens titel Human Race?
- Kan vi forstå begge titler som kommentarer til spørgsmålet om, hvorfor vi er, som vi er?
- Hvordan spiller caféens navn sammen med, at Eske stormer ud af caféen og løber væk?



INTRODUKTION

Eske Willerslev

Kan bruges i fagene:

Psykologi:	Eleverne arbejder med arv/miljø og personlighedsdannelse..
Dansk/mediefag:	Analyse af filmiske scener og personlige fortællinger.
Samfundsfag:	Diskussion af, hvordan individ og omgivelser påvirker hinanden i et samfundsmæssigt perspektiv.

Beskrivelse:

I denne øvelse undersøger eleverne det klassiske spørgsmål om arv og miljø gennem professor Eske Willerslevs liv og personlige fortællinger i filmen Human Race. Klassen opdeles i to hold: ét, der skal argumentere for, at Eske primært er formet af genetiske dispositioner, og ét, der skal argumentere for, at hans opvækst og miljø har haft størst betydning.

Øvelsen træner eleverne i at hente konkrete eksempler fra filmens scener, diskutere deres betydning og omsætte dem til argumenter. På den måde lærer eleverne både at analysere en dokumentarfilm som kilde, at forstå hvordan personlige historier kan belyse større videnskabelige spørgsmål, og at arbejde med komplekse temaer, hvor der ikke findes ét endeligt svar.

Formålet er, at eleverne reflekterer over, hvordan arv og miljø spiller sammen i menneskelig udvikling, og at de kan sætte individuelle fortællinger i relation til mere generelle spørgsmål om identitet, drivkraft og livsvalg.



Øverste billede

Eske Willerslev var pelsjæger i Sibirien. Eventyret blev brat afbrudt, da han måtte rejse hjem på grund af sin fars sygdom – en oplevelse, der udløste en depression, hvor han overvejede at tage sit eget liv.

Nederste billede

Den canadiske antropolog Niobe Thompson genskaber Eske Willerslevs tid som pelsjæger i filmen. Rekonstruktionen forbinder den personlige fortælling med det større forskningsmæssige eventyr.



Tharsika Vimala

Human Race stiller også skarpt på de unge forskere, der bærer fremtidens videnskab. Tharsika arbejder intenst som bioanalytiker, hvor arbejdet kræver præcision og tålmodighed. For unge forskere er arbejdet både fascinerende og udfordrende: der er lange dage, usikkerhed om resultater og et konstant pres for at bevise sit værd i et internationalt felt.

Will Barrie

Som ung forsker må man ofte kæmpe sig op gennem hårdt arbejde, midlertidige stillinger og konkurrencen om at blive anerkendt. Will Barrie repræsenterer en ny generation af forskere, der brænder for at forstå menneskets historie gennem DNA. Human Race viser, hvordan det både kan være et spændende eventyr og en personlig kamp at skabe sig en plads i forskningsverdenen.

BAGGRUNDSVIDEN

Eske Willerslev

Eske Willerslev (f. 1971) er professor i biologi ved Københavns Universitet og en af verdens førende forskere inden for ancient DNA. Han er kendt for banebrydende opdagelser, der har ændret vores forståelse af menneskets fortid, men hans vej til forskningen var alt andet end lige.

Som barn og ung hadede Eske skolen og rodede sig ofte ud i problemer. Han lavede sjældent sine lektier, fik dårlige karakterer og hadede skolens faste rammer, som han oplevede som en slags "frihedsberøvelse". Naturvidenskaben fangede ham heller ikke dengang: han syntes, at det hele var kedelige forsøg, hvor svaret allerede var givet på forhånd.

I stedet søgte han friheden uden for klasselokalet, hvor han fandt fællesskab med venner, der røg hash, drak og kom i slagsmål. *"Det var de bedste venner, jeg nogensinde har haft, fordi man kunne regne med dem. Vi havde hinandens ryg,"* har Eske siden sagt. Men han vidste også, at det var en vej, der ville ende galt. Vendepunktet kom i 9. klasse. Da hans tysklærer ville flytte ham ned på et lavere niveau, tog han det som en personlig ydmygelse – og besluttede, at sådan skulle det ikke være. Han satte sig ned og læste intenst. Til eksamen fik han klassens højeste karakter. Selv hvis man ikke er den klogeste eller hurtigste, kan hårdt arbejde vende skæbnen.

Siden har Eske arbejdet utrætteligt – først som eventyrer i Sibirien, senere som forsker. I dag er han pioner i ancient DNA og en central figur i et felt, hvor konkurrence, store gennembrud og personlige historier er flettet tæt sammen.



KLASSEØVELSE

Eske Willerslev

Beskrivelse:

Øvelsen sætter fokus på spørgsmålet: Er Eske Willerslev primært et produkt af arv eller miljø? Klassen deles i to hold, der skal hente argumenter i filmen og diskutere ud fra hver deres perspektiv.

Arbejdsgang:

Se udvalgte scener fra filmen:

- **Scenen med mor og søster:** Eske fortæller om sin far, der havde drømme om at blive professor, men aldrig realiserede dem.
- **Scenen med mor:** Eskes mor fortæller, at Eskes far, Richard, var forbistret over, at han aldrig blev professor.
- **Scenen på restaurant med Thomas Werge:** Eske reflekterer over sit eget drive. De taler om bipolar lidelse.



Eske Willerslev

Som internationalt anerkendt forsker deltager Eske Willerslev i et væld af sammenhænge – fra store videnskabelige konferencer til populærvidenskabelige foredrag og dokumentarfilm. Han bruger sin rolle aktivt til at formidle forskningen til både fagfæller og den brede offentlighed og har gjort ancient DNA til et felt, der ikke kun lever i laboratoriet, men også i medierne og i den offentlige samtale.

Gruppediskussion:

- **Arv-holdet:** Find eksempler, der understøtter, at Eske er drevet af genetiske og mentale dispositioner.
- **Miljø-holdet:** Find eksempler, der peger på betydningen af opvækst, familie og sociale omgivelser.

Fremlæggelse:

- Hvert hold præsenterer deres argumenter med konkrete henvisninger til scenerne.

Fælles refleksion:

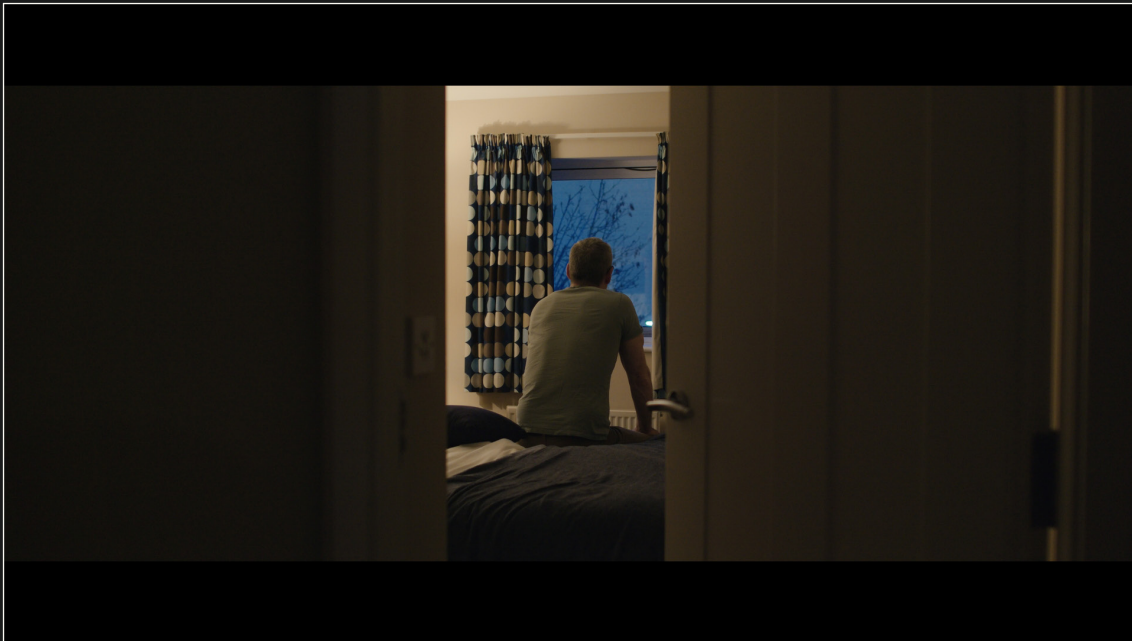
- Kan man overhovedet adskille arv og miljø?
- Hvad fortæller Eskes historie os om samspillet mellem dispositioner og opvækstvilkår?
- Hvordan relaterer hans personlige fortælling sig til filmens hovedspørgsmål: *Hvorfor er vi, som vi er?*

Opsamling:

Læreren skriver pointer fra begge hold op på tavlen og samler til en fælles konklusion: Eske Willerslevs historie viser, at arv og miljø er tæt sammenvævet, og at menneskelig udvikling sjældent kan forklares med kun det ene eller det andet.

📌 Faktaboks: Eske Willerslev

Født:	1971 i Gentofte, Danmark
Titel:	Professor i evolutionsbiologi ved Københavns Universitet, leder af Lundbeck Foundation GeoGenetics Centre
Kendt for:	Banebrydende forskning i oldtids-DNA, hvor han har kortlagt arvemassen fra mennesker og dyr, der har levet for tusinder af år siden.
Gennembrud:	I 2010 stod han bag kortlægningen af den første forhistoriske menneskes arvemasse (et 4.000 år gammelt menneske fra Grønland).
Særligt fokus:	Hvordan DNA fra fortiden kan fortælle os om migration, sygdomme, miljø og identitet.
Baggrund:	Tidligere pelsjæger i Sibirien og eventyrer – en erfaring, han selv mener har formet hans tilgang til forskning.
Kontroverser:	Hans forskning har til tider skabt debat, især i forhold til oprindelige folks rettigheder og spørgsmålet om, hvem der ejer historien om menneskets fortid.



Thomas Werge

Thomas Werge, klinisk professor ved Københavns Universitet og ekspert i biologisk psykiatri, koncentrerer sin forskning om genetiske årsager til alvorlige psykiske lidelser som skizofreni og autisme. I *Human Race* er det over for Werge, at Eske Willerslev åbner op om sin mentale sårbarhed. Werge bidrager til filmen med videnskabelig fordybelse: Han repræsenterer den side af forskningen, som søger biologiske forklaringer og risikofaktorer, og stiller spørgsmål om, hvordan arv og miljø former sindet.



Sturla Elingvåg

Historikeren Sturla Elingvåg var en del af Eske Willerslevs forskerteam, men efter offentliggørelsen af resultaterne om begrænset vikingaktivitet i Norge opstod der uenighed. Sturla kritiserede studiet i medierne som værende mangelfuldt, mens Eske beskylder ham for at reagere ud fra nationalt og personligt engagement – vikinger har stor kulturel betydning for Norge. Konfrontationen illustrerer, hvordan forskningsresultater ikke alene handler om data, men også om identitet, fortolkning og offentlighedens forventninger.

INTRODUKTION

Tvillinger, arv og miljø

Kan bruges i fagene:

Biologi:	Eleverne arbejder med genetiske dispositioner og arv som forklaring på menneskelig adfærd.
Psykologi:	Øvelsen sætter fokus på tvillingestudier, personlighedsdannelse og forholdet mellem arv og miljø.
Samfundsfag:	Diskussionen rejser spørgsmål om, hvordan kultur og omgivelser former mennesker.
Dansk/mediefag:	Analyse af filmens portræt af Eske og Rane, og hvordan personlige historier formidles.

Beskrivelse:

I denne øvelse bruger eleverne Eske Willerslev og hans tvillingebror Rane som en case til at undersøge forholdet mellem arv og miljø. Tvillingestudier er en klassisk metode til at belyse, hvor meget af vores identitet der skyldes genetik, og hvor meget der formes af omgivelser. I filmen repræsenterer Eske og Rane to forskellige videnskabelige tilgange: biologi og antropologi. Øvelsen inviterer eleverne til at reflektere over, hvordan tvillingernes liv, karrierer og fortællinger både ligner og adskiller sig – og hvordan dette kan bruges til at diskutere det større spørgsmål: Hvorfor er vi, som vi er? mere generelle spørgsmål om identitet, drivkraft og livsvalg.

BAGGRUNDSVIDEN

Tvillinger, arv og miljø

Beskrivelse:

Diskussionen om arv og miljø er en af de ældste i psykologien og biologien. Grundlæggende handler den om, hvorvidt menneskers egenskaber, adfærd og livsbaner primært er bestemt af gener (arv) eller af de omgivelser, man vokser op i (miljø).

- **Arv** refererer til de genetiske dispositioner, vi fødes med: alt fra øjenfarve til intelligens og risiko for sygdomme.
- **Miljø** dækker alt det, vi udsættes for i løbet af livet: opvækst, kultur, uddannelse, relationer, muligheder og traumer.

Tvillingestudier har spillet en central rolle i denne debat. Fordi enæggede tvillinger deler stort set samme genetiske arvemateriale, men kan vokse op under forskellige betingelser, giver de forskere en unik mulighed for at sammenligne arv og miljøets betydning.

Typer af tvillingestudier

- **Enæggede tvillinger (monozygote):** De har næsten identiske gener. Hvis begge udvikler den samme egenskab eller sygdom, tyder det på en stærk genetisk komponent.
- **Tveæggede tvillinger (dizygote):** De deler kun ca. 50 % af deres gener, ligesom almindelige søskende. Hvis en egenskab optræder lige hyppigt hos både enæggede og tveæggede tvillinger, tyder det på, at miljø spiller en stor rolle.

Et klassisk eksempel er studier af psykiske lidelser: Hvis enæggede tvillinger oftere begge får skizofreni end tveæggede, indikerer det en arvelig disposition. Men hvis ikke alle enæggede tvillinger rammes, viser det samtidig, at miljø også er en vigtig faktor.

Tvillingestudier i praksis

Tvillingestudier har gennem tiden givet indblik i alt fra intelligens og personlighed til misbrug og psykiske lidelser. De viser typisk, at både arv og miljø spiller ind – og at det ofte er samspillet mellem de to, der afgør udfaldet. En genetisk disposition kan f.eks. "aktiveres" eller "holdes nede" alt efter de sociale omgivelser. I dag suppleres klassiske tvillingestudier af moderne metoder som genetiske analyser og ancient DNA. Alligevel er tvillinger stadig vigtige, fordi de giver et levende billede af, hvordan biologi og kultur væves sammen.

KLASSEØVELSE

Tvillinger, arv og miljø

Baggrund:

Eske Willerslev er professor i biologi og internationalt kendt for sin banebrydende forskning i ancient DNA. Han arbejder med de genetiske spor, der kan afsløre, hvordan arv former mennesket – fra sygdomsdispositioner til migration og variation. På den måde er hans professionelle liv tæt knyttet til alt det, der handler om arv.

Hans tvillingebror, Rane Willerslev, er antropolog og museumsdirektør. I modsætning til Eske har Rane valgt at fokusere på miljø – de kulturelle, sociale og historiske rammer, som mennesker lever i, og som er med til at forme vores identitet og handlinger. Han forsker i, hvordan menneskers omgivelser, traditioner og samfund spiller ind på deres livsbaner og verdenssyn.

I filmen møder vi Rane, som reflekterer over deres forskelligheder – og ligheder. De deler gener, men deres karrierer viser på hver sin måde, hvordan arv og miljø kan være to indgange til at forstå det samme grundlæggende spørgsmål: Hvorfor er vi, som vi er?

Arbejds gang

- 1. Se klip fra filmen med Rane Willerslev.** Notér, hvordan han beskriver forholdet til
 - Eske, og om han mener, at de to er forskellige eller ej.
- 2. Gruppearbejde:**
 - Diskutér, hvordan Eske repræsenterer “arv” gennem sin forskning og tilgang.
 - Diskutér, hvordan Rane repræsenterer “miljø” gennem sit antropologiske perspektiv.
 - Overvej: Ligner de hinanden mere, end de selv tror
- 3. Diskussion i klassen:**
 - Er Eske og Rane først og fremmest et produkt af deres gener – eller af deres omgivelser?
 - Hvordan afspejler deres valg af fag og karrierer de større temaer om arv og miljø?
 - Kan man sige, at de to tilsammen illustrerer, at vi altid må tænke arv og miljø sammen?

Opsamling

Læreren samler pointerne på tavlen i to kolonner: Arv og Miljø. Klassen diskuterer derefter, hvilke punkter der overlapper, og om Eske og Rane egentlig viser, at skellet mellem arv og miljø er mindre klart, end vi ofte forestiller os.



Enæggede tvillinger – samme gener, forskellige mennesker

Enæggede tvillinger opstår, når et befrugtet æg deler sig i to. De deler næsten identisk DNA og har derfor mange fælles biologiske træk, som øjenfarve og dispositioner for sygdomme. Alligevel bliver de aldrig helt ens. Små genetiske variationer kan opstå under fosterudviklingen, og vigtigst af alt lever de ikke i præcis det samme miljø. De kan have forskellige venner, opleve begivenheder forskelligt og reagere forskelligt på samme opdragelse. Derfor er enæggede tvillinger vigtige i forskningen om arv og miljø: Ligheder peger på genernes betydning, forskelle på miljøets. De viser, at selv med næsten identisk arvemasse bliver mennesker altid formet til to unikke individer.

INTRODUKTION

Film som kommunikation

Kan bruges i fagene:

- Dansk:** Eleverne arbejder med analyse af retorik, fortællestruktur og symbolik i dokumentarfilmen.
- Mediefag:** Fokus på filmiske virkemidler som billedsprog, klipning, lyd og dramaturgi, og hvordan de formidler komplekse videnskabelige pointer.
- Kreative fag:** Eleverne afprøver selv kreative formidlingsformer ved at omsætte viden til korte film, plakater eller podcasts.

Beskrivelse:

Human Race er ikke kun en film om forskning – den er også et kunstnerisk værk, der formidler videnskab gennem billeder, musik og fortælling. Hvor forskningsartikler søger at være objektive og nøgterne, bruger filmen stemninger, dramaturgi og personlige scener til at skabe nærvær og forståelse. I dette forløb undersøger eleverne, hvordan dokumentarfilmen kan kommunikere videnskab på måder, som en skreven tekst ikke kan. Eleverne skal både analysere filmens æstetiske virkemidler og prøve kræfter med selv at formidle et videnskabeligt emne på en kreativ måde. Formålet er at styrke deres forståelse af forskellen mellem videnskabelig formidling og kunstnerisk kommunikation, og at opleve, hvordan fakta kan blive levende, når de præsenteres gennem filmiske greb. Formålet er bl.a. at træne eleverne i at analysere dokumentarfilm som en særlig form for videnskabelig kommunikation, hvor fakta, æstetik og følelser smelter sammen.

Film som kommunikation

Dokumentarfilm har en særlig styrke som kommunikationsform, fordi den kan forbinde fakta med følelser. Hvor forskningsartikler først og fremmest henvender sig til fagfæller gennem præcise data og nøje afgrænsede konklusioner, giver dokumentarfilm plads til fortælling, stemninger og personlige erfaringer. Det betyder, at seeren ikke blot forstår et videnskabeligt emne på et intellektuelt plan, men også kan mærke, hvorfor det betyder noget.

Dokumentarfilmen kan:

Visualisere komplekse emner: Gennem billeder, grafik og animationer bliver abstrakte forskningsresultater mere tilgængelige.

Skabe identifikation: Ved at følge forskere som personer – med ambitioner, fejl og følelser – får publikum indblik i, at videnskab er en menneskelig proces.

Fremkalde debat: Filmens fortælling kan rejse etiske og samfundsmæssige spørgsmål, som rækker ud over laboratoriet.

Række ud til nye målgrupper: Film kan ses i biografer, på streaming eller i klasseværelser og når dermed mennesker, der ellers sjældent læser videnskabelige artikler.

På den måde kan dokumentarfilm fungere som et bindeled mellem forskning og offentlighed. Den åbner for, at flere mennesker kan tage del i samtalen om, hvad videnskab betyder for os som samfund og som individer.

KLASSEØVELSE

Film som kommunikation

Mens I ser filmen, skal I holde øje med de steder, hvor videnskaben ikke kun præsenteres som fakta, men formidles gennem filmiske virkemidler. Notér eksempler på følgende:

Billeder:

Hvordan bruges billeder til at skabe stemning?

Er der scener, hvor billederne siger mere end ordene?

Musik og lyd:

Hvornår bruges musikken i filmen? Er der musiklaske temaer, der går igen – og hvordan bliver de brugt?

Hvordan skaber lyd en oplevelse af autenticitet?

Fortælling og dramaturgi:

Hvordan bygges spænding op i filmen?

Er der scener, hvor videnskaben bliver fortalt gennem personlige historier eller konflikter?

Er der eksempler på, hvordan Eske Willerslevs personlige historie bliver brugt til at forklare det videnskabelige projekt?

Efter filmen:

Diskutér i grupper: Hvad gør filmen, som en forskningsartikel ikke ville kunne?

Vælg én scene og forklar, hvilke filmiske virkemidler den bruger for at formidle videnskaben.

Overvej, om de kunstneriske greb kan risikere at forenkle eller skævvride videnskaben – eller om de tværtimod gør budskabet stærkere.

INDIVIDUEL ØVELSE

Eske drømmer om Nobelprisen

I filmen *Human Race* er en af de mest følelsesladede sekvenser den, hvor det står klart, at Eske Willerslev ikke får Nobelprisen. Her bliver der brugt en række filmiske greb til at understrege både spændingen og skuffelsen. Musik, klipning og dramaturgi er nøje valgt for at få publikum til at føle med Eske og måske stille sig selv spørgsmålet: Hvad driver ham egentlig?

Opgave

Se scenen, hvor Svante Pääbo får Nobelprisen – og Eske mister den. Lav en individuel analyse (evt. i par).

Filmiske virkemidler

- Hvordan bruger filmen musik til at understøtte stemningen?
- Hvordan er scenen klippet? Hvordan skaber det suspense og efterfølgende forløsning?
- Er der brugt særlige billedvinkler, tempo eller pauser, der forstærker oplevelsen?

Fortælling og karakter

- Hvordan får filmen os til at føle med Eske i øjeblikket?
- Hvilket billede tegner filmen af hans drømme og ambitioner?

Forvarsler

- Find spor tidligere i filmen, hvor det antydes, at Nobelprisen er et mål for Eske.
- Er det derfor, han rejser til Cambridge med familien?
- Hvordan balancerer han mellem ambitioner og privatliv?

Refleksion

Hvad fortæller scenen om forholdet mellem videnskab, ambition og personlig pris?

Er Nobelprisen et symbol på anerkendelse, en besættelse eller en vildsfarelse?

Hvorfor krydsklippes mellem Nobelprisceremonien og Eskes løbetur.

Hvordan relaterer scenen sig til filmens titel?

Hvordan skal filmens titel forstås?

Opsamling:

Læreren samler nogle af elevernes pointer på tavlen. Diskutér, hvad scenen handler om og hvilke filmiske virkemidler, der bliver taget i brug for at forstærke følelser.

INTRODUKTION

Human Race

Kan bruges i fagene:

- Dansk:** Eleverne arbejder med analyse af retorik, fortællestruktur og symbolik i dokumentarfilmen.
- Mediefag:** Fokus på filmiske virkemidler som billedsprog, klipning, lyd og dramaturgi, og hvordan de formidler komplekse videnskabelige pointer.
- Kreative fag:** Eleverne afprøver selv kreative formidlingsformer ved at omsætte viden til korte film, plakater eller podcasts.

Beskrivelse:

Human Race er ikke kun en film om forskning – den er også et kunstnerisk værk, der formidler videnskab gennem billeder, musik og fortælling. Hvor forskningsartikler søger at være objektive og nøgterne, bruger filmen stemninger, dramaturgi og personlige scener til at skabe nærvær og forståelse. I dette forløb undersøger eleverne, hvordan dokumentarfilmen kan kommunikere videnskab på måder, som en skreven tekst ikke kan. Eleverne skal både analysere filmens æstetiske virkemidler og prøve kræfter med selv at formidle et videnskabeligt emne på en kreativ måde. Formålet er at styrke deres forståelse af forskellen mellem videnskabelig formidling og kunstnerisk kommunikation, og at opleve, hvordan fakta kan blive levende, når de præsenteres gennem filmiske greb. Formålet er bl.a. at træne eleverne i at analysere dokumentarfilm som en særlig form for videnskabelig kommunikation, hvor fakta, æstetik og følelser smelter sammen.

INDIVIDUEL ØVELSE

Human Race

I filmen *Human Race* er en af de mest følelsesladede sekvenser den, hvor det står klart, at Eske Willerslev ikke får Nobelprisen. Her bliver der brugt en række filmiske greb til at understrege både spændingen og skuffelsen. Musik, klipning og dramaturgi er nøje valgt for at få publikum til at føle med Eske og måske stille sig selv spørgsmålet: Hvad driver ham egentlig?

Opgave

Se scenen, hvor Svante Pääbo får Nobelprisen – og Eske mister den. Lav en individuel analyse (evt. i par).

Filmiske virkemidler

- Hvordan bruger filmen musik til at understøtte stemningen?
- Hvordan er scenen klippet? Hvordan skaber det suspense og efterfølgende forløsning?
- Er der brugt særlige billedvinkler, tempo eller pauser, der forstærker oplevelsen?

Fortælling og karakter

- Hvordan får filmen os til at føle med Eske i øjeblikket?
- Hvilket billede tegner filmen af hans drømme og ambitioner?

Forvarsler

- Find spor tidligere i filmen, hvor det antydes, at Nobelprisen er et mål for Eske.
- Er det derfor, han rejser til Cambridge med familien?
- Hvordan balancerer han mellem ambitioner og privatliv?

Refleksion

Hvad fortæller scenen om forholdet mellem videnskab, ambition og personlig pris?

Er Nobelprisen et symbol på anerkendelse, en besættelse eller en vildsfarelse?

Hvorfor krydsklippes mellem Nobelprisceremonien og Eskes løbetur.

Hvordan relaterer scenen sig til filmens titel?

Hvordan skal filmens titel forstås?

Opsamling:

Læreren samler nogle af elevernes pointer på tavlen. Diskutér, hvad scenen handler om og hvilke filmiske virkemidler, der bliver taget i brug for at forstærke følelser.





Før han blev professor og banebrydende forsker i oldtids-DNA, levede Eske Willerslev som pelsjæger i Sibirien. Her indsamlede han blandt andet prøver og skeletter, mens han bevægede sig i det frosne, øde landskab. Hans tid som pelsjæger gav ham praktisk erfaring med permafrost og gamle materialer, og inspirerede ham senere til at udforske, hvordan DNA kan overleve i tusinder af år.



Øverste billede

Den svenske forsker Svante Pääbo modtager Nobelprisen i medicin i 2022 for sit banebrydende arbejde med at kortlægge neandertalerens og denisovanernes genomer. Han regnes som en af pionererne inden for ancient DNA og er leder af Max Planck Institute for Evolutionary Anthropology i Leipzig.

Nederste billede

Et droneskud viser ruten, hvor Eske Willerslev løber i Cambridge. I filmen krydsklippes hans løb med Nobelprisceremonien, hvor Svante Pääbo hyldes. Scenen spiller på titlen Human Race: Eske løber bogstaveligt talt sit eget løb, mens han samtidig er en del af det videnskabelige kapløb om at forstå menneskets historie – og om at vinde den ultimative anerkendelse.

📄 Faktaboks: Human Race

Synopsis: Professor Eske Willerslev har en vision: at opbygge verdens største samling af menneskehedens arvemasse. Gennem fem år har et filmhold fulgt ham og hans forskerteam, mens de kortlægger DNA fra tusinder af mennesker, der har ligget begravet i århundreder og årtusinder. Undervejs rejser filmen spørgsmål: Har psykiske sygdomme altid været indlejret i menneskets DNA? Er det, vi kalder sygdom, måske forbundet med det at være menneske? Og hvem ejer egentlig historien, når videnskaben udfordrer etablerede fortællinger? Human Race er både et portræt af en kompromisløs forsker og en undersøgelse af, hvordan fortiden former vores forståelse af os selv i dag.

- **Titel:** Human Race
- **Instruktør:** Simon Lec
- **Producer:** Jacob Levin Krogh
- **Fotograf:** Benjamin Kirk, DFF
- **Produceret af:** Move Copenhagen
- **Optaget over:** Fem år
- **Indhold:** Filmen følger Eske Willerslev og hans internationale forskerhold i arbejdet med at kortlægge tusindvis af ancient genomer. Undervejs flettes videnskabelige gennembrud sammen med Eskes personlige fortælling om arv, miljø, identitet og psykisk sårbarhed.
- **Premiere:** Verdenspremiere som åbningsfilm på science:cinema på CPH:DOX 2025.
- **Udvalgte festivaler:** Melbourne Documentary Film Festival, Bergen International Film Festival, Pariscience, AFO
- **Dansk premiere:** Biografpremiere i hele landet 30. oktober 2025.
- **Støttet af:** Det Danske Filminstitut (DFI), Carlsbergfondet, Lundbeckfonden, TV2 Danmark, Alberg Foundation
- **Impact og undervisning:** Filmen ledsages af et omfattende undervisnings- og formidlingsprojekt udviklet af Move Copenhagen og Voices of Science, der kobler filmen til skoler, gymnasier, højskoler, museer og biografer.
- **Læs mere på:** www.humanrace.dk



University of Cambridge

University of Cambridge er et af verdens ældste og mest prestigefyldte universiteter. Her har nogle af historiens største videnskabelige tænkere haft deres gang – fra Charles Darwin og Isaac Newton til Francis Crick og James Watson, der kortlagde DNA'ets struktur. For Eske Willerslev er Cambridge et sted med en særlig tiltrækningskraft: det repræsenterer en global videnskabelig elite, hvor man ikke blot bliver en del af traditionen, men også måles op mod den. At forske her er både en mulighed for international anerkendelse og et pres for at leve op til en arv af banebrydende opdagelser. I filmen bliver Cambridge samtidig et billede på kontrasten mellem det internationale forskerliv og hans danske baggrund og familieliv – et sted, hvor ambition og personlige ofre mødes.



Knogler og tænder

Knogler og tænder er selve nøglen til forskningen i oldtids-DNA. Det er her, de små rester af arvemateriale kan gemme sig i tusinder af år. Men skeletterne er få og værdifulde, og mange forskerhold verden over jagter de samme prøver. Derfor er arbejdet også et kapløb – om at skaffe adgang til de mest unikke fund, sikre tilladelser og få de bedste prøver ud. Uden skeletter, intet DNA. Og uden DNA, ingen ny viden om vores fortid. Konkurrencen gør feltet intenst og til tider konfliktfyldt, men også drevet af en stærk fascination af, hvad knoglerne kan afsløre. Marie Louise Schjellerup Jørkov har nøglerne til en af verdens største samlinger af skeletter i København. Hun er den, der giver forskere adgang til materialet – og samtidig den, der skal sikre, at resterne behandles med respekt og omtanke.

Forskningen bag Human Race

Dokumentarfilmen Human Race er tæt knyttet til et af de største forskningsprojekter inden for ancient DNA. Flere af scenerne i filmen følger Eske Willerslev og hans team, mens de arbejder på netop de undersøgelser, der siden er blevet til nogle af de mest opsigtsvækkende artikler i Nature. Disse artikler repræsenterer banebrydende resultater, som både har ændret vores forståelse af fortidens migrationer, sygdomme og genetiske variation – og samtidig rejst nye spørgsmål om arv, miljø og identitet. Listen nedenfor samler de centrale publikationer, der ligger til grund for projektet, og som kan bruges til at forbinde filmens indhold med den konkrete forskningslitteratur. Artiklerne er skrevet i det højeste internationale tidsskrift, Nature, og viser, hvordan forskerne måler sig med hinanden i den globale videnskabelige debat.

Margaryan, A., Lawson, D. J., Sikora, M., Racimo, F., Rasmussen, S., Moltke, I., ... Willerslev, E. (2020). Population genomics of the Viking world. *Nature*, 585, 390–396. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2688-8>

Racimo, F., Allentoft, M. E., Barrie, W., Freilich, S., Renaud, G., Korneliussen, T., ... Willerslev, E. (2023). Elevated genetic risk for multiple sclerosis emerged in steppe pastoralist populations. *Nature*. <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06618-z>

Nature Editorial. (2024). Ancient DNA reveals origins of multiple sclerosis in Europe. *Nature*. <https://doi.org/10.1038/d41586-024-00024-9>

Andrades Valtueña, A., Vågene, Å. J., Knapp, M., Spyrou, M. A., Bilgin Sonay, T., ... Willerslev, E. (2025). The spatiotemporal distribution of human pathogens in ancient Eurasia. *Nature*. <https://doi.org/10.1038/s41586-025-09192-8>

Allentoft, M. E., Sikora, M., Fischer, A., Sjögren, K.-G., Ingason, A., Macleod, R., ... Willerslev, E. (2024). 100 ancient genomes show repeated population turnovers in Neolithic Denmark. *Nature*, 625(7994), 329–337. <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06862-3>

Irving-Pease, E. K., Refoyo-Martínez, A., Barrie, W., Ingason, A., Pearson, A., Fischer, A., ... Willerslev, E. (2024). The selection landscape and genetic legacy of ancient Eurasians. *Nature*, 625(7994), 312–320. <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06705-1>

Nature (2024). Volume 625, Issue 7994 (11 January 2024). Special issue featuring four articles on ancient Eurasian genomics. <https://www.nature.com/nature/volumes/625/issues/7994>

Litteratur om Ancient DNA

Forskningen i ancient DNA er et ungt felt, men det har allerede revolutioneret vores forståelse af menneskets fortid. Hvis man vil dykke dybere ned i emnet, findes der en række bøger, som giver både teknisk indsigt og bredere perspektiver. Nogle er skrevet som lærebøger og manualer til laboratoriearbejde, andre er rettet mod et bredt publikum og formidler de store spørgsmål om identitet, migration og menneskelig variation. Tilsammen giver de et indblik i både metodernes kompleksitet og den videnskabelige og kulturelle betydning af resultaterne.

Jones, E. D. (2022). *Ancient DNA: The Making of a Celebrity Science*. Yale University Press.

Källén, A. (2025). *The Trouble with Ancient DNA: Telling Stories of the Past with Genomic Science*. University of Chicago Press.

Reich, D. (2018). *Who We Are and How We Got Here: Ancient DNA and the New Science of the Human Past*. Oxford University Press.

Zimmer, C. (2018). *She has her mother's laugh: The powers, perversions, and potential of heredity*. New York: Dutton.



Læs mere om Eske Willerslev

Hvis du er nysgerrig på personen bag forskningen, hans karriere og hans rolle i at udvikle feltet ancient DNA, giver materialet herunder en række gode biografiske og journalistiske kilder. Her kan du få et indblik i både hans forskningsmæssige resultater og hans personlige beretning – hvordan ideer opstod, hvilke udfordringer han har mødt, og hvordan han kombinerer naturvidenskab med større spørgsmål om identitet og historie.

Biografier om Eske Willerslev

Willerslev, E. (2012). Det er et fucking eventyr. København: Gyldendal.

Willerslev, E. (2016). Jagten på de dødes dna. København: Gyldendal.

Willerslev, E. (2019). Han gør de døde levende. København: Gyldendal.

Udvalgte artikler og portrætter

Zimmer, C. (2015, 26. maj). Eske Willerslev Is Rewriting History With DNA. The New York Times. Tilgængelig på: <https://carlzimmer.com/eske-willerslev-is-rewriting-history-with-dna-50>

Villumfonden. (u.å.). Eske Willerslev: The pioneer of environmental DNA. Tilgængelig på: <https://villumfonden.dk/en/article/eske-willerslev-pioneer-environmental-dna>

The Naked Scientists. (2018, 30. november). How was eDNA discovered? Interview med Eske Willerslev. Tilgængelig på: <https://www.thenakedscientists.com/articles/interviews/how-was-edna-discovered>

Illumina. (2019, 8. juli). A snapshot into the past. Tilgængelig på: <https://www.illumina.com/company/news-center/feature-articles/a-snapshot-into-the-past.html>

Conversations in Human Evolution. (2020, 12. maj). Conversations with: Professor Eske Willerslev. Tilgængelig på: <https://conversationsinhumanevolution.wordpress.com/2020/05/12/conversations-with-professor-eske-willerslev>

PBS / NOVA. (2019, 15. februar). Ancient DNA hints at the genetic lineage of today's Native Americans. Tilgængelig på: <https://www.pbs.org/wgbh/nova/article/indigenous-americans-siberia>

Om filmen

- **Titel:** Human Race
- **Instruktør:** Simon Lec
- **Producent:** Jacob Levin Krogh
- **Fotograf:** Benjamin Kirk, DFF
- **Produktionsselskab:** Move Copenhagen
- **Medvirkende:** Professor Eske Willerslev m.fl.
- **Varighed:** 100 min. (featuredokumentar)
- **Premiereår:** 2025
- **Sprog:** Engelsk, dansk, fransk, norsk
- **Støttet af:** Det Danske Filminstitut, TV2 Danmark, Carlsbergfondet, Lundbeckfonden m.fl.

Om undervisningsmaterialet:

Dette undervisningsmateriale er udviklet og produceret af Move Copenhagen i forbindelse med dokumentarfilmen *Human Race*.

Materialet er kvalitetssikret af Center for Geogenetik, Globe Institute, Københavns Universitet.

En særlig tak til *Center for Geogenetik, Københavns Universitet* og *UNG:DOX* for faglig sparring og bidrag i udviklingen af materialet.

Projektet er realiseret med støtte fra *Det Danske Filminstitut*, *Lundbeckfonden*, *Carlsbergfondet* og *Alberg Foundation*.

Materialet må frit benyttes i undervisningssammenhæng. Hvis dele af materialet anvendes i andre sammenhænge, skal kilde angives med følgende formulering:

“Undervisningsmateriale til filmen Human Race, produceret af Move Copenhagen, kvalitetssikret af Center for Geogenetik, Globe Institute, Københavns Universitet.”

Kontakt

Spørgsmål eller kommentarer til materialet eller filmen:

Move Copenhagen
Birkegade 25
2200 København N

mail@movecph.com
www.movecph.com

