

Klonen

Et undervisningsmateriale til almen studieforbereelse

Volume 5

Michelsen, Claus; Albrechtsen, Thomas Rohde; Bangsgaard, Karsten; Hansen, Stinne Hørup;
Nielsen, Jan Alexis; Petersen, Morten Rask
Klonen – et undervisningsmateriale til almen studieforbereelse
© 2008 Center for Naturvidenskabernes og Matematikkens Didaktik, Syddansk Universitet

Printed in Denmark, by Print & Sign, Odense

ISBN 978-87-92321-05-3

Udgivet af
Center for Naturvidenskabernes og Matematikkens Didaktik
Syddansk Universitet
Campusvej 55
5230 Odense M

www.sdu.dk/namadi

Indhold

Forord.....	i
Klonen – intro	1
Kloning, et samfundsproblem – Samfundsfag.....	4
Risikosamfundet.....	4
Den lovgivende magt.....	10
Kloning. Hvad er det? – Biologi.....	20
Eugenikbevægelsen – Historie.....	35
Kloning og matematik.....	47
Eugenik og matematik.....	50
Matematik og retssikkerhed	57

Forord

Dette undervisningsmateriale er udviklet med henblik på brug i AT-forløb på gymnasialt niveau. Hensigten er, at hvert kapitel skal kunne stå for sig selv, og at der skabes sammenhæng mellem fagene gennem fortællingen. Den narrative tilgang er valgt for at gøre emnet mere interessant for den enkelte elev.

Den amerikanske uddannelsesforsker Jerome Bruner mener således, at vi som mennesker ikke blot betragter vores omverden ud fra neutrale observationer, men derimod sætter vores omverden ind i fortællinger, som dermed giver mulighed for at skabe nye beretninger, der åbner op for nye perspektiver og vinkler på tilværelsen.

Denne mulighed for perspektivering er også et argument for anvendelsen af narrativer i undervisningen, som middel til at sætte naturvidenskabelige emner ind i en relevant samfundsmæssig og historisk ramme.

Netop gennem fortælling kan eleverne italesætte et for dem virkelighedsnært og autentisk tema, der indeholder naturvidenskabelige elementer. Temaet skal ikke nødvendigvis afspejle en virkelig situation, men rumme en problematik, som gør det muligt for eleverne at synliggøre deres tanker og forestillinger.

I kompendiet sættes eleverne i en videnskabsjournalist' sted. Denne journalist er til konference, hvor der præsenteres den første menneskelige klon. Herfra tager følges journalistens tanker ud af veje, der belyser emner inden for biologi, historie, samfundsfag og matematik. Kompendiet kan således danne grundlag for et samspil mellem 2 eller flere af disse fag.

Materialet er udgivet som en del af projektet Lab to School. Dette projekt er et samarbejde mellem Center for Naturvidenskabernes og Matematikkens Didaktik, Syddansk Universitet og Fachhochschule Flensburg om at øge interessen for bioteknologi og biofysik blandt unge mennesker, gennem nye tilgange til det naturvidenskabelige fagområde. Lab to School projektet støttes af EU programmet Interreg IIIa, Sønderjylland/Schleswig.

Odense, juni 2008

Klonen - Intro

"Et af de fænomener som især havde tiltrukket sig min opmærksomhed, var opbygningen af det menneskelige legeme, og faktisk ethvert levende dyrs. Hvorfra, spurgte jeg ofte mig selv, udgik livets princip? Det var et dristigt spørgsmål, og det var altid blevet betragtet som en gåde; men hvor mange ting er vi ikke på nippet til at få kendskab til, hvis ikke fejhed og ligegyldighed afholdt os fra vore undersøgelser?.....() Skønt jeg besad evnen til at skænke liv, forblev dog det at udfærdige en krop der kunne modtage det, med alle dens indviklede fibre, muskler og årer, stadig et ufatteligt vanskeligt og anstrengende værk. Jeg spekulerede først over om jeg skulle forsøge at skabe et væsen som mig selv eller et med enklere opbygning; men min fantasi var alt for opstemt over mit første gunstige resultat til at tillade mig at tvivle på mine evner til at give liv til et dyr der var lige så kompliceret og vidunderligt som mennesket. De materialer jeg på den tid havde rådighed over forekom mig næppe tilstrækkelige til et så vanskeligt hverv, men jeg tvivlede ikke på at jeg i sidste ende ville have heldet med mig. Jeg forberedte mig på en mængde nederlag; min virksomhed ville måske uophørligt blive forpurret, og mit værk til sidst ufuldkomment, men når jeg tænkte på de forbedringer der hver dag sker inden for videnskab og håndværk, opmuntredes jeg til at håbe at mine forsøg i det mindste ville lægge grunden til fremtidige heldige udfald. Jeg kunne heller ikke se min plans størrelsesorden og indviklethed som et argument for dens uigennemførlighed. Det var med disse følelser at jeg begyndte skabelsen af et menneskeligt væsen....."

Uddrag fra Mary Shellys "Frankenstein"

Sådan beskriver Mary Shelley i sin bog "Frankenstein", videnskabsmanden Victor Frankensteins tanker om at skabe et menneske. Og skabelsen lykkedes jo som bekendt. Forestil jer, hvilken omtale det ville få, hvis noget lignende ville ske i dag. Tænk bare på hvor meget omtale fåret Dolly fik, da en gruppe forskere i 1997 fremviste det og erklærede, at det var en klon. Det var den første offentligtgjorte, levedygtige klon af et voksent pattedyr. Hvis det kunne lykkes med et får, kan det vel også lykkes med mennesker? Måske er det allerede sket. Hvad ville folk sige til det? Hvad ville du sige til det?

Scenen er nu sat. Du er en videnskabsjournalist, der er blevet inviteret til USA til en konference om kloning. En konference er et arrangement, hvor forskere og fagfolk inden for et område, i dette tilfælde kloning, mødes og præsenterer nye forskningsresultater for hinanden. Dette gøres ved, at folk holder oplæg, som efterfølges af korte diskussionsrunder. Årsagen til, at du sidder her blandt forskere og yderligere et par journalister, er, at arrangørerne for nogle uger

siden kontaktede dét videnskabelige magasin, du arbejder for. De ønskede, at et stort tidsskrift fra Europa fulgte konferencen og skrev en artikel om den. Fokus skulle være kloning og alle de aspekter, der hører ind under dette begreb. Du havde dog også fået den opfattelse, at det var meget vigtigt, at arrangørernes navne og forskningscenter blev nævnt, og dermed mere kendte på den anden side af Atlanten.

At din chef netop valgte dig til opgaven, var den chance, du havde ventet på længe. Du var efterhånden ved at være lidt træt af at skrive om snegle, padder, skovflåten, ja generelt lidt træt af den danske natur. Kloning var måske ikke lige det emne du fandt mest interessant. I flyet på vej til konferencen havde du flere gange tænkt, at det kunne blive fire lange dage, men nu da det fandt sted i USA og du nok også ville få lejlighed til at se noget spændende og flot natur, havde du alligevel set frem til dagene. Derudover så du dette som en kærkommen mulighed for at skrive en spændende, og for magasinet vigtig, artikel og komme lidt op i hierarkiet på redaktionen.

Nu sidder du så her i en stor dunkel konferencesal og venter på, at arrangørerne træder frem og byder velkommen. Omkring dig er der fyldt op med forskere, der sikkert forventningsfuldt har set frem til konferencen. Det eneste lys i salen er et spotlys rettet mod scenen. En person træder frem. I sine arme holder han et lille sovende barn. Et lille uskyldigt væsen, der højst er et par måneder gammel. "Kære kolleger", lyder det fra talerstolen ved siden af. "Her foran jer ser I verdens første vellykkede kloning af et menneske"! En underlig stilhed falder som et tæppe over forsamlingen. Folk sidder forstummet, måbende og betragter den lille skabning. Pludselig er det ikke længere bare en sød lille baby. Det som manden står med i hænderne er med ét blevet forvandlet til noget ikke-menneskeligt. Du retter dig op i stolen. Fantastisk, tænker du. Dét du troede skulle blive en halv kedelig konference er med et blevet forvandlet til en verdensbegivenhed ud over det sædvanlige. Dit blik scanner hurtigt forsamlingen og opfanger både deltagere, der føler afsky og nogle der glædes.

Den første menneskelige klon! En nyhed næsten så stor, som hvis der blev fundet liv på Mars – og du sidder her! Tasterne på dine lille medbragte bærbare computer får ikke meget ro. Tanker og indtryk bliver nedfældet, alt imens mange spørgsmål dukker op. Hvem er blevet klonet og er

det overhovedet lovligt i denne stat? Fra din sidemand hører du, at Human kloning i princippet er tilladt i USA – kun i enkelte delstater er det forbudt. Så længe forsøgene privatfinansieres, er der intet til hinder for at skabe menneskekloner i USA, selv om et generelt forbud formentlig lurser lige om hjørnet.

”Hvem den lille baby er en klon af vil forblive en hemmelighed”, proklamerer hovedtaleren. ”Der er uafhængigt af hinanden, og af flere laboratorier, foretaget DNA-tests af barnet, rugemoderen og vedkomne som er blevet klonet, og resultaterne af disse tests vil blive fremvist herefter, for at overbevise jer om rigtigheden af vores udsagn. Da denne begivenhed helt sikkert ikke vil gå ubemærket hen, har jeg som arrangør af denne konference valgt, at de næste par dage bliver anderledes end på normale konferencer. Dørene vil de næstfølgende dage stå åben for offentligheden. Der vil blive opstillet paneler, hvor folk kan få oplysninger om alt indenfor kloning. Jeg finder det vigtigt, at vores budskab med denne klon og emnet kloning generelt bliver oplyst og debatteret med den almene befolkning og pressen”.

Den efterfølgende dag befinder du dig i et menneskemylder. Dørene er blevet åbnet og konferencen har som forventet allerede tiltrukket folk fra hele verden. Du har ikke lukket et øje i nat, da både jetlag og den lille klon har forstyrret krop og tanker, men alligevel er der ikke det mindste antræk til træthed. Du kigger dig rundt i den store hal – ”hvor skal jeg starte”?

Kloning, et samfundsproblem? – Samfundsfag

Risikosamfundet

Du bevæger dig rundt mellem de enkelte stande. Skriveblokken er foldet op og allerede fyldt med fakta og ideer til den artikel, du skal skrive. På nethinden har du stadig billedet af den lille baby. Den første menneskelige klon. Er det overhovedet den første menneskelige klon, tænker du pludseligt. Ville forskerne bag et så stort videnskabeligt gennembrud ikke være sikre på, at det var et sundt og rask barn, før de præsenterede det for offentligheden? Måske er det slet ikke den første menneskelige klon, men derimod den første klon, som ikke har misdannelser eller andre lidelser? For hvad ville det betyde for forskningen, hvis den første klonede baby var vanskabt?

Du skriver dine overvejelser ned, løfter blikket og lægger først nu mærke til, hvor mange folk, der egentlig er. Ikke overraskende er conferencecenteret fyldt til bristepunktet med folk fra hele verden – også selvom der kun bliver lukket et fast antal personer ind hver tredje time. Alle er meget nysgerrige og åbne for samtaler og diskussioner. Meget af snakken har det etiske aspekt ved kloning som omdrejningspunkt – og at der er delte meninger, kan du hurtigt fornemme. Du bevæger dig forbi en stand, hvor The Human Cloning Foundation har taget opstilling. De går ind for kloning af mennesker og prøver at skabe kontakter til folk, der af den ene eller andet grund ønsker at klonе et barn. Organisationen mener, at ethvert menneske har fuld råderet over sit eget DNA og derfor kan gøre med det, hvad det vil. Som du hører en af deres folk sige til en interesseret person; ”Ud fra et moralsk eller etisk synspunkt kan jeg ikke se problemet med menneske-kloning. Enæggede tvillinger er også kloner af hinanden, og den ene af dem er vel ikke mindre værd end den anden”?

Nogle overskrifter fra deres plakater springer i øjnene på dig:

Er I forældre, der har mistet et barn i en ulykke, og gerne vil have barnet tilbage?

Er I et barnløst par, der ikke ønsker at adoptere?

Har I et alvorligt sygt barn, som har brug for en genetisk beslægtet donor?

Du noterer det hele ned, tager en brochure og lister videre. Lidt længere nede i denne kæmpemæssige konferencesal stopper du op og begynder at lytte til en gammel russisk sociobiolog. Du blev fanget, da du hørte ham sige "mammut". "Ville det ikke være fantastisk, hvis vi kunne genskabe dette store dyr. Man har fundet mammut-DNA i nogle kødrester, som sad på en knogle fra en mammut, der levede for mange tusind år siden, men som var godt bevaret, fordi den havde ligget i den permafrosne jord et sted i Sibirien. Ved at lade elefanter



Foto: Wikipedia.org

være rugemødre kunne man forsøge at genoplive denne fortidselefant. Ville det ikke være fantastisk? Og hvad med alle de dyrearter, som mennesket selv har udryddet – eksempelvis gejrfluglen og måske også snart orangutangerne? Hvis vi ved hjælp af kloningsteknologien kunne rette op på menneskets synder, burde vi så ikke gøre det?"

"Man er allerede i gang med at klonе grise i håb om, at de på sigt kan være organdonorer for os mennesker", fortsætter han. "Er det ikke en god side af kloning? I dag dør utrolig mange mennesker, mens de venter på et nyt organ. Hvis vi kan løse dette problem med organer fra grise, skal vi så ikke gøre det?"

Han fortsætter talen og gør her blandt andet klart, at han ikke går ind for, at man kloner mennesker eller fx deres kæledyr – sidstnævnte er et fænomen som kaldes *REPET*. "Hovedargumentet mod denne form for kloning er efter min mening, at den vare man bestiller, ikke er den man får – kun genetisk set", svarer han, da han bliver bedt om at komme med sin holdning til kloning af mennesker.

"Er det den eneste grund?", råber en kvinde fra forsamlingen. "Jeg tænker på, hvor meget ved vi egentlig om kloning og hvad det alt kan føre med sig? Kan der være bivirkningerne eller andre former for risici, som vi endnu ikke kender til? Da man introducerede verden for atomkraft, blev fordelene også kun præsenteret, men alle her kender jo historien om Tjernobylulykken. Hvad er din kommentar til det?"

Det var godt nok nogle skarpe kommentarer, tænker du, men den russiske herre på scenen ser ikke ud til at miste fatningen. "Du har ret", svarer han. "Man kan ikke med sikkerhed vide, om

der er nogle uforudsete risici ved kloning". Du lytter interesseret til manden og kommer selv frem til nogle spørgsmål. Vil klonerne kunne få normale børn, og hvad med sygdomme. Vil klonernes immunforsvar være lige så godt som almindelige menneskers? Ender det ikke bare med, at nye sygdomme kan dukke op. Du bliver revet ud af dine tanker, da en flok skoleelever pløjer sig igennem menneskemængden og lige er ved at vælte dig omkuld. Da deres lærer kommer forbi og undskyldende nikker, er din opmærksomhed igen rettet mod den russiske mand, der med sin udstråling og interessante synspunkter har samlet et stort publikum. Din første tanke, da du så ham, var, at der står en klon af Darwin. Han er nemlig en ældre herre med et stort hvidt skæg og kun lidt hår i siderne.

"Min taletid er desværre ved at være ovre, men nu da den yngre dame nede i forsamlingen har bragt en interessant diskussion på banen, kan jeg anbefale jer at læse den tyske sociolog Ulrich Becks bog 'Risikosamfundet'. Risici er efter Becks opfattelse de utilsigtede konsekvenser af de moderne, industrielle produktionsmetoder. Ser vi på kloning, er det på mange måder et højdepunkt i menneskehedens historie; et udtryk for menneskets totale tæmning af naturen. Med kloning og andre avancerede teknologier er mennesket for alvor ved at frigøre sig fra naturen. Men denne frigørelse kan have sin pris. For ingen kan endnu svare på, om der er risici ved disse teknologier. Beck snakker om det moderne industrisamfunds uintenderede følgevirkninger, fx dioxin i fisk, hormoner i solcreme og giftstoffer i udstødningsos. Det er, når disse følgevirkninger – disse risici, som Beck kalder dem – tildeles en central plads i samfundsdebatten, at samfundet skifter karakter. Det er med andre ord, når man ikke længere ignorerer miljøproblemerne, faren for radioaktive udslip, den truende globale opvarmning og alle de andre risici, som følger i kølvandet på vores industrialiserede levevis, men tværtimod lader dem få en status, der svarer til økonomiske og videnskabelige argumenter, at vi træder ind i risikosamfundet. Man må leve med, at de valg, man tager, som umiddelbart fremstår som rigtige valg, på længere sigt kan indebære en risiko for ens liv, som man ikke er i stand til at erkende på det tidspunkt, hvor man i god tro tog valget. Som sagt, så kan jeg anbefale jer Becks bog – og lad det være mit sidste ord for denne gang".

Dette oplæg var det sidste på dagens program, og da klapsalverne har lagt sig, beslutter du dig for at gå ned i byen. Du blev meget optaget af den sidste debat og synes, at det kunne blive en

interessant vinkel på din artikel, hvis du kunne få nogle af Becks tanker med. Da du ikke er i besiddelse af hans bog, beslutter du dig for at opsøge en internetcafé i håb om måske at kunne finde hans bog online.

Caféens cappuccino er fantastisk og med en kop af denne varme drik ved din side går du på jagt i Internettets univers. Det første du finder er en side, hvor der er nogle kommentarer til bogen: 'Ulrich Beck prøver i sin bog at sammenligne industrisamfundets og risikosamfundets risici. I førstnævnte bestod risici først og fremmest i fattigdom, der var et resultat af den materielle fordeling, der fandt sted i samfundet. Risikoen bestod også i, at man kunne komme til skade på arbejdspladsen eller i en tidlig alder blive nedslidt af det hårde arbejde. I risikosamfundet er det andre risici, der spiller en rolle. Risici som vi måske slet ikke kender – de er blevet mere diffuse. Ting vi gør i vores hverdag kan påvirke folk på den anden side af jorden og omvendt'. Spændende læsning og det øger bare din nysgerrighed. Efter et par knap så spændende links finder du en downloaded version af Mads P. Sørensen og Allan Christiansens bog '*Ulrich Beck – Risikosamfundet og det andet moderne*', hvori de forsøger at formidle et indblik i Becks samlede sociologi. Du begynder at skimme teksten og støder undervejs på flere spændende passager.

"Beck beskriver derfor ikke vores samfund som et risikosamfund, fordi han mener, at vi først i de senere år er begyndt at producere risici. Hans begrundelse for at bruge betegnelsen risikosamfund er i stedet, at vi på den ene side i de seneste år er begyndt at producere en type risici, der på afgørende punkter adskiller sig fra tidligere, mere håndterbare risici, og at vi på den anden side – og det er afgørende – nu også er begyndt at sætte disse risici i centrum for samfundsudviklingen. Risikosamfundet opstår først der, hvor begge betingelser er opfyldt. Det er således ikke nok, at der fx produceres forurening, for at man kan kalde et samfund for et risikosamfund. Risikosamfundet opstår først i det øjeblik, man gør denne forurening til et problem; at man begynder at sætte spørgsmålstejn ved, om en given produktion eller produktionsmåde er formålstjenlig, når den nu forurener så meget, som den gør, vel vidende, at alternativerne ikke nødvendigvis er mere fornuftige i økonomisk eller videnskabelig forstand. Sagt på en anden måde: Industrisamfundet har altid forurennet – selvfølgelig mere markant i det

20. århundrede end tidligere – men først i det øjeblik, hvor denne forurening problematiseres, slår industrisamfundet om i risikosamfundet.

Kyotoprotokollen fra 1997 er derfor et andet vigtigt symbol på risikosamfundet. Kyotoprotokollen er en klimaaftale, der binder de lande, der tiltræder den, til at arbejde på at reducere verdens samlede udslip af drivhusgasser..... Denne klimaaftale kan ses som et tegn på, at vi har bevæget os væk fra det klassiske industrisamfund og ind i det industrielle risikosamfund. Det vigtige ved Kyoto er nemlig, at man her for første gang på et globalt plan erkender, at det kan blive nødvendigt at tilsidesætte hensyn til arbejdspladser og økonomiske interesser til fordel for at bekæmpe en selvskabt risiko: faren for en menneskeskabt, global opvarmning af kloden med uoverskuelige konsekvenser til følge for mennesker og miljø...

Alt dette er helt nyt for dig. Du har altid haft dine ben godt plantet i den naturvidenskabelige muld, men Becks bog åbner med små men sikre skridt dine øjne for den samfundsvidenskabelige verden. Du bestiller endnu en kop cappuccino og fortsætter læsningen. Lidt længere fremme i et senere kapitel finder du igen en interessant passage.

(...) En af de mest markante forskelle mellem de "gamle" farer og risici og de nye er netop, at de nye risici kun er synlige formidlet over videnskabelige teorier og viden. Arbejdsløshed, arbejdsulykker og sult er direkte synlige risici og farer, mens fx sprøjterester i maden, huller i ozonlaget og radioaktive udslip kun viser sig for os indirekte – formidlet over viden. Vi kan fx ikke umiddelbart med vores egne sanser konstatere, om der er hul i ozonlaget eller sprøjterester i det vand, vi drikker. For at kunne erfare disse nye risici som risici, er vi fuldstændig afhængige af videnskaben. Kun via videnskabelige teorier, eksperimenter og måleinstrumenter bliver vi i stand til at se farerne. Beck kalder derfor vores erfaring af de nye risici for en 'andenhånds ikke-erfaring'.

Denne udvikling betyder, at vi i hidtil uset grad bliver afhængige af videnskaben i forhold til at advare os om aktuelle og fremtidige farer. Lægfolks forhold til videnskaben bliver i forlængelse heraf typisk ambivalent i risikosamfundet. På den ene side breder der sig en erkendelse af, at videnskaben har haft en finger med i spillet i forhold til fremstillingen af de nye risici – en

erkendelse, der fører til videnskabskritik og skepticisme. På den anden side er vi fuldstændig afhængige af videnskaben i forhold til at fortælle os, hvor farerne lur. Ingen kan nemlig længere via deres egne sanser registrere farerne....

Klokken er ved at være mange og i morgen er der atter en konferencedag. Du har virkelig fået mange interessante vinkler på emnet kloning, og lige nu er der ingen tvivl om, at du også skal have en samfundsvidenskabelig vinkel på artiklen. I dag på konferencen overhørte du mange debatter mellem fortalere for og skeptikere mod kloning. Netop det, at nogle sætter spørgsmålstegn ved kloning, passer godt på den måde Beck beskriver, at vi befinder os i et Risikosamfund – kloning gøres til et problem.

Du lukker computeren ned og begiver dig hjem til hotellet. "Risikosamfund", tænker du. Det lyder egentlig ikke særlig betrykkende. Men hvilke typer samfund har man i grunden haft før i tiden og hvorfor og hvordan kan et samfund ændre sig? Disse spørgsmål må du have svar på inden konferencen.

Opgave

- a) Hvilke typer samfund har man haft før i tiden og hvorfor og hvordan kan et samfund ændre sig?
- b) Skriv et læserbrev, hvori du prøver at argumentere for, at vi med kloning bevæger os ind i et risikosamfund.

Den lovgivende magt

Allerede inden vækkeuret ringer, er du ude af sengen, og som en af de første står du foran døren til conferencecenteret og venter på, at dørene åbner. Du er efterhånden blevet mere og mere glad for, at du fik tildelt opgaven. Du har allerede idéer til flere artikler. Tankerne flyver rundt i hovedet på dig, alt imens din hjerne bliver ved med at stille spørgsmål – et nyt dukker op. En ting er, hvad man kan indenfor kloningsteknologien i dag og hvad man vil kunne en gang i fremtiden, men en anden side af sagen er, hvad der er lovligt. Her i USA er der åbenbart stor forskel på holdningen til kloning i de forskellige stater, men hvordan ser det i grunden ud i Europa? Du beslutter dig for at finde svaret, for der må være et sted, hvor disse oplysninger er. Da dørene åbner begynder du din søgen - du kommer blandt andet forbi en stand med klonede geder, men det er ligesom ikke så interessant mere. Du tager dig selv i at tænke, "hvor svært kan det være"?

Din opmærksomhed falder på en stand, hvor politikere fra flere lande har taget opstilling. Her burde man kunne finde svaret. De besvarer spørgsmål om lovgivningen om kloning i de forskellige lande. Også de er omringet af folk, så i stedet for at vente på, at du kommer helt frem i køen, finder du nogle interessante plakater på væggen ved siden af. Som dansker betragter du naturligt en ophængt plakat med Dannebrogssflaget og Storbritanniens flag og finder hurtigt svarene på nogle relevante spørgsmål.

Denmark

Er det lovligt at bruge menneskefostre til medicinsk forskning?

I Danmark er der to tilfælde, hvor det er lovligt at bruge menneskefostre til medicinsk forskning. Det er, hvis målet er at forbedre teknikker til kunstig befrugtning og til genetisk fosterundersøgelse. Ethvert andet forsøg med et foster er ikke lovligt.

Er det lovligt at lave et foster alene med det formål at lave medicinsk forskning?

Nej. I Danmark er det ikke lovligt at lave fostre alene med det formål at udføre medicinsk forskning. Forskning på fostre er

England

Er det lovligt at bruge menneskefostre til medicinsk forskning?

Ja, i England er det. Siden 1990 har forskning i menneske-fostre med få specifikke formål, bl.a. forskning i abort været tilladt. Fra 2001 blev det også tilladt at bruge fostre til forskning i alvorlige sygdomme. I alle tilfælde skal fostrene tilintetgøres i løbet af 14 dage efter befrugtningen.

Er det lovligt at lave et foster alene med det formål at lave medicinsk forskning?

Ja, det er lovligt i England, hvis der er givet samtykke fra donerne. Hvis dette er givet,

kun lovligt på fostre, der er skabt ved kunstig befrugtning men som ikke er blevet brugt.  Er det lovligt at bruge menneskefostre til at producere stamceller? Det er ikke lovligt at bruge menneskefostre til at producere stamceller. Men det er lovligt at importere stamceller til forskning fra andre lande.  Er det lovligt at klonе et menneskefoster med henblik på medicinsk forskning (terapeutisk kloning)? Det er ikke lovligt at klonе et menneskefoster til medicinsk forskning. I Danmark kan en læge foretage behandling med terapeutisk kloning, så længe han følger reglerne for praktiserende læger (Lov om udøvelse af lægegering) fra 2001.  Er der en lov, som forbyder reproduktiv kloning? Ja, den danske lov om kunstig befrugtning fra 1997 forbyder, at en læge behandler en kvinde med reproduktiv kloning. Forsøg med reproduktiv kloning er også forbudt.	kan æg og sperm bruges til at skabe et nyt foster, som kun anvendes til medicinsk forskning, hvorefter det tilintetgøres.  Er det lovligt at bruge menneskefostre til at producere stamceller? Ja, i England er brugen af fostre til at producere stamceller lovligt. Siden 2001 har det været lovligt at anvende fostre på den måde for at finde frem til en helbredelse af alvorlige sygdomme. Som for al forskning i fostre, så må man kun lade fostrene udvikle sig i 14 dage efter befrugtningen.  Er det lovligt at klonе et menneskefoster med henblik på medicinsk forskning (terapeutisk kloning)? Ja, det blev gjort lovligt i England i januar 2001.  Er der en lov, som forbyder reproduktiv kloning? Ja, den engelske Human Reproductive Cloning Act blev vedtaget i december 2001. Ifølge loven er det ulovligt at placere et klonet menneskefoster i en livmoder. Skulle nogen forsøge, venter der en tiårig fængselsstraf.
--	---

Nedenunder er der tilføjet:

Reglerne for stamcelleforskning vedtaget

I Danmark er såvel reproduktiv som terapeutisk kloning forbudt. Den 27. maj 2003 vedtog Folketinget dog en ændring af loven, som vil tillade en vis forskning i embryonale stamceller i Danmark.

En person lige foran dig begynder højlydt at kritisere den danske lovgivning. Du så ham i går under åbningen af konferencen og på baggrund af hans fordanskede engelsk, går du ud fra, at han er en dansk forsker. "Ved fx at tillade brugen af menneskefostre til medicinsk forskning kan man indenfor en årrække helbrede folk med nogle alvorlige sygdomme. I Sverige vedtog man allerede tilbage i 2004 at tillade terapeutisk kloning – det vil sige at bruge kloningsteknikken 'kernetransplantation' til at frembringe befrugtede æg, hvorfra man kan hente embryonale stamceller til forskning eller sygdomsbehandling (se **biologi-kapitel**). Det danske system er gammeldags og uden fremtidssyn", er hans sidste kommentar inden han forlader standen. Nogle andre tilhørere begynder nu også at ytre sig. Deres holdning er, at når et æg er blevet befrugtet, er der tale om liv, og som de siger: "Al liv har ret til et liv"! Det starter en diskussion og flere personer blander sig i debatten. "Hvad så med kloning af dyr?", spørger en amerikaner. "Er det i orden? Og hvad nu hvis denne forskning kan være med til at redde dit eller andres liv i fremtiden?" For at dæmpe gemytterne bryder politikerne ved standen ind og prøver at slå fast, at diskussionerne om reproduktiv og terapeutisk kloning er meget forskellige, og det er vigtigt at skelne imellem dem. Hvor debatten om reproduktiv kloning især drejer sig om, hvorvidt det er rigtigt at skabe et individ, der vil komme til verden som kopi af en anden, har diskussionen om terapeutisk kloning mere at gøre med den generelle stamcelledebat. Her er hovedspørgsmålet, hvorvidt det kan tillades at bruge stamceller fra et embryo til forskningsformål.

Al denne snak om reproduktiv og terapeutisk kloning og love om disse, bringer et nyt spørgsmål frem. Hvordan bliver en lov i grunden til? Du er helt overrasket over dig selv. Aldrig har du været så interesseret i at få ny viden som i disse dage. Da menneskemængden foran standen opløses, går du op og tager kontakt til den danske politiker, der er til stede som repræsentant for den danske regering. Han lytter til dit spørgsmål og tager dig med hen til en tavle, hvor han vil skitsere lovgivningsprocessen.

Da du lidt senere sidder i konferencecaféen og nyder en kop kaffe, vælger du lige at gennemgå dine noter, så du er sikker på, at du har forstået det hele.

Lovgivningsprocessen

1. Hvem kan fremsætte et lovforslag?

Både regeringen og oppositionen kan fremsætte et lovforslag.

2. Udkast til lovforslag.

Når regeringen har besluttet at fremsætte et lovforslag, går embedsmændene i gang med at udarbejde de første udkast.

Når ministeren har godkendt lovforslaget, sendes det i intern høring hos relevante ministerier.

3. Lovforslaget sendes efterfølgende i høring hos en bred kreds af interessenter. På

Beskæftigelsesministeriets områder er det hovedsageligt:

- Andre ministerier
- Arbejdsmarkedets parter
- Øvrige interesseorganisationer

Ministeren sender høringssvar til det udvalg i Folketinget, som lovforslaget hører under.

4. Hvornår kan lovforslaget fremsættes?

Før lovforslaget kan fremsættes, skal det godkendes. Hvem, der skal godkende lovforslaget, afhænger af forslagets karakter.

Til sidst skal dronningen bifalde, at lovforslaget fremsættes.

5. Forslaget fremsættes.

Fremsættelsen sker ved, at Folketingets formand anmelder, at fx beskæftigelsesministeren ønsker at fremsætte et lovforslag.

Lovforslaget skal fremsættes senest 30 dage, inden det ønskes vedtaget.

6. 1. Behandling

Ved 1. behandling kommer ordførerne fra alle Folketingets partier med deres bemærkninger til lovforslaget.

Efter 1. behandling sendes forslaget til behandling i et af Folketingets 17 stående udvalg.

7. 2. Behandling.

Ved 2. behandling drøftes forslaget igen. Hvis der er stillet ændringsforslag, indgår de i drøftelsen, og herefter stemmer Folketinget om dem. Normalt går forslaget direkte fra 2. til 3. behandling. Folketinget kan beslutte, hvorvidt en ny udvalgsbehandling er nødvendig.

8. 3. Behandling

Ved 3. behandling af et lovforslag skal forslaget til afstemning. Hvis der er stillet ændringsforslag drøftes, og Folketinget skal stemme særskilt om dem. Derefter stemmer Folketinget siden 2. behandling, skal de om det samlede lovforslag.

9. Bliver forslaget vedtaget, sendes det til Dronningen. Efter offentliggørelse i Folketinget træder loven i kraft.

Som du også kunne forstå på politikeren, så er det altså ikke altid lige let at få et lovforslag igennem. Aspektet med, hvordan en lov bliver til, er dog meget vigtigt, når man ser på den danske lov mod kloning. Hvem har været med i beslutningsprocessen og hvorfor er loven blevet som den er? Med denne tanke går du atter ud i menneskemylderet – klar til at opsøge nye historier.

Opgave

Lav en liste over de mange aktører, som kan være medvirkende i lovgivningsprocessen. Hvordan kan massemedierne, forskere, virksomheders eller den almene befolknings mening spille ind på denne lovgivningsproces?

Dit hoved er nu fyldt til bristepunktet og du beslutter dig for at gå tilbage til dit hotel og få en lille lur.

Du lægger dig på hotelsengen, men du kan ikke falde i søvn. Dine tanker flyver rundt - du opgiver hurtigt dit foretagende og sætter dig op til computeren. Du er nemlig kommet i tanke om, at en af dine venner og hans kone valgte at få taget navlestrengsblod fra deres nyfødte barn. I dette blod findes der stamceller og det kan måske en gang i fremtiden være med til at

redde barnet eller et familiemedlem fra en sygdom. Det kræver dog, at det er tilladt at forske i stamceller. Med det i baghovedet beslutter dig for at påbegynde skriveriet, men da du kommer i tanke om, at du har en dansk artikel om debatten i Danmark liggende på dit computer-skrivebord, tænker du, "Den var måske også god at læse, inden jeg går i gang". I artiklen er to personer blevet interviewet - én for kloning og én imod.

Den ene er **Torben Greve**, der forsker i kloning af husdyr på Landbohøjskolen i København, og den anden er filosofen **Peter Kemp**, leder af Center for Etik og Ret, to af de markante stemmer i debatten i Danmark. De giver begge deres bud på, hvad der står på spil, når Folketinget om kort tid skal tage stilling til dyrekloning i Danmark.

Torben Greve, hvad er den væsentligste grund til at give forskerne lov til at klonе dyr?

"Vi skal sige ja til kloning af dyr, fordi det kan få sundhedsmæssig betydning både for dyr og mennesker. Ved at klonе dyr kan vi måske få svar på spørgsmål som, hvorfor kun 20 ud af 100 befrugtninger resulterer i børn, hvorfor fosterhinden i nogle tilfælde udvikler sig unormalt hos dyr og mennesker, eller hvorfor 15 % af alle nyfødte kalve dør. I mere end 20 år har vi indenfor min verden investeret millioner af kroner i forskning i fosterdød og ægdød uden at nå tættere på svarene. Men de få år, vi har forsket i kloning, har bragt os tættere på løsningerne end noget andet, vi har forsøgt."

Peter Kemp, du er imod kloning af dyr, hvorfor?

"Kloning er en ophævelse af forplantningens naturlige lotteri, og dermed en trussel mod selve mangfoldigheden og vitaliteten i naturen. Det er som om, vi mennesker nærer frygt for det, vi ikke kan styre og overskue, og derfor forsøger at underkaste det vores kontrol. I stedet for et nyt dyr får man det samme igen. Der er tale om en forsimpning af naturen, som reducerer det ukontrollerbare til noget forudsigeligt."

Peter Kemp, er der en fare for, at kloning af dyr vil starte en glidebane, som vil føre til kloning af mennesker?

"Det mener jeg slet ikke, der kan være tvivl om. Kloning er en teknik, der anvendes på levende væsner, og på et tidspunkt vil den blive brugt til eksperimenter på mennesker. Man forsøger godt nok at skelne mellem terapeutisk og reproduktiv kloning af mennesker, hvor man hævder, at kloning ikke behøver at

resultere i klonede individer, men også kan bruges til sygdomsbehandling. Den adskillelse mener jeg er en illusion. Det er den samme teknik, man anvender til begge dele, og jo flere forsøg man laver med den på et område, jo sværere vil det blive at lade være med at anvende den på andre områder. En teknik er ikke neutral i sig selv, den indeholder altid bestemte muligheder for anvendelse."

Torben Greve, mener du også at dyrekloning vil føre til menneskekloning?

"Nej, jo mere vi lærer om kloning af dyr, jo mere går det op for os, at vi virkelig skal afholde os fra at klonе mennesker. Det vi og forskere i udlandet har lært fra de klonede kalve er, at der er meget synlige, patologiske forandringer i de klonede dyr. Hjertet er for stort, der er tegn på sukkersyge, som drøvtyggere ellers aldrig har, og dertil kommer mange andre problemer, som også vil kunne påvirke klonede menneskers sundhed. Jeg mener altså ikke, at der er tale om en glidebane mod menneskekloning.

Nogen vil måske mene, at vi er på en glidebane rent eksistentielt, men rent teknisk mener jeg, at glidebanen går op ad bakke. Jeg var til et seminar i Edinburgh, hvor Ian Wilmut, der skabte fåret Dolly, blev spurgt om det nogensinde bliver muligt at skabe perfekt klonede dyr. Hans svar var, at man aldrig skal sige aldrig, men at kloning formentlig vil vedblive med at være et biologisk eksperiment i mange år fremover."

Forfattet af: Rasmus Rune Nielsen, bragt i Samvirke november 2003

Du lægger artiklen fra dig og finder din notesblok med alle notater frem. Et nyt Word-dokument bliver åbnet. Hvor skal du begynde? Hvad skal fokus være? Du vil gerne skrive en artikel, hvor både holdninger for og imod kloning kommer frem. På vej ud af conferencecenteret i går tog du et eksemplar af en fremlagt artikel for at få lidt inspiration til opgaven (Artikel 1). Du skimmer den igennem og kort efter finder dine fingre tasterne.

- Gruppearbejde: Brainstorming - Hvilke aktører kunne være henholdsvis for og imod et lovforslag mod terapeutisk kloning, og hvorfor er de henholdsvis for og imod? (Der er evt. hjælp at hente i nedenstående Artikel 1).
- Du/I skal nu, enkeltvis eller i gruppe, skrive en beretning hvor I som politikere (parti), en virksomhed, en befolkningsgruppe m.m. enten er for kloning eller imod kloning. I kan bruge nedenstående artikel som inspiration eller selv søge oplysninger i bøger eller på Internettet.

Artikel 1:

Uddrag af "Europa overvejer kloning mod sygdomme" af Heidi Dachs

I slutningen af oktober (2004) skal FN tage stilling til, om alle former for kloning skal forbydes, eller om såkaldt terapeutisk, dvs. kloning af fosterceller til brug i forskning og sygdomsbehandling, skal være tilladt.

Allerede nu finder et omfattende lobbyarbejde sted. Forskere fra 68 videnskabsakademier har henvendt sig til FN for at få organisationen til at give grønt lys for terapeutisk kloning.

(...) – Det er vigtigt, at der bliver vedtaget en almengyldig FN-konvention, som tillader at klone under streng kontrol. Det er den eneste måde, vi kan hindre, at "cowboy-klonforskere" misbruger teknologien, siger Richard Gardner, der leder en arbejdsgruppe for stamcelleforskning ved det britiske Royal Society Academy.

Storbritannien har som det første EU-land tilladt terapeutisk kloning, og Richard Gardner er ikke i tvivl om, at landet vil stå fast på sin beslutning.

- Hvis FN vedtager et forbud mod terapeutisk kloning, er det klart, at nogle, herunder Storbritannien, ikke vil skrive under på konventionen, siger han.

Overalt i Europa diskuterer politikere, teologer, patientforeninger og videnskabsfolk om terapeutisk kloning skal tillades. I Tyskland var der længe et bredt politisk flertal imod terapeutisk kloning, men efter at englænderne har ændret deres lovgivning, forlanger flere og flere politikere nu, at Tyskland også giver tilladelse til at klone fostre. Den tyske justitsminister har meddelt, at hun vil lempe reglerne, så det bliver muligt at udføre terapeutisk kloning, og

hun bliver kraftigt støttet af adskillige videnskabsfolk, der advarer om, at Tyskland ellers vil sakke bagud forskningsmæssigt i forhold til Storbritannien og USA.

Spanien er et eksempel på, hvor meget politikerne kan komme under pres for at tillade terapeutisk kloning. Landets regering har følt sig tvunget til at oprette en stamcellebank for i det mindste på den måde at have kontrol med udviklingen. Det er sket efter stort pres fra forskellige organisationer; diabetikere, kræftsyge og parkinsonpatienter har opfordret regeringen til ikke at hindre landets videnskabsfolk i at forske på dette vigtige område. Den spanske stamcelleforsker Bernat Soria har ligefrem truet med, at han ville udvandre til Singapore, hvis det ikke blev muligt for ham at forske i Spanien. Truslen tvang i første omgang politikerne i Andalusien til at give tilladelse til en lokal stamcellebank, hvorefter landets regering følte sig tvunget til at oprette en national stamcellebank, så forskere andre steder i landet også får adgang til stamceller.

Modstandere af terapeutisk kloning har ikke kunnet påvirke udviklingen i Spanien. Nu frygter mange modstandere i Tyskland, at det skal gå dem på samme måde. Her findes den største modstand blandt kristne organisationer. Lederen af den lutherske kirkes råd i Tyskland, Manfred Kock, advarer mod at lave undtagelsesregler fra forbuddet mod kloning.

- En lovmæssig beskyttelse af befrugtede æg må aldrig blive opblødt på europæisk plan. Det skaber risiko for, at menneskets værdighed mister relevans i den biologiske debat, siger han. Han får støtte fra katolsk side. – Mennesket får sin værdighed igennem skabelsesagten, uanset om det sker i livmoderen eller i et reagensglas, siger den katolske biskop Reinhard Marx. Engelske undersøgelser har vist, at cirka 70 procent af befolkningen er positiv stemt over for stamcelleforskning med befrugtede æg. – Mens tyskerne hovedsageligt møder gentekniske fornyelser med skepsis – hvilket er forståeligt på grund af landets historie – er englænderne mest præget af pragmatisk nysgerrighed, siger den danske professor Søren Holm, der leder universitetet Cardiff Universitetets bio-etiske afdeling i England.

(...) Mange kritikere frygter, at tilladelsen til terapeutisk kloning vil bevirke, at folks etiske grænser flytter sig, og at det med tiden vil blive muligt for forskere at få tilladelse til at klonе mennesker, ligesom det allerede er sket med fåret Dolly.

- Blot fordi det er muligt at misbruge teknikken og klonе mennesker, har man ikke lov til at afvise de utrolige, medicinske chancer, som videnskaben byder, siger Suzi Leather, der er leder af Rådet for Menneskelig Befrugtning og Embryologi, HFEA. – Uansvarlige forskere, der vil klonе babyer, opgiver ikke deres planer, bare fordi det bliver forbudt at tillade terapeutisk kloning. Både tilhængere og modstandere er enige om, at formålet med terapeutisk kloning – nemlig helbredelse af sygdomme – er et agtværdigt mål. Men spørgsmålet er, om det er et etisk korrekt middel at bruge befrugtede æg og endda tage med i købet, at de ødelægges. Et helt central spørgsmål er, hvornår et befrugtet æg har ret til beskyttelse.

AVISARTIKEL: Kristeligt dagblad. - 2004-10-01. - S. 6

Kommentar til artiklen:

Splittet FN vedtager deklaration mod kloning

Med 84 stemmer for, 34 imod og 37 som undlod at stemme, vedtog FN den 8. marts 2005 en deklaration mod kloning. I den opfordres til at lovgive mod alle former for kloning, som strider mod menneskelig værdighed og beskyttelsen af menneskeligt liv. For at undgå en splittelse på spørgsmålet valgte generalforsamlingen at undlade at stemme om det, og i stedet lade en komité udarbejde et forslag til en deklaration, som i modsætning til en traktat ikke vil binde medlemslandene juridisk.

Det er komitéens forslag, som nu er blevet vedtaget, men altså kun med godt halvdelen af de afgivne stemmer. Det, som falder i øjnene ved stemmefordelingen er, at stort set alle de lande, der har teknologisk mulighed for at udføre terapeutisk kloning, har stemt imod deklarationen. Således stemte næsten alle europæiske lande imod, og det samme gjorde lande som Japan, Kina, Korea, Indien, Canada og New Zealand. USA stemte for forslaget, selvom terapeutisk kloning er tilladt i USA, hvis det sker for private midler.

Nogle lande erklærede, at de stemte imod, fordi de anså en ikke-bindende deklaration vedtaget med så lille tilslutning, for at være et alt for svagt signal. Andre lande beklagede, at FN ikke havde fremsat et forslag til traktat med reproduktiv kloning, som efter al sandsynlighed ville have kunnet vedtages i enighed. Nu er der fortsat ikke en sådan verdensomspændende traktat mod reproduktiv kloning.

Kloning – Hvad er det? - Biologi.

Konferencen er nu et par dage gammel, men du har stadig ikke fået påbegyndt din artikel. Alle indtrykkene fra de første par dage er først nu ved at være fordøjet. Du har allerede hørt mange aspekter ved begrebet 'kloning' debatteret - alligevel støder du hele tiden på nye vinkler af sagen, nye historier. Det kan godt ske, at dit Word-dokument er tomt, men din notesblok har snart ikke flere blanke sider tilbage, og inde i hovedet er du selvfølgelig allerede i fuld gang med at sætte tingene sammen. Det tidsskrift du skriver for har en bred læserskare, så det er vigtigt, at du får skrevet et godt og uddybende afsnit om kloning generelt. Tidligere på dagen gik du forbi et lille opstillet bibliotek. Du beslutter dig for at mase dig gennem menneskemængden og derhen i håb om at kunne finde inspiration til din artikel. Da du når frem, ser du straks, hvilket stort arbejde arrangørerne må have gjort, for der er bøger på alle mulige sprog. Du går hen til stakken med skiltet "Denmark" foran og tager den øverste bog op - "Værd at vide om kloning". Lige nu er der ikke mange, som benytter sig af biblioteket. Det skyldes nok, at de fleste blikke er rettet mod den store scene, hvor Dr. Campbell snart vil holde et foredrag. Dr. Campbell var en af de forskere, der var med til at skabe fåret Dolly. Der er dog stadig tyve minutter til han går på talerstolen, så du sætter dig i en af de bløde stole og bladrer op på første side.

Uddrag fra "Værd at vide om kloning":

.....

Kloning betyder at skabe helt ens kopier af et gen, en celle eller en organisme. En sådan samling af ens kopier, som har nøjagtig samme arvemateriale, kaldes kloner. Kopierne er identiske med deres ophav og med hinanden.

Kloning af celler anvendes generelt på to måder, terapeutisk kloning og reproduktiv kloning.

Terapeutisk kloning

Terapeutisk kloning er en proces, hvor man tager en persons DNA og bruger det til at danne stamceller. Man kloner celler med det formål at bruge klonerne til behandling, modsat reproduktiv kloning, som har til formål at skabe et nyt, klonet, individ. Ved terapeutisk kloning er hensigten at danne celler, der fx kan dyrkes til at blive organer.

Forskning i vævs- og organdyrkning baserer sig på håbet om at kunne omprogrammere de såkaldte stamceller til lige præcis den celletype, man har brug for, fx hjerneceller for at kunne behandle en patient med Alzheimers sygdom. Man kan sige, at formålet med at anvende stamceller er at udvikle reservevæv eller reparationsvæv.

Stamceller? Hvad er det helt præcist for en størrelse. Du indser, at du har brug for noget viden om dem, før du læser videre og du griber derfor fat i en anden bog, der ligger i stakken - "Stamcellens ABC".

Uddrag fra "Stamcellens ABC":

....

Stamceller er celler, der er ophav til alle andre typer celler i kroppen. De har tre væsentlige egenskaber, som adskiller dem fra alle andre celletyper i kroppen:

- De er udifferentieret, dvs. de er endnu ikke begyndt at omdanne sig til bestemte celletyper.

Behandling med stamceller til hver tiende

Stamceller er uhyre brugbare til behandling af sygdomme, fordi de er en type ur-celler, der har evnen til at udvikle sig videre til de 216 typer celler i menneskekroppen. Derfor kan de bruges til at reparere organer og væv, der er ødelagt på grund af sygdom eller andre lidelser. Stamceller overtager så at sige pladsen fra de syge celler og får organet til at fungere igen. Allerede i dag bruges stamceller i behandling af flere former for leukæmi og andre kræftformer. Blandt de sygdomme og lidelser som stamceller ventes at kunne bruges mod er:

- Slagtilfælde
- Parkinsons Sygdom
- Alzheimers Sygdom
- Rygmarvsskader
- Sklerose
- Hjerteslag
- Åreforkalkning
- Slidgigt
- Kræft
- Arvelige Blodsygdomme
- Leverbetændelse
- Skrumpelever
- Brandsår
- Diabetes
- Knogleskørhed
- Komplicerede knoglebrud
- Synsnedsættelser
- Muskelsvind

Alt i alt regner man med, at hver tiende person kan få glæde af behandling med stamceller.

Kilder: *Stem Cell Therapy: The Ethical Issues*, Nuffield Council on Bioethics, april 2000, *Stem Cell Research: Medical Progress with Responsibility*, Department of Health, august 2000, *Terapeutisk Kloning af stamceller*, Prof. Malcolm Moore til Høring i Folketinget, November 2000, *Stamcellebehandling*, Dr. Harry Griffin til Høring i Folketinget, November

2000

- De er i stand til at forny sig ved almindelig celledeling gennem lang tid. Hver almindelig celledeling fører til to identiske datterceller (kloner).
- Ved bestemte påvirkninger kan disse celler dele sig således, at den ene af de to nye celler differentieres til en specialiseret celletype (fx en nervecelle), mens den anden celle forbliver en stamcelle, så bestanden af stamceller opretholdes.

Stamceller kan have forskellige udviklingspotentialer. De vigtigste i forhold til stamcelleforskningen er totipotente og pluripotente stamceller.

En **totipotent** celle er en stamcelle, der kan udvikle sig til alle celler. De kan ved celledeling blive til et nyt individ. Totipotente celler findes i befrugtede æg indtil ægcellen har delt sig til 8-16 celler – det sker inden for det første døgn efter befrugtningen.

En **pluripotent** celle er en stamcelle, der kan udvikle sig til alle celler, men ikke danne et nyt individ, fordi det mangler de egenskaber, der skal til for at danne en moderkage.

Stamceller kan stamme fra to steder. De kan enten være embryonale stamceller eller voksenstamceller.

Embryonale stamceller er de stamceller man mener, har det største potentiale til at udvikle sig til alle kroppens celletyper. Omkring 4 dage efter befrugtningen er embryonet (embryo betyder 'befrugtet æg') blevet til en kompakt celleklump af **totipotente** celler. Herefter begynder de at specialisere sig og blive til en blastocyst (se tekstboks). Inde i blastocysten er der en celleklump af **embryonale stamceller**. **Voksenstamceller** er stamceller, der kan isoleres fra fostervæv, navlestrengsblod og fra børn og voksne. Der vil efter alt at dømme være voksenstamceller til stede i alle organer. Disse celler er mere specialiserede end de embryonale stamceller, men kan stadig blive til flere forskellige celletyper.

Begrebsoversigt

Oocyt: ægcelle (ubefrugtet)

Spermatozo: sædcelle

Zygote: Befrugtet ægcelle indtil 8 celle-stadiet

Embryon: Befrugtet ægcelle fra 8 cellestadiet og frem til 12. uge.

Foster: Fra 12. Uge og indtil fødslen.

Stamcelle: Celle der er ophav til alle andre typer celler i kroppen.

Totipotent celle: Stamcelle der kan udvikle sig til alle celler. De kan ved celledeling blive til et nyt individ.

Findes i befrugtede æg indtil ægcellen har delt sig til 8-16 celler.

Pluripotent celle: Stamcelle der kan udvikle sig til alle celler, men ikke danne et nyt individ fordi det mangler de egenskaber der skal til for at danne en moderkage.

Embryonale stamceller: -kommer fra en blastocyst og er pluripotente.

Voksenstamceller: - kommer fra navlestrengsblod og i små mængder fra væv fra børn og voksne. De er mere specialiserede end pluripotente stamceller.

Blastocyst: - er defineret som et tidligt embryon bestående af 30-150 celler, der endnu ikke er indsat i livmoderen. Den er kugleformet med et cellelag, som udgør kugleskallen og en kerne bestående af en klump andre celler.

Cytoplasma: - består af hele celleindholdet på nær kernen

Voksenstamceller spiller en rolle i kroppens normale udviklingsprocesser samt i reparationen af beskadiget væv, og man kan isolere dem fra voksne, for eksempel fra blod og knoglemarv.

Du løfter blikket fra bogen. Nu har du da fået lidt mere styr på begrebet 'stamceller'. Det vigtigste ryger ned på blokken, hvorefter du atter tager fat i bogen: "Værd at vide om kloning". Dr. Campbell er endnu ikke gået på, så du fordyber dig hurtigt i bogen igen. Terapeutisk kloning er altså en proces, hvor man tager en persons DNA og bruger det til at danne stamceller...

Når man har taget DNA fra en person, laver man en embryoklon, og i stedet for at sætte embryoklonen op i en surrogatmor ("erstatningsmor", dvs. en anden mor end den ægcellen stammer fra), bruges den i dyrkningen af stamceller. Disse embryonale stamceller kan bruges til at lave et menneskeligt reservedelslager. De kan på længere sigt anvendes til at dyrke erstatningsorganer såsom hjerte, lever og hud. Forskere arbejder i øjeblikket med at bruge embryonale stamceller til at dyrke neuroner (nerveceller) til helbredelse af folk, der lider af Alzheimer's og Parkinson's – sygdomme, hvor nerverne langsomt nedbrydes.

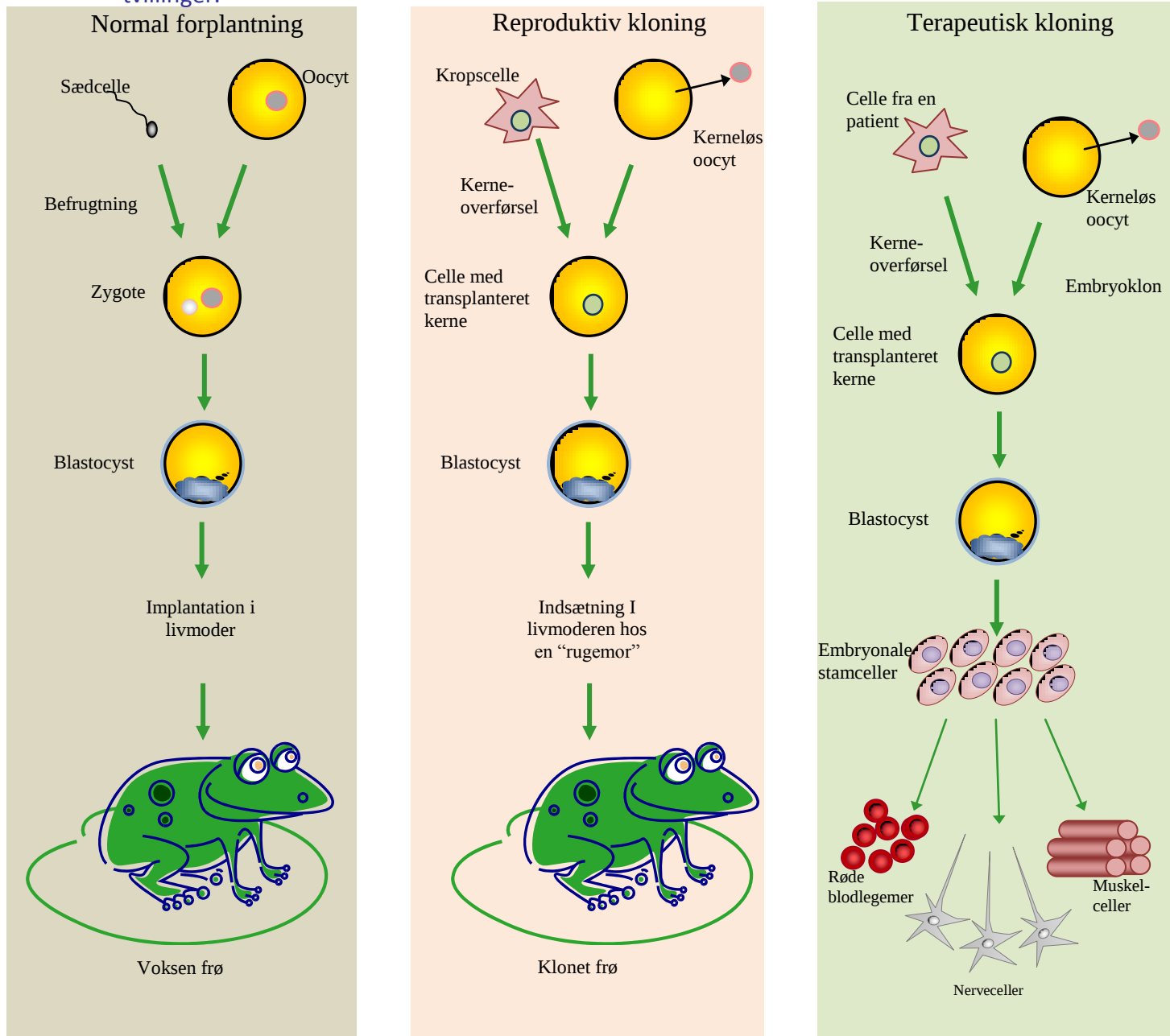
Sådan virker terapeutisk kloning:

- DNA udtages fra en celle fra en syg person
- DNA indsættes i et kerneløst donoræg
- Ægget deler sig ligesom et almindeligt befrugtet æg og danner et embryo
- Stamceller udtages fra embryoet
- Enhver slags væv eller organer kan dannes fra disse stamceller ved at tilsætte den rigtige blanding af næring og hormoner.
- Vævet eller organer sættes ind i den syge person. Vævet er identisk med personens eget og bliver ikke afstødt af immunsystemet.

Reproduktiv kloning

Reproduktiv kloning er, når formålet er at skabe et nyt individ ved ukønnet formering (dvs. ikke normal forplantning, hvor der indgår en ægcelle og en sædcelle). Det kan foregå på forskellige måder:

Kloning ved embryo-deling: Det befrugtede æg deles i to eller flere tidligt i udviklingen. Det sker også i naturen, blandt andet når et fosteranlæg deler sig i livmoderen og bliver til enæggede tvillinger.



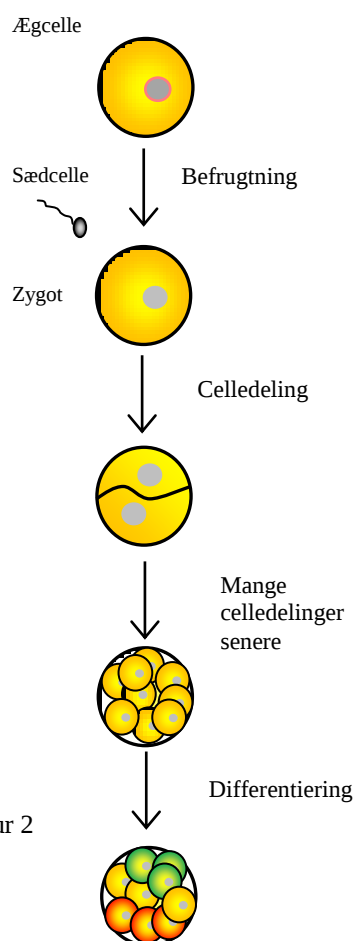
Figur 1. Terapeutisk kloning sammenlignet med reproduktiv kloning og normal forplantning.

Kloning ved kernetransplantation. Her er ikke blot tale om at udvikle et individ uden brug af sammensmeltning af æg- og sædcelle, her frembringer man et individ, uden at der er en mor (udover rugemoderen) og en far. Fåret Dolly er kommet til at repræsentere mønstereksemplet

på en kloning ved kernetransplantation. Dolly er en såkaldt *somatisk klon*, idet hun blev klonet af en kropscelle fra et voksent får – en somatisk celle i modsætning til en kønscelle.

Din opmærksomhed bliver fanget ved, at der over højtaleren bliver annonceret, at Dr. Campbell om fem minutter går på scenen. Du bladrer hurtigt gennem bogen og støder på et par interessante linier.

....man vidste godt, at hver eneste celle i kroppen, bortset fra kønscellerne, indeholder individets samlede arvemateriale (genomet), men ikke at et helt nyt og altså genetisk identisk individ ville kunne dannes herudfra. Efter at dette var bevist, måtte alle lærebøgerne i biologi skrives om, fordi de indeholdt den hidtil gældende erkendelse: at cellers specialisering til bestemte funktioner var uigenkaldelige, når den først var sket.



Figur 2

Klapsalver fra den store menneskeskare får dig op af stolen. Dr. Campbell er trådt frem på scenen. Ham har du glædet dig meget til at høre, så du lægger bogen fra dig og finder et sted i mængden, hvor du kan høre og se det hele. Bag Dr. Campbell er der ophængt en plakate med et billede af ham, hvor han står med sin nye bog: "Fra haletudse til frø – og tilbage igen?" Med på scenen er en af konference-arrangørerne, som undervejs vil stille nogle spørgsmål. Du tager et kig rundt i salen. Stilheden har ramt alle, unge som gamle. Det er tydeligt, at du ikke er den eneste, der har glædet sig til at høre denne mand. Da dit blik atter er rettet mod scenen, er Dr. Campbell allerede begyndt. Han fortæller om de første forsøg med kloning af dyr – baggrunden for at menneskeklonen kunne skabes.

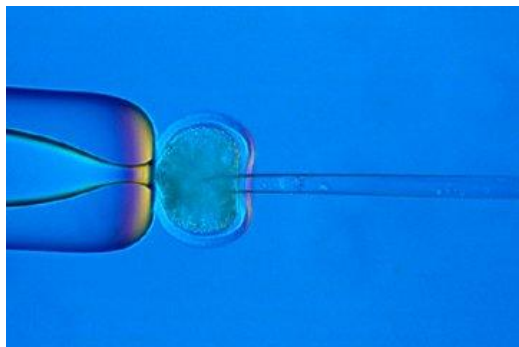
...En Oocyt er en ubefrugtet ægcelle, der ingen chance har for at udvikle sig til et dyr medmindre det bliver befrugtet. Et æg, der lige er blevet befrugtet, hedder en zygote og kan nu dele sig og udvikle sig til et voksent dyr. Fx kan en frø-zygote dele sig

og blive til en haletudse, som senere udvikler sig til en voksen frø. Dette sker ved, at frø-stamcellerne bliver differentieret.

Hvad vil det sige at blive differentieret?, spørger manden på scenen.

Differentiering er en naturlig proces, hvor celler udvikler sig til helt bestemte specialiserede celler. Efterhånden som et frø-embryo vokser og udvikler sig, differentierer dets celler sig til nerveceller, blodceller, fedtceller og mange andre forskellige slags celler. Det er det differentiering går ud på. Differentiering er vigtig, for uden den, vil et embryo aldrig blive til andet end en klat uspecialiserede celler. Det er simpelthen denne fantastiske proces, der forvandler en zygote til et dyr – og det hele styres af generne.

For flere årtier siden var der en mand ved navn Gurdon, som udviklede en metode kaldet



Figur 3: Fjernelse af cellekernen ved udsugning med en nål. Foto: Roslin Institutet, Edinburgh

”kerneoverførsel”. Det er en to-trins proces: Først brugte han en meget fin nål og et godt mikroskop og sugede så kernen ud af en frø-ægcelle, hvorved han dannede en kerneløs ægcelle. Uden kernen og dermed det genetiske materiale ville cellen ikke dele sig eller differentiere, når den blev befrugtet. Det var ikke nogen overraskelse.

Men, resultaterne fra Gurdons andet trin overraskede mange! Han brugte det samme udstyr og færdigheder til at føre en kerne fra en frøs tarmcelle ind i den kerneløse ægcelle. Det kaldes ”kerneoverførsel” at overføre en kerne fra en celle til en anden og dermed skabe en ”ny celle” med en anden kerne. Mange af disse nye celler, som Gurdon skabte opførte sig som en zygote. De delte sig og delte sig og delte sig ligesom et helt almindeligt embryo og dannede en bold af celler. Og denne bold af celler delte sig! Nerveceller, blodceller og hudceller dukkede op ligesom de ville gøre det i et almindeligt embryo. Efter det normale tidsrum havde Gurdon haletudser! Alle haletudser kom fra tarmceller fra den samme frø, så alle haletudserne havde det samme genetiske materiale og var dermed kloner, identiske tvillinger af hinanden. Men i modsætning til normale identiske tvillinger var de dannet af differentierede celler, nemlig

specialiserede tarmceller. Gurdons metode lavede kloner af voksne celler, det var et kæmpe gennembrud!

Det var jo lige det, du læste før. Det giver meget mere mening nu, hvor du hører det fortalt.

Dr. Campbell fortsætter:

Det fik selvfølgelig mange videnskabsmænd til at overveje kloning, men der var to problemer. For det første udviklede Gurdons kerneoverførte haletudser sig aldrig til frøer. Der var mange andre forskere, der udførte lignende forsøg og fik samme resultat. Kerneoverførsel kunne ikke klone frøer ud fra frøceller, det eneste man fik, var haletudser. Ingen vidste hvorfor. Selv i dag ved man ikke, hvorfor haletudserne døde i stedet for at blive til frøer.

Det andet problem var, at Gurdons metode tilsyneladende kun virkede med frøer (dvs. med haletudser). Når forskere forsøgte at lave kerneoverførsel med mus, køer ja en hvilken som helst type pattedyr, nåede de ingen vegne. I starten af 1980'erne accepterede de fleste videnskabsfolk, at det er noget meget specielt, der tillader frøer at blive delvist klonet til haletudser - og at denne proces ikke kunne lade sig gøre i pattedyr.

Dr. Campbell afbrydes igen af et spørgsmål: "Hvordan kunne det så lykkedes forskerne at klonе Dolly og menneskeklonen?"

Det er et godt spørgsmål, svarer Dr. Campbell og fortsætter. På daværende tidspunkt arbejdede jeg for Dr Wilmut og ledede projektet med kloningen af Dolly. Jeg mente, at det måske kunne være celledelingen, der gav kloningsproblemerne.

En celle deler sig til to "datterceller" og begge disse celler lever, vokser og kopierer deres genetiske materiale og deler sig så igen, så de danner to "datterceller" mere. Eftersom hver dattercelle har en kopi af de samme gener i deres kerne, er datterceller "kloner" af hinanden ligesom identiske tvillinger. Denne "tvillingskabelse" fortsætter og fortsætter ved hver celledeling og er en helt naturlig proces.

Men der er en slags "parkeringssted" i celledelingen, der kaldes "quiescence" (man kan sige, at cellen er i dvale). En quiescent celle har forladt cellecyklus og er stoppet med at dele sig.

Quiescente celler kan genindtræde i celledelingen på et senere tidspunkt eller måske aldrig. Det afhænger af, hvilken type celle det er. De fleste nerveceller forbliver quiescente altid. På den anden side kan nogle quiescentceller genindtræde i celledelingen og lave flere celler, hvis de får den rigtige hormonelle påvirkning. For eksempel er der i brystvævet hos unge piger mange celler, der er i dvale. Når de så kommer i puberteten og hormonerne pumper rundt i kroppen, bliver de quiescente celler i brystvævet "vækket" og de unge piger begynder at udvikle bryster. Mange biologer mente at for at lave kloner, skulle man overføre kernen fra en celle, der deler sig hele tiden. Det giver mening, eftersom celledeling er det, der får et embryo til at vokse. Jeg tænkte det dog på en anden måde. Jeg overvejede nemlig om en kerne fra en quiescent celle ville være en bedre donor. Godt nok deler den sig ikke, men måske var det netop det, der skulle til, for at kerneoverførslen ville virke. Måske har celler brug for at "slappe af", før de kan lave et helt nyt dyr, tænkte jeg. Måske har kernen brug for tid, masser af tid, for at få styr på sit DNA?

Din notesblok er selvfølgelig igen opslået og ord som 'kerneoverførsel', 'differentiering' og 'quiescence' er allerede skrevet ned. Det var selvfølgelig disse quiescente celler, der var nøglen til succes, tænker du. Utroligt hvad man kan finde ud af i dag!

Vi arbejdede med celler fra et får. På Roslin Instituttet har vi tidligere arbejdet meget med får og nu tog vi cellerne fra et voksent fårs brystvæv. Vi dyrkede cellerne i en cellekultur i en petriskål, hvilket er en kunstig situation, som ofte anvendes i laboratoriet for at producere et stort antal celler. Cellekulturer tillader forskerne at "lege" med cellerne og ændre deres karakteristika. Og det var netop det jeg gjorde. Jeg "sultede" cellerne, så de ikke fik de vigtigste næringsstoffer og cellerne stoppede dermed med at vokse og dele sig. De gik i dvale (blev quiescente). Man kan godt sige, at dette blev begyndelsen på historien om Dolly.

Ved at anvende en teknik der meget lignede den Gurdon brugte 20 år tidligere på frø-celler, fjernede min laborant kernen fra en ægcelle fra et Skotsk sorthovedet hunfår og indsprøjtede kernen fra en quiescent brystvævscelle ind i den kerneløse

ægcelle. Den kerneløse ægcelle var fra en anden fårerace kaldet Finn Dorset, som er en helt hvid fårerace. Så tilførte han en lille elektrisk puls til cellen for at få cellekernen til at smelte sammen med ægcellens cytoplasma. En sådan elektrisk puls er derudover også med til at "kickstarte" cellen, så det er mere sandsynligt, at den begynder at dele sig. Den nye celle, med en kerne fra en Finn Dorset brystvævscelle, blev dernæst sat op i livmoderen på et Skotsk sorthovedet hunfår.

Dette gjorde vi 276 gange før det lykkedes! Ja, 276 gange. Efter 148 dage, hvilket er en almindelig drægtighedslængde for et får, blev Dolly født.

Fåret Dolly er opkaldt efter countrysangerinden Dolly Parton, fordi det er klonet ud fra en celle fra brystvævet på et voksent får, og som bekendt er Dolly Parton kendt for sit brystparti.

Op på det store lærred bag Dr. Campbell vises nu et billede af fåret Dolly med hendes mor.



Som I kan se på dette billede, er hun et sundt normalt udseende får, helt hvidt som Finn Dorset racen er, men med en sorthovedet mor. Det kan ikke lade sig gøre for en sorthovedet mor at få et helt hvidt lam, men for at bevise det yderligere lavede vi DNA-analyser af Dolly og hendes mor samt af cellekulturen, hvorfra Dolly stammede. DNA analyserne beviste, at Dolly ikke var ægte afkom af det sorthovedet får, men derimod stammede fra cellekulturen.

Dolly og hendes mor. Foto: Roslin Instituttet, Edinburgh

”Hvordan kunne det tage 276 forsøg før det lykkedes?”, råbes der fra salen. Konferencearrangøren, som nu har sat sig på en stol i kanten af scenen, flyver op og skal til at bede om ro, da Dr. Campbell begynder at svare og vinker manden tilbage til sin stol.

Forsøget mislykkedes simpelthen, og for at forstå, hvordan det kunne ske så mange gange, er I nødt til at vide lidt mere om, hvordan forskerne arbejdede. Vi vidste fra tidligere forskning, at embryotransfer (at flytte et embryo ind i en anden mor) ikke altid lykkedes. Embryoet kan dø af mange forskellige årsager. Vi vidste også, at kernetransfer i sig selv yderligere kan være årsag til, at det går galt. Husk på at vi var nødt til at indsprøjte kernen gennem en kerneløs ægcelles beskyttelseskappe, give cellen elektrisk stød og håbe på, at kernen var blevet quiescent, mens den blev dyrket i en cellekultur. Derefter skulle den nye celle begynde at dele sig normalt og ved 16 celledelinger (det vil sige efter 4 celledelinger, $1 \Rightarrow 2 \Rightarrow 4 \Rightarrow 8 \Rightarrow 16$) sætte sig fast i den fremmede livmoder uden at blive aborteret. Vi lavede 276 ”nye” celler og da vi undersøgte dem efter 2 dage var der kun 29 ud af 276, der havde delt sig normalt. De 29 ”gode embryoer” blev sat op i 13 hunfår (de fik enten et, to eller tre embryoer hver) og af dem var der kun én der lykkedes, og det var selvfølgelig Dolly!

Det giver en succesrate på kun 0,4 %!

Du noterer stadig flittigt ned, og da Dr. Campbell lidt efter afslutter foredraget, beslutter du dig for at hente en kop kaffe og vende tilbage til det opstillede bibliotek. Du er nu så optaget af alt, hvad der har med kloning at gøre, at du bare vil vide alt. Lige nu savner du mere viden om, hvordan det egentlig gik Dolly. Efter kort tids søgen blandt gamle avisudklip, som også er at finde blandt de mange bøger, finder du en avisartikel om Dolly og læser lidt i den.

Dolly var 6 år ved fødslen!

Fåret Dolly blev født den 5. juli 1996 på Roslin Institute i Skotland, hvor forskere i forsøget på at skabe det perfekte avlsfår eksperimenterede med kloning. Selvom Dolly på grund af den voldsomme presseomtale og efterfølgende diskussion almindeligvis regnes for det første klonede pattedyr, er det ikke korrekt. Forskerne ved Roslin Institute klonede allerede i 1995 tvillingefårene Megan og Morag fra celler taget fra et ni dage gammelt foster. Cellerne fra Dolly, derimod, blev taget fra et voksent fårs brystvæv, hvilket også forklarer, at opdrætterne opkaldte lammet efter countrysangerinden Dolly Parton.

Selve kloningen foregik ved at fjerne kernen fra donormoderens æg med en mikroskopisk pipette og erstatte den med en kerne fra donorfårets celler. Derved udvikledes et normalt foster, som blev placeret i surrogatmoderens livmoder. Dollys fødsel blev først offentliggjort i 1997 og affødte voldsom diskussion om især de etiske perspektiver af kloning, ikke mindst fordi kloningen af Dolly åbnede døren for kloning af mennesker.

Forskere mente i 1999, at Dolly ældedes unaturligt, fordi det genetisk var seks år ("moderens" alder ved udtagning af celler fra brystvævet) ved fødslen. I 2002 udviklede Dolly ledbetændelse, som kunne tyde på tidlig alderdom, men sammenhængen kunne ikke påvises, og betændelsen kunne også skyldes, at Dolly havde slået sig ved at springe over et hegn.

Dolly døde i februar 2003 af en lungesygdom, som er helt almindelig blandt avlsfår. Alligevel hersker der blandt forskere og lægfolk i dag enighed om, at vi stadig ved for lidt om kloning til at eksperimentere med mennesker....

Men det lykkedes altså alligevel, tænker du og skal til at fortsætte din søgen efter oplysninger, da en kvindestemme over højtaleren meddeler, at konferencen om et kvarter lukker for i dag. Du beslutter dig for at bruge den sidste side i notesblokken til lige at lave en skitse over, hvordan kloningsprocessen fra fjernelse af kernen i en ægcelle til skabelsen af en klonbaby egentlig er foregået. For dig har det altid været en god måde at tjekke dig selv, om du har forstået de ting, du har hørt og læst om.

- Lav en skitse over, hvad der sker i en kloningsproces fra fjernelse af kernen i en ægcelle til skabelsen af en babyklon.
- Der findes kønnet og ukønnet formering. Beskriv begge former grundigt (forskelle, ligheder, m.m.) og forklar begreber som Meiose, Mitose og haploide celler.

Som dagen er gået, har der samlet sig en stor gruppe af tvivlere udenfor konference-bygningen. Inde i salen er der hele dagen gået rygter om, at en stor skare var forsamlet udenfor, men du bliver alligevel overrasket, da du træder ud. Flere demonstrerer med store bannere – på et ser du, at de beskylder folkene bag klonen for at være bedragere.



Det er folk, der ikke tror på, at babyklonen er en rigtig klon, og nu insisterer de på at se beviser for, at babyen er klonet fra et andet menneske. *Den bedste måde, hvormed man kan bevise, at der er tale om en klon, er ved at analysere klonens DNA og sammenligne det med DNA fra den person, den er klonet fra, tænker du. Det påstod forskeren jo, at de havde gjort og at de ville fremvise resultaterne. I en af de bøger, du skimmede igennem, stod der noget om en metode, man brugte i faderskabs- og mordsager – den hed DNA identifikation med PCR – Polymerase Kædereaktion - og det er sikkert samme metode. Det var noget med, at den bl.a. kunne*

anvendes ved forbrydelser, hvor spor som blod, hår eller sæd blev fundet på gerningsstedet. Det kunne så testes og sammenlignes med DNAet fra mistænkte.

Da du kommer tilbage til hotellet, tænder du straks for din computer, for hvad er PCR egentlig for en metode? Efter kort tids søgen på Internettet, finder du svaret.

Polymerase kædereaktion – kopiering af DNA

PCR: Polymerase Chain Reaction. Teknikken anvendes indenfor genteknologien, hvor man i et laboratorium hurtigt kan mangedoble små stykker DNA (cellers arvematerialet) ved en kædereaktion, så DNA-stykket kopieres i flere millioner eksemplarer i løbet af et par timer.

Når celler deler sig, er der enzymer, kaldet polymeraser, der kopierer al DNAet i hver kromosom (definition: i cellekernen findes generne i velordnede strukturer, som kaldes kromosomer). Det første trin i processen er at "lyne det dobbeltstrengede DNA op". Derefter laver DNA-polymerasen en kopi af hver streng ved at bruge hver streng som skabelon.

DNA er opbygget af fire nukleotider - adenin (A), cytosin (C), guanin (G) og thymin (T). A på en streng kan kun binde sig til T på en anden streng, og C kan kun binde sig til G. Man siger også, at de to strenge er komplementære til hinanden – de er hinandens spejlbillede.

For at kopiere DNA skal polymerasen bruge to andre ting: et lager af de fire nukleotider, som DNA er opbygget af, samt noget der hedder en primer.

Primer? Hvad er det? Du åbner endnu en internetside og søger på ordet. Det eneste du finder er en engelsk side, hvor definitionen står.

A primer is a nucleic acid strand, or a related molecule that serves as a starting point for DNA replication.

Med det i baghovedet fortsætter du læsningen om PCR.

En DNA polymerase kan ikke kopiere en DNA-streng uden en kort kæde af nukleotider, der ligesom "primer" kopieringsprocessen (sætter den i gang). Det er denne naturlige proces, man efterligner, når der laves PCR. For at lyne dobbeltstrengen op opvarmes blandingen, hvori det DNA ligger, der indeholder den DNA-streng, man gerne vil kopiere. Denne opvarmning ødelægger bindingerne mellem dobbeltstrengene samt alle naturlige enzymer. Dette ville

normalt give problemer med polymerasen, men PCR er muligt, fordi man har fundet en bakterie - i de varme kilder i Yellowstone National Park i USA – der har en polymerase, som kan tåle varmen, og det er den, der anvendes ved PCR. Polymerasen hedder Taq polymerase.

Efter endnu en lang dag fyldt med oplysninger føler du dig nu godt rustet til at begynde på artiklens naturvidenskabelige del.

Opgave

- Skitsér en PCR-proces – hvordan får man mangedoblet små DNA-stykker?
- Forsøg: **Tror du babyen er en klon?**

Dette forsøg kan eventuelt laves på Syddansk Universitet: Det er nu din opgave at bevise, at den lille baby er en vaskeægte klon. Klonen er lavet ved at overføre en kerne fra en hudcelle fra et voksent menneske ind i en kerneløs ægcelle. Du får udleveret et hårstrå fra den person, der er blevet klonet, et hårstrå fra klonen og et fra surrugatmoderen (for at bevise, at hun ikke er den rigtige moder). Tag et mundskrab med en vatpind fra din egen mund og to af dine egne hårstrå og udfør en analyse på det.



Foto: Wikipedia.org

Eugenik-bevægelsen. – Historie.

De to historieforskere Dr. Anderson (Dr. A) og Dr. Beckly (Dr. B) står ved en stand på Klon-konferencen markeret med et stort skilt, hvorpå der står: *"Eugenik-bevægelsen, egnethed og kloning"*. Du er iblandt det nysgerrige publikum, som har stillet sig foran standen for at høre mere om dette tema.

Ved standen er der ophængt en plakat med citater og billeder. Et af disse billeder viser et træ, hvorpå der står 'eugenics'. Dr. B. fortæller, at dette træ viser eugenikkens forbindelse til forskellige fagområder, og er et logo brugt til en konference om eugenik i 1921 (*The Second International Congress of Eugenics*). Idéen var, at eugenikken med hjælp fra forskellige videnskaber skulle kunne forbedre menneskeheden. Men hvor stammer eugenikken fra og hvordan har den udfoldet sig siden denne konference?

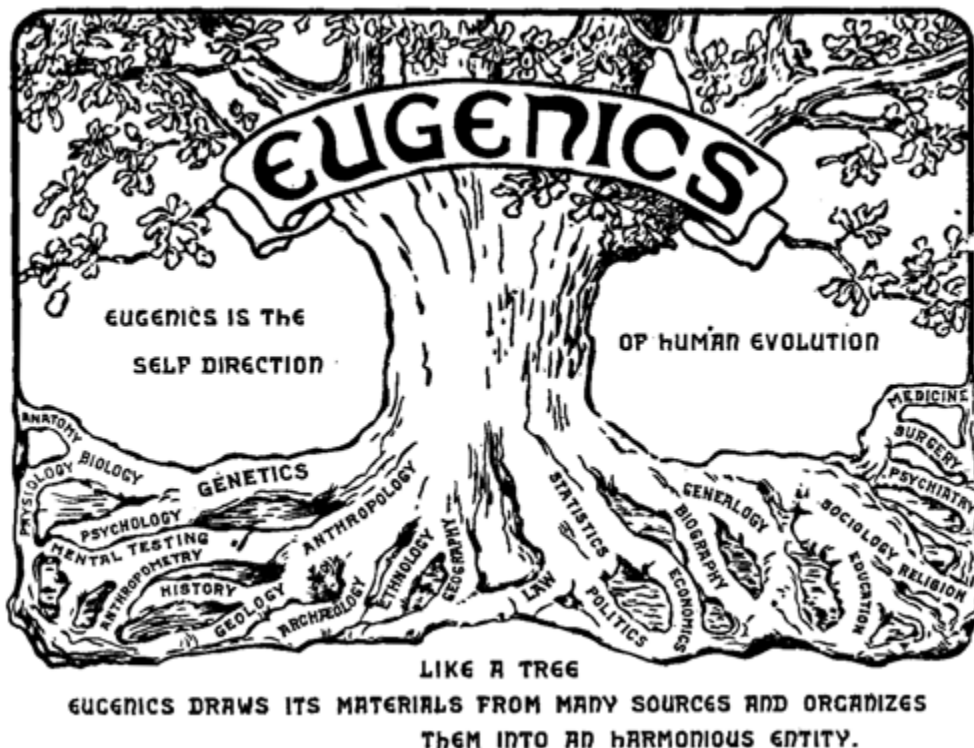


Foto: Wikipedia.org

Dr. A. træder frem og begynder at tale. "Forskning i kloning bringer et gammelt historisk spørgsmål op til overfladen. Dette er spørgsmålet om en skelnen mellem de *egnede* og de *uegnede*. For bliver menneskekloning en almindelig del af vores samfund – lige som fx kunstig befrugtning er blevet det - så må man spørge sig selv: Hvem bør så klones og hvem bør ikke? Inden vi ser nærmere på eugenikkens historie, hvor spørgsmålet om egnethed er centralt, vil jeg lige understrege noget omkring kloning, som denne konference jo handler om. Det er nemlig ikke sådan, at kloning i sig selv er et problem. Den *kunstige kloning af mennesker*, som vi ser et eksempel på til denne konference, er dog et problem. Ordet 'kloning' bruger vi også som et udtryk for en helt naturlig proces. Lad mig citere den norske professor i biologi Dag Olav Hessen som i sin bog *Hvad er biologi* (Akademisk Forlag, 2007, s.147f.) siger følgende":

"Science fiction-litteraturens fantasifulde omgang med begrebet kloning har medvirket til, at ordet kloning let leder tankerne hen på diverse Frankenstein-scenarier, men i naturen er kloning et ganske trivielt fænomen. Kloningen er lige så gammel som livet selv. Det er gennem kloning, at en bakterie (eller en anden ukønnet organisme) bliver til to, fire, otte..., og det er principielt det samme, der sker i enhver organisme under udviklingen fra befrugtet celle til færdigt individ. De fleste encellede organismer, og mange krebsdyr, insekter og planter, formerer sig naturligt ved kloning. Kloning er ikke problematisk, hverken i biologisk eller etisk forstand, medmindre det drejer sig om *kunstig* kloning af organismer, som ellers naturligt reproducerer sig gennem befrugtning. Så er der til gengæld tale om et indgreb, som bogstaveligt talt angår selve livets kerne, fordi det aktualiserer en række helt grundlæggende spørgsmål – hvad er *liv*, hvad er et *individ*, i hvilken grad ønsker vi at kontrollere livet og måske også døden?"

Dr. A. løfter blikket fra sine papirer og fortsætter. "Med den nye bioteknologiske udvikling er kunstig kloning blevet muligt. I historiens løb har der dog været andre former for menneskelige indgreb i naturens reproduktion, som vi kan lære noget af, når vi som samfund i fremtiden overvejer at benytte os af kunstig kloning. Det er også her, hvor diskussionen om de egnede og uegnede starter".

"Ja, det er sandt", bryder Dr. B. ind. "Vi kan bl.a. allerede finde denne diskussion om egnethed i landbrugets historie i forbindelse med plante- og dyreavl. Landmænd har gennem århundreder udvalgt de dyr – fx får, heste eller kvæg – de anså som de mest egnede, og ladet dem parre sig og få afkom. De dyr, der ikke levede op til de menneskebestemte formål, blev sorteret fra. Dette kalder man for *selektiv avl*, og er også i dag en almindelig udbredt praksis i landbruget. Denne selektive avl skal forstås som en bevidst udvælgelse af bestemte træk eller kombination af træk hos en dyreart, som ønskes fremavlet. Et tidligt eksempel på en landmand der praktiserede dette, var englænderen Robert Bakewell (1725-1795) fra Leicestershire. Han var én af de første, der begyndte at kontrollere hvilke får og kvæg, der skulle parre sig for at få det bedste afkom. På denne måde fik han succes med at fremavle bestemte dyreracer såsom en race af får, der blev kendt under navnet 'New Leicesters' samt en kvægrace med navnet 'Dishley Longhorn'. En kendt race i kvægavlingens historie er også jerseykoen, som ligeledes blev fremavlet i 1700-tallet, og – som navnet også siger - stammer fra øen Jersey i den engelske kanal. Formålet med denne selektive avl har været at få tykkere uld, mere mælk eller kød ud af dyrene og dermed tjene flere penge. De mest egnede dyr i disse tilfælde har således været, og er stadig, de dyr som lever bedst op til sådanne formål. Den tjekkiske munk Gregor Mendel (1822-1884) er her også værd at nævne. Mendel bliver ofte beskrevet som '*den moderne genetiks fader*', eftersom han eksperimenterede med ærteplanter, hvor han fandt ud af, at disse fulgte bestemte arvelighedslove, og at krydsninger mellem forskellige plantearter kunne give planter med andre træk i forhold til fx farve og størrelse".

Dr. B. træder et skridt tilbage og overlader igen ordet til Dr. A. Folk står rundt om som sild i en tønde. Alligevel er det lykket dig at få armene fri, så du kan få noteret det mest interessant ned på din notesblok. Dr. A. smører lige halsen med lidt kildevand, inden han fortsætter: "Genopdagelsen af Gregor Mendels arveligheds lære og erfaringerne med at skabe mere egnede dyre- og plantearter har udgjort grundlaget for eugenikkens opdukken. Men samfundsmæssige forhold har selvfølgelig også spillet en væsentlig rolle. Spørgsmålet om de egnede og uegnede hænger nært sammen med idéen om socialt forfald eller *degeneration*. Visse samfundsklasser eller – grupper i form af enten hjemløse, vagabonder, prostituerede, alkoholikere, kriminelle, fysisk handicappede, sindssyge eller åndssvage blev af mange

indflydelsesrige videnskabsfolk i 1800-tallet betragtet som degenererende og i princippet uegnede i forhold til samfundets fremtidige udvikling. Eugenikken mentes så at kunne løse dette problem ved at forsøge at fremme de gode gener i samfundet og/eller prøve at udslette de dårlige. Spørgsmålet om egnethed var fra begyndelsen af helt centralt i den såkaldte *eugeniske bevægelse*. Men hvad er så egentlig *eugenik*? Hvor stammer dette ord fra?”

Dr. B.: ”Det skal jeg sige dig. Man har brugt ordet '*arvehygiejne*' som synonym for eugenik. Eugenik handler således om at kortlægge og forbedre en arts arvemasse. Når man talte om '*hygiejne*', var det fordi man i denne sammenhæng skelnede mellem '*rent*' og '*urent*', og at genetisk '*renhed*' var målet for eugenikken. '*Hygiejne*' er som bekendt, læren om renhed og ordet stammer oprindeligt fra *Hygiea*, som er den oldgræske gudinde for sundhed. Den eugeniske bevægelse startede for alvor med englænderen Sir Francis Galtons (1822-1911) artikel "*Hereditary Talent and Character*" fra 1865 om de gode geners arvelighed. Det som Galton i denne artikel benævnte '*karakter*', ville vi i dag nok i stedet omtale som '*personlighed*'. Galton brugte for første gang begrebet '*eugenik*' i 1883 om den videnskab, som undersøger, hvordan en arts arvemasse forbedres. Galton blev inspireret hertil af sin fætter, biologen Charles Darwin (1809-1882), der i sin berømte bog *Arternes Oprindelse* fra 1859 netop tog spørgsmålet op: Hvilke arter er, biologisk set, de mest egnede? Ofte knyttes det berømte udtryk: "*Survival of the fittest*" eller "*den mest egnedes overlevelse*" til denne bog, men udtrykket stammer oprindeligt fra den engelske filosof og sociolog Herbert Spencer (1820-1903), der formulerede det allerede i 1852. Spencers synspunkter er også senere blevet kaldt for *socialdarwinisme*, da Spencer mente, at princippet om '*den mest egnedes overlevelse*' ikke kun gjaldt for naturen men også for samfundet.

Galtons forståelse af begrebet '*eugenik*' kan læses ud af følgende tekstkilde fra en tale han holdte i 1904". Dr. A. peger på følgende op på et stort hvidt lærred bag ham, hvor teksten kommer frem.

Eugenik – Dens definition, omfang og mål

"Eugenik er den videnskab som beskæftiger sig med alle de faktorer der har indflydelse på forbedringen af medfødte kvaliteter hos en art; også med de som udvikler disse til den største forde (...)

Hvad menes der med forbedring? Hvad menes der med stavelsen 'Eu' i Eugenik, som på engelsk svarer til god? Der er betydelig forskel mellem godheden i de mange medfødte kvaliteter og i karakteren som helhed. Karakteren afhænger overvejende af forholdet mellem de medfødte kvaliteter vis balance kan være påvirket meget af opdragelse og uddannelse. Vi bør derfor så vidt muligt undlade at diskutere moral, ikke vikle os selv ind i de næsten håbløse besværligheder den rejser omkring en karakter som helhed enten er god eller dårlig. Derudover er det gode eller dårlige ved karakteren heller ikke absolut, men altid relativ i forhold til den eksisterende civilisationsform. En fabel kan bedst forklare, hvad der menes hermed. Lad scenen være en zoologisk have i de sene nattetimer, og antag at, som i gamle fabler, at dyrene er i stand til at tale sammen, og at et meget klogt væsen, som har nem adgang til alle burene, fx en filosofisk spurv eller rotte, var i færd med at indsamle synspunkter fra alle slags dyr med den hensigt at udbygge et absolut moralsystem. Det er unødvendigt at komme nærmere ind på modsætningen mellem rovdyrenes idealer og de som rovdyrene jagter, mellem de dyr som må arbejde hårdt for føden og de stillesiddende parasitter som hænger fast på deres kroppe og suger deres blod osv. Et stort antal stemmer vil samle sig for at støtte moderlig omsorg, men de fleste fiskearter ville afvise dette, mens der blandt fuglestemmerne ville kunne høres en musisk protest fra gøggen. Selvom der ikke kan skabes enighed om en absolut moral så kan det grundlæggende ved eugenik let defineres. Alle væsner vil være enige om, at det er bedre at være sund end rask, stærk end svag, vel-egnede end dårligt egnede i deres del af livet. Kort sagt, det er bedre at være gode end dårlige eksemplarer af deres slags uanset hvilken slags det måtte være. Sådan er det også med mennesker. Der er en stor mængde af konfliktfyldte idealer, af alternative karakterer, af uforenelige civilisationer; men de ønsker at give fyldest og interesse til livet. Samfundet ville være meget kedeligt, hvis ethvert menneske lignede den højt anerkendte Marcus Aurelius eller Adam Bede. Målet med Eugenik er at beskrive de bedste eksemplarer af enhver klasse eller sekt; og når det er gjort, at lade dem skabe deres egen civilisation på deres egen måde".

(Oversat fra Francis Galton: Eugenics: its definition, scope and aims. I: Sociological Papers, 1905, s. 45-50)

Dr. B.: "Her kan man se, hvordan Galton forsøgte at holde moral og videnskab adskilt, og at han mest talte om bevidst at fremme gode egenskaber såsom intelligens, talent og fysisk styrke i samfundet. Dette at opmuntre de mennesker, der betragtes som de mest egnede, til at få flere børn, kalder man også for *positiv eugenik*".

"Man taler dog også om *negativ eugenik*", indskyder Dr. A. "Med dette menes – modsat positiv eugenik - at de mennesker, som man havde erklæret for uegnede, forsøgte man med forskellige

metoder at få til at undgå at få børn. Dette er faktisk forsøgt gennemført ved brug af forskellige former for segregation, dvs. at adskille fx mennesker med forskellig etnisk baggrund eller adskille de åndssvage og de normale. Det blev også gennemført ved at lave ægteskabsbegrænsninger, fødselskontrol, tvangssterilisation, tvunget abort, indvandringskontrol og i ekstreme tilfælde – såsom i Tyskland under nazismen, som vi vender tilbage til – blev der indført såkaldte 'eutanasi-programmer', dvs. en form for 'dødshjælp' for de mennesker, der blev betragtet som uegnede og en belastning for samfundet. Indgreb i form af sterilisation af de uegnede blev udført i mange lande i historiens løb. Selv i et så fredeligt lille land som Danmark og andre skandinaviske lande. § 1 og § 2 af den danske Lov om Adgang til Sterilisation fra 1929 handler netop om dette". Utroligt - her står du på den anden side af kloden og lytter til to interessante historieforskere, og så bruger de dit lille Danmark som eksempel. Det kunne ikke være bedre. Dr. A. peger på en lille stand ved siden af, hvor uddraget af den danske Lov om Adgang til Sterilisation kan fås på flere sprog. Mellem menneskemængden får du øje på et lille Dannebrog – fantastisk. De to forskere annoncerer, at de vil holde en halv times pause, så folk kan få lidt luft samt få et kig på den gamle danske lov.

Lov om Adgang til Sterilisation.

Vi Christian den Tiende, af Guds Naade Konge til Danmark og Island, de Venders og Goters, Hertug til Slesvig, Holsten, Stormarn, Ditmarsken, Lauenborg og Oldenburg, *Gøre vitterligt:* Rigsdagen har vedtaget og Vi ved Vort Samtykke stadfæstet følgende Lov:

§ 1.

Personer, hvis Kønsdrifts abnorme Styrke eller Retning udsætter dem for at begaa Forbrydelser og derved fremkalder Fare for dem selv og for Samfundet, kan efter forudgaaende lægelig Vejledning om Indgrebets Følger og efter egen Begæring underkastes Indgreb i Kønsorganerne, naar Tilladelse hertil meddeles af Justitsministeren efter indhentet Erklæring fra Retslægeraadet og Sundhedsstyrelsen.

Saadan Begæring kan kun indgives af Personer, der har opnaaet Myndighedsalder. Den skal være ledsaget af en Lægeerklæring og indeholde saa fuldstændige Oplysninger som muligt om de for Andrageren bestemmende Grunde. Er Andrageren umyndiggjort i personlig Henseende, skal Begæringen være tiltraadt af Værgen. Lever Andrageren i ægteskabeligt Samliv, skal som Regel Ægtefællens Samtykke foreligge.

§ 2.

Justitsministeren kan endvidere efter indhentet Erklæring fra Retslægeraadet og Sundhedsstyrelsen tillade Indgreb i Kønsorganerne hos psykisk abnorme Personer, der er anbragt under Forsorg af en Statsanstalt eller en i Henhold til Fattigloven af 9. April 1891 § 1

godkendt Anstalt, og for hvis Vedkommende det, selv om de ikke frembyder saadan Fare for Retssikkerheden som i § 1 omhandlet, maa anses særdeles magtpaaliggende for Samfundet og gavnligt for dem selv, at de sættes ud af Stand til at faa Afkom.

Indstilling i saa Henseende til Justitsministeren kan kun indgives med Hensyn til Personer, der har opnaaet Myndighedsalderen, og maa fremkomme fra vedkommende Anstalts Ledelse med vedlagt Udtalelse fra Anstaltens Læge eller Embedslægen, og Indstillingen skal, saafremt den paagældende ikke som Følge af mentale Mangler er ude af Stand til at forstaa Betydningen af et saadant Indgreb, være tiltraadt af denne selv. Indstillingen skal være ledsaget af en Erklæring fra en i denne Anledning beskikket Værge; er den paagældende psykisk abnorme Person umyndig, kan hans Værge beskikkes til at afgive nævnte Erklæring. Forinden Værgen afgiver sin Udtalelse, skal han af Lægen vejledes om Indgrebets Følger. Er den paagældende gift, uden at Samlivet er ophævet ved Separation eller længere Tids faktisk Adskillelse, skal som Regel Ægtefællen samtykke i Foretagelsen af Indgrebet.”

Den halve time går bare med at komme hen til standen og få papiret. Inden du er tilbage på din plads er Dr. A. atter gået i gang. ”På denne nazistiske propagandaplakat, I kan se her og som er fra 1936, kan man se, at der også eksisterede steriliseringslove i flere andre lande. I Tyskland blev der i 1933 lavet en lov, den såkaldte *”Gesetz zur Verhütung erbkranken Nachwuchses”*, der skulle forhindre, at arvelige sygdomme blev ført videre i familien. Denne tillod således også en statslig tvangssterilisation af arveligt syge”.

Dr. A. peger på den nævnte plakat:



Foto: Wikipedia.org

Dr. B.: "Ja, der har været en eugenisk bevægelse i mange forskellige lande. Den har sit udspring i England, men fandtes også i fx USA, med fortalere som eksempelvis biologen Charles Davenport (1866-1944). Men det er i særlig grad eugenikken i Tyskland under det nazistiske styre, der historisk set har været mest diskuteret. Det var den schweiziske psykiater og genetiker Ernst Rüdin (1874-1952), der begyndte at tale om *racehygiejne* frem for blot *artshygiejne*, og som også selv tilsluttede sig den nazistiske ideologi. Rüdin var leder af én af de første forskningsafdelinger i eugenik, ved det såkaldte Kaiser Wilhelm Institut i München. Rüdin var allerede i 1905 med til at grundlægge det såkaldte *Gesellschaft für Rassenhygiene*. Adolf Hitler var også fortaler for racehygiejne. Hitlers synspunkter kommer bl.a. til udtryk i hans bog "*Mein Kampf*" fra 1925. Hitler gør i sin bog specielt jøderne til syndebukke og årsagen til samfundets forfald. Tyskland var på dette tidspunkt, efter afslutningen på 1. Verdenskrig, i dyb økonomisk krise. Der var bl.a. stor arbejdsløshed i landet, og denne krise anvendte Hitler til at fremme sin nationalsocialistiske ideologi. På den store plakat her ved siden af og på bagsiden af det papir, som I kunne hente i pausen, er der et uddrag fra Hitlers bog. Her kan I læse om Hitlers opfattelse af begrebet race". Du vender det papir du har i hånden og ser, at også dette er skrevet på dansk.

Folk og race

"Der findes sandheder, som ligger så snublende nær, at de just af den grund ikke ses eller i det mindste ikke erkendes af verden i al almindelighed. Den går tit blind forbi den slags trivialiteter og bliver højlig forbavset, når en eller anden pludselig opdager, hvad alle burde vide. Columbus' æg er der i hundredvis af, mens Columbus'er er sjældne.

Således vandrer menneskene rundt i naturens have, bilder sig ind at kende og vide næsten alt og går dog, på enkelte undtagelser nær, som blinde forbi en af de mest iøjnefaldende grundsætninger for dens virke: at samtlige levende væsener på jorden slutter sig hver til sin art. Selv den mest overfladiske betragtning viser som et næsten jernhårdt princip for alle de forskellige udtryksformer for naturens livsvilje dens artsbegrænsede forplantningsform. Ethvert

dyr parrer sig kun med et af samme slags. Mejse går til mejse, finke til finke, markmus til markmus, ulv til ulvinde osv.

Det er kun usædvanlige omstændigheder, der formår at ændre dette, i første række fangenskabets tvang eller anden udelukkelse af parring inden for samme dyreart. Men naturen gør da alt for at sætte sig herimod, og dens synligste protest består enten i, at den nægter bastarden videre forplantningsevne, eller i, at den indskrænker de senere efterkommeres frugtbarhed; i de fleste tilfælde røver den modstandsevnen mod sygdom eller fjendtlige angreb.

Det er kun alt for naturligt:

Enhver krydsning mellem to ikke lige højtstående væsner resulterer i en mellemting mellem de to forældre. Det vil altså sige: afkommet kommer til at stå på et højere niveau end den racemæssigt laverestående halvdel af forældreparret, men ikke så højt som den højeststående. En sådan parring strider mod naturens vilje til avlens forbedring. Forudsætningen derfor ligger ikke i at forblinde det højeste og laveste, men i at det første ubetinget sejrer. Den stærkeste skal herske og ikke smelte sammen med den svage, så at den derved ofrer sin egen storhed. Kun den fødte svækling opfatter dette som grusomhed, thi han er jo også kun et svagt og indskrænket menneske; men hvis denne lov ikke herskede, ville enhver forbedring af alle organiske levende væsner være utænkelig.

Følgen af denne i naturen almengyldige trang til racerenhed er ikke blot den skarpe afgrænsning af de enkelte racer udadtil, men også deres ensartede væsen indadtil. Ræven er altid en ræv, gåsen en gås, tigreren er en tiger osv., og forskellen kan højst ligge i et forskelligt mål af kraft, klogskab, behændighed, udholdenhed osv. hos de enkelte eksempler. Man vil derimod aldrig finde en ræv, som ifølge sit indre sindelag nærer humane følelser over for en gås, ligesom der ikke findes nogen kat med venlige tilbøjeligheder for en mus.

Derfor opstår de indbyrdes kampe også mindre på grund af indre afsky end af sult og kærlighed. I begge tilfælde er naturen en rolig og tilfreds tilskuer. Kampen for det daglige brød får alle de svage og sygelige samt de mindre beslutsomme til at bukke under, mens hannernes kamp om hunnen kun giver den sundeste forplantningsretten eller muligheden derfor. Kampen er altid et middel til at fremme artens sundhed og modstandskraft, altså en årsag til dens udvikling til det bedre.

Hvis det gik anderledes til, ville al videre og højere udvikling høre op og det modsatte indtræde. Da nemlig det underlødige altid talmæssigt overgår det bedste, ville det dårligere under samme livsvilkår og forplantningsmuligheder formere sig så meget, at det gode nødtvunget måtte træde i baggrunden. Der må altså foretages en ændring til gunst for det bedste. Men det besørger naturen, idet den udsætter den svagere del for så hårde livsbetingelser, at antallet derved indskrænkes; og resten får ikke lov til frit at formere sig, da naturen også her foretager en ny, hensynsløs udvælgelse efter styrke og sundhed. Lige så lidt som den ønsker, at svagere enkeltvæsner skal parre sig med stærkere, så lidt ønsker den, at den højere race skal smeltes sammen med en lavere, da dens øvrige, måske årtusindlange arbejde på raceforbedringen ellers med et slag ville blive ødelagt.

Historien giver talløse eksempler herpå. Den viser med forfærdende tydelighed, at hver gang arieren blander sig med lavere folkeslag, bliver resultatet kulturbærerens undergang. Nordamerika, hvis befolkning for langt den største dels vedkommende består af germanske elementer, der kun i ringe grad blandede sig med laverestående folkeslag, har en anden befolkning og kultur end Central- og Sydamerika, hvor de hovedsagelig romanske indvandrere tit i stort omfang blandede sig med urbeboerne. Alene af dette eksempel kan man klart og tydeligt se virkningen af raceblandingen. Den racerene og ublandede germaner fra det amerikanske kontinent har svunget sig op til herre over dette; han vil vedblive at være den herskende, så længe han ikke falder som offer for blodskammen.

Resultatet af enhver racekrydsning er altså ganske kort udtrykt følgende:

a) Sænkning af den højere races niveau

b) legemlig og åndelig tilbagegang og dermed begyndelsen til en langsomt, men sikkert fremadskridende hensygnen.

At hidføre en sådan udvikling vil sige det samme som at synde mod den evige skabers vilje. Men denne ugerning straffes også som synd. Idet mennesket forsøger at sætte sig op imod naturens jernhårde logik, kommer det i strid med de grundsætninger, som det skylder sin egen tilværelse som menneske. Altså må de handlinger, der strider imod naturen, føre til dets egen undergang."

(Fra: Adolf Hitler: Min kamp 1 / 2. Paludans fiol-bibliotek, 1999. Fra kapitel 11 med overskriften: Folk og race, s.192f. Oversat af Professor Sven Henningsen.)

De to historieforskere lader forsamlingen skimme papiret et par minutter, hvorefter Dr. A. rømmer sig og fortsætter. "Den eugeniske bevægelse i det nazistiske Tyskland er et tydeligt historisk eksempel på, hvordan den negative eugenik fandt sted - i form af en tydelig adskillelse mellem sociale grupper, og i sidste ende udryddelse og mord på nogle syndebukke i form af jøder, sigøjnere, homoseksuelle, handicappede osv., som politisk blev erklæret for uegnede. Denne såkaldte nationalistiske racehygiejne har altså ført til etniske udrensninger på en yderst uhyggelig måde. Det er dette skræmmebillede, man må tage med i overvejelserne, når man nu begynder at klonе mennesker. Bør man overhovedet frasortere nogle mennesker, som fx staten, erklærer for 'uegnede'?"

Dr. B.: "Som historikere vil vi blot dokumentere, hvad der er sket i fortiden med hensyn til eugenikkens udvikling, og hvordan eugenikken har spillet en rolle i nogle magthaveres forsøg på at retfærdiggøre overgreb og mord på særlige samfundsgrupper. Vi har her kun fortalt om tilhængere af eugenikken. Der har selvfølgelig også været modstandere af bevægelsen. Eksempelvis skrev den britiske forfatter G.K. Chesterton (1874-1936) i sin bog "*Eugenics and other evils*" fra 1922 allerede om, at eugenik var et udtryk for noget ondt og blev brugt til at kontrollere visse familier, som var de slaver".

Foredraget er ved at være slut. Dr. A. overtager ordet og prøver at runde det hele af. "Men hvad så med eugenikken i dag? De fleste af nutidens videnskabsfolk vil også – lige som Chesterton - tage afstand fra udtrykket 'eugenik', og mange vælger også at kalde eugenikken for en 'pseudovidenskab'. De, som fortsat vælger at tale om 'eugenik', bruger så i stedet udtryk såsom '*ny eugenik*' eller '*liberal eugenik*' for at understrege, at der ikke er tale om samme tvangsmæssige umoralske handlinger, som man bl.a. så eksempler på under det nazistiske styre. Man kan jo spørge sig selv om vor tids fosterundersøgelser, sædbanker, genteknologi, genterapi, love der forbyder incest og at nære familiemedlemmer gifter sig med hinanden ikke også kan beskrives som moderne former for positiv og negativ eugenik. Hvordan er det med kunstig kloning af mennesker? Er det også eugenik? Skal vi tillade eller forbyde dette? Hvad kan vi lære af historien? Det vil vi lade jer, kære publikum, selv tage stilling til."

Med et stort bifald i ryggen forlader de to herre scenen. Du skriver deres sidste spørgsmål op og snegler dig nu med resten af flokken mod udgangen. Dagens program er slut, hvilket er meget godt, da du så småt er begyndt at kunne mærke den manglende søvn forårsaget af jetlagget. Du beslutter dig for at tage en taxi direkte tilbage til hotellet. Det har været en begivenhedsrig dag.

Opgave

a) Lav en gruppe med højst 4 deltagere. Jeres opgave som gruppe bliver at søge flere informationer på Internettet om eugenik, og sortere disse informationer i såkaldt 'positiv eugenik' og 'negativ eugenik'. I kan nu vælge mellem enten at skrive en tale, lave en plakat eller skrive en avisartikel. I kan desuden vælge, om I vil prøve at argumentere *for* eugenikken eller argumentere *imod* eugenikken. I skal komme ind på både den positive og den negative eugenik.

b) Find en historisk kilde i form af enten en tekst, en tegning eller et billede der drejer sig om eugenik. Analyser kilden og fremlæg resultatet for resten af klassen. I analysen skal bl.a. indgå en kort beskrivelse af kilden (hvad er indholdet, hvornår er den fra osv.), hvor den er fundet og om kilden handler om positiv eller negativ eugenik

Kloning og matematik

"Vi vil se beviser, vi vil se beviser, vi vil se beviser". Ordene fra den store gruppe tvivlere kører igen og igen i hovedet på dig på vej op med elevatoren til dit hotelværelse. Hvad er det for beviser de vil se og hvordan er de beviser egentlig fremkommet. Du er faktisk ret meget i tvivl om hvilke beviser, der skal til og hvad de beviser. Du får tændt for computeren og søger i din researchdatabase. Først vil du gerne lige have på plads, hvorfor det er at man kan se forskel på menneskers DNA. Burde det ikke være ens for alle mennesker. Det første du finder er en artikel der hedder: "Mand eller mus – genetiske forskelle og evolution". Du læser, mens du noterer flittigt og finder en masse gode definitioner (tekstboksen til højre).

Efter at være kommet godt ind i den elementære DNA viden søger du videre i dine databaser. Du vil gerne lidt nærmere, hvordan man så kan bruge mutationer og replikationsfejl til at føre bevis for at en person nu også er den man tror. I din søgen finder du en onlinebog om retsgenetik: "DNA i retssalen". Du læser følgende:

Det menneskelige DNA består af 46 kæder (kromosomer) med tilsammen ca. 2×10^{10} basepar. En sammenligning af hele DNA'et og DNA fra en mistænkt vil derfor være meget uoverskueligt og tage meget lang tid.¹ En metode til at bestemme om 2 DNA prøver er identiske er derfor ved hjælp genetiske markører. Visse steder på DNA-strengen findes der områder med gentagelser af en basesekvens. Disse områder gentagelser kaldes på fagsprog *Variable Number of Tandem Repeats (VNTR)*. Disse VNTR-områder kan opdeles i 2 kategorier, minisatellitter og mikrosatellitter (Se faktaboks 1).

Faktaboks 1 Genetiske markører af VNTR-typen

Markørtype	repeat-størrelse (bp)	antal repeats	allel-størrelse (bp)
Minisatellit	15-70	50-500	500-25.000
Mikrosatellit	2-4	5-20	100-400

Efter Nørby & Jensen: "Medicinsk genetik", FADL, 2006

¹ Det humane genomprojekt, som kortlagde menneskets DNA tog 13 år at gennemføre.

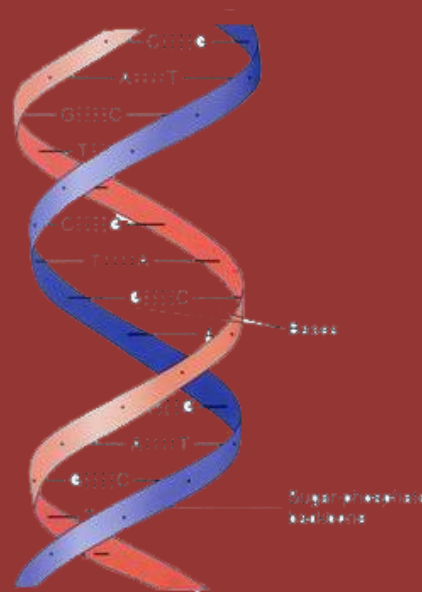
DNA: (deoxyribonucleic acid) Består

af 2 lange sukkerkæder hvorpå, der sidder en række baser. I DNA-kæden indgår der 4 forskellige baser: adenin (A) - thymin (T) – guanin (G) og cystin (C). Disse baser binder de 2 sukkerkæder sammen således, at A og T altid bindes til hinanden og C og G altid bindes til hinanden. Hvis der på den ene kæde altså sidder kombinationen A-A-T-G-C-G vil der på kæden overfor være kombinationen T-T-A-C-G-C. Når en celle deler sig kopierer den hele DNA'et ved at de to kæder går fra hinanden og den manglende kæde genskabes på hver af dem ud fra kombinationen af den oprindelige del. Det menneskelige DNA består af ca. 2×10^{10} basepar.

MUTATION: En ændring i DNA-sekvensen som ikke skyldes rekombination. Der laves i gennemsnit 1 fejl for hver 10^9 basepar når DNA kopieres.

REKOMBINATION: (1) Enhver proces i en normal celle, der laver et nyt gen eller en kromosomal ændring, som ikke findes i tidligere celler. (2) En proces, der ved dannelsen af kønsceller, skaber nye kombinationer af DNA'et i forhold til de oprindelige kombinationer. Denne proces kaldes også overkrydsning.

REPLIKATION: Kopiering af DNA i forbindelse med celledeling.



Ved at sammenligne hvor mange gentagelser der er i en prøve og hos en mistænkt kan man finde ud af om mistanken holder. Det er dog ikke nok at undersøge et VNTR-område. I det danske retsgenetiske system sammenlignes prøver fra 9 VNTR-områder i faderskabssager, mens der ved strafferetssager bruges prøver fra 10 mikrosatellitområder samt en kønsbestemmelse. Jo flere områder man sammenligner, jo større er sandsynligheden for at man har fat i den rigtige person ved et match mellem prøven fra et gerningssted og prøven fra en mistænkt.

OK – Det er altså ikke alt DNA der bliver sammenlignet når man laver retsgenetiske undersøgelser, men derimod små områder med nogle gentagelser af en basesekvens. Du finder også ud af, at der findes forskellige hyppigheder af gentagelserne i hvert VNTR-område.

Variationsnummer	Mikrosatellit											
	ACPP	APOB	CSF1PO	d3s1349	d3s1352	d3s1359	dh8s306	d11s488	d17s976	d21s311	d3s1358	FGA
1	0,04	0,05	0,05	0,04	0,03	0,05	0,02	0,01	0,03	0,01	0,03	0,05
2	0,04	0,18	0,05	0,09	0,31	0,11	0,12	0	0,03	0,01	0,1	0,18
3	0,46	0,01	0,03	0,32	0,33	0,08	0,17	0,05	0,05	0,12	0,28	0,08
4	0,27	0,29	0,25	0,22	0,05	0,16	0,15	0,03	0,04	0,03	0,2	0,2
5	0,06	0	0,23	0,12	0,15	0,16	0,26	0,07	0,05	0,07	0,3	0,15
6	0,13	0	0,3	0,11	0,13	0,05	0,15	0,07	0,01	0,1	0,08	0,05
7		0,47	0,07	0,09	0,01	0,03	0,07	0,19	0,13	0,03	0,03	0,13
8			0,01			0,03	0,04	0,16	0,01	0,25		0,13
9						0,05	0,03	0,16	0,09	0,22		0,05
10						0,08	0,01	0,08	0,04	0,16		
11						0,16		0,07	0,03	0,01		
12						0,05		0,11	0,07	0,01		
13								0,01	0,09			
14								0,01	0,09			
15									0,03			
16									0,22			
17									0,01			
Sum	1	1	0,99	0,99	1,01	1,01	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02

Tabel 1: Tabellen viser en oversigt over hyppigheden af forskellige gentagelser for 12 mikrosatellitter. Variationsnummer henviser til hvor mange forskellige antal gentagelser man finder for en mikrosatellit i en befolkning. I nogle tilfælde er hyppigheden sat til 0. Det er fordi data stammer fra den europæiske befolkning. Variationen kan altså godt optræde i eksempelvis den asiatiske befolkning eller den afrikanske befolkning uden at være repræsenteret i andre befolkninger.

Du finder en oversigt over hyppigheder for forskel-ige antal gentagelser af en mikro-satellit generelt i mennesker. Det er disse hyppigheder, der skal bruges til bevisførelsen for at der er tale om en klon.

Prøver fra klonen viser at for 10 mikrosatellitter er klonens forskellige antal gentagelser fordelt således:

Testresultater fra human klon 0001

Mikrosatelit	Variationsnummer
ACCP	4
APOB	1
CSF1PO	5
D3S1349	5
D3S1352	2
D3S1358	6
D8S306	7
D11S488	12
D17S976	15
D21S311	8

Opgave

- Udregn med hvor stor sandsynlighed man kan sige at der er tale om en klon
- Hvor meget nedsættes sandsynligheden hvis man kun bruger 6 mikrosatelitter?
- Prøv ud fra tabel 1 at finde ud af inden for hvilket interval sandsynlighederne ligger for mennesker generelt hvis man bruger hhv. 6, 10 eller 11 mikrosatelitter
- På Jorden er der ca. 6,5 milliarder mennesker. Hvor mange burde i princippet gå rundt med samme kombination af mikrosatelitter som klonen?

Eugenik og matematik

Konferencen er blevet det helt store tilløbsstykke. Ved alle stande er der fyldt op med interesserede, der lytter, spørger og diskuterer. Du har endnu ikke været hele vejen rundt, men det er dit håb, da du finder alt spændende. I forbindelse med standen "*Eugenik-bevægelsen, egenhed og Kloning*" opstår der en diskussion blandt nogle af de besøgende. Du befinder dig tilfældigvis imellem dem og lytter selvfølgelig interesseret med. Nogle mener at vide, at man ikke kan fjerne uønskede egenskaber, fx brune øjne, ved hjælp af negativ eugenik. Et af argumenterne er, at man ikke får fat i de skjulte gener. Egenskaberne, som man vil have fjernet, vil derfor blive ved med at dukke op. Nogle gener er nemlig til stede i mennesker, der ikke har egenskaberne, men blot "bærer" anlægget for egenskaberne.

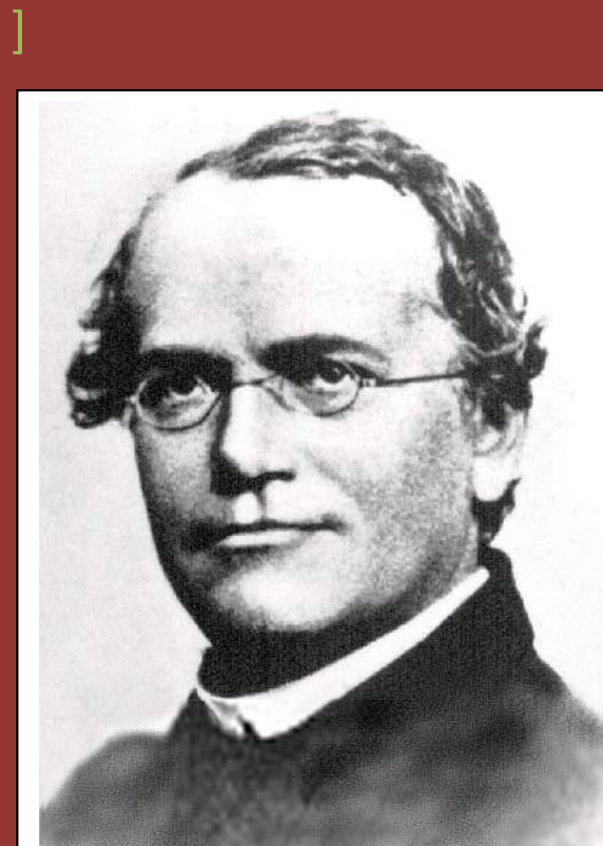
"Skjulte gener", hvad mon de mener med det? Du noterer det ned og lytter lidt videre. Da konferencen er ved at lukke for i dag, beslutter du dig for at tage ned i byen, hvor du ved der ligger en Internet-café. Der er flere begreber, du gerne vil undersøge nærmere, og det er oplagt at gå på Internettet og finde oplysninger. En time senere sidder du med en kop cappuccino ved din side og har allerede tastet "skjulte gener" ind i søgefeltet på computeren. Du støder på flere sider med kæledyrs- og husdyravl, men et af de navne, der bliver ved med at dukke op er Gregor Mendel (se tekstboksen).

Du nærlæser en side om Mendel. Han fandt ud af, at vi har 2 udgaver af hvert gen i vores celler, og at det er tilfældigt, hvilken udgave, der bliver givet videre, når vi får børn.

[**Gregor Johann Mendel** (22. juli 1822 - 6. januar 1884) var en østrigsk munk og pioner inden for arvelighedslære. Han levede sit voksne liv på et kloster, hvor han gennemførte sine talrige eksperimenter (analyse af mere end 28.000 ærteplanter), der resulterede i hans to arvelove:

Mendels 1. lov Ethvert individ har to allele gener for hver egenskab, som adskilles ved dannelsen af gameter (kønsceller). Der dannes lige mange gameter med hvert allel, og hunlige og hanlige gameter forenes tilfældigt ved befrugtning.

Mendels 2. lov Gener for forskellige egenskaber fordeles uafhængigt af hinanden ved dannelsen af gameter.



Gregor Johann Mendel, Foto: Wikipedia.org

I din videre søgen finder du, at mutationer og alleler (se tekstboks) spiller en vigtig rolle. Alleler kan være dominante eller recessive. Hvis en plantes eller et dyrs gen rummer en dominerende allel, vil det være den, der bestemmer, hvordan planten kommer til at se ud. Det samme gælder, hvis genet rummer to dominerende alleler. Kun når begge alleler er recessive, får planten den egenskab, som giver det recessive udseende. For eksempel kan genet for sort hår have en recessiv allel, der giver sort hår, og en dominerende allel, der giver rødt hår. Resultatet vil blive, at personen får rødt hår. Du læner dig tilbage og tager en tår af din cappuccino. "Altså, hvis man har et gen med fejl i en allel, har det derfor stor betydning om det er en dominant eller recessiv." Altså, hvis allellen er dominant, gør det ikke så meget at der sker en mutation i den ene, da det er nok at have en 'rigtig' allel, men hvis allellen er recessiv, vil det have stor betydning for egenskaben, hvis der kommer en mutation i den ene. For det er jo nødvendigt at begge alleler virker ens", tænker du højt. Du læser videre på en side, hvor der står mere om Mendel. Han lavede sine forsøg på ærteplanter, hvor han arbejdede med en høj og en lav udgave, som han så krydsede. Til hans store forbavselse fik han *ikke* halvhøje planter, men derimod høje og lave planter i en 3:1 forhold. Det var ud fra disse forsøg, han fik opstillet sine love.

Mutation: En mutation er en arvelig celledeling i et individ. Når en celle deler sig kopieres alt DNA'et. Ved disse *replikationer* (kopieringer) sker der af og til fejl, så DNA'et ikke er helt identisk med det oprindelige.

Alleler: En allel er en bestemt udgave af en dna-sekvens, som findes på et bestemt sted af et kromosom. Et gen består af to alleler. En der bliver videregivet fra faderen og en der videregives fra moderen. Allelerne kan være enten dominante eller recessive.

Med den nye viden i bagagen begiver du dig nu hjem til hotellet. "Hvordan kommer jeg lige fra ærteplanter til menneskelige kloner"? Dine tanker flyver rundt. Da du atter er hjemme på hotellet og din computer er ved at starte op, kommer du til at tænke på en lidt sjov artikel, du læste for et stykke tid siden.

Tyskerne spiser enorme mængder kål, og nu har et forskerhold fundet en forklaring

Derfor elsker tyskerne kål

Tyskerne spiser enorme mængder kål, og nu har et forskerhold fundet en forklaring. Den nationale forkærlighed for kål kan skyldes befolkningens gener.

Videnskabsfolkene på det tyske institut for fødevareforskning i Potsdam ved Berlin har lokaliseret smagsgenet hTAS2R38 og forklarer, at dette gen gør nogle mennesker ekstraordinært følsomme over for de bitre stoffer phenylthiocarbamid og propylthiouracil, som der er meget af i kål.

De mener også, at de fleste tyskere har dette gen.

»Variationer i et enkelt gen kan påvirke et menneskes spisevaner«, siger Wolfgang Meyerhof, som stod i spiden for undersøgelsen.

Den offentliggøres i sin helhed i tidsskriftet Current Biology.

www.e-pressen.dk d. 04-03-2005

Har det mon noget med de skjulte gener at gøre? Jeres tidsskrift har i hvert nummer en opgaveside med alle mulige typer opgaver. Du beslutter dig for at lave et par opgaver dertil.

Opgave

- hTAS2R38-genet er et recessivt gen. Det vil sige, at der er to "ikke-smags"-alleler på genet hos dem, der ikke kan smage de to bitre stoffer nævnt i artiklen ovenover. Smagen kommer til udtryk, når en dominant "smags"-allel er til stede. Hvis man kalder smags-allelen for a og ikke-smags-allelen for A, prøv da at regne ud hvor stor sandsynligheden er, for at et barn af følgende allel-sammensætninger bliver smagere:

AA får barn med AA

AA får barn med Aa

AA får barn med aa

Aa får barn med Aa

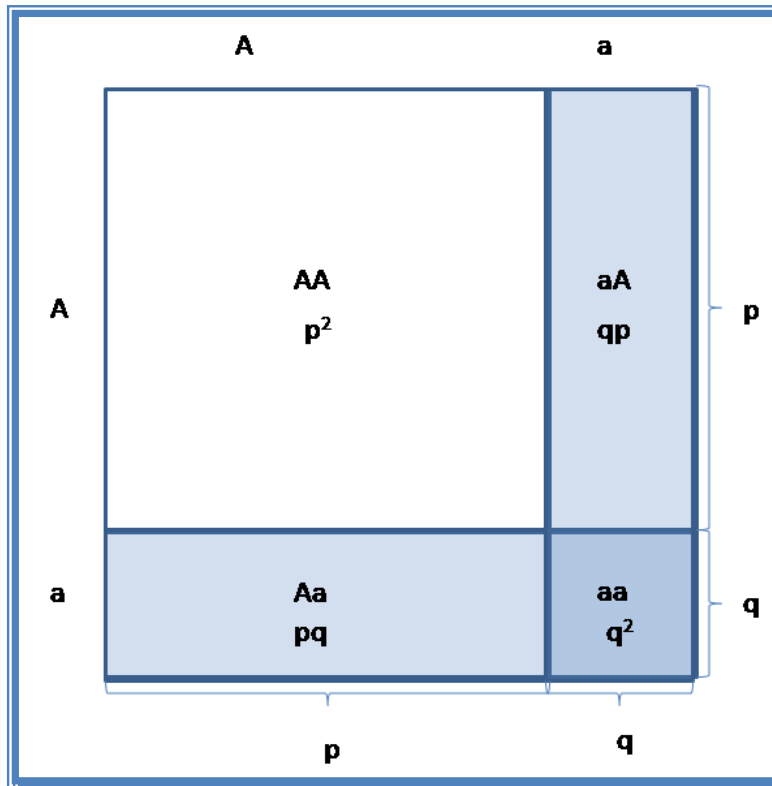
Aa får barn med aa

aa får barn med aa

- Det viser sig, at 70 % af befolkningen kan smage de to bitre stoffer, mens 30 % ikke kan. Med din viden om mutationer og alleler kan du hurtigt se, at 30 % af befolkning må have mindst 1 defekt udgave af genet (1 eller 2 ikke-smags-alleler), mens 70 % har 2 "rigtige" udgaver af allelen. Spørgsmålet er nu, hvor hyppigt forekommer den defekte udgave af allelen?

Til besvarelse af spørgsmålet kan man bruge det, der hedder en Hardy-Weinberg ligevægt. Ideen med ligevægten er, at man i en befolkning ikke vælger sin partner ud fra genetisk hensyn². Der vil i en sådan befolkning være en ganske bestemt fordeling af personer, der har 2

"rigtige" udgaver af allelen i forhold til personer, der har 1 "rigtig" og 1 "forkert" samt personer, der har 2 "forkerte".



Figur 1: Figuren viser fordelingen af forskellige genotyper AA, Aa og aa ud fra sandsynligheden af de enkelte alleler. Når sandsynligheden for A = p og sandsynligheden for a = q er sandsynligheden for de enkelte genotyper: $AA = p^2$, $Aa = 2pq$ & $aa = q^2$

Genotype og fænotype: I genetik skelner man mellem genotyper og fænotyper. Genotyper er den kombination af alleler man har, mens fænotyper er hvilken egenskab, der kommer til udtryk.

Hvis allelen a (den rigtige) har en hyppighed på p og allelen A (den forkerte) har en hyppighed på q, kan man sige at $p + q = 1$ (1 svarer til 100 %, og fx 0,7 svarer til 70 %.)

På denne måde kan man finde hyppigheden af det ene, hvis man kender hyppigheden af det andet.

I Hardy-Weinberg ligevægten kan fordelingen af genotyper (kombinationen af alleler) illustreres som på figur 1.

Opgave

- Find hyppigheden af de enkelte alleler A (ikke-smags-allel) og a (smags-allel) for smagsgenet for PTC.
- Find hyppigheden af de forskellige genotyper.
- Hvor mange bærere af genet findes der i forhold til hvor mange der rent faktisk ikke kan smage PTC? Kan man eventuelt opstille en funktion og lave en grafisk afbildning?

² Her kan man måske argumentere med, at man netop ville vælge en partner, der også kunne lide kål, da man så kunne sidde og nyde maden sammen. Men i denne opgave ser vi bort fra det og siger at der er tale om tilfældighed.

Du rejser dig fra computeren – sulten er ved at melde sig. På vej ned mod restauranten tænker du videre. Eksemplet med kålen viser dig, at der må være langt flere, der bærer på det forkerte gen, end dem der rent faktisk findes ved smagsundersøgelser. Måske hænger det også sådan sammen med andre sygdomme. Ved nærmere eftertanke må det jo være sådan ved alle sygdomme, hvor der kun er et gen involveret. Nu har du i hvert fald et godt argument at tage med til konferencen, hvis endnu en debat om emnet skulle opstå.

Efter en god nats søvn er du tilbage på konferencen. Du bevæger dig hen til standen, hvor du endte dagen i går og finder til din overraskelse to af de herre, der diskuterede negativ eugenik i går. Dine argumenter med Hardy-Weinberg fordelingen bliver vel modtaget, og negativ eugenik bliver hurtigt udelukket som en metode til at undgå uønskede genetiske sygdomme. En dame, der har lyttet med, stiller dog spørgsmålstejn ved om ikke metoden kan bruges. Argumenterne handler om at, hvis man kloner mennesker, vil man sikkert ikke kunne undgå, at klonerne vil få børn af naturlig vej – og måske også sammen, og dermed tale om *indavl*. Dermed vil Hardy-Weinberg fordelingen blive helt anderledes, mener hun. Det var måske værd at kigge nærmere på.

Indavl: I daglig tale er indavl når beslægtede personer får børn sammen som for eksempel fætre og kusiner, men hvis der er tale om klonede mennesker, vil det i princippet komme til samme resultat.

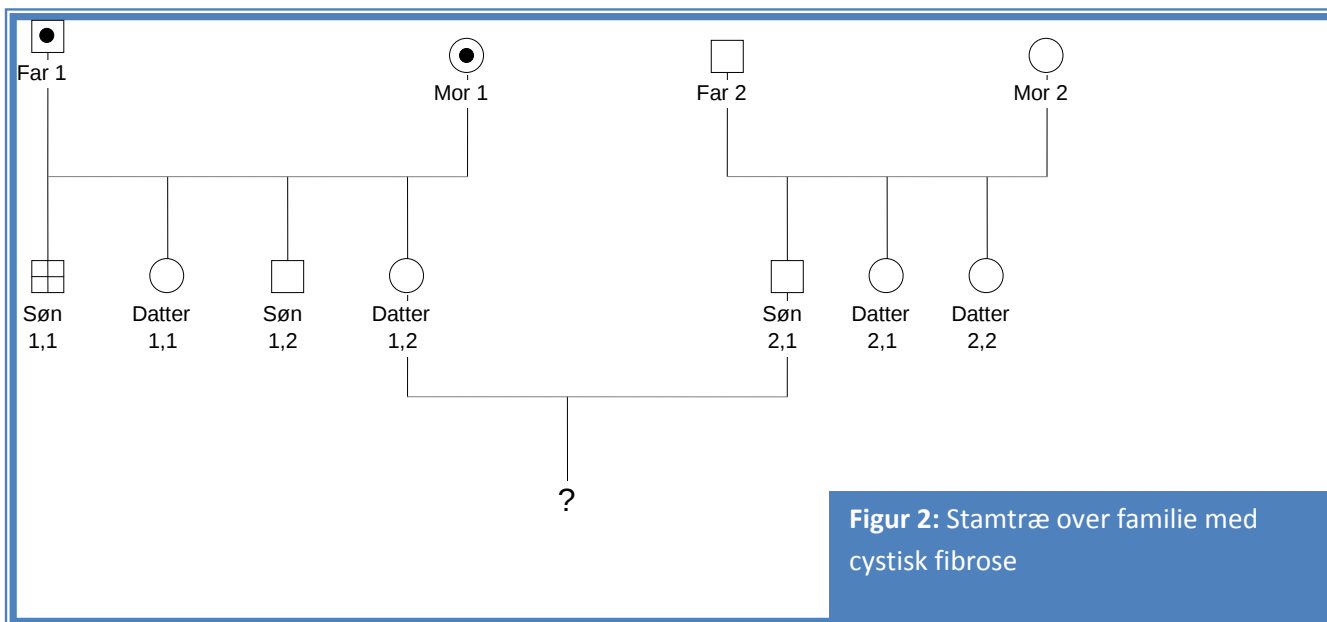
Signaturforklaring til stamtræer

-  : Mand
-  : Kvinde
-  : Bærer af sygdomsgen
-  : Udtrykker arvelig egenskab
-  : Danner par med

Resten af dagen går du og tænker videre over det i snakkede om. Du beslutter dig igen for at smutte forbi internet-caféen og finde lidt oplysninger. Du finder nogle stamtræer, som måske kan bringe lidt lys over, hvordan det hele hænger sammen.

Det første eksempel du støder på handler om den sjældne recessive lungesygdom cystisk fibrose. Sygdommen ødelægger ens lunger, og det er først inden for de seneste årti, at man har

fundet medicin, så man har kunnet øge den gennemsnitlige levealder til voksenalderen. Sygdommen rammer 1 ud af 4700 børn.



Mens endnu en cappuccino ryger ned begynder du at skrive på endnu en opgave til tidsskriftets opgaveside.

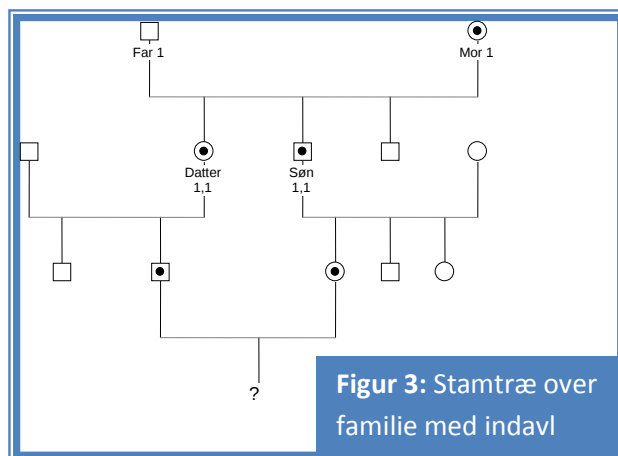
Opgave

- Brug Hardy-Weinberg ligevægten til at finde ud af hvor mange bærere, der findes med genet for cystisk fibrose.
- Hvad er datter 1,2s risiko for at være bærer af genet for cystisk fibrose?
- På stamtræet kan du se, at datter 1,2 bliver gift og venter barn med søn 2,1 fra en familie, hvor der ikke kendes til cystisk fibrose. Hvor stor er risikoen for at deres kommende barn vil udvikle sygdommen?

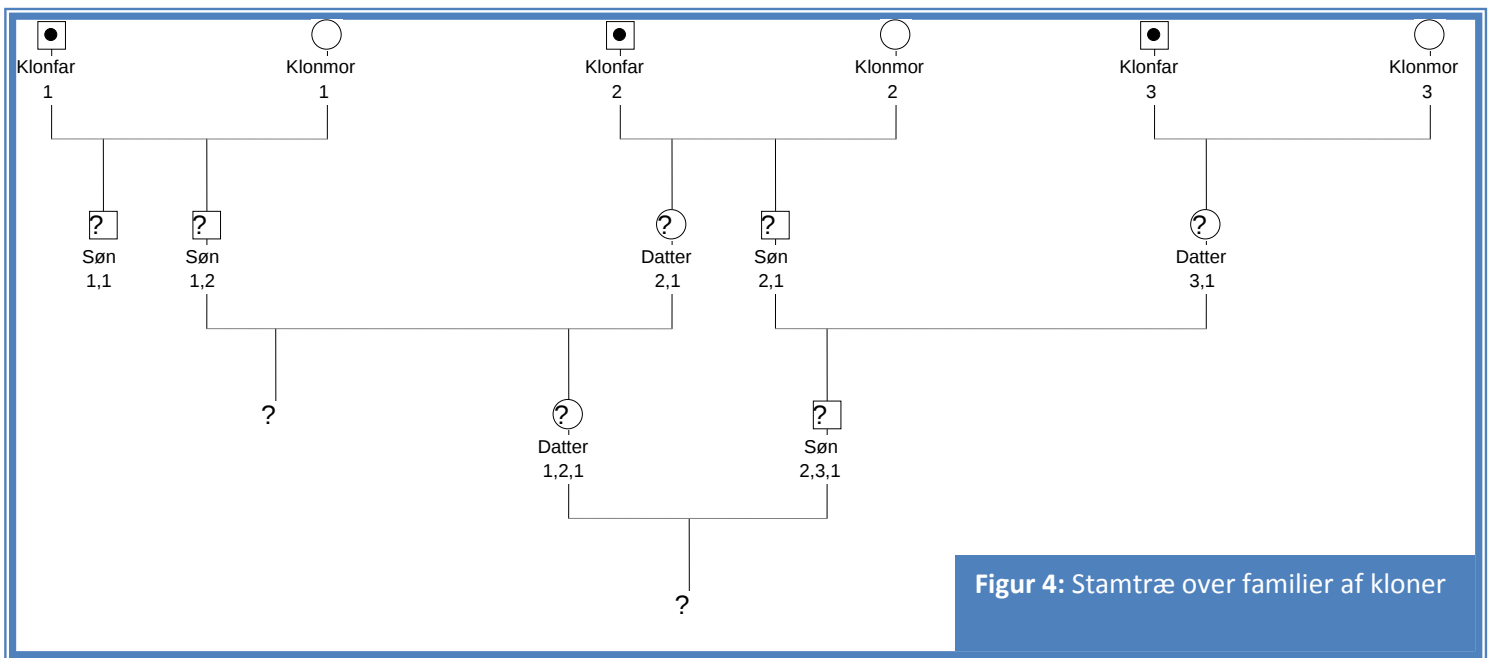
Det næste eksempel er et med effekten af fætter-kusine bryllupper. Du kan følge, hvordan et enkelt anlæg for en recessiv sygdom kan få indflydelse på en familie. Stamtræet viser, hvordan oldemorens enkelte anlæg for en arvelig sygdom får en betydelig risiko for at komme til udtryk i oldebørnene.

Opgave

- Hvad er risikoen for at oldebørnene får den arvelige sygdom i udbrud, som oldemoren har anlægget for?



Du begynder at spekulere lidt over det med kloner og recessive sygdomme. Hvis nu det drejer sig om en hel generation af kloner, så er det jo ikke kun en enkelt person, der bærer et anlæg for en arvelig sygdom, men alle kloner, der bærer det. Så må det jo kunne ske i et endnu større omfang end ved fætter-kusine bryllupper. Også selvom der er tale om helt uafhængige familier. En lidt skræmmende tanke. Du prøver at lave et stamtræ, der viser problemet og formulerer endnu en opgave.



Opgave

- Udregn sandsynligheden for at være hhv. bærer eller at have sygdommen i udbrud i hvert led af stamtræet. Sammenlign med risikoen i de 2 tidligere stamtræer.

Matematik og retssikkerhed

Endnu en lang dag på konferencen er slut. Ikke at den har været kedelig, men dit hoved er fuldstændigt fyldt med tanker og spørgsmål. Risici og vurdering af risici. Hvem bestemmer hvad der er en risiko og hvem gør ikke. Hvad må man i de forskellige lande og hvad må man ikke? Konferencen har skabt et enormt postyr. Ikke bare inde i dit hoved, men her et par dage efter præsentationen af babyklonen er konferencen på alles læber over det meste af verden. Dine tanker ryger lidt ud af en tangent og pludselig sidder du og tænker på et hollandsk reality-show, hvor 3 nyrepatienter skulle dyste om nyren fra en kræftsyg dame. Det viste sig at være et fup-show for at skabe fokus på emnet. Var det mon lidt det samme med denne konference. Det var vel næsten lidt for fantastisk, at man kunne stable så meget på benene og så præsentere så lille en baby eller hvad. Så mange ting kunne være gået galt undervejs fra indbydelsen til konferencen og frem til den egentlige præsentation af klonen. Det var næsten for godt til at være sandt. Kan det fremlagte bevis for at det er en klon egentlig bruges til noget.

Du begynder at kigge lidt på hvordan det nu er med brugen af DNA-beviser. Du mindes at have læst noget om at det ikke bare var så ligetil med sådanne beviser. I din søgen i de elektroniske arkiver finder du den følgende artikel:

En fortælling om sagen "Regina mod Adams" (England, 1996):

Nedenfor kan du læse om, hvordan Peter Donnelly en britisk professor i statistik fra University of Oxford blev involveret i en "cold hit" retssag i England. Han vejledte nævningetinget og dommeren i at opveje DNA beviserne med andre (subjektive) faktorer ved hjælp af Bayes formel.

En "Cold hit" sag er en retssag, hvor det eneste der forbinder en mistænkt med en forbrydelse er et DNA

Appellerende statistik³

Forbrydelsen

Kvinden tog på en natklub med venner, hun forlod stedet og gik hjem. En del af turen gik hun på en sti der grænsede op mod en park. Da hun gik gennem parken blev hun stoppet af én som spurgte hende hvad klokken var. Hun var sikker på, at hun fik et grundigt blik af manden, og at – som hun senere fortalte politiet – det var et ansigt, hun aldrig ville glemme. Manden angreb hende, voldtog hende og løb bort. Hun meldte det til politiet og gav en ret tydelig beskrivelse af en mand i starten af tyverne. ...

Politiet fandt en mistænkt, Denis Adams, og arrangerede en

"line-up". Offeret udpegede ikke Adams. Ved et indledende forhør blev Adams udpeget for kvinden, og hun blev spurgt om han passede hendes beskrivelse. Hun sagde "Nej". Hun havde beskrevet en mand i starten af tyverne, og da hun blev spurgt om hvor gammel hun synes Adams så ud svarede hun "omkring 40" (han var 37).

Men der var meget stærke DNA beviser, der forbandt Adams med gerningen og sagen kom for retten i 1995. Det eneste bevis der talte for Adams' skyld var at hans DNA profil matchede DNA materialet der blev fundet ved gerningsstedet.

Anklagemyndighedens retsvidenskabsmand udregnede match sandsynligheden, det vil sige sandsynligheden for, at DNA profilen fra en tilfældigt udvalgt ville matche gerningsmandens DNA

profil. Denne sandsynlighed var, ifølge ham, 1 ud af 200 millioner. ...

"Jeg fortalte, at selvom det ville være svært, ville der være en logisk korrekt måde at gøre det på: Ved at bruge Bayes' formel"

Retssagen

Dette var det eneste bevis mod Adams, som nævningetinget blev præsenteret for. På den anden side lå offerets forklaring og identifikation til Adams forsvar;

³ Oversat gengivelse af Donnelly, Peter. "Appealing Statistics". In *Significance* 2(1), 2005, pp. 46-48.

desuden havde han et alibi for den pågældende nat, da hans kæreste sagde at hun tilbragte natten med ham. Så der var et virkeligt problem her, først for advokaterne og i sidste ende især for nævningetinget, med hensyn til at vægte anklagerens beviser, der blev formuleret i hårde numeriske vendinger, imod de mere traditionelle beviser fra forsvarsadvokaten, der blev formuleret i vendinger, som nævningene var mere bekendt med – nemlig rapporter, vidneudsagn, alibier og så videre. Forsvarsadvokaten spurgte mig om, hvordan disse to typer beviser kunne sammenlignes.

Jeg fortalte, at selvom det ville være svært, ville der være en logisk korrekt måde at gøre det på: Ved at bruge Bayes' formel til at regne med usikkerheder ved at konvertere dem til sandsynligheder, og den statistiske ekspert på anklagerens side var enig.

Denne sag var meget usædvanlig da DNA beviserne pegede i en retning og *alle* andre beviser pegede i en anden. Det var et rigtig godt eksempel på de udfordringer man møder, når man vægter beviser op imod hinanden – hvis sagen var blevet konstrueret som et hypotetisk eksempel tror jeg, at man ville have tænkt, at den var urealistisk! I andre DNA sager, når først der er et DNA bevis, er der normalt et andet belastende bevis, eller i det mindste er der en bred vifte af andre beviser, der peger mod at den mistænkte er uskyldig.

Her er en uformel måde at tænke over beviserne i denne sag. Hvis sandsynligheden for et match var én ud af en million betyder det, at der, i gennemsnittet, er 50 personer i Storbritannien der matcher DNA'en. Måske var de i området den pågældende nat, måske var de ikke, måske var de

mænd og var indenfor den korrekte aldersgruppe, måske var de ikke. Men kvinden siger, at hendes overfaldsmand slet ikke lignede den pågældende mistænkte, der endda også har et alibi, så det er muligt, at det var én af de andre matchende personer, der var synderen. Nævningetinget ville muligvis frikende den mistænkte. Hvis match-sandsynligheden var én ud af 20 millioner er der sikkert kun en håndfuld mennesker i Storbritannien, der har denne profil. De er muligvis spredt ud over hele landet, nogle er muligvis kvinder, eller meget unge eller meget gamle, så et nævningeting kunne tænke, at det var noget usandsynligt at der skulle være en anden, der matcher profilen, der var på det pågældende sted den pågældende nat. Hvis match-sandsynligheden er én ud af 200 millioner, er det usandsynligt *men stadig muligt*, at der bare er én anden person, der har denne profil. I det tilfælde ville nævningene måske tænke: hvis vi *vidste* at der ikke var nogen anden i Storbritannien med den profil, ville vi erklære den mistænkte skyldig og bare antage, at offeret ikke kunne huske hvordan hendes overfaldsmand så ud, og at den mistænktes kæreste løj eller tog fejl af alibiet.

Så til forskel fra mange andre DNA sager gjorde det virkelig en forskel om match-sandsynligheden var én ud af 1, 20 eller 200 millioner. Forsvaret argumenterede for at der var forskellige grunde til, at tallet én ud af 200 millioner var forkert, og at det under alle omstændigheder er værd at huske, at alle udsagn om hvor mange andre matchende personer, der ville være i Storbritannien ekskluderer den mistænkes nære familiemedlemmer. Faktisk havde

Adams en halvbror, vis DNA profil var ukendt.

Adams blev fundet skyldig. Hvem ved hvad nævningene tænkte – i dette land kan du ikke spørge dem.

Appel, appelsag, appel

Men sagen blev appelleret med henvisning til at dommeren ikke havde instrueret nævningetinget godt nok. Han havde fortalt dem, at de kunne bruge Bayes formel eller ej, alt efter hvad de havde lyst til. Appelretten mente, at dommeren skulle have tilbudt nævningene flere retningslinjer for hvad de kunne gøre, hvis de ikke ville bruge formelen.

Appelretten udtalte i en sidebemærkning, at de var meget negative over præsentationen af Bayes' formel i retten, men da det ikke var område over hvilket de havde pligt til at afsige kendelse, ville deres kommentar ikke være bindende for fremtidige retssager.

Appelretten beordrede at sagen skulle gå om og i den nye sag sagde forsvarerne, at de ville præsentere Bayes formel for nævningene. Dommeren var enig på trods af appelrettens kommentarer.

I den nye sag var der igen ingen uenighed blandt de statistiske eksperter fra begge sider: i princippet var Bayes' formel den logiske korrekte måde at kombinere denne type beviser. Men til forskel fra den første sag bad dommeren denne gang eksperterne om sammen at udarbejde et spørgeskema, der kunne hjælpe nævningene med at bruge Bayes' formel, hvis de ville. ...

For at bruge Bayes' formel skal du finde sandsynligheder for forskellige beviser. Nævningene måtte stille sig selv en række spørgsmål så som: Hvis han var

overfaldsmanden, hvad ville chancen så være for at offeret ville sige, at hendes overfaldsmand ikke lignede ham? Og: Hvis han *ikke* var overfaldsmanden, hvad ville chancen være for at hun ville sige, at hendes overfaldsmand ikke lignede ham? ...

"jeg syntes, det er svært at argumentere for, at nævninge principielt skal nægtes, at eksperter forklarer dem de logiske regler, der kan anvendes i den slags situationer."

Spørgeskemaerne blev produceret, og der var bokse, hvor nævningene kunne skrive deres numeriske vurdering, sammen med en formel der fortalte hvordan de kunne kombinere deres forskellige vurderinger. Nævningene blev fortalt, at eksperterne mente, at dette var den fornuftige måde at gå frem på, man at de var nævningene og at det var fuldt ud op til dem; de var ikke forpligtet på at bruge spørgeskemaet. ...

Adams blev dømt igen, og igen blev der appelleret - denne gang uden held - og denne gang afsagde appelretten en kendelse der forbød brugen af Bayes' formel i retssager.

Ikke ved hjælp af en formel

Jeg føler at appelrettens kendelse forenkler en meget kompleks problemstilling. De sagde at nævninge har evalueret beviser i hundrede af år og at der ikke var

nogen grund til at tro, at de ikke var i stand til det nu. De sagde at nævningene skulle "evaluere beviser og nå til en konklusion ikke ved hjælp af en formel, om den var matematisk eller ej, men ved i fællesskab at bruge deres individuelle sunde fornuft og viden om verden på beviserne."

I en sag ligesom Adams, er der et meget levende anliggende. Nævningene skal *på en eller anden måde* vægte tallet 1 ud af 200 millioner op imod almindelige beviser. Hvis tallet er korrekt, ville en fornuftig nævning måske finde den anklagede skyldig; hvis tallet er 1 ud af 2 millioner, som forsvarer argumenterede, ville en fornuftig person måske frifinde.

Der er rigtige og forkerte måder at ræsonnere med usikkerheder, og der er rigeligt med dokumentariske beviser for, at folk ofte begår fejl når meget små sandsynligheder er involveret. Så jeg syntes det er svært at argumentere for, at nævninge principielt skal nægtes, at eksperter forklarer dem de logiske regler, der kan anvendes i den slags situationer. Når alt kommer til alt hører nævninge ekspert udsagn i alle mulige omstændigheder: hvordan du fortolker kontoer i bedragerisager, hvordan du fortolker bremsespor i trafikulykkesager og så videre. Og at få en ekspert til at forklare logikken bag argumentation med usikkerheder reducerer bestemt ikke den juridiske proces til en matematisk formel.

For det andet var lidt forkert af appelretten at sige at nævninge har overvejet disse tilfælde over hundreder af år. Det er først med indtoget af DNA profilering at nævninge skal forstå sandsynligheder som 1 ud af 200 millioner. ...

Men det pragmatiske spørgsmål er helt andet. Når nu retssalen åbenlyst fungerer dårligt som et forum for læring (ingen feedback, ingen lektier, ingen eksamen...), bør og kan man spørge sig selv om forklaringer af Bayes' formel gør kvaliteten af den juridiske beslutningstagen bedre eller måske endda dårligere. Selvom nævninge har meget lidt erfaring med at tænke om tal som 1 ud af 200 millioner, så kan det måske gøre det hele værre hvis nogen forsøger at forklare dem hvordan de skal tænke.

Jeg må gøre det klart at det ikke var min beslutning eller mit valg at forklare Bayes' formel til nævningene i Adams sagen, og jeg er stadig ikke overbevist om at det er en anvendelig vej frem. I Adams sagen var det forsvarerens valg, sikkert fordi han følte at det ville øge muligheden for, at hans klient fik en gunstig dom.

Appelretten har siden udgivet nogle retningslinjer til brug i lignende situationer. Ifølge disse retningslinjer skal dommere opsummere sager på den følgende måde. Antag at match-sandsynligheden er 1 ud af 20 millioner. Hvis du tror på det tal, så vil der i gennemsnittet være 2 eller 3 personer i Storbritannien og muligvis ikke mere end 6 eller 7 personer udover den tiltalte, vis DNA det kunne være. Dette er effekten af DNA beviset: det indskrænker mængden af mulige mistænkte fra alle i Storbritannien til 6 eller 7 personer udover den tiltalte. Dit job som medlem af nævningetinget er at afgøre på baggrund af de andre beviser i sagen, hvorvidt du tilfredsstillende har fået vist, at det er den tiltalte og ikke én af de få andre der kunne matche, der er gerningsmanden. Vi ved intet om de andre mennesker

der matcher, selvom de muligvis alle er spredt ud over hele Storbritannien, kan det være at ingen af dem var nogetsteds nær gerningsstedet, og nogen eller alle kan muligvis også udelukkes på baggrund af andre faktorer såsom køn eller alder.

Jeg synes, at denne måde at formulere DNA beviser på er ekstremt hjælpsom. Det styrer straks nævningene væk fra

"anklagerens fejlslutning," og det er logisk korrekt. Faktisk er formuleringen lig med Bayes' formel, der er brugt på DNA beviser *inden* man tænker over nogen af de andre beviser. ...

I lyset af appelrettens tidlige kendelse, er det ironisk at dens retningslinjer præcist følger Bayes' formel. Alligevel kræver disse retningslinjer ikke at formelen forklares og det bringer

nævningene tilbage til mere velkendte tænkemønstre. Men retningslinjerne læser ikke alle problemer. Det bliver svært at anvende dem i sager hvor match-sandsynligheden er 1 ud af 1 milliard, eller i mere komplekse tilfælde, hvor DNA profilen er delvist nedbrudt eller involvere blandinger fra flere forskellige individer.

Donnellys spørgeskema:

1. Hvis man ikke antager andet om sagen, hvad er chancen så for, at gerningsmanden kommer fra lokalområdet?
2. Antag at Adams er uskyldig, hvad er chancen for at offerets beskrivelse ikke matcher ham?
3. Antag at Adams er skyldig, hvad er chancen for at offerets beskrivelse ikke matcher ham?
4. Hvad er sandsynligheden for at en skyldig person ville fremlægge sådanne beviser som dem vi ser i denne sag?
5. Antag at Adams er skyldig, hvad er sandsynligheden for at han ville være i stand til at skaffe sit alibi?
6. Antag at Adams er uskyldig, hvad er sandsynligheden for, at han har et alibi?

Se video med Peter Donnelly: "How juries are fooled by statistics" <http://www.ted.com/index.php/talks/view/id/67>

Igen begynder spørgsmålene at hobe sig op. Din gamle gymnasielærdom er ikke hvad den har været. Hvad var det nu lige den der Bayes formel var for noget. Du søger videre og finder en bog om sandsynligheder, der lige præcis giver svaret.

Sandsynlighed i retssalen

Tænk hvis der var en simpel og sikker måde for et nævningeting at afgøre, hvor sandsynligt det er, at en tiltalt person var gerningsmanden i en mordsag. Det er kontroversielt om DNA beviser er nok. Hvis man ikke passer på, begår man det, der kaldes "*anklagerens fejl*". "Anklagerens fejl" er en logisk fejlslutning. Forestil dig, at en anklager finder ud af, at en tiltalt persons DNA profil matcher det DNA fingeraftryk, der blev fundet på et gerningssted, og at en ekspert bevidner, at der er en 1 ud af 200 millioner sandsynlighed for, at det fundne DNA fingeraftryk kunne komme fra en anden person. Hvis nu anklageren bruger dette ekspertudsagn til at argumentere for, at sandsynligheden for, at den tiltalte er uskyldig er 1 ud af 200 millioner, så begår anklageren en logisk fejlslutning – "*anklagerens fejl*". I virkeligheden afhænger sandsynligheden for, at den tiltalte er skyldig af *andre* beviser og omstændigheder. Hvis der allerede foreligger rigtig gode grunde til at mistænke den tiltalte person (måske blev personen set med mordvåbenet af et øjenvidne, eller måske blev der fundet blod fra offeret på den tiltaltes tøj), så er det rigtigt, at der begynder at være en ret lille sandsynlighed for, at den tiltalte

er uskyldig. Men hvad nu hvis den tiltalte slet ikke kan relateres til gerningen, og slet ikke var mistænkt før DNA beviset blev fundet? Så er det lige pludselig ikke så klart at vedkommende er skyldig (dvs. det er ikke så overvældende sandsynligt som DNA beviset ellers leder os til at tro). I den følgende del skal vi se på en slags sandsynlighedsteori, som kan hjælpe til at vi bliver klogere i sådanne situationer.

Objektivitet versus subjektivitet

Sandsynlighed er jo noget man typisk forbinder med noget *objektivt* – fx er der en objektiv sandsynlighed for, du på én række rammer 7 rigtige i lotto: Det gør ikke nogen forskel, *hvem* der har spillet en given række. Det er ikke helt sådan i retssager. For selvom der er et objektivt svar på, om en tiltalt var gerningsmanden eller ej, så er en retssag jo ført af mennesker – subjekter – der henholdsvis skal anklage, forsvare og foretage domsafsigelse. Dommere og et nævningetinges kendelse er en kendelse, der er foretaget på baggrund af de enkelte personers *subjektive* opfattelse af, hvad der er foregået i forbindelse med forbrydelsen. En kendelse afhænger derfor i høj grad af *hvem*, der er indblandet i sagsforløbet, og hvordan disse personer vurderer sagen. Selvfølgelig er der ved retssager tale om, at en *gruppe* personer hver for sig skal vurdere sagen, men det betyder blot, at der er en større chance for, at kendelsen er rigtig.

I det følgende skal vi arbejde med en del af sandsynlighedsteorien som på en måde forbinder objektive facts med subjektive vurderinger. Men lad os først vende tilbage til hvorfor sandsynlighedsvurderinger kan være en hjælp i retssagssammenhænge.

Fejl og sandsynlighed i retssagssammenhænge

Det kan ofte være med til at give overblik når man vurderer en sandsynlighed. En anden måde at sige det på er, at man forsøger at vurdere hvor stor risikoen er for, at man som nævning begår en fejl. I retssager er der to typer fejl, som man for alt i verden bør forsøge at undgå:

- 1) **Falsk negativ** - dvs. at en skyldig person findes uskyldig på baggrund af fejl i opklaringsforløbet. Tilfælde af falsk negativ forekommer når nogle testmetoder simpelthen ikke er fintfølende nok. Selvom sikkerheden i fx lufthavne er meget fintfølende (røntgen scannere, metaldetektorer og kropsvisitering) så sker det jo desværre at nogen slipper igennem "nåleøjet" med genstanden, der kan bruges som våben.
- 2) **Falsk positiv** (eller falsk alarm) – dvs. at en uskyldig findes skyldig på baggrund af uheldige omstændigheder eller fejl i opklaringsforløbet. Tilfælde af falsk positiv forekommer nogle gange også for bloddonorer. Blodbankerne *screen* potentielle donorers blod meget omhyggeligt for sygdomme. Det vil sige, at de metoder, som blodbankerne bruger til at afgøre om en donors blod bærer farlige stoffer eller virusser, er meget fintfølende. Og nogle gange sker det, at disse metoder "finder" et farligt stof eller en virus i noget blod, selvom blodet er helt rent.

Det vil sige, at der i situationer som i de ovenstående reelt er fire mulige udfald, hvilket kan illustreres ved nedenstående tabel:

	Anklagede <u>er</u> gerningsmanden	Anklagede <u>er ikke</u> gerningsmanden
Nævningetinget finder den anklagede <u>skyldig</u>	Sand positiv (a)	Falsk positiv (b)
Nævningetinget finder den anklagede <u>uskyldig</u>	Falsk negativ (c)	Sand negativ (d)

Mange vil nok mene, at fejl af typen falsk positiv er værre en falsk negativ fejl (hellere frikende en skyldig end at dømme en uskyldig).

Forvirringen begynder at brede sig inde i dit hoved. Nu er sandsynligheder ikke bare længere sandsynligheder, men i nogle tilfælde tilsyneladende også baseret på subjektive vurderinger. Du stopper op lidt og prøver at få et overblik over falsk positiv og falsk negativ ved at stille dig selv nogle spørgsmål.

Opgave

Diskuter: *Hvad kan du bedst tolerere, falsk positiv eller falsk negativ i*

- en mordsag,
- bloddonor screeninger,
- sikkerhedskontrollen i en lufthavn,
- faderskabssager,
- automatiske fartkontroller langs en hovedvej?

Hvad har din vægtning af betydning for dit syn på testmetoderne, der er involveret i sådanne sager?

Efter dine overvejelser frem og tilbage læser du videre i bogen

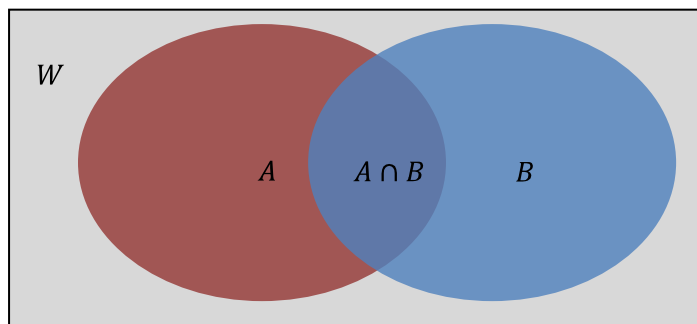
Selvom der foreligger DNA beviser for, at en tiltalt har været på gerningsstedet, handler det altså om, at nævningetinget sikrer sig *ikke* at frikende en skyldig og *ikke* at dømme en uskyldig. Derfor kan det være en hjælp for de enkelte nævninge, at prøve at vurdere sandsynligheden for, at den tiltalte er skyldig, *hvis* den tiltaltes DNA matcher det, der blev fundet på gerningsstedet.

På et mere generelt niveau er der altså tale om at vurdere en sandsynlighed for en hændelse A (at den tiltalte er skyldig) *under forudsætning af* en hændelse B (at DNA'en matcher). Dette kalder man *betingede sandsynligheder* – dvs. at man er interesseret i at kende en sandsynlighed i de tilfælde, hvor der gælder bestemte betingelser. Det skal vi se på nu.

Det vi er interesseret i er i første omgang et udtryk for udsagnet "*sandsynligheden for hændelsen A under betingelse af hændelse B* ". Matematisk betegner vi dette udsagn med

$$P(A|B)$$

Måske kan du bruge dette diagram til at danne dig et overblik:



Forestil dig at du sætter fingeren et tilfældigt sted på W , så vil $P(A|B)$ betegne sandsynligheden for, at du rammer indenfor A , hvis du rammer indenfor B . En anden måde at sige det på er: Hvis din finger rammer indenfor B , hvad er så sandsynligheden for, at du *samtidig* har ramt A ? Da det eneste sted du både kan ramme indenfor B og indenfor A er i snitmængden $A \cap B$, må $P(A|B)$ altså være *forholdet* mellem sandsynligheden for at ramme i snitmængden – dvs. $P(A \cap B)$ – og sandsynligheden for at ramme i B – dvs. $P(B)$.

Opgave

Kan du ud fra denne verbale repræsentation af $P(A|B)$ finde frem til denne formel:

$$P(A|B) = \frac{P(B|A)P(A)}{P(B)}$$

Denne formel er kendt som *Bayes' formel* efter britiske præst og matematiker Thomas Bayes (c. 1702-1761). Formlen blev præsenteret posthumt – dvs. efter Bayes' død – af en ven af Bayes i 1763. Der er dog i nyere tid opstået usikkerhed om, hvorvidt Bayes rent faktisk var den første til at finde denne formel. Det er muligt, at en anden britisk matematiker – Nicolas Saunderson (1682-1739) – fandt formelen før Bayes.

Opgave

I formlen betegner man ofte elementerne på følgende måde:

- $P(A)$ er den *initiale* eller *marginale* sandsynlighed for A (her ser man på sandsynligheden for A inden man indrager B).
- $P(A|B)$ er den *betingede* sandsynlighed for A givet B .
- $P(B|A)$ er den *betingede* sandsynlighed for B givet A .
- $P(B)$ er den *initiale* eller *marginale* sandsynlighed for B .

Vis at den marginale sandsynlighed for B kan udtrykkes således:

$$P(B) = P(B|A)P(A) + P(B|\neg A)P(\neg A)$$

Vink: Du kan skrive B som $(B \cap A) \cup (B \cap \neg A)$.

Puha. Det gælder lige om at holde tungen lige i munden. Du skænker dig en ny kop kaffe mens du prøver at få mængder, delmængder og betingede sandsynligheder til at give mening. Du kunne egentlig godt bruge et par eksempler, så du skimmer lige bogen igen. Heldigvis har bogens forfatter også tænkt det samme.

Anvendelser af Bayes' formel

Man bruger ofte Bayes' formel til at blive klogere på *årsagssammenhænge*. Indenfor mange fag og videnskaber postulerer man årsagssammenhænge - fx at et medikament er årsagen til helbredelsen af en lidelse, eller at pressens belysning af boligmarkedet er årsagen til at potentielle boligkøbere er afventende. I sådanne sammenhænge er det nogle gange en fordel at bruge Bayes' formel, fordi man kan se på sandsynligheden af, at en hændelse optræder i lyset af, om en postuleret årsag optræder eller ej.

Her er et eksempel⁴: Udenfor en natklub bliver Jesper testet positiv for at have brugt kokain. Den test der blev brugt rammer i 93,5% af tilfældene rigtigt i at identificere kokainbrugere, og den rammer i 92,8% af tilfældene rigtigt i at identificere ikke-brugere. Et gæt på, hvor stor en del af danskerne, der til et tilfældigt tidspunkt har brugt kokain indenfor 3 dage er 3%. Med disse informationer kan man faktisk vurdere, hvor sandsynligt det er, at Jesper rent faktisk har taget kokain. Og selvfølgelig kan man derfor også vurdere hvor sandsynligt det er, at der i Jespers tilfælde er tale om en falsk positiv.

Når man ser på en test som fx en narkotikatest som den der blev beskrevet ovenfor, så taler man om tre hovedbegreber:

- 1) Testens **sensitivitet** =: testens "sand positiv" rate.
- 2) Testens **specificitet** =: testens "sand negativ" rate
- 3) **Baseline** for testen, eller den **initiale sandsynlighed** =: raten for forekomsten i den samlede population af det, der testes for

Med hensyn til at bruge og fremstille tests er Bayes' formel et vigtigt redskab fordi dens parametre repræsenterer disse hovedbegreber. En ting man for eksempel kan finde er sandsynligheden for, at et tilfældigt positivt udfald er en "sand positiv".

⁴ Inspireret af Joyce, J. (2003). "Supplement to Bayes' Theorem. Examples, Tables, and Proof Sketches". *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, Edward N. Zalta (ed.), URL = <<http://plato.stanford.edu/entries/bayes-theorem/supplement.html>>.

- Kan du ud fra de givne oplysninger om narkotikatesten udtale dig om testens sensitivitet, specificitet og baseline?
- Hvilke parametre i Bayes' formel repræsenterer hvilke begreber?
- Antag at Jesper blev testet positiv. Brug Bayes' formel til at finde sandsynligheden for, at Jesper rent faktisk har taget kokain.
- Overrasker resultatet dig? Forklar – og giv eksempler – hvorfor der kan være forskel på en tests "sand positiv" rate og sandsynligheden for at et positivt testudfald er en "sand positiv". Du kan i denne sammenhæng prøve at se på, hvad sker der med $P(A|B)$ hvis
 - a. testen er endnu mere troværdig til at udpege folk, der har taget kokain
 - b. testen er endnu mere troværdig i at udpege folk, der ikke har taget kokain
 - c. flere i Danmark tog kokain?
- Prøv evt. at betragte $P(A|B)$ som en funktion af $P(A)$ hvor de andre parametre bibeholdes ligesom i eksemplet. Hvordan ser grafen for den funktion ud? Hvad kan du bruge det til, hvis du skal sige noget om testen?

En af de ting, som er vigtig at holde sig for øje er som du kan se en tests baseline. Denne viden kan vi nu bruge til at blive klogere på, hvad det vil sige at begå "Anklagerens fejl". Én af de ting, man som anklager glemmer, hvis man begår denne fejl, er de andre beviser i sagen. De andre beviser belyser følgende spørgsmål om den *initiale* sandsynlighed:

"hvor sandsynligt er det i udgangspunktet, at den tiltalte er gerningsmanden?"

Lad os prøve at sammenligne retssagen med narkotikatesten. Lad os sige at vi står ved døren til natklubben og skal afgøre om Jesper må komme ind på baggrund af testen. Læg mærke til at det ovenstående spørgsmål er sammenligneligt med spørgsmålet "hvor sandsynligt er det i udgangspunktet, at Jesper har taget kokain?". Hvis vi *ikke* ved noget om Jesper på forhånd (og kun har narkotikatesten som redskab til at få information) så må vi vurdere, at sandsynligheden for at Jesper har taget kokain i *udgangspunktet* er lige så stor som den er for en hver anden dansker. Men hvis vi nu ved noget om Jesper, så kan vi jo inddrage det i vores vurdering. Alene det faktum at Jesper befinder sig på vej ind på en natklub øger nok den initiale sandsynlighed (procentdelen af natklubbængere, der tager kokain er nok større end procentdelen af den samlede danske befolkning, der tager kokain). Og hvis Jesper taler i et væk og er overaktiv og urolig (denne opførsel udviser personer ofte under indflydelse af kokain), skal vi måske ændre vores vurdering af den initiale sandsynlighed. Og her begynder der at komme tydelige subjektive faktorer ind i vores vurdering.

Nu begynder det at give mening for dig. Du har fået lidt lettere ved at overskue hvad Peter Donnelly mente i artiklen om retssagen fra England. Du vender derfor tilbage til artiklen og arbejder videre med den.

- Følgende spørgsmål er til artiklen om Peter Donnelly. Diskutér om forfatteren har ret i, at det *muligvis* er hæmmende for nævningenes arbejde at indføre Bayes' formel i retssager. Giv nogle grunde for og imod
 - a. brugen af matematiske formler i retssager og
 - b. ekspertudsagn i retssalen fra matematikere om logikken bag DNA beviser.
- Se på spørgeskemaet, der blev brugt i appelsagen. Prøv *individelt* at vurdere de enkelte sandsynligheder og sammenlign så jeres fælles svar. Hvad ville jeres dom være?
- Diskutér spørgeskemaet, der blev brugt i appelsagen. Hvad tænker du om sådan et spørgeskema? Er der spørgsmål, der mangler? Er der spørgsmål, der ikke burde være der?
- Er I enige med forfatteren i, at appelrettens retningslinjer for, hvordan britiske dommere skal opsummere sager med DNA beviser for nævningene, er en præcis repræsentation af Bayes' formel anvendt på DNA beviser? Er det i det hele taget en god måde at forklare omstændighederne på?