

ISSN 0332-5792

DYADE

DYADE 20 ÅR

Nr. 6 1989

Løssalg kr. 30,—

Genene
i våre hender ?



DYADE

Nr. 6 1989 21. årg

Tidsskrift for kultur, filosofi, psykologi, samfunn

Kjære leser!

Trolig er massemediene en av de mest konserverende krefter i vårt samfunn i dag. Vi ser det tydeligst de sjeldne ganger en politiker våger seg frem med en ny, kontroversiell idé. Det første journalisten da gjør, er å oppsøke dem man vet er helt uenige — og får dem til å fortelle hvor fullstendig håpløs den nye idéen er. Og dermed er den drept. Alt blir som det var.

Massemediene er blitt skråsikkerhetens torv. De enkle, sterke, klare og kortfattede meninger slipper til der.

Når vi beveger oss inn i det nye, ukjente, inn i forandringen, gjør den gamle skråsikkerheten oss blinde. I dette heftet av DYADE om genteknologi forsøker vi å gå bak de sterke, enkle meninger og åpne for refleksjoner.

Etter vår oppfatning er det nettopp det vi trenger tidsskriftene til.

Med dette heftet avslutter vi 1989-årgangen. I 1990 kommer DYADE som kvartalsskrift, 4 fyldigere hefter i året. Som abonnent får du like mange sider i en årgang.

Vi tar sjansen på å love deg et spennende, litt nytt og fremfor alt mer regelmessig DYADE i 1990. Først undersøker vi hva *det russiske* egentlig er. Tiden er inne til å skille klart mellom det sovjetiske og det russiske. Det sovjetiske blir kanskje borte. Det russiske kommer uten tvil til å bestå.

I nr. 2 fører vi deg inn i et interessant tema: *mentalitetshistorien*. Våre foreldre opplevet virkeligheten annerledes enn oss. Nr. 3 blir resultatet av et prosjekt vi har arbeidet med en stund og kommer til å arbeide med videre: Forståelse av hva *narcissisme* egentlig innebærer — individualpsykologisk og som begrep til å forstå endel fenomener i vår samtid. Årgangen avsluttes med en vandring inn i våre gamle og nye eventyr. Vi formidler myter til våre barn — selv om vi tror vi er rasjonelle og moderne. Hva sier disse mytene om oss?

Vel møtt i 1990-årgangen!

Vennlig hilsen

Carl Henrik Grøndahl

Redaktører: Turid Berg-Nielsen
Tom Eide
Halvor Eifring
Carl Henrik Grøndahl
Eirik Jensen (ansv.)
Per Slaastuen

Medredaktør i dette nr.:
Odd Stokke Gabrielsen

Redaksjonsråd: Rolf Brandrud, Ole Gjems-Ornstad, Torbjørn Hobbøl, Are Holen, Anders Lindseth.

Redaksjonssekretær: Viktor Roddvik

I administrasjonen: Randi Jacobsen

Dyade drives på idealistisk basis. Ingen mottar økonomisk godtgjørelse for bidrag. Eventuelt overskudd går til organisasjonen Acemis arbeid for menneskelig vekst.

Dyade utkommer med seks nummer i året. Fra 1990-årgangen med fire. Abonnement koster kr. 120, og løper til skriftlig oppsigelse. Ettertrykk bare etter avtale med redaksjonen.

Besøksadresse: Huitfeldts gt. 49,
0203 Oslo 2
Postadresse: Postb. 2559, Solli
0203 Oslo 2
(02) 83 04 83
Telefax: (02) 83 18 31
Postgiro: 0805 2 09 42 33

Dyade er trykket hos Hegland Trykkeri A/S, Fiekkelfjord.

Tre milliarder bokstaver av livets bok s. 4

Av Odd Stokke Gabrielsen

Dine gener forteller hvordan du bør leve s. 20

Av Anne Lise Børresen

Genteknologi i NRK — skrekkfilm som reportasje s. 26

Av Eirik Jensen

DNA har ikke sjel s. 42

Intervju med Anne Lise Børresen

Fra sivilisasjonens vugge til molekylær biologi s. 52

Av Odd Stokke Gabrielsen

Etiske dilemmaer ved genteknologi s. 64

Intervju med Knut Erik Tranøy

Genene i våre hender

Skråsikkerhet i møte med det ukjente

Vårt samfunn og vår livsstil er til de grader basert på vitenskap og forskning, at vi sjelden reflekterer over omfanget. Kunstfiberklær, konservert mat, strøm, tekniske apparater, medisiner – det som er født av eller modifisert utfra forskning – tilhører det selvfølgelig. Selv romferder er ikke lenger førsteoppdrag i Dagsrevyen. Genteknologien er et unntak. Få fremskritt innen forskning har fått så hyppige og store oppslag i mediene. Få vitenskaper har vakt en slik interesse for etikk og etiske konsekvenser av forskning som nettopp genteknologien. Få, om noen, vitenskaper har vakt slike kontroverser.

Genteknologi er viktig av mange grunner – fordi det gjelder et av vår tids mest dramatiske fremskritt innen naturvitenskap, og fordi det berører mennesket selv. Studiet av arvematerialet, våre gener og genene til mikroorganismer, planter og dyr, har avslørt en felles kjemisk basis for våre liv – og i kjølvannet født en teknologi som tillater dagens molekylærbiologer å analysere og manipulere med gener på måter som var utenkelige bare et par tiår tilbake. USA og Japan er allerede igang med å avlese den genetiske «oppskriften» på mennesket.

Spørsmålet mange stiller: finnes det ikke grenser for hva man skal forske på? Setter ikke menneskets ukrenkelighet en ramme for genteknologien? Er det bare forskerne som avgjør hva slags viten vi skal søke? Skal ikke et samfunn så gjennomsyret av vitenskap også få bestemme hva slags forskning vi ønsker? Men hvor og utfra hva skal det settes grenser på et område i så rask utvikling at lover risikerer å være foreldet før

de trer i kraft? Problemet er at de muligheter og betenkeligheter moderne genetikk og medisin stiller oss overfor er så nye og uvante at våre etiske intuisjoner blir usikre. Det er ikke opplagt hva som er rett og galt. Vi har ikke tidligere erfaringer eller tradisjoner å støtte oss til. Bildet kompliseres også av at vi har å gjøre med en rekke ulike problemområder som antagelig må skjelnes fra hverandre. Når genteknologien ikke bare reiser ett problem, er det trolig heller ikke bare ett svar.

Hvordan reagerer vi i en slik situasjon? Bedømt utfra media-bildet ser mange ut til å ta sterke standpunkt. Stilt overfor dette nye, uvante, samtidig lovende og skremmende, blir en del merkelig skråsikre. Man synes å ville gjøre virkeligheten enkle-
re enn den er, går i skyttergravene på den ene eller andre siden, eller begynner å misjonere for sin nyvundne overbevisning. Refleksjonen avsluttes før den er påbegynt.

Noen raske sitater vil illustrere situasjonen: «Vil genteknologien vise seg å bli den siste nagle i menneskehetens kiste?»¹ «Bioteknologisk forskning gjør det mulig å kreere det fullkomne mennesket. Den perfekte skapning på fire ben — eller hvor mange ben man måtte ønske.»² «Spørsmålet er ikke om klokken er 5 på 12, men om den allerede har passert 12.»³ «Genteknologien vil kunne føre til en markert forbedring i helsetilstanden hos mennesker og dyr.»⁴ «Vår status som velferdssamfunn er truet. Vår redning vil være en langt friskere satsing på forskningsfronten — og da spesielt på bioteknologi. Når århundrets historie skal skrives, vil følgende trylleord få plass i første setning: rekombinant DNA teknikk (det som vi her kaller genteknologi, vår anmerkning).»⁵

Dyade tok opp temaet genteknologi allerede i 1980 i en artikkel i temanummeret «Umoralen i moralen». Den gang kom aldri genteknologi-debatten, som var heftig i mange land, særlig i USA, riktig på dagsordenen her hjemme. I de siste par årene har situasjonen endret seg. Vi har hatt en opphetet debatt om patent på liv, artikkelserier i flere aviser og tidsskrifter, offentlige utredninger om bioteknologi, partier har tatt stilling, vi har nettopp sett en mordsak oppklart ved hjelp av genteknologi og en leder av Datatilsynet som har tatt avstand fra gen-

1. Prof.dr.med. Ole Fyrand, Aftenposten.

2. Stortingsrepresentant Grete Knudsen, Ap, i et intervju i Bergens Tidende kalt «Genteknikk avstumper mennesket».

3. Prof.dr.theol. Jacob Jervel, Samtiden.

4. Fra Gro Harlem Brundtlands «gen-tale» i Stortinget referert i Aftenposten.

5. Professor Viggo Mohr, formann i arbeidsgruppen som har laget en nasjonal handlingsplan for bioteknologi.

testing. Når Dyade igjen tar opp temaet genteknologi er det for å problematisere, komplisere og utfordre de forenklete bilder av genteknologi som har avtegnet seg. Vi ønsker ikke å føye oss inn i den lange rekken av de som har tatt stilling. Problemområdet en ennå for nytt, vår innsikt for liten, vår refleksjon ikke uttømt. Vi ønsker derfor å holde temaet åpent ennå en tid for drøftelse og ettertanke. Vi har kanskje mye å tape på å være skråsikre.

Den våkne leser vil likevel tidvis ane en mer positiv holdning til genteknologi enn han kanskje er vant med fra andre media. Det er ingen tvil om at nei-folket har ropt høyest. Vi ønsket derfor også å gi stemme til en mer lavmælt gruppe, forskerne som selv arbeider med genteknologi her til lands. I artikkelen «Tre milliarder bokstaver av livets bok» prøver undertegnede å formidle biter av den nye biologiens ABC og presenterer eksempler på genteknologiens anvendelser slik de faktisk er i dag. I artikkelen «Fra sivilisasjonens vugge til molekylær biologi» trekkes linjene bakover for å vise utviklingen genteknologien er et produkt av. Det er særlig analyse av og inngripen i menneskets eget arvestoff som vekker debatt. Her bringer vi en artikkel av forsker Anne-Lise Børresen ved Avdeling for Genetikk, Det norske Radiumhospital, «Dine gener forteller hvordan du bør leve». Genteknologien i NRK er tema for advokat og magister i filosofi Eirik Jensens artikkel «Skrekkfilm som reportasje» hvor han retter søkelyset mot NRKs særpregede rolle i genteknologi-debatten. Mange av de vanskelige etiske spørsmål som den nye teknologien reiser har vi rettet dels til en forsker som selv arbeider med genteknologi, forsker Anne-Lise Børresen, dels til en filosof med medisinsk etikk som spesial, Professor Knut Erik Tranøy. Svarene vi fikk er å finne i artiklene «DNA har ikke sjel» og «Ethiske dilemmaer ved genteknologi».

Det kan være på sin plass her å presisere at vi i dette tema-nummerert av Dyade har avgrenset oss til genteknologi, analyse og modifikasjon av gener. Det betyr at en hel del ny og kontroversiell medisinsk teknologi faller utenom, så som kunstig fertilisering, nedfrysing av befruktete egg, embryoforskning, organtransplantasjon osv.

Uansett om man anser genteknologien som gjennombruddet i biologien som skal sikre oss bedre helse og videre velferd, eller anser den som et fremtidsmareritt som har rykket nærmere — vårt håp er at dette Dyade skal være et bidrag til større edrue- lighet.

*Tre
milliarder
bokstaver
av
livets bok*

Hva er genteknologi?

*Hvor langt er
vi kommet?*

*Hva er det vi nå kan,
og ikke kan?*

Helbrede sykdom?

Avsløre mordere?

Gi larver mageknip?

Av Odd Stokke Gabrielsen

En teolog, en revyartist, en mystiker, en jordmor, en psykolog og en molekylærbiolog ville alle gi svært ulike svar. Spørsmålet har da også mange svar. Livets gåte mange aspekter. Likevel ville det trolig være molekylærbiologen som ga det lengste, mest kompliserte, utførlige, og tyngst forståelige svar på hva liv er. I allefall ville hans svar være det eneste som det kan og er blitt utviklet en teknologi utfra, genteknologien. Her vil vi prøve å formidle biter av dette svar, populariserte utdrag av den moderne biologis ABC, dens forståelse av liv. Særlig genenes rolle, deres teknologi og praktiske anvendelser vil være i fokus.

En levende organisme er som en kinesisk eske, med mange nivåer av komplekse strukturer. Begynner vi oppdelingen av vår kropp kommer vi først til organer som kroppen er bygget opp av – hjerne, hjerte, nyrer, blodå-

rer, ben osv. Hver av disse er så bygget av vev, og de forskjellige vev er igjen bygget opp av celler. Allerede som nyfødte barn består vi av noe slikt som 5 tusen milliarder celler totalt.

Går vi inn i cellen og ser på dens oppbygning, finner vi også der en rekke organiserte strukturer, organeller, som kjerne, membraner, mitokondrier, ribosomer, endoplasmatisk reticulum osv. Eksotiske navn på de ulike «maskiner» vi finner i cellen, som samlet fungerer som en liten biologisk fabrikk hvileløst aktiv hele tiden.

Går vi enda lengre inn og ser på organellenes oppbygning, begynner enkelheten i livets kompleksitet å tre frem. Byggestenen er få: proteiner, fett, karbohydrat og nukleinsyrer som alle er makromolekyler. I mange varianter riktignok, men bygget opp over en felles lest av enda enklere kjemiske

molekyler: aminosyrer, sukker, fettsyrer osv. Disse er igjen bygget opp av atomer.

Og slik kunne vi fortsatt med enda et par kinesiske esker. Det som er tydelig når man studerer livets strukturer, er at jo lengre ned mot det molekylære nivå man går, jo større fellestrekk finner man mellom alle former for liv. Alt liv er bygget med samme lest, med de samme grunnleggende strukturer og molekyler, skrevet i det samme genenes språk. Forskjellen på en gul stafylokokk og forfatteren av denne artikkel er, rent biologisk sett, bare en forskjell i hvor mange og hvor komplekse bio-

molekyler de respektive cellene er bygget opp av.

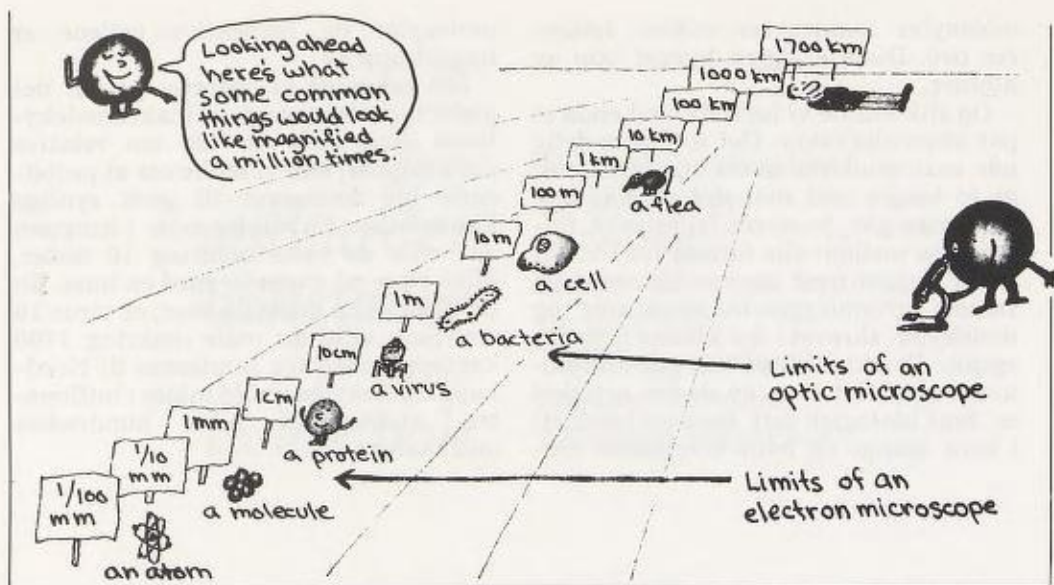
Det eskenivå vi opererer på når det gjelder genteknologi er makromolekylenes. For å få en idé om relative dimensjoner, kan vi tenke oss at proteinene ble forstørret til godt synlige klinkekuler. En vanlig celle i kroppen vår ville da måle omkring 10 meter, altså være på størrelse med en buss. En bakterie ville måle 1 meter, et virus 10 cm. Selv ville du måle omkring 1700 km, avstanden fra Lindesnes til Nordkapp. Molekylene ville måles i millimeter, atomene i noen hundredels millimeter.

Hvorfor ikke hjerneceller i knærne?

To makromolekyler er særlig viktige for forståelsen av hva genteknologi er: proteiner og DNA. Proteiner er en rikholdig gruppe molekyler som står for det meste av cellens stoffskifte, omsetning av mat til energi, oppbygning av nye celler, kommunikasjon mellom celler. De er maskinene i fabrikken som får kjemiske prosesser til å gå. Vi kaller denne gruppen proteiner for enzymer. Noen proteiner har også strukturelle funksjoner, er en del av reisverket og fabrikkbygningen. Det finnes trolig 5000 forskjellige grupper av proteiner i en dyre eller plantecelle. Hvert protein har en særskilt funksjon. Alle proteiner er bygget opp fra 20 forskjellige aminosyrer som er satt sammen i ulike rekkefølge i de forskjellige proteinene. Et visst antall aminosyrer i en gitt rekkefølge gir f. eks. veksthormon, et annet antall med en annen rekkefølge gir et protein som spalter sukker, nok en kombinasjon gir et protein som lager kolesterol osv. Akkurat som vi med våre 29 bokstaver

kan skrive alt fra dikt til trusselbrev til Dyadeartikler, bruker cellen aminosyre-alfabetet på 20 «bokstaver» til å lage et vell av ulike proteiner.

Når en hjernecelle er forskjellig fra en muskelcelle, eller når en bakteriecelle er forskjellig fra en plantecelle, er det fordi de lager forskjellige proteiner. Et eller annet må derfor gi de nødvendige oppskrifter og styre produksjonen av hvilke proteiner som skal lages. Fikk vi muskelceller i hjernen og hjerneceller i knærne og vinger på magen, ville alt gå i stå. Enhver celle har derfor en oppskrift med all nødvendig informasjon om hvordan alle cellens proteiner skal bygges opp og om hvor mye som skal lages under ulike forhold. Denne kokeboken er vårt arvestoff. Og det makromolekylet som bærer oppskriftene i seg, kalles DNA (deoxyribonucleic acid). Den er skrevet i et annet alfabet enn proteinene med bare fire «bokstaver». Men skriver man bare litt lengre epistler kan like mye uttrykkes med fire som med tjue bok-



En levende organisasjon er som en kinesisk eske, med mange nivåer med komplekse strukturer. Jo lengre ned mot det molekylære nivå man går, jo større fellestrekk finner man mellom alle former for liv. (Illustrasjon fra barneboka «Biokit»)

staver. Datamaskinenes språk har til sammenligning bare to bokstaver.

En typisk human celle er omkring 1/100 mm lang. Dersom alt DNA i en slik celle ble strukket ut til en rett tråd ville den måle 1,5 meter, selv om den bare ville være en milliontedel av en millimeter tykk. DNA fra alle våre celler lagt etter hverandre ville gi en tråd som rakk fra jorden til månen. Tråden er egentlig en dobbeltråd hvor to utgaver av det samme arvestoff er tvunnet sammen i dobbelheliks. Når en celle deler seg, tvinnes tråden opp i sine to halvdeler hvorav en halvdel går til den nye cellen og den andre halvdel forblir hos morcellen. Slik får alle nye celler overlevert det samme sett av oppskrifter.

Denne sammenkrølede livets tråd er det altså som danner våre kromosomer og som bærer våre gener hvor alt om vår oppbygning er kodet inn. Hvert gen gir oppskriften til et protein. Ialt har vi i hver celle oppskrifter på ca.

100 000 proteiner. De ulike levende organismer har ulike DNA, ulike oppskrifter og blir på den måten forskjellige. Et virus er blant de enkleste livsformer. DNA tråden vi finner i Hepatitt B viruset består av 3182 bokstaver svarende til et tettskrevet A4 ark. DNA tråden vi finner i en mikrobe som en vanlig tarmbakterie består av 3 millioner bokstaver svarende til et ettbinds leksikon ca 5 cm tykt på tusen tettskrevne sider. DNA tråden vi har i våre egne celler består av 3 milliarder bokstaver svarende til et leksikalsk verk på tusen bind, hvert bind på tusen tettskrevne sider, som stablet oppå hverandre ville bli på høyde med en 20 etasjers bygning.

Mendel hadde rett når han foreslo at vi har to utgaver av hvert gen. Oppskriftene for alle våre proteiner finnes i to utgaver, et sett i de 23 kromosomene vi fikk fra mor, et annet i de 23 lignende kromosomene vi fikk fra far. Mange oppskrifter er de samme, men

av og til er det en trykkfeil i et par av oppskriftene fra far, eller en annen skrivemåte i noen av oppskriftene fra mor. Noen ganger kan et helt avsnitt ha falt ut i fars oppskrift, men det gjør ikke noe for i mors kromosomer står det som mangler. Krittisk blir det som oftest først når du har fått en ufullstendig oppskrift for et viktig protein fra begge dine foreldre. Da kan du bli alvorlig syk. Ofte har du kanskje fått en mindre gunstig oppskrift i dobbel dose slik at du lager noen proteiner

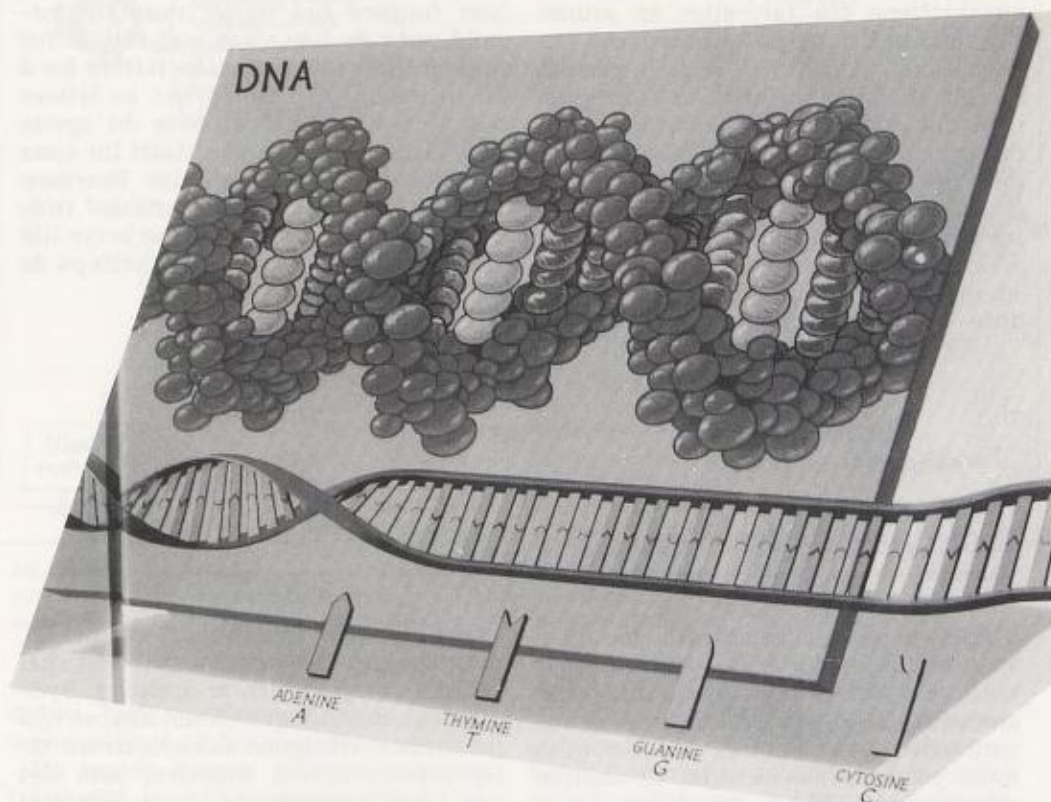
som ikke gjør jobben sin så godt. Det kan fungere bra under normale forhold, men du kan være mer følsom for visse miljøbelastninger, ha lettere for å få lungekreft hvis du røyker, ha lettere for å få hjerteinfarkt hvis du spiser mye fett, eller være mer utsatt for visse kreftformer slik Anne Lise Børresen går nærmere inn på i sin artikkel (side 20). De samme belastningene betyr lite for de som har en bedre oppskrift på de aktuelle proteiner.

Å skape nye livsformer

Hva er så genteknologi? Populært sagt, teknikker for å lese våre gener og teknikker for å lage nye gener eller genkombinasjoner. Eller sagt på en annen måte: genteknologi er et samle- navn på en rekke metoder til analyse og syntese av DNA molekyler, en praktisk teknologi med gener som materiale, vokst ut av molekylær genetikk og biokjemien. Da genene i vår forståelse gikk over fra å være abstrakte arvefaktorer til å bli et konkret kjemisk molekyl, ble det også etterhvert klart hvordan det kunne avristes sin kode og hvordan det kunne ombygges. Det ville føre for langt og bli for teknisk å gi en fullgod oversikt over alle teknikkene her, men noen smakebiter har vi plass til.

Det kan være nyttig å skjelve de analytiske metodene fra de syntetiske – også når vi diskuterer etiske og samfunnsmessige aspekter av genteknologien. Å analysere og avlese f.eks. genmønsteret hos en kreftpasient innebærer ikke noe inngrep av betydning (bortsett fra en blodprøve e.l.). Det debatten der gjelder, er etiske konse-

kvenser av frembrakt kunnskap, hvordan genetisk informasjon best skal behandles og om den er ønskelig. Syntetisk genteknologi derimot skaper nye livsformer, riktignok ikke havfruer eller science-fiction monstre, som det kan være nærliggende for en legmann og enkelte journalister å assosiere med nye livsformer, men produksjonsorganismer som lager medisiner, nyttevekster med økt næringsverdi, eller husdyr med egenskaper som klassisk avl aldri ville kunne frembringe. Her gjelder det ikke først og fremst frembrakt kunnskap, men nye biologiske varianter av kjente bakterier, planter og dyr. De etiske aspekter blir her av en annen art, knyttet til vurdering av nytte versus risiko, til økologi, til den levende naturs egenverdi versus nytteverdi osv. Stilt overfor helt nye problemer og situasjoner blir lett vår moralfølelse usikker, særlig når kunnskapsnivået er beskjedent. Det kan også av den grunn være avklarende å se på noen konkrete eksempler for å få et bedre inntrykk av hva genteknologiens muligheter er.



Livets dobbeltråd, DNA molekylet, som bærer våre gener skrevet med et kjemisk fire-bokstavs alfabet.

Gentester avslører sykdom

Mange av de viktigste verktøy for å analysere eller endre DNA trådene, har naturen selv laget for oss. Et av de første var restriksjonsenzymene, bakterielle proteiner som kan lese og gjenkjenne korte kodesekvenser eller ord i arvestoffet, for så å klippe tråden tvers over akkurat der. Tenker du deg en lang stripe med tekst som klippes opp ved alle forekomster av ordet «og» eller «varm» eller «Dyade», får vi et knippe med kortere tekstbiter av ulik lengde. Mønsteret av biter, hvor mange

og hvor lange, avhenger både av teksten og av hvilke ord det klippes ved. Hver tekst får sitt karakteristiske mønster av klippede biter. Slik er det bl.a. DNA analyseres. Verktøyet, ord-saksene eller restriksjonsenzymene, isoleres fra ulike bakterier som lager dem til egen beskyttelse mot fremmed DNA. Tekststrimlene er DNA-prøver, isolert fra en blodprøve, en plante, bakterier eller virus. Hvert DNA vil pga. sin lengde gi et karakteristisk mønster om det spaltes opp med flere restriks-

sjonsenzymmer. Får vi for mange biter slik at mønsteret blir uoversiktlig kan vi dessuten avgrense analysen til bestemte «tekstavsnitt» eller gener ved å bruke gen-prober og en teknikk som kalles hybridisering.

Et eksempel. Millioner av afrikanere har en plagsom genetisk blodsykdom som kalles Sigd-celle anemi. Omkring 0.4% av den favede befolkning har sykdommen i gjennomsnitt, mens hyppigheten er langt høyere i visse strøk i sentral-Afrika, hvor frekvensen av genbærere kan være opptil 40% – trolig fordi genbærerne er beskyttet mot malaria. Tidligere var sykdommen oftest fatal. De syke døde før de var 30 pga. infeksjoner, nyresvikt, hjertesvikt eller trombose. Deres unormale, sigdformede røde blodlegemer kan tette igjen årer og slik forårsake skade samtidig som blodlegemene er svært skjøre og sprekker lett og gir alvorlig anemi. Feilen skyldes en trykkfeil i genet for blodproteinene hemoglobin. Her er en A-«bokstav» byttet ut med en T, slik at hemoglobinet som lages får en ny egenskap: tendens til å felles ut som fibre ved lavt oksygentrykk slik at de røde blodlegemene deformeres, blir skjøre og plagene oppstår. De som blir alvorlig syke, er de som har det endrede genet i dobbel dose. Genbærerne, 10% av den sorte befolkning, har én utgave av det friske og én utgave av det syke genet, og vil dermed lage nok normalt hemoglobin til at blodet stort sett oppfører seg som det skal – hvis de bare får nok oksygen og unngår hard fysisk aktivitet i tynn luft, anestesi o.l.

DNA analyser kan påvise hvilken genvariant man har, enten to friske, et friskt og et sykt eller to syke gener. Dette kan gjøres både på fostre og på voksne.

I siste tilfelle har det f.eks. vært benyttet i USA til å identifisere soldater som ikke bør utsettes for for hård fysisk belastning. Et restriksjonsenzym som kalles MstII klipper DNA tråden nettopp i det ordet hvor trykkfeilen

ligger. Det vil derfor spalte DNA trådene fra en frisk person slik at begge hemoglobin-genene blir liggende på en DNA-bit som er 1100 bokstaver langt, mens det syke genet – fordi et av klippedene er ødelagt – blir liggende på en større bit, 1300 bokstaver langt. Genbærerne vil ha en utgave av hver genvariant. Testen viser helt tydelig om et barn, hvor begge foreldrene er bærere av det syke genet, selv er helt friskt eller har det syke genet i dobbel dose. En rekke genetiske sykdommer kan nå analyseres med slike gentester eller RFLP-analyser som forskerne selv kaller dem.

Et annet eksempel på alvorlig genetisk sykdom hvor genteknologien er i ferd med å bryte nye veier, er cystisk fibrose. Cystisk fibrose er en sykdom som drastisk reduserer livskvaliteten og forkorter livslengden. Pasientene produserer store mengder tykt slim særlig i lungene, som blokkerer luftveiene og fremmer bakterielle infeksjoner. Over tid brytes lungene gradvis ned pga. de kroniske infeksjonene og dette er gjerne årsaken til tidlig død. Unormal slimdannelse andre steder i kroppen gir også komplikasjoner. Behandling kan lindre, men ikke helbrede. Det er en såkalt recessiv sykdom hvor du må få det syke genet fra begge dine foreldre for selv å bli syk. Men frekvensen av genbærere er høy, og hyppigheten av syke er omkring en blant 2000 fødte. På verdensbasis dør omkring 5000 mennesker årlig av cystisk fibrose.

I 1989 ble kloningen av genet som er defekt hos cystisk fibrose pasientene rapportert. Dette har ikke bare gitt oss nye muligheter for sikker tidlig diagnose, men har gitt ny innsikt i sykdommens årsak. Trolig er ikke proteinet satt ut av funksjon, men det fungerer unormalt, noe som har gitt håp om at det skal kunne finnes midler til å korrigere proteinets aktivitet og dermed i fremtiden kunne helbrede sykdommen.

Når vi snakker om kloning av et gen, f.eks. genet som er defekt hos cystisk fibrose pasientene eller genet for veksthormon hos laks, mener vi at det stykket av DNA tråden hvor oppskriften på det aktuelle protein ligger, er klippet ut fra sitt naturlige DNA, koblet inn i et bakterielt minikromosom, og puttet inn i en bakteriecelle. Når denne bakterien formerer seg, produserer den minikromosomet med genoppskriften for oss i store nok mengder til at vi kan bruke dette DNA i f.eks. gentester for å påvise sykdom, i medisinsk forskning til å kartlegge årsaker til

sykdom, eller i farmasøytisk industri til å produsere medisiner. Av de omkring 100 000 gener vi har i vårt DNA, er ca. 5000 gener klonet til nå, altså klippet ut av kromosomene og satt inn i en bakterie slik at vi kan lage det vi trenger av disse DNA bitene.

Flere eksempler og perspektiver på genteknologiens betydning for human medisin finnes i artikkelen til Anne Lise Børresen på side 20. Men DNA analyser har fått anvendelser også utover kartlegging av sykdomsgener.

Morderens gener avslørte ham

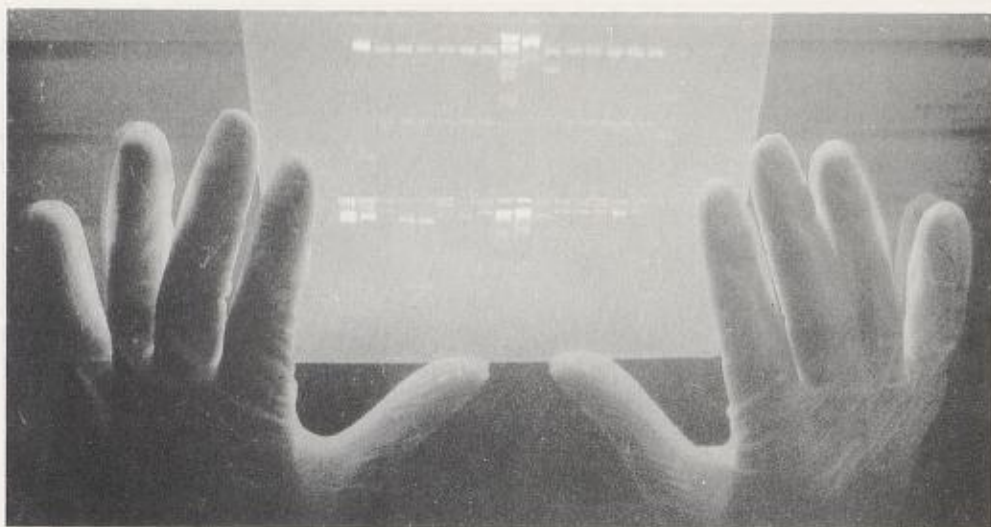
Bronx, 5.februar 1987. Vilma Ponce og hennes to år gamle datter blir brutalt stukket ihjel i sin leilighet. Etter tips forhører politiet en nabo, Jose Castro. De legger merke til et lite blodspor på Castros klokke. Blodsporet sendes til et laboratorium som ekstraherer et halvt milliontedels gram DNA fra blodsporet. Samtidig tas DNA prøver fra ofrene. DNA prøvene klippes opp med restriksjonsenzymet PstI og kuttemønsteret i tre svært variable områder av arvestoffet analyseres og

sammenlignes, samtidig som kjønn bestemmes. 22 juli leverer laboratoriet sin rapport. Blodsporet fra Castros klokke inneholder DNA som passer nøyaktig med morens DNA. Sjansene for at dette skulle være en tilfeldig match, ble angitt som 1 til 100 millioner. Slik DNA «fingerprinting» har blitt mer og mer akseptert ved domstoler i USA. De siste par årene har DNA data blitt brukt som bevismateriale i flere enn 80 voldtekts og mordsaker og ført til minst 64 domfellelser.

Oppskriften på mennesket

Men det er ikke bare klippemønstre man kan analysere. Man kan idag også avlese de genetiske oppskrifter direkte «bokstav« for «bokstav», gjennom det man kaller sekvensering. Et av de virkelig gigantiske forskningsprosjekt innen dette feltet som allerede er påbegynt, særlig i USA og Japan, er å lese hele den genetiske oppskriften på et menneske, hele det tusen binds tykke leksikalske verk våre celler bærer på.

Et prosjekt som er estimert å koste omkring 3 milliarder dollar over 15 år. 3 milliarder bokstaver på 15 år blir over en halv million bokstaver lest pr.dag. Når en trent forsker med vanlig teknologi idag gjerne bruker et par dager på å lese noen hundre «bokstaver» skjønner man at innsatsen for å få lest en halv million pr dag i 15 år er formidabel.



Analyse av hvordan DNA lar seg spalte opp i mindre biter kan avsløre sykdom eller disponerthet for sykdom.

Et molekyl nok

En annen ny potent teknikk som er utviklet de siste par årene er det som kalles PCR (polymerase chain reaction). Den gjør det mulig å analysere svært små mengder DNA materiale. I prinsippet er et molekyl nok. Dette blir nøyaktig kopiert noen millioner ganger i reagensglasset til man får nok materiale til å gjøre de ønskede analyser. Et av de mange anvendelsesområdene til denne teknologien er påvisning av virus, f.eks. HIV-viruset. Hvis en blodprøve inneholder dette viruset, vil PCR teknikken kunne påvise det selv i forsvinnende små mengder. En adskillig mer kontroversiell anvendelse, som vel de fleste mener er betenkelig og forbundet med uakseptabel risiko, er gentester utført på in vitro fertiliserte egg. Her tar man bort en celle fra et embryo som bare har nådd 4-celle stadiet, undersøker genmønsteret i visse risikogener i denne ene cellen ved hjelp

av PCR før man bestemmer om det resterende 3-cellers embryoet skal settes inn i moren.

Genene er ledelsen i alle cellers fabrikk. Deres rolle er å dirigere og gi oppskrifter til den enorme produksjonsvirksomhet som der foregår, produksjon av proteiner: enzymer, hormoner, antistoffer osv. Hvis en slik cellefabrikk får nye direktiver og nye oppskrifter i form av nye gener kan den utvide produktspekteret og begynne å lage nye proteiner i tillegg til de gamle. En slik omprogrammert celle er det som ofte kalles nye livsformer frembrakt gjennom genteknologi. Insulin som normalt produseres i celler i bukspyttkjertelen, og som diabetikere har for lite av, kan produseres i bakterier. Proteiner fra Hepatitt B viruset som benyttes i vaksiner, kan produseres i gjærceller. En koaguleringsfaktor som visse blødere mangler, kan produ-



Avlesningén av den genetiske oppskriften på mennesket vil fortelle oss mye, men langt fra alt.

seres i melkekjertelen hos sauer slik at disse melker medisiner. Et toksin som dreper snyltedyrr, kan produseres i bladene på nytteplanter slik at de ikke trenger å sprøytes. I prinsippet kan hvilken som helst celle produsere hvilket som helst protein hvis det aktuelle

gen tilføres sammen med signaler som forteller cellen at genets oppskrift skal benyttes til produksjon. Dette er bakgrunnen for den farmasøytiske og bioteknologiske industris store interesse for genteknologi.

Ringerikspoteten er en kloning

Kloning er et nøkkelord når det gjelder genteknologisk produksjon. Kloning er formering som gir arvemessig identiske individer. Gjennom kloning kan man skaffe seg et ubegrenset antall eksemplarer som er helt ens med utgangsorganismen. Kloning benyttes i stor utstrekning f.eks. med frukttrær (gjennom poding), bærbusker (ved stiklinger), poteter (ved knoller). Gravenstein er en klon, ringerikspoteten

likeså. Bakteriekloner som er tilført et konstruert DNA molekyl som gir dem interessante produksjonsegenskaper, kan på kort tid gi store mengder identiske etterkommere med de samme nyttige egenskapene. Bakterier formerer seg langt raskere enn ringerikspoteten. En bakteriecelle vil over natten kunne gi flere milliarder like kopier av seg selv.

Vaksiner fra gjær

På verdensbasis er millioner av mennesker infisert av hepatitt B viruset. I fjerne Østen og i tropisk Afrika har minst 10% av befolkningen fått viruset. I Nord-Amerika opptrer ca. 200 000 nye tilfeller hvert år. Utslagene av en infeksjon er svært ulike, fra en symptomfri bærer-tilstand til akutt og kronisk leverbetennelse og skrumplever som gjerne er dødelig. I tillegg fører ofte virusinfeksjon til etterfølgende utvikling av en spesiell form for leverkreft som forårsaker 300 000 dødsfall pr. år. Før genteknologien var den eneste kilde til produksjon av vaksine, virus isolert fra infiserte individer. En slik vaksine kostet opp mot tusen kroner per injeksjon, en uaktuell pris for den tredje verden hvor vaksinen trenges mest. Dessuten er det pga. av

AIDS problemet en økende skepsis til vaksiner produsert fra blod. I 1978-79 lyktes det flere forskningsgrupper å klonere og sekvensere hepatitt virusets gener. I 1982 ble det rapportert at gjærceller var blitt omprogrammert til å produsere et av virusets overflateproteiner som kunne brukes som vaksine. Gjæren produserer noe som ligner på tomme viruspartikler uten DNA som gjør dem helt ufarlige mht. å utvikle formeringsdyktige virus, samtidig som immunresponsen er god. Da den gjær baserte vaksinen ble benyttet til å vaksinere sjimpanser, ga den full beskyttelse når disse etterpå ble infisert med hepatitt B virus. Denne hepatitt vaksinen er den første genteknologi baserte vaksinen som er blitt godkjent til bruk på mennesker.

High tech naturmedisin

Visse celler i immunforsvaret vårt skiller ut en rekke proteiner, såkalte lymfokiner, som forsterker forsvarsevnen vår mot infeksjoner og mot kreftsvulster. Disse var noe av det første den syntetiske genteknologien kastet seg over i håp om å kunne produsere

store mengder naturlige forsvarsproteiner som skulle kurere og beskytte mot virus og kreft. Ikke alle gullalderdrømmene er blitt innfridd, men interferon-alpha er blitt tillatt brukt i behandling av visse typer leukeami. Interleukin-2 er vist å ha betydelig anti-

tumor aktivitet i kliniske forsøk fordi det stimulerer visse typer forsvarsceller som spesifikt ødelegger bestemte kreftceller. Tumor necrosis faktor (TNF) er et annet lovende lymfokin som i laboratoriet er vist å ødelegge kreftceller, men ikke røre de friske, normale cellene. En rekke av disse lymfokinene produseres nå i bakterieceller, i gjærceller, insektsceller eller human celler i kultur takket være genteknologiens mulighet til å omprogrammere disse cellene. Den idé som har ligget bak denne innsatsen, er ikke så ulik naturmedisinens. Man så for seg at disse produktene skulle kunne styrke pasientenes eget forsvar og på den måten bekjempe sykdom ad naturlig vei fremfor å proppe dem med cellegifter og kjemiske kroppsfrremmede medisiner. Men selv om forventningene har vært store og en del lovende resultat allerede finnes, gjenstår mange uløste problemer. Fordi man ennå ikke kjenner godt nok det fine samspeillet mellom de ulike lymfokinene som kroppen selv benytter, har man hatt litt for mange ubehagelige og til dels farlige bivirkninger enn det som er akseptabelt for medisiner. Men dette forskningsfeltet er i rask fremgang, ikke minst takket være genteknologien som har gitt rikelig tilgang på forsvars-

proteinene. Når forskerne har lært å bruke disse like bra som naturen selv, vil kanskje noen hver av oss en dag stifte bekjentskap med disse nye medisinene, – laget av naturens egen hånd, skaffet til veie via genteknologi.

Listen over genteknologiens «naturmedisin»-produkter er lang, og vi skal bare gi noen stikkord til avslutning: epidermal vekstfaktor som stimulerer heling av sår, insulin for diabetikere, veksthormon som gjenskaper normal vekst hos dverger, atrial natriuretisk faktor til behandling av høyt blodtrykk. Også norske forskere er med å gi sitt bidrag her. I et samarbeidsprosjekt mellom grupper ved Biokjemisk institutt og Institutt for medisinsk biokjemi ved Universitetet i Oslo og en gruppe ved Senter for Industriforskning er det utviklet en type gjærceller som produserer parathyroidea hormon, et av de proteinene kroppen benytter til å regulere kalkbalansen og som har et potensiale som legemiddel mot benskjørhet eller osteoporose – en sykdom som særlig rammer eldre kvinner. Det alle disse eksemplene har felles, er at de søker å utnytte kroppens egne virksomme proteiner til å helbrede sykdom. Noen er i handelen, andre bare på forskningsstadiet.

Planter som beskytter seg selv

Ingen har en lengre historie som bruker av manipulererte organismer enn jordbruket. Essensen i all husdyravl og planteforedling er å få frem nye nyttige genkombinasjoner og genvarianter. Forskjellen mellom å gjøre dette via klassisk avl og foredling eller via genteknologi er hovedsaklig at man i siste tilfelle vet hvilke gener man arbeider med, mens man i klassisk foredling arbeider mer eller mindre i blinde når det

gjelder de genetiske endringene man innfører. Man er der bare interessert i de individene som har fått forbedrede egenskaper, uansett hvilke gener som er blitt modifisert. Med genteknologiens mer presise endringer kan man derfor komme i mål raskere og få til genkombinasjoner som neppe ville latt seg realisere via klassisk genetikk. Genteknologiens bidrag på dette området har ikke vært så mye å tilføre nye

produkter og prosesser som å forbedre eksisterende virksomhet.

Et par eksempler vil illustrere hva genteknologien har å tilføre. Matplanter for store verdier rammes hvert år av sykdom, infeksjoner og skadedyr. Å fremskaffe sykdomsresistente planter var derfor et av områdene hvor genteknologi først ble satt inn. Et eksempel på «biodynamisk», genteknologisk jordbruk er utviklingen av planter som selv tar knekken på larver o.l. uten en dråpe sprøytemiddel. Genet som gir plantene denne egenskapen, stammer fra en bakterie, *Bacillus thuringiensis*. Denne mikroorganismen produserer et protein som for oss er helt ufarlig, men som i magen til larver og lignende skadedyr omdannes til et toksin, et giftig protein, som tar knekken på larven. Sprøyting med denne bakterien har også vært benyttet i insektsbekjempelse i over 20 år. Det nye er at toksingenet er blitt overført fra bakterien til planten selv, slik at genproduktet lages i bladene. Straks en larve tar seg et jafs av et blad, får den mageknip og angrer snart at den smakte på forbudne frukt. Toksinet som dannes i magen leverer skadedyret ingen sjanse. Det interessante ved denne strategien er at det bare er i insektmagen omdannelsen til toksin skjer. Vi kan spise planten med velbehag. Det finnes også en rekke beslektede toksiner som angriper ulike typer skadedyr.

En alternativ strategi går ut på å gjøre plantene resistente mot sprøytemidler, f.eks. glyfosat, et av de mer uskyldige midlene, slik at ugresset stryker med, mens sprøytemidlet preller av på nytteveksten. Mange er imidlertid skeptiske til en slik bruk av genteknologien, både av frykt for økt sprøyting, og fordi slik forskning gjerne skjer i regi av de samme selskapene som selger sprøytemidlet.

Virus er et problem også for maten vår. Tomatmosaikk viruset ødelegger tomater for 50 millioner dollar årlig. En strategi har vært å sette inn et av virusets gener direkte i tomatens eget



Odd Stokke Gabrielsen (38) er cand.real. i biokjemi (1977) og har i flere år arbeidet med genavlesning (transkripsjon) i høyerestående celler, og i de senere år også med gjær som produktionsorganisme for genteknologiske produkter. Sin Dr.philos. grad tok han på avhandlingen «In vitro studies on class III transcription in *Saccharomyces cerevisias*» (1988). Gabrielsen som lenge har vært tilknyttet Biokjemisk institutt, Universitetet i Oslo, har tidligere hatt forskningsopphold i Frankrike hvor han også for tiden er å finne tilknyttet Laboratoire d'ingénierie des Protéines ved Centre d'Études Nucleaires de Saclay utenfor Paris.

DNA. Når denne «transgene» tomatplanten senere ble utsatt for virusangrep, ble det funnet en betydelig reduksjon av eller fravær av sykdomssymptomer.

Et annet prosjekt som pågår, er å lage en potet med høyere næringsverdi dvs. høyere innhold av de essensielle aminosyrene. Mens vi måtte spise 1,8 kg av dagens potet skulle vi få dekket vårt proteinbehov bare fra denne kilde, ville dagsbehovet kunne dekket med 0,8 kg av en genteknologisk potet.

Et av de kontroversielle spørsmål ved denne del av genteknologiske anvendelser knytter seg til risiko ved utplanting. De nye veksternes nytteverdi kan først realiseres dersom man får

drive jordbruk med dem utenfor laboratoriets skjermende vegger. Men vet man nok om de økologiske konsekvenser av å sette ut planter med helt nye egenskaper? Her strides lærde og ulærde. Problemet er nytt, og blant både økologer og molekylærbiologer er det delte meninger. Problemet er ikke så endimensjonalt som enkelte medieinnslag kan tyde på. Mange miljøaktivister har engasjert seg mot. Problemet er at det er svært vanskelig å vite sikkert om utplassering innebærer risiko og hvor stor en eventuell risiko er før de nødvendige feltforsøk er gjort. Mye forskning gjenstår for å få sikrere data her. For sikkerhets skyld er iallfall kontrollen med slik utplassering uhyre streng.

Medisiner fra fjøset

Etter å ha sett forsiden med bildet av supermusa i det prestisjetunge tidsskriftet *Nature* 16. desember 1982 var det få som betvilte at genteknologien ikke også ville få innflytelse på våre husdyr. Musa var såkalt transgen — den hadde fått satt inn et nytt gen i sine kromosomer som ga høy produksjon av veksthormon, og resultatet var tydelig for alle. Den var blitt dobbelt så stor. Det var bevist at dyr kunne få tilført nye trekk dirigert av innsatte gener.

Klassisk avl av husdyr har hovedsaklig hatt som siktemål økt produktivitet, mer melk eller mer og bedre kjøtt per dyr. En rekke av de genteknologiske prosjekter som i løpet av 80 årene er blitt igangsatt på husdyr, har samme mål. Resultatene så langt har vært mindre lovende enn optimistene tenkte. Vel så interessant er imidlertid de helt nye produktene som Dagros og Nøffe kan levere hvis vi vil tillate gen-

teknologisk modifisering av husdyr. Et av de ytterst få vellykkede eksemplene på «molekylært husdyrbruk» er sauen som melker medisiner. Ved å sette inn de nødvendige humane gener har J. Paul Simons og kolleger ved AFRC's Institute of Animal Physiology and Genetics Research station i Edinburgh fremskaffet transgene sauer som lager en litt spesiell melk. I tillegg til de vanlige melkeproteinene finner man i disse dyrenes melk enten human faktor IX, et protein visse blodere mangler, eller α -1 antitrypsin, et protein som løser opp blodpropper. Disse sauene, eller kuene hvis man får til å modifisere disse tilsvarende, er selvfølgelig ikke ment å erstatte bondens vanlige melkekuer. Hvis de viser seg effektive, er de tenkt som en ny måte å lage avanserte medisiner på. Da er det ikke bonden som blir underlagt multinasjonale selskaper, men den farmasøytiske industri som må skaffe seg fjøs.



Ti år gamle Tracy Moreno fra California som led av en medfødt defekt i veksthormon stoffskiftet og ville blitt dverg, vokste 13 cm på et år etter behandling med humant veksthormon produsert ved hjelp av genteknologi.

Rasehygiene med gener?

Når genteknologien idag er istand til å lage så mange genmodifiserte varianter av bakterier, planter og dyr, hva da med mennesket? Menneskets gener og biologi er ikke vesensforskjellige fra det vi finner hos tarmbakterier, fluer


eller mus. Så prinsipielt er mennesket også modifiserbart dersom det lykkes å forandre genene. Men etikken maner til ekstra varsomhet her, og den tekniske siden har bydd på mange problemer som må løses før slike inngrep kan gjø-

res uten for stor risiko. Det mange har håpet på, er å kunne helbrede genetiske defekter som forårsaker en rekke grusomme sykdommer det ikke finnes noen behandling for. Ved å bytte ut det syke genet med et friskt, eller iallfall å innføre et friskt gen i tillegg til det syke pasienter har, regner man med at sykdommen vil bli borte. Ondet er tatt ved roten og kurert en gang for alle. Det er dette som kalles genterapi. Noen av de medisinske og etiske problemer som knytter seg til denne bruk av genteknologien, er berørt i intervjuene med Anne Lise Børresen og Knut Erik Tranøy.

Det er en utbredt misforstått frykt at dersom vi lykkes å endre gener som forårsaker sykdom, kan vi også endre gener som gir intelligens, skjønnhet, atletiske trekk, underdanighet eller utholdenhet. Man ser for seg at morgendagens Hitler eller Stalin benytter genterapi på jøder for å gi dem ariske trekk, istedenfor å massakrere dem. Rasehygiens grufulle filosofi kan få et helt nytt og potent verktøy. Her er det fritt spillerom for all vår angst og fantasi. La oss bare minne om et par beroligende faktiske forhold. Det genetiske grunnlaget for egenskaper som skjønnhet eller intelligens er ikke kjent. I den grad slike skulle kunne

identifiseres i fremtiden, vil det iallefall dreie seg om svært mange gener. Å forandre hundretalls gener i en befruktet eggcelle samtidig, vil trolig være en slik formidabel kompleks affære at det både av tekniske og av ressursgrunner vil være vanskelig å realisere. Det fryktede prinsippet om at «det som kan gjøres, vil bli gjort» har ingen opplagt gyldighet. Det er ingen grunn til å tro at genteknologien vil få utfolde seg på tvers av alle lover, regler og moral. Morgendagens grusomheter og ondskap vil trolig kunne utfolde seg uten mye hjelp fra genteknologien.

Det er dessuten en viktig forskjell mellom å reparere en defekt som gir sykdom, og å tilføre slike helt nye egenskaper som vi her tenker på. Et defekt gen kan få hele den biologiske maskin til å gå i stå. Fjerner vi et nødvendig tannhjul i en bilmotor, stopper den. Setter vi et friskt gen tilbake på plass, eller et manglende tannhjul tilbake i motoren, begynner ting å fungere igjen. Men tar vi et tannhjul fra en Mercedes og setter det inn i en folkevogn, får vi ingen ny Mercedes. Til det kreves utskiftninger av hundrevis eller tusenvis av deler. Å ombygge mennesket til Frankenstein monstre er derfor langt utenfor rekkevidden av dagens genteknologi.



ACEMS

gruppepsykologiske kurs

i

KOMMUNIKASJON

- Moderne samfunnsutvikling gjør psykologisk innsikt stadig viktigere. Selvforståelse øker evne til produktivitet og beriker samliv.
- Kurset holdes hvert år på forsommeren og varer i 10 dager — et seriøst fellesskap som fremmer refleksjon og ettertanke.
- Arbeidsmåten består av ledete smågrupper og storgruppe, forelesninger og fellesoppgaver.
- Kursets faglig ansvarlige leder er lege og psykolog Are Holen

Nærmere opplysninger og brosjyre: Acem hovedkontor
tlf.: (02) 83 04 83.

Adresse: Postboks 2559 Solli, 0203 Oslo 2

*Dine gener
forteller
hvordan
du bør leve*

*Bør jeg drikke?
Hvor mye kolesterol tåler
jeg?
Er jeg disponert
for kreft?
Inni er vi
langt fra like*

Av Anne Lise Børresen

Takket være genteknologien forstår vi idag langt på vei hva som er årsaken til en rekke alvorlige lidelser som kreft og medfødte genetiske sykdommer. Genteknologien har også gitt oss enestående verktøy til å påvise disse sykdommene tidligere, raskere og sikrere enn før. Forhåpningene er store til at denne nye innsikt etterhvert vil åpne for behandling der vi får sto maktesløse og i beste fall bare kunne lindre.

Oppskriften på hvordan våre celler og organer er bygget opp og hvordan hele vårt stoffskifte fungerer, ligger kodet inn i vårt arvestoff, i DNA-molekylet. Et vell av informasjon om oss finnes der. Det gjelder også informasjon om feil og mangler vi bærer på og som kan lede til sykdom. Bare for få år siden, før genteknologiens fremvekst, hadde vi praktisk talt ingen måte å analysere og dra nytte av den rike informasjonsskilde som DNA molekylene våre er. Idag er dette snudd helt om. Ofte kan det være like lett å analysere sykdomsrelaterte forandringer i DNA som å foreta andre klinisk-biokjemiske analyser.

Et eksempel på en genetisk sykdom hvor genteknologien har bidratt mye de siste årene er Duchennes muskeldystrofi. Ca. én av 2500 gutter blir født med denne sykdommen som er en av de hyppigste kjønnsbundne sykdommer vi har. Det er dessuten en svært alvorlig sykdom. Guttene lider av muskelsvinn, mister gangen tidlig i barnealder, ender i rullestol i tenårene og dør i tyveårsalderen. Det finnes ingen adekvat behandling. Sykdommen skyldes en defekt i et gen (arveanlegg) som ligger på X-kromosomet. Den eneste mulighet foreldre i risikogruppen tidligere hadde for å unngå syke barn, var gjennom kjønnsbestemmelse og abort av alle guttefostere, selv om bare halvparten av de guttefostre man da fjernet virkelig var syke. Ved hjelp av genteknologi har man greid å lokalisere det defekte genet, dvs. finne ut hvor i arvemassen det befinner seg. Dette har ført til at man idag kan gjøre diagnostikk og bestemme bærere med nokså stor sikkerhet. Dermed kan man gi bedre genetisk veiledning, og fostervannsdagnostikk er blitt mulig slik at kun

de alvorlig syke forstrene kan aborteres hvis foreldrene ønsker. I dette tilfellet har altså genteknologien bidratt til at det blir færre aborter.

Målet er ikke bare diagnose, men en bedre behandling, og der er vi ikke ennå. Når det gjelder genetiske sykdommer, har man tidligere stått nokså hjelpeløse mht. behandling. Men genteknologien har gitt oss ny berettiget optimisme. Holder vi oss til eksempelet med Duchennes muskeldystrofi, har kloningen av genet ført til identifisering av proteinet som dette genet lager – et protein som har med koordinering av musklene å gjøre. Proteinets finnes i svært små mengder, i muskel utgjør det bare 0.0 02% av den totale muskelmasse. Det er vanskelig å tenke seg at vi hadde funnet det ved klassiske meto-

der. Ved hjelp av det klonede genet kan vi lage proteinet som pasientene mangler, noe som forhåpentlig vil bety mye for behandlingen. Å finne årsaken til en sykdom gir oss et helt nytt utgangspunkt i forskningen på behandlingsmåter, og man har store forhåpninger til bedre behandling.

Gentester for Duchennes sykdom er allerede tatt i bruk. Det er vel en av de sykdommer man er kommet lengst med, fordi det har vært etisk ukomplisert og klare gevinster ved å gjøre det. Det er en såpass alvorlig sykdom at de fleste i risikogruppen tidligere har avstått fra å få flere barn, eller de har valgt den tunge veien å måtte gjøre prenatal kjønnsdiagnostikk – og abortere alle guttefostere.

Stanse kreft i fødselen?

Genteknologien har også noe å bidra med når det gjelder de mer utbredte alvorlige sykdommer som f.eks. kreft. Kreft er på sett og vis også en genetisk sykdom. Arvematerialet i kreftceller er endret. Alle celler har en rekke gener som styrer cellens normale vekstregulering. Hvis et eller flere av disse genene, det vi kaller onkogener og anti-onkogener (supressorgener), blir ødelagte eller forandret slik at genproduktene fungerer unormalt, kan normal vekstregulering gå tapt. Vi får da en ukontrollert cellevekst, utvikling av svulster og kreft oppstår. Årsaken ligger altså i noen av våre gener som undergår forandringer (mutasjoner). Tidligere kunne disse forandringene i arvematerialet som leder til kreftutvikling, ikke påvises. Vi måtte vente til svulsten ble synlig, og da er sykdommen allerede langt fremskreden. Men genteknologien har også her gitt oss et verktøy som gjør oss i stand til å analysere direkte på DNA, der årsaken til

kreftsykdommen egentlig ligger. Dermed kan vi komme inn på et mye tidligere stadium og se forandringene i cellene før de rekker å utvikle seg til kreftceller. Det gir håp om at en alvorlig sykdomsutvikling kan stanses i fødselen ved hjelp av genteknologiens bidrag.

En annen viktig gevinst av genteknologien er at vi kan se forskjell på kreftformer som tidligere syntes like, undergrupper av samme kreftform som gir forskjellig prognose og som kanskje skal ha forskjellig behandling. Vi kan nå i enkelte tilfeller skjelne hvilken kreftform som er aggressiv i forhold til en annen og så velge behandlingen deretter.

Et eksempel er at vi finner genamplifikasjoner i visse typer brystkreft som har vist seg å være korrelert til dårlig prognose. Analyserer vi DNA fra svulsten og finner mange kopier av bestemte onkogener, betyr det at svulsten er mer aggressiv og har større potensiale for å

vokse og spre seg. Man kan da sette inn tøffere behandling på dem enn på de som ikke har mange genkopier og hindre spredning av sykdommen. Pasienter uten mange genkopier kan slippe denne tøffe behandlingen.

Det er bl.a. mer differensiert behandling vi håper å kunne bruke genteknologien til. Foreløpig gjøres

dette ennå bare i forskningsøyemed. Vi samler fremdeles data for å tilegne oss tilstrekkelig kunnskap for senere bruk i behandling. Bare i særskilte tilfeller har dette allerede vært brukt til prognosevurdering, og hvor man har lagt opp behandlingsopplegget deretter. Men vi tror at her kan genteknologien bidra mye i fremtiden.

Spise fleesk – allikevel i toppform?

Det kan være nærliggende å tro at etterhvert som man nå kan kartlegge sykdomsrelaterte feil og mangler i vårt arvestoff og bruker det i diagnose og behandling, vil det kunne føre til en dreining av den medisinske interessen mot genetiske årsaker til sykdom og skyve interessen for miljøets betydning i bakgrunn, og dermed fortrenge viktig forebyggende medisin. Men faktisk er det helt motsatt. Miljøfaktorene har ikke kommet i bakgrunnen, men det som har kommet frem, er det intime samspillet mellom genetiske faktorer og miljø-faktorer. Hvordan miljøet virker inn på oss, avhenger av våre arveanlegg, av våre gener, og de er jo forskjellige fra individ til individ. Sammenligner vi arvematerialet vårt på molekylært nivå, finner vi enorm variasjon mellom forskjellige individer, grunnet ulike stavemåter av våre gener. Den gjennomsnittlige forskjell på ubeslektede individer er ialt noe sånt som 7 millioner forskjellige bokstaver i hele vårt arvestoff. Så inni er vi langt fra like.

Vi møter derfor vårt miljø med ulike utgangspunkt. I det samspillet som hele tiden finner sted mellom vår genetiske utrustning og eventuelle uheldige kombinasjoner av gener på den ene si-

de og uheldige miljøpåvirkninger på den annen side, kan sykdom utvikles. Det er denne sammenhengen mellom gener, miljø og livsstilsfaktorer som er kommet mye mer i fokus som sykdomsårsak i våre dager.

La oss se på hjertekarsykdommer som et konkret eksempel. Noen personer har gener som gjør at kolesterolnivået ikke lar seg påvirke av hva de spiser. Slike personer kan jo ta inn uante mengder av kolesterol og likevel holde kolesterolnivået normal t. For andre er det motsatt, de har gener som gjør at de tåler forferdelig lite før de fyker opp i kolesterol. Idag vet man noe om hvilke gener dette er, og det kan brukes i forebyggende behandling.

Ideen er altså å kartlegge hvem som er følsom og ikke for uheldige miljømessige faktorer. Du vil finne individer som tåler visse typer miljøbelastninger mye bedre enn andre, og det motsatte, at noen er mye mer følsomme og må ha bedre beskyttelse. Når vi har denne kunnskapen, kan vi begynne å gi individuelle råd, noe vi trolig ville komme mye lengre med enn med generelle råd. Om en visste litt om den genetiske utrustning, kunne en ta mere hensyn til enkelte av rådene, de som er mest relevante for en. Jeg tror det er lettere å

behandle enkeltindivider enn en befolkning. Alle vet om noen som har røkt i hele sitt liv, drukket litervis med fløte, spist all fett på baconet og likevel er helt i toppform.

De fleste har moteksempler til de sunne levereglene i sitt nærmiljø, og det bruker man intuitivt til å forsvare sin egen usunne livsstil. Men hvis du går direkte på vedkommende og sier at du har den og den gen-utrustning, for deg er det spesielt risikofyllt å gjøre slik og slik, da kan du gjøre et valg. Det blir det mer opp til den enkelte å ta vare på sin helse. Dette tar vi hensyn til f.eks. når det gjelder allergi. Du spiser ikke jordbær hvis du er jordbærallergiker, om du synes det er aldri så godt. Det er noe du får ubehag av og da tar du hensyn til det. Jeg tror at hvis man fikk et forhold til sin egen sensitivitet overfor andre miljøpåvirkninger, ville flere justere sin livsstil i positiv retning. Gentester for dette er heller ikke langt unna.

Når det gjelder hjertekarsykdommer, er man kommet ganske langt. Der er det en god del genetiske risikofaktorer man kjenner idag. Men vi kan si en del om dette uten gentester. Du behøver ikke å gå lenger enn til å se på dine slektninger. Hvis du har førstegrads-slektninger som har fått hjerteinfarkt i tidlig alder, har du øket risiko for å få det samme. Tilsvarende gjelder kreft, spesielt lungekreft og brystkreft. Hvis du har førstegrads-slektninger som har fått brystkreft, så har du en tre ganger større risiko for å få brystkreft. Det samme gjelder lungekreft. Hvis du har en førstegrads-slektning som har dødd av lungekreft, så har du øket risiko. Hvis du i tillegg røker, mangedobler du den risikoen. Man kan altså gå inn i dette rent statistisk idag, men ved hjelp av genteknologi kan vi se på dette ved gentester og gi sikrere bestemmelse av risikoen. I USA har man allerede tatt dette delvis i bruk i risikovurdering av hjerte-kar-sykdommer.

Gentester for alle?

Idag er dette ennå for ressurskrevende til bruk i masseundersøkelser. Men etterhvert som teknikkene blir til enklere tester som vanlig helsepersonell kan foreta, kan de etterhvert brukes til masseundersøkelser. Men ennå står det endel forskning igjen, ikke minst for å bli sikre på hvilke gener det er som betyr mest. Jeg tror vi vil komme frem til et fåtall, kanskje fire-fem arveanlegg som betyr mye når det gjelder hjertekarsykdommer, og det samme for enkelte kreftformer, selv om det nok her vil variere for de forskjellige kreftformene. Noen arveanlegg vil f.eks. bety mye når det gjelder lungekreft, og helt andre vil bety mye når det gjelder brystkreft.

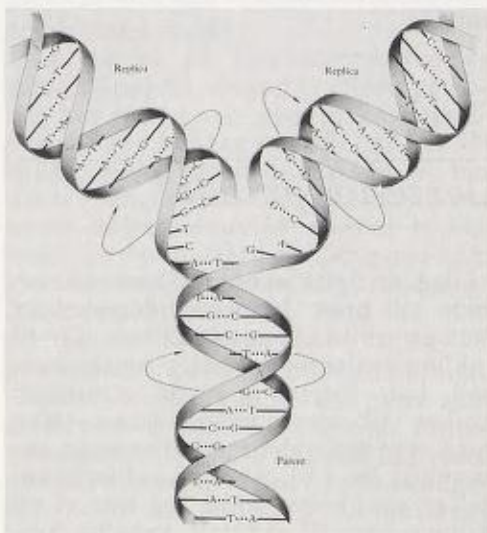
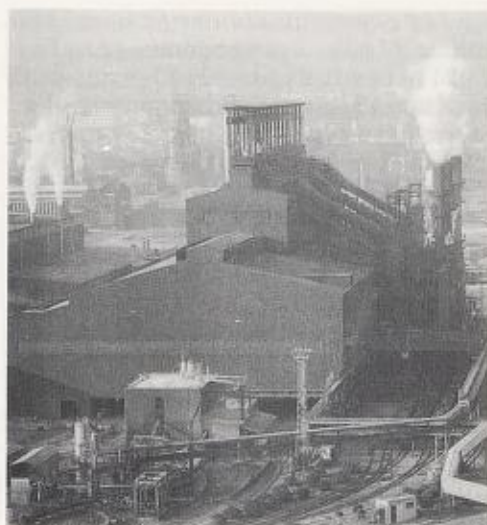
Det er altså slik at genteknologien ikke bare vil være til hjelp når det gjelder sjeldne genetiske sykdommer, men også få mye å si i kampen mot de store folkesykdommene. Man kan drive mere aktiv og individrettet forebygging ved at man kan identifisere risikogrupper og gi dem best mulig råd og veiledning, finne frem til de som har størst fare for å få f.eks. hjertekarsykdommer, og så følge deres kolesterol og blodtrykk veldig nøye og kanskje sette inn medikamentell behandling tidligere.

Jeg tror at genteknologien vil kunne bevirke en dreining fra behandlende til forebyggende medisin. Og der ligger også faren. Når vi får mer ansvar for vår egen helse, er vi ikke alle likt ut-

rustet til å takle det. Det som blir veldig viktig i fremtiden, er å påse at ens genetiske risikoprofil blir individets eiendom.

Man skal også huske på at det ikke finnes dårlige og gode varianter av normale gener, men at de er gode og dårlige i forbindelse med ett bestemt miljø. Samme genvariant kan faktisk være god i en sammenheng og dårlig i en annen.

Et godt eksempel på det har vi i vår reaksjon overfor et blodtrykksenkende middel som kalles debrisoquin. Hos noen omsettes dette veldig raskt i kroppen, mens andre omsetter det langsomt. De som omsetter dette veldig raskt, tåler ganske store doser av dette medikamentet og skiller det fort ut igjen i urinen. Mens de som omsetter det langsomt – og det skyldes da et gen som koder for et enzym som ikke gjør jobben sin så godt – de har stoffet lenge i kroppen og tåler bare små doser. Vi går alle rundt og er enten av den ene eller den andre typen eller noe midt i mellom. De som har den ineffektive gentyper og får dette blodtrykksenkende middel, risikerer å dø av forgiftning rett og slett fordi de ikke får det ut raskt nok av kroppen. Hos disse fungerer altså genet veldig dårlig når de får dette stoffet. Men hvis du ser på dette genet i forbindelse med lungekreft, har disse individene en fordel. For de vil reagere på tilsvarende måte overfor endel kreftfremkallende og mutagene stoffer som finnes i sigarett-røyk. Også disse stoffene vil omsettes veldig langsomt og danner derfor lite av de farlige mellomproduktene som går inn og skader DNA og kan starte en kreftutvikling. Blant lungekreftpasienter finner vi en overhyppighet av de som har den effektive genvarianten, for de lager mange farlige mellomprodukter, som raskt går inn og forårsaker mange skader i DNA. Det som altså er en god egenskap med hensyn til om du skulle få hjerteinfarkt, det er en dårlig egenskap med hensyn til å få lungekreft.



Om sykdom inntreffer er ofte resultat av et samspill mellom uheldig miljøpåvirkning og følsomme gener.

Noen ord bør også sies som genterapi som ofte trekkes frem i mediene. Genterapi er en slags kirurgi på arvestoffet hvor du går inn og bytter ut et sykt, defekt gen med et friskt og dermed helbreder alvorlig syke en gang for alle. Når man snakker om genterapi, mener man gjerne somatisk genterapi, altså hvor du behandler et individ og ikke kjønncellene. Alle synes å være enige i at kjønncelleterapi, det er noe vi ikke ønsker, men at det er akseptabelt som behandling på individnivå. Selv om det i mange år er blitt hevdet at genterapi er like rundt hjørnet, tror jeg det fortsatt er langt frem. Det har vært mange skjær i sjøen. og man har ennå ikke gjort de første forsøk. Det skyldes at man ennå ikke har funnet metoder som er sikre nok for å føre inn gener. Man bruker bl.a. uskadeliggjorte virus til å føre de friske genene inn i cellene, men disse har alltid en liten sjanse til å utvikle farlige virusinfeksjoner. Et like stort problem har vært å få inn genene på riktig sted og under riktig kontroll. Metodene til nå har stort sett gått ut på å sette nye gener inn på måfå i kromosomet. På denne måten kan de nok fungere, men mister evnen til å finreguleres, dvs. skrur på når det er behov og skrur av når produktene deres ikke trenges. I det siste har man utviklet nye teknikker for å sette inn gener på rett sted på kromosomet, og det er nok den beste veien å gå. Jeg tror fremdeles at genterapi ligger et stykke inn i fremtiden.

Genteknologien vil først og fremst ha sin betydning i forebygging og diagnostikk av de store folkesykdommer som kreft, hjerte-kar-sykdom og reumatiske lidelser og av sjeldne genetiske sykdommer.



Anne-Lise Børresen, f. 1946, forsker ved Avdeling for Genetikk, Institutt for Kreftforskning, Det Norske Radiumhospital. Utdannet som sivilingeniør i biokjemi ved Norges tekniske høgskole, dr. philos. 1978 ved Institutt for medisinsk genetikk, Universitetet i Oslo. Vitenskapelig arbeidsområde: isolering og karakterisering av gener som predisponerer for kreft, spesielt lungekreft og brystkreft, utvikling av testsystem for måling av kreftrisiko ved hjelp av DNA-teknologi.

Genteknologi i NRK – skrekkfilm som reportasje

*Gir NRK balansert eller ensidig
dekning av genteknologi?*

*«A little shop of horrors» midt
i Søndagsrevyen – mediaetisk
forsvarlig?*

Dagsrevyen som misjonsmark?

Bør lille Mari få gener fra sau?

Spiller det noen rolle hva NRK sier?

Av Eirik Jensen

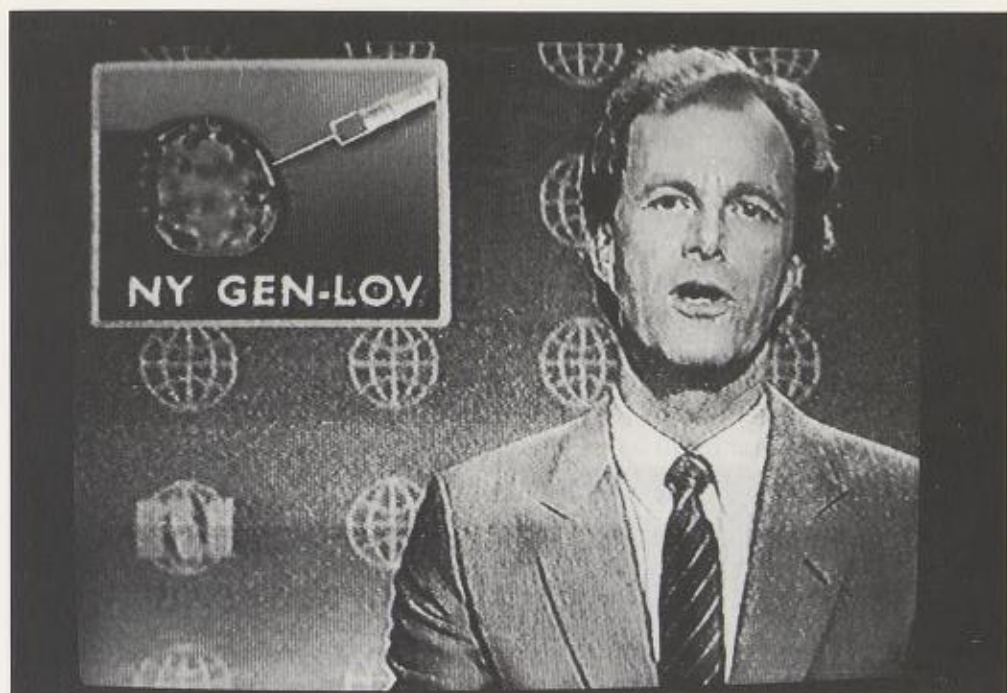
Genteknologi er et omstridt tema. Uttrykk som «å leke Gud», «tukling med liv» og «kvalitetssortering av mennesker» har gått igjen i en debatt som har vært preget av høy grad av emosjonalitet. Hva ved frykten og engstelsen er berettighet, og hva skyldes irrasjonalitet og fordommer? Behovet for saklig, nøktern informasjon og besinnet drøftelse og refleksjon synes stort.

NRK er trolig uten sammenligning vår viktigste kilde til informasjon om aktuelle spørsmål. Det gjelder også informasjon om genteknologi. Hva er mulighetene? Hva er farene? Hva er det vi vet, og ikke vet? Hvor, og hvordan, bør vi sette grenser? Størstedelen av det norske folk får grunnlag for å ta standpunkt gjennom NRK, i dette tilfelle i hovedsak gjennom Dagsrevyen.

Etter eget utsagn skal NRK være ålmen nyhetskanal som nettopp skal bidra til folkeopplysning. Spørsmålet vi skal se nærmere på er om NRK virkelig gjør det når det gjelder genteknologi.

Med noen få unntak har samtlige innslag om genteknologi i Dagsrevyen de siste 6 år vært laget av Audgunn Oltedal. Det har vært mange – ialt har hun stått ansvarlig for 24. Oltedal er åpenbart engasjert av temaet genteknologi – ved siden av NRK-reportasjer har hun skrevet bok om emnet, sammen med NRK-journalist Kristin Aalen Hunsager, og hun har deltatt i offentlige debattmøter om genteknologi. I praksis har Oltedal vært den enkeltperson i vårt kringkastingsmonopol som har hatt eneansvar for presentasjon av dette følsomme fagfeltet for det norske folk. Det burde derfor være av adskillig interesse å se nærmere på hvordan hun har valgt å omtale genteknologi i NRK. Jeg har valgt å ta for meg det siste innslaget Oltedal har laget, sendt 8.10.89, både fordi det ligger nærmest i tid, og fordi det på flere måter er særlig interessant.

Av mediekritiske grunner har jeg funnet det nødvendig å sitere kommentarene i sin helhet, slik at hele sam-



Søndagsrevyen 8.10.89. Det begynner som en tilsynelatende saklig og nøktern reportasje om et genteknologisk forsøk i Danmark. Lite aner seerne om hva som kommer...

menhengen trer frem. Men TV er samtidig kanskje først og fremst bilder. Selv om bildene fra innslaget vil bli beskrevet, og enkelte sentrale bildevalg dessuten gjengitt og kommentert, vil en aldri i en tidsskriftsartikkel fullt ut kunne formidle den suggestive kombinasjon av bilder og kommentarer som gjør fjernsynsmediet så virkningsfullt. Men man kan likevel ikke av den grunn gi opp forsøk på kritikk.

Kommentarene er i halvfete typer, bildebeskrivelser mellom klammer i normale typer. (Jeg ber om unnskyldning for bildegjengivelsens dårlige kvalitet – avfotografering av TV-skjermen er forbundet med tekniske vanskeligheter):

(Programleder Einar Lunde)
Også Forsvaret sviktet i 1940, skriver general Ruge.

Ny norsk film vekker oppsikt allerede før premieren.

Men aller først skal det dreie seg om forskere som for alvor er i gang med å forandre naturen:

(Audgunn Oltedal)

Ja, nå skal vi få planter, dyr og fisk med heilt nye arveanlegg. Og dette står det strid om.

(Einar Lunde)

Om to dager legger regjeringens bioteknologiutvalg fram sin innstilling. Og det utvalget er splittet.

Her hjemme er vi sent ute med å regulere den såkalte genteknologien. I EF-landet Danmark, derimot, er det like før man setter ut i naturen de første planter der arveanleggene er forandret.

(Bilder: fra skrekkfilmen «Little shop of horrors» hvor en menneskeetende kjempeplante sluker den hvitklede heltinnen, som skriker hjerteskjærende, og er i ferd med å fortære henne da filmens helt får dratt henne ut av kjempeplantens gap. Klipp av planten, nærbilde av kjempeplantens gap, blodrød, hoggtenner, planten ler gjennom hele sekvensen med en rå og ufølsom latter.)

(Se bildeutdrag s. 32)



(Audgunn Oltedal)

Det kjøttetande plantemonstret fra «Little shop of horror» blir knapt å sjå blant morgondagens genmanipulerte vokstrar. Men kva kan skje når genforskarane nå går i gang med eit stortstilt eksperiment med livet på jorda?

(Forsker ser inn i mikroskop. Sprøyte-spiss trenger inn i celle.)

(Audgunn Oltedal)

I årevis har genforskere sett inn nye arveanlegg i gener og mikroorganismer. Nå er det klart for neste fase. Nå kjem dei genetisk endra plantene. Sprøytemiddel laga av genmodiserte bakteriar. Snart kjem også insekt, fisk og dyr med nye arveanlegg. Nå skal

genprodukta ut frå det skjerma livet i laboratoria. Kor risikofyllt er dette?

(Fly sprøyter over eng. Bie på løvetann. Fisk. Sauer på beite, i rene, naturidylliske omgivelser.)

(Intervju med Per Henriksen, NOAH)

«Det er meget stor forskel på at udnytte det i lukkede tanke, hvor man kan kontrollere det. Før det er det, forskerne kender til. Forskerne tror, at mange af de her mikroorganismer lever i deres små skåle, og det er de det er det, de kender til. Men når de nu sætter det ud i naturen, ved de ikke, hvor de går hen, og det er det, der er problemet.»

(Professor Ebba Lund, veterinær, landbrukskøleskolen København)

«Hvis du sætter en mikroorganisme eller en plante ud, som uforudset får en evne til at etablere sig på en måde, som er mere end man hadde ventet, og som eventuelt kan vokse kraftigere end naturligt forekommende planter, så kan du ændre miljøforholdene aldeles, og det kan være skadevoldende i høy grad.»

(Forskningsleder Per Steen, Maribo Frø)

«Hvor skulle risikoen ligge? Den skulle ligge i, at man fikk spredt generne til andre arter. Og fra beteroen kan det ikke ske.»

(Audgunn Oltedal)

Her i denne svarte molda skal nordens første genmanipulerte plante settjast i jorda. Tusen såkalla transgene sukkerroer skal plantast ut i mai i dette feltforsøket. Området skal gjerdast inn for å hindra at fuglar og dyr spreiar frøa. Bak forsøket står Maribo Frø, ein del av dei danske sukkerfabrikkar Danisco, som er blant verdas største i denne frøbransjen.

(Bilder av forsøksfeltet, vimpelen til «Maribo Frø». Traktor i åker.)

Målet er å gje bønder i Danmark og i resten av verda ein sukkerroeplante som er motstandsdyktig mot gifta glyfosat, og som derfor tåler sprøyting med ugrasmidlet Roundup.

(Nærbilde av kanne med «Roundup»).

Laboratorieforsøk har gitt gode resultat. Planta til venstre har fått genet som skaper resistens mot Roundup og tåler sprøytinga, medan planta til høgre døyr etter at ho vart sprøyt med dette ugrasmiddelet. Når redusert bruk av kjemikaliar er eit hovedmål for miljøpolitikken, korleis kan det forsvare å bruke genteknikken til å lage planter som tåler gift?

(Bilde av frisk plante, og syk plante).

(Forskningsleder Steen, Maribo Frø)

«Det er jo ikke sådan, at det er noget nyt at vi nu pludselig skal ta å sprøjtje roer med forskjellige sprøjtjemidler. Det gør vi jo allerede i dag. Og roer kan tåle dem. Roerne kan tåle de midler, vi bruger i dag. Men det er således, at vi har ønsket at bruge Roundup i forbindelse med vort projekt med transformation, fordi det er et sprøjtjemiddel, som er meget hurtigt nedbrydeligt i naturen, meget lidt giftig overfor mennesker. Samtidig også det er et meget billig middel».

(Bilde fra drivhus hvor planter sprøytes).

(Audgunn Oltedal)

Og alle dei store i frøbransjen satsar på genteknologien. Det gjeld om å overleve.

(Steen)

«Vi er et privat firma, som lever i en skarp konkurrencesituation med andre firmaer. Og derfor kan det selvfølgelig betyde meget, at vi kan utvikle et nyt produkt og være de første på markedet.»

(Audgunn Oltedal)

Det er liten risiko for at noko skal gå særlig galt med sukkerroen. Det sa Folketinget då dei i sommar ga klarsignal for første forsøk, og dermed gjorde unntak frå genlova som forbyr einkvar utsettjing av genmodifiserte produkt i naturen.

Men danskane vil ha med seg si strenge genlov også når EF's indre marknad er klar i 1992. For blir EF-forslaget vedteke, så kan ikkje Danmark lenger seie nei til å settje ut eit genprodukt som eit anna EF-land har godkjend.

(Bilde av utredning om EF's indre marked, og Danmark. Europakart over EF og ikke-EF-land).

(Audgunn Oltedal)

For Danmark gjeld det spørsmål om ein sjølvstendig miljøpolitikk.

(Bilde av syklende dansker, av dansk bondegård med vindmølle).

(Per Henriksen, NOAH)

«Det vil sige, det bliver en prøvesag på, om Danmark kan føre en selvstændig miljøpolitik fremover, eller om vi er underlagt, hvad de store lande beslutter.»

(Audgunn Oltedal)

Norske forskarar arbeider med å lage transgene fisk.

(bilde av laks.)

(Audgunn Oltedal)

Målet er blant anna å få til laks som veks raskare. Skal slik fisk settjast ut i oppdrettsanlegga rundt kysten? Nå hastar det å få ei lovgjeving.

Noreg skal ikkje få eit lovforbud mot all utsettjing av transgene dyr og planter. Det meiner Bioteknologiutvalet som tysdag legg frem si tilråding. Mens

fleirtallet, med miljøverndepartementet i spissen, vil ha ei omfattande genlov, så vil mindretallet, industrien og næringsdepartementet, avgrensa genlova mest mogeleg.

(Bilde av komitéen)

Utvalet foreslår også at det skal opprettast eit genteknologisk råd. Professor Ebba Lund er leiar for det danske genteknologiske råd. Ho er uroleg for alle dei over 100 forsøk som er i gang verda over for å settja ut i naturen genetisk modifiserte organismar. For ingen forskar kan heilt sikkert vite korleis eit genetisk endra virus eller bakterie vil oppføre seg når det kjem ut i det fri.

(Bilder av plater i reagensglass.)

(Ebba Lund)

«Og det er et eneste område, hvor vi eventuelt har problemer. Jeg tror ikke på, at der generelt er nogen risikoproblemer med genteknologien som er anderledes end anden produktion. Men når du kommer ud i miljøet, har du ingen garanti for, hvad der kan ske.»

(Audgunn Oltedal)

Genforskerne har gått igang med eit storstilt eksperiment med naturen. Det kan gå godt. Det kan gå ille. Våre etterkommerar vil få svaret.

(Bilder fra «Little Shop of horrors», av et lite, tilsynelatende uskyldig nyttsprunget plantemonster).

Innslaget er tendensiøst

Før vi gir oss inn på vurdering av innslaget, kan det være passende å stanse her, og dvele litt: hvilket inntrykk av genteknologi er det vi som seere sitter igjen med etter programmet?

Det er neppe å gå for langt å hevde at få vil stille seg mer positivt til genteknologi etter å ha sett innslaget. Inntrykket er snarere at genteknologene nå for alvor og i stor målestokk er i ferd med å slippe sine kunstig utviklede livsformer ut i naturen, («eit storstilt eksperiment med livet på jorda»), og at miljøet med dette utsettes for betydelig fare. Innslaget har derfor klar *tendens*.

I for seg er det ingenting i veien for å lage programmer, også i NRK, som gir uttrykk for *tendens*. Det avgjørende er imidlertid *hvordan* denne *tendens* kommer til uttrykk. Det er derfor ikke primært innholdet, men virkemidlene vi skal se nærmere på.

Innslaget kommer i Dagsrevyen, som vesentlig består av reportasjer. Programmet er heller ikke betegnet som kommentar, eller subjektivt forsøk på påvirkning fra Audgunn Oltedals side. Det fremstår snarere som ren reportasje, som objektiv, nøytral og vektet informasjon om emnet.

Dette er viktig. Den anvendte formen skaper nemlig ramme for hvilke forventninger seeren har til innslaget. Det er klart at om seeren på forhånd åpent varsles om at dette innslaget ikke er forsøk på objektiv reportasje, men fremføring av Oltedals personlige syn på genteknologien, eller hennes forsøk på å påvirke opinionen i den retning hun mener er ønskelig, vil seerens forsvarmekanismer bli aktivert på en helt annen måte. (Det er derfor annonseinnslag i aviser fra tid til annen forsøkes kamuflert som reportasjer. Det er som kjent også derfor det er påbudt å betegne annonser som annonser

i avisene. Man skal vite når man forsøkes påvirket). Når dette innslaget fremstår som reportasje, endog fra landets kringkastingsmonopol, er det saklig og nøktern informasjon vi forventer.

Til å begynne med holdes reportasjeformen. Emnet introduseres, med reportasjelignende bildeklipp. Temaets

aktualitet presenteres: det kommer to dager før regjeringens Bioteknologiutvalg legger frem sin innstilling for Stortinget. «Her hjemme er vi sent ute med å regulere den såkalte genteknologien. I EF-landet Danmark, derimot, er det like før man setter ut i naturen de første planter der arveanleggene er forandret».

Skrekkfilm i Dagsrevyen

Men så, *uten nærmere forvarsel*, kommer plutselig klipp fra en skrekkfilm, fra «A Little Shop of Horrors», hvor det kjøttetende plantemonsteret i laboratoriet, med blodrød munn full av hoggtenner (i nærbilde) er i ferd med å sluke og fortære et menneske (se bildene på neste side). Det dreier seg åpenbart om et genteknologisk eksperiment som har slått feil.

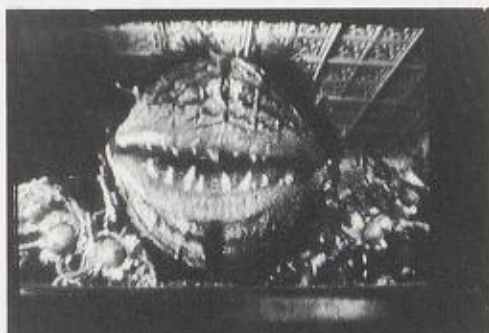
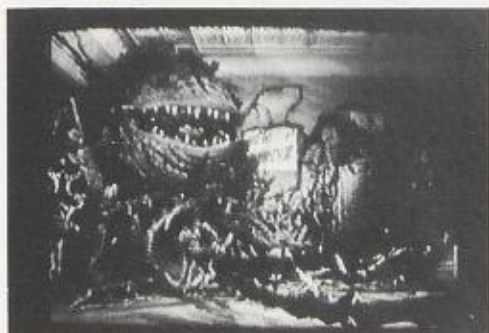
Klippet kommer altså plutselig. Forsvaret er svekket, i motsetning til når vi på forhånd har bestemt oss for å se på skrekkfilm, og vet hva vi går til. Skrekkfilmen gjør desto mer skremmende inntrykk. (Å skremme er jo som kjent skrekkfilmens primære hensikt). Om ikke seerne er skremt av genteknologien fra før, blir vi iallefall grundig oppskaket nå. Frankenstein begynner å røre på seg!

Når så innslaget vender tilbake til reportasjeformen, sitter inntrykkene fra skrekkfilmen igjen, og preger vår holdning til også det som kommer etter. Inntrykkene fra skrekkfilm og reportasje blander seg. Som ikke det er nok, avsluttes også innslaget med nok et klipp fra skrekkfilmen – denne gang av et spirende plantemønster, som endog *ser* søt og uskyldig ut (men vi vet nå hvordan det kan komme til å

gå!). Samtidig som Oltedal kommenterer, nærmest i dommedagsvendinger: «Genforskerane har gått i gang med eit stortilt eksperiment med naturen. Det kan gå godt. Det kan gå ille. Våre etterkommerar vil få svaret.»

Det må kunne fastslås: Dette er ikke reportasje. Dette er snarere misjonerings, *forkledd* som reportasje.

Bruk av fiksjon som virkemiddel i nyhetsreportasjer er visstnok i ferd med å bli mer vanlig. Hensikten er å dramatisere – visualisere og poengtere på en effektfull måte det som ellers kan fortone seg fjernt eller utilgjengelig. Men bruk av slike virkemidler krever samtidig en særlig varsomhet. For fiksjonens hensikt er i en viktig forstand helt motsatt av reportasjens. Fiksjon er oppspinn, «løgn og forbannet dikt», helst fortalt så besnærende at vi nesten tror at det er sant. Reportasjen, derimot, skal gjøre det motsatte: objektivt informere. Blander man sjangerne, må man i det minste varsle seeren, og gjøre det på en bevisst, varsom og balansert måte. Oltedals bruk av skrekkfilm i dette innslaget kan vanskelig ses å ivareta disse hensynene. Skrekkfilmkuttet skremmer og forfører, snarere enn å informere eller stimulere til egenrefleksjon.



Noen av klippene fra skrekkfilmen «A little shop of horrors», vist uten nærmere forvarsel i Dagsrevyens siste innslag om genteknologi. Er dette medie-etisk forsvarlig, eller manipulerende overtramp?

Oldedal forsøker seg riktignok med en kommentar, etter klippet, som kan ses som forsøk på å skape den nødvendige avstand: «Det kjøttetande plante-monsteret fra «Little shop of horror» blir knapt å sjå blant morgondagens genmanipulerte vokstrar». Men et slikt «dementi» legges knapt merke til etter

det lange skrekkfilmminnslaget. Og dessuten dementeres demetiet igjen umiddelbart etterpå, av neste kommentar: «Men kva kan skje når genforskarane nå går i gang med eit storstilt eksperiment med livet på jorda?»

Hvorfor ingen reaksjoner?

Men selv om vi blir manipulert, har klippet, så vidt jeg kjenner til, ikke vakt offentlige reaksjoner. Ikke engang så vidt jeg har kunnet se leserbrev i avisene. Mange har sett innslaget. Så var kanskje ikke skrekkfilmen i Dagsrevyen så farlig likevel, siden reaksjonene uteble? Tvertom. Nettopp *fraværet* av reaksjoner tyder på at seerne ikke fullt ut har sett, ikke har oppdaget hvordan de er blitt manipulert. Hvilket kanskje viser at manipulasjonen langt på vei har vært vellykket. Grunnene kan være flere til at reaksjonene har uteblitt:

Svært mange mennesker har ennå ikke tatt stilling til fenomenet genteknologi. De vet gjerne ikke hva de skal mene, antagelig bl.a. fordi de ikke tror de har nok kunnskap om emnet. De bli derfor – i deres åpenhet overfor tema-

et – desto lettere å påvirke. Denne gruppen blir ikke provosert, fordi den ennå ikke har dannet allianse, hverken for eller imot genteknologien.

Den andre store hovedgruppen seere er trolig allerede skeptisk til genteknologi. Enda mindre grunn for denne gruppen til å føle seg provosert.

Og genteknologene, og de andre som stiller seg mer positivt? Hvor blir det av dem? Genteknologene er nå ikke vant til å fare opp og forsvare sine synspunkter i den offentlige debatt (les intervju med Anne Lise Børresen annetsteds i dette nummer.) Og de andre synes kanskje ikke innslaget fortjener så mye oppmerksomhet. Det glir liksom forbi i mediastrommen, man trekker kanskje litt på skulderene, og så er det glemt.

Nye permisjonsregler i fengslene i EF...

La oss derfor foreta et tankeeksperiment: Hvordan hadde reaksjonene blitt overfor et tilsvarende innslag, hvor tilsvarende virkemidler ble brukt, men hvor opinionsdannelsen langt på vei allerede er skjedd, og hvor innslaget dessuten går på tvers av det viktige opinionsbærere mener:

«Men aller først skal det dreie seg om forskere som for alvor er i gang med å forandre våre fengsler:

Ja, nå skal vi få fengsler med helt nye permisjonsregler, og dette står det strid om.



Hvordan hadde reaksjonene vært hvis NRK plutselig hadde klippet mordscenene fra «Psycho» inn i et Dagsrevyinnslag om kriminalreformer?

«Psycho» i innslag om kriminalpolitikk?

Om to dager legger regjeringens kriminalutvalg frem sin innstilling. Og det utvalget er splittet. Her hjemme er vi sent ute med å innføre åpne fengsler. I EF-landet Danmark, derimot, er det like før man slipper ut de første mord- og voldtektsdømte fra de nye, åpne fengslene.»

Bilder (uten forvarsel) fra skrekkfilmen «Psycho» av Alfred Hitchcock. Nærbilde av morderen som lusker rundt på hotellet. Silhuett av blondinen bak dusjforhenget på badet. Døren åpnes. Vi ser et glimt av kniven, så av morderens ansikt, av offerets, og av blodet som skylles utover badekaret (osv).

Er det noen som tviler på at om NRK hadde sendt et slikt innslag i Dagsrevyen, ville det blitt ramaskrik dagen etter, og at hodene hadde rullet?

Nå er det knapt tenkelig at NRK ville kunne kommet til å sende et slikt skrekkfilminnslag om kriminalpoli-

tikk. Selvsensuren hadde sikkert, og med rette, trådt i kraft umiddelbart ved tanken: det ville vært utilbørlig bruk av sterke og plutselig overraskende virkemidler i påvirkningsoyemed.

Hva er så grunnen til at den tilsvarende selvsensuren synes å ha manglet i genteknologiinnslaget? At det, på dette området, har vært ganske annerledes «fritt frem» Det er vanskelig helt å fri seg fra mistanken om at Oltedals mangel på selvsensur i innslaget bl.a. har sammenheng med hennes helt spesielle posisjon: som den eneste i NRK's Dagsrevy som har greie på og dekker genteknologi, har hun en enestående monopolstilling i monopolet. Emnet er dessuten såpass spesielt at det neppe er andre i autoritative posisjoner i kringkastingen som har prinsipielt og avvikende syn på hvordan det bør dekkes.

Trolig har den opplevde hensikt med skrekkfilminnslaget her vært å provo-

sere seerne litt, vekke engasjement overfor et saksfelt som i utgangspunktet kan virke noe tørt og teknisk. Men at reaksjonene uteblir, viser at få i virkeligheten ble provosert. På tross av sin tilsynelatende provokatoriske form fungerer innslaget nemlig dypt konserverende. Det bevarer og befester våre fordommer og engstelse. Det undersøker eller utfordrer dem ikke.

Men det er ikke bare ved bruk av skrekkefilmklippet Oltedal viser sans for dramatisering. Også kommentarene er svært dramatiske: «Eit stortilt eksperiment med livet på jorda», heter det, ja uttrykket brukes til og med to ganger, i begynnelsen, og avslutningsvis i innslaget.

Inntrykket som skapes er at forskerne driver med russisk rulett – og med hele livet på jordkloden som innsats. Det spilles her på frykt for økologisk katastrofe som ellers kan være både utbredt og velbegrunnet. Genteknologi gis inntrykk av å være tilsvarende trussel mot miljøet på jorden som ødeleggelsen av regnskogene i Brasil og ozonlaget i atmosfæren. Men dette er i beste fall et helt ekstremt standpunkt, som de aller færreste med saklig kunnskap om emnet vil kunne dele, og er fjernt fra den målestokk aktuelle farer kan måles med. Tvertom synes det å

være få områder hvor risiko har opp tatt forskere og anvendere alt fra starten som i genteknologien (se feks. intervju med Knut Erik Tranøy i dette Dyade).

Dette bekreftes også av Oltedals eget intervjuobjekt, professor Ebba Lund: «Jeg tror ikke på, at der generelt er noen risikoproblemer med genteknologien som er anderledes end anden produktion». (Og *dette* kommenterer Oltedal overhodet ikke i innslaget, selv om det er helt sentralt). Kun på et område peker Ebba Lund på særlige problemer: utsatte organismer kan formere seg ukontrollert, og ødelegge den økologiske balansen. (Og *denne* fare er heller ikke spesifikk for genteknologien, men er aktuell overalt ved utsetting av nye organismer i miljøet. Tenk på kaninene i Australia, eller minken i Norge).

Og selve *foranledningen* til programmet – det som innslaget konkret tar for seg – utsetting av genmodifiserte sukkerroer i Danmark, har endatil det danske Folketing akseptert som risikofri. (Skjønt selv her skinner programlederens holdning igjennom: «det er liten risiko for at noko skal gå *særlig* (min uth.) galt med sukkerroen. Det sa Folketinget...»)

Grovt misvisende – i beste fall

Programinnslaget ble som alt nevnt sendt to dager før Bioteknologiutvalgets innstilling skulle legges fram for Stortinget. Det er all grunn til å tro at Oltedal har fått innstillingen, har lest den, og har gjort seg kjent med innholdet.

Det inntrykk som gis, er at utvalget er dypt og prinsippielt splittet: «det utvalget er splittet.» «Mens fleirtallet, med miljøverndepartementet i spissen, vil ha ei omfattende genlov, så vil mindretallet, industrien og næringsdepartementet, avgrensa genlova mest

mogleg». Altså: Miljøverndepartementet vil sette grenser. Industrien og næringsdepartementet, derimot, vil ha minst mulig lovregulering.

Men dette er i beste fall en grovt misvisende gjengivelse av den faktisk uenighet som beskrives i innstillingen. *Alle* i utvalget var nemlig enige om at vi må få lovregler som regulerer genteknologien. Det var heller ingen uenighet om innholdet i reglene (bortsett fra om de også skulle gjelde norsk virksomhet i utlandet, og hvilket departement som skulle ha kontrollmyn-

dighet). Det var heller ingen dissenser på noe punkt hva gjaldt risikovurdering, miljøkonsekvenser, beskyttelsestiltak, eller etiske spørsmål, som allgis bred og grundig drøftelse i innstil-

lingen. Den såkalte «splittelse» dreier seg altså i beste fall om bagateller, ikke, slik man får inntrykk av, prinsipielt viktige motsetninger.

«The EF-connection»

Men genteknologiinnslaget dreier seg ikke bare om genteknologi. Et annet tema veves etterhvert innen: EF. Til å begynne med rent antydningssvis: «I EF-landet Danmark, derimot (min uth.), er det like før man setter ut i naturen de første plantene der arveanleggene er forandret.» Så, nærmest kontrapunktisk, utvikles EF-temaet i innslaget, først med intervjuer med tre dansker om genteknologiens faremomenter, for så, midt i innslaget, å bli et hovedtema: «Men danskane vil ha med seg si strenge genlov også når EF's indre marknad er klar i 1992. For blir EF-forslaget vedteke, så kan ikkje Danmark lenger seie nei til å settje ut eit genprodukt som eit anna EF-land har godkjend. For Danmark gjeld det spørsmål om ein sjøvstendig miljøpolitikk».

Ikke bare er genteknologien «eit storstilt eksperiment med livet på jorda». EF er pådriver — med sin mer liberale holdning til genteknologien, en trussel mot et lite lands selvstendige og mer restriktive miljøpolitikk. Bildene fra Danmark er også gjennomgående idylliske og «miljøvennlige»: syklende dansker i bybildet, en gård med typisk dansk miljøvennlig vindmølle. EF og Danmark. Den store mot den lille. Det gjelder selvråderetten over vårt sårbare miljø. Og vi nordmenn skal åpenbart identifisere oss med danske. Mot EF.

Det holder bare ikke

Allerede valget av Danmark som fokus, fremstår som noe av et kunstgrep i innslaget, for å muliggjøre assosiasjo-

nen til EF. For leser man utvalgets innstilling, noe vel Oltedal har gjort, får man der vite at *også ikke-EF landet Sverige* driver forsøk med utsetting av genmodifiserte planter:

«Både i Sverige og Danmark er de første godkjennelser for forsøk med utsetting av genetisk modifiserte planter gitt i 1989. I Sverige gjelder forsøket en rapssort som har fått innspleiset gen for økt proteininnhold. For Danmarks vedkommende gjelder utsettingen forsøk på sukkerbete, hvor noen planter har innspleiset egenskap for resistens mot sprøytemiddelet glyfosat og noen er gjort resistente mot virussykdommen rhizomania.» (Innstillingen, s. 89)

Men hadde Oltedal valgt det, forsåvidt like naturlige, fokus Sverige, hadde EF-assosiasjonen blitt helt borte, og med det et viktig «poeng» i innslaget.

Dessuten heter det umiddelbart etter EF-«poenget» i innslaget at også «norske forskarar arbeider med å lage transgene fisk.» Og Norge er heller ikke medlem av EF. Tilsynelatende greier altså både Norge og Sverige helt på egenhånd å bedrive «storstilte eksperiment med livet på jorda» ganske uten påtrykk fra EF. Så hvorfor, må man spørre, gjøres likevel EF til et såvidt sentralt «poeng» i innslaget?

Tredje tema i innslaget er at genteknologien angivelig bidrar til å øke bruk av giftige kjemikalier i naturen, ved å gjøre det mulig å lage planter med økt resistens mot spøytmiddel: «Målet er å gje bønder i Danmark og i resten av verda ein sukkerroeplante som er mot-

standsdyktig mot gifta glyfosat, og som derfor tåler sprøyting med ugrasmidlet Roundup. Når redusert bruk av kjemikalier er eit hovedmål for miljøpolitikken, korleis kan det forsvare å bruke genteknikken til å lage planter som tåler gift?»

Nå svarer den danske representanten for Maribo Frøs forsøksprogram ganske godt for seg: Sprøyting av sukkerroer er ikke noe nytt. Det gjøres også idag. Men ønsket om å kunne bruke et annet middel, har bl.a. sammenheng med at dette middelet er «meget *hurtigt nedbryteligt* i naturen», altså, vil man anta, miljømessig bedre enn de gifter som i dag brukes. Men dansken taler, ja, nettopp, dansk. Så leser vi uvilkårlig tekstingen. Og der heter det



Dansken sier et sprøytemiddel som er «meget *hurtig nedbryteligt* i naturen.» I tekstingen står det derimot «et sprøytemiddel som er meget *hurtig*. Har teksteren ubevisst fanget det ønskede budskap?

(se bildene): «Et sprøytemiddel som er meget *hurtig*». Punktum. Altså, vil man tro, et sterkere, og dermed miljømessig farligere, middel. Har kanskje teksteren i sin travelhet ubevisst fanget opp hva budskapet skulle være?

Også selve valget av intervjuobjekter er med på å understøtte det skjeve budskap. For de to som har motforestillinger representerer tilsynelatende uavhengige, mer ideelle interesser (skjønt Oltedal forklarer aldri hva NOAH er for noe – en dansk miljøvernorganisasjon). Mens den som forsvarer genforsøkene, representerer det kommersielle. To mot en, med andre ord, og den ene er dessuten kjøpt og betalt. Og dermed langt på vei besmittet. Så hvem har man spontant mest tillit til? (Men hvem valgte nettopp disse intervjuobjektene?) Det er også påfallende hvordan Oltedal heller ikke velger å forholde seg til Mariboforskerens svar, men umiddelbart etterpå istedet fokuserer på profittmotivet: «Og alle dei store i frøbransjen satsar på genteknologien. Det gjeld om å overleve».

Leseren av dette Dyade får forhåpentlig et visst inntrykk av hvilke positive muligheter, såvel som hvilke farer, genteknologien bringer med seg. Skal vi kunne gi en balansert vurdering av fenomenet, må vi kjenne til det positive såvel som det negative.

Utover å gi «ein del av ... Danisco, som er blant verdas største i denne frøbransjen» og andre frøprodusenter et konkurransefortrinn, og bønder rundt om i verden anledning til å bruke giftstoffet Roundup på sine sukkerroeanter, nevner imidlertid Oltedal overhode ingen positive gevinster av genteknologien i programmet. Innslaget blir på denne måten i beste fall ubalansert. Siden Oltedal er opptatt av sammenhengen mellom genteknologi, miljøvern, og giftige kjemikalier kunne hun f.eks. nevnt de lovende forsøk som nå gjøres med genspleising av planter slik at de får evne til selv å danne visse

insektfrastøtende stoffer, som ikke skader andre organismer i miljøet. Og som potensielt kan bidra til vesentlig reduksjon av miljøskadelige sprøytemidler i naturen. Men informasjon om genteknologiens miljømessige positive muligheter ville komplisere det fiendebilde Oltedal synes å ville tegne av genteknologien i dette innslaget. Det virker som det for Oltedal er om å gjøre ikke å gi inntrykk av at det i det hele tatt er motforestillinger til hennes syn på genteknologien.

Oltedals kritiske syn på genteknologien kommer klarest til syne i dette innslaget, men har også skinnet gjennom i andre innslag hun har laget om emnet. Det fremgår også relativt klart i boken om genteknologi hun er med-

forfatter av.

Oltedal må selvfølgelig ha lov til å stille seg kritisk til genteknologien, en holdning hun deler med mange andre. Men Audgunn Oltedal er samtidig ingen hvem som helst, hverken i mediemessig eller politisk sammenheng. Hun har vært sentral i Sosialistisk Venstreparti, og var en periode redaktør av SVs partiavis Ny Tid. Sin sterke skepsis mot genteknologien deler hun da også med sin partileder i SV Erik Solheim, som har markert seg på fremtredende måte i aviser og media som svært aktiv motstander av genteknologien (bl.a. i innslag om genteknologi i Dagsrevyen laget av nettopp Audgunn Oltedal). Også SVs syn på EF, og miljøpolitikk, tør være kjent.

Dagsrevyen som misjonsmark

Det er på denne bakgrunn vanskelig helt å fri seg fra den mistanke at Oltedals valg av vinkling i hennes programmer om genteknologi, slik det klarest kommer til uttrykk i programmet vi har sett nærmere på i denne artikkelen, har sammenheng med hennes personlige politiske syn på disse spørsmål. I så måte ser subjektive meninger og yrkesrolle som journalist i vårt nyhetsmonopol å ha blandet seg sammen på en uheldig måte.

Hennes syn på genteknologi kan ingen ta fra henne. Noe annet er det imidlertid når dette subjektive syn, gjennom bruk av de mange virkemidler vi har sett på, får monopol i NRK, endatil under dekke av å være objektiv nyhetsreportasje. Dagsrevyen må ikke bli SV-revyen. I så måte kan det reises kritikk ikke bare mot Oltedal, men mot NRK selv.

Ett er at ikke utenforstående til nå synes å ha reagert mot innslaget. Men heller ikke internt synes noen ansvarlige å ha sett eller reagert på de mange betenkelige bruk av virkemidler og øvrige skjevheter i dette programmet,

eller de 24 andre om genteknologi som Oltedal har hatt eneansvar for gjennom 6 år i Dagsrevyen. Og det synes klart at det bl.a. er hennes monopol i et kringkastingsmonopol som gjør dette mulig.

Med et annet utgangspunkt er det ikke vanskelig å tenke seg et alternativt innslag om genteknologi, — en «skrekkefilm» med motsatt slagside. F.eks.:

«Lille Mari har hatt kreft i snart 10 måneder. Til nå har denne kreftsorten vært uheldelig. Lille Mari ville ikke hatt lenge igjen å leve (hjerteslag).

Men på Radiumhospitalet jobber nå genforskere på spreng med en ny, eksperimentell behandlingsform, og som ser svært lovende ut nettopp overfor den kreft som lille Mari har. Forskerne har introdusert et gen som produserer kreftantistoff fra benmark til sau inn i benmargcellen til mennesker. Det viser seg at cellene i mennesket da blir i stand til å produsere dette antistoffet. Men tiden er knapp.

(Bilde av seriøse, vennlige forskere i laboratoriet, med reagensrør. Hjertesla-

gene til Mari går over til klokketikking).

Men det er ikke alle som er for genteknologi (lakonisk):

Klipp fra intervju med Kjell Magne Bondevik: «Vi må ikke blande dyregener med mennesket!» «Men hva hvis konsekvensene er gode?» «Det er ikke alltid vi har lov til å skjele til konsekvensene! Å blande artsgenene strider mot Guds lov!»

Intervju med Erik Solheim: «Det står sterke kapitalinteresser bak genteknologien. Amerikanske legemiddelprodusenter ligger an til å tjene millioner. Men hvis vi tillater dette, hvor skal vi sette grensene? Jeg er personlig dypt bekymret. Vi må ikke starte en utvikling som tillater å blande dyr- og menneskegener! Vi må snarest få en lov som forbyr slik overføring — av etiske grunner.»

Intervju med Jakob Jervel: «Så er ikke lenger arten hellig! Grensene mellom artene rives ned. Vi har en sterk etisk intuisjon som sier at artsgrenene er viktige. Det er overflødig å si det for menneskets vedkommende. Forskere hevder det er gode konsekvenser, men de tror ikke på det selv. Forskere spiller i denne sammenheng rollen som leverandør til konsernene som ikke har etisk og samfunnsmessig ansvar.»

Intervju med Grete Knudsen: «Genetikk er i praksis å tukle med livet. Man kan forebygge og forandre. På kort tid har man utviklet dette fra å kunne kurere et lite antall lyter til flere tusen. Man kan kutte ut det syke ledd. Man utvikler kunstige mennesker. Det er også teknisk mulig at svarte mødre kan utnyttes som rugemødre for hvite barn.»

«Og NTB melder at 71% av de som ble spurt i spørreundersøkelse mener det bør være forbud mot å overføre gener fra dyr til mennesker.»

Tilbake til lille Marie. Reporteren sier lakonisk:

«For to dager siden behandlet Stortinget et lovforslag som setter forbud



Eirik Jensen (f. 1950) har tidligere bidratt med artikler i tidsskriftet *Dyade* om etiske, filosofiske og psykologiske emner. Redaktør av numrene «Umorale i moralen» og «Forfalsker vi virkeligheten?». Han er magister i filosofi fra Universitetet i Oslo 1976, PhD studier i filosofi ved The University of Michigan 1978–79. Cand. jur. 1983, deretter konsulent i Finansdepartementet 1983–84, førstekonsulent ved Oslo Ligningskontor 1984–85, dommerfullmektig på Jæren 1985–87, fra 1987 advokat. Kurslærer i Acem siden 1977. Redaktør av *Dyade* 1989.



Audgunn Oltedal har laget 24 innslag om genteknologi i NRK de siste 6 årene. I praksis har hun de senere år hatt monopol på dekning av dette kontroversielle fagfelt i NRK. Hun har samtidig markert seg som kritisk til genteknologi i en rekke av innslagene, og i en bok om emnet hvor hun er medforfatter. Spiller det noen rolle at en person på denne måten har «monopol i mono-polet»? Får vi en balansert og nyansert presentasjon av genteknologi i NRK, eller Audgunn Oltedals private kjepphester?

mot overføring av gener fra dyr til mennesker. Etter dette er det nå straffbart å bruke slike behandlingsmetoder som har vært forsøkt på Radiumhospitalet, og som kunne hjulpet lille Mari.»

Lille Mari ser spørrende inni kamera. Hjerteslag, som plutselig stopper, så klipp av foreldre, ved lille Maris grav: «Lille Mari, død —.»...

Et slikt innslag ville også være grovt manipulierende. Det er ikke hensikten å forfekta at NRK heller burde sendt et slikt innslag. (Selv om det kanskje inneholdt en større flik av sannheten enn Audgunn Oltedals). Mitt anliggende har vært et annet. Genteknologi er et følsomt tema. Publikum har behov for informasjon. Det er åpenbart at det må flere utredninger, og mer arbeid med

vanskelige moralske grenseoppganger, etterhvert som teknikk og vitenskap frembyr helt nye muligheter og valg, som våre moralnormer og intuisjoner på ingen måte er forberedte på. Vi trenger derfor et klima hvor det kan tenkes høyt og oppriktig. Hvor det må være rom for og respekt for ulike oppfatninger.

Audgunn Oltedals innslag bidrar ikke til en slik besinnelse. Tvertom. Det spiller istedet ensidig og aktivt på fordommer og engstelse, potensielt til skade ikke bare for de mange klart positive muligheter genteknologien også bærer med seg, men vel så alvorlig for en fordomsfri og forstandig drøftelse av dette viktige emne.

Er det så farlig?

Spiller det noen rolle? Er det noen grunn til å ta på vei over de skjevheter, fordreininger og manipulierende virkemidler vi utsettes for i dette, og andre, innslag om genteknologi i Dagsrevyen?

Flere som har sett innslaget har fortalt at de ikke syntes det var så spesielt, eller så annerledes enn mye annet vi presenteres i Dagsrevyen. Slik jeg ser det gjør ikke det saken bedre. Det sier snarere noe om hva vi etterhvert finner oss i, i den sløvhet som skapes av mangel på alternativer.

Mange har etterhvert ment å kunne påvise slagside og meningspåvirkning i Dagsrevyens dekning av politisk kontroversielle spørsmål. Om det er hold i noe av den kritikk jeg har fremført i denne artikkelen, synes meningspåvirkningen ikke å stanse der. Men utenfor de politisk etablerte skillelinjer er påvirkningen enda vanskeligere å få øye på, iallefall øm man ikke har god tilgang på alternativ informasjon om det aktuelle emnet. De færreste har en

genteknolog i sin omgangskrets. Når Audgunn Oltedals private antipatier mot genteknologi gjennom NRK monopoliet i 6 år får monopolisere tilgangen til det norske folk, får de etterhvert uvegerlig karakter av offisiell sannhet. Audgunn Oltedals subjektivitet blir gjennom loven til det eneste objektivt riktige om disse vanskelige spørsmål. Særlig betenkelig må dette være når det gjelder et felt som genteknologi, som er så nytt og ukjent, og hvor det derfor ikke er lett å ha motforestillinger til det Dagsrevyen sier. Samtidig som genteknologi også kommer til å prege vårt samfunn på helt avgjørende måter i tiden som kommer.

Det kan derfor være fristende å avslutte: Audgunn Oltedal har til nå hatt eneansvar for å informere hoveddelen av det norske folk om genteknologi. Trolig vil hun ha det også i fremtiden. Det kan gå godt. Det kan gå ille. Våre etterkommere vil få svaret.

**DNA
har
ikke
sjel**

*Hvem eier våre gener?
Gentester og moral
Skaper likhet ulikhet
i helsevesenet?
Ostehøvelen som norsk
torturinstrument*

Anne Lise Børresen intervjuet av Odd Stokke Gabrielsen

Genteknologien er blitt et offentlig debatt tema. De mest aktive aktørene i debatten har vært politikere, teologer, og synsere av ulike slag. Genforskerne selv har vært relativt lavmælte. Dyade har derfor latt en av våre kjente genforskere, Anne Lise Børresen, redegjøre for hvordan hun ser på de etiske problemstillingene den nye teknologien reiser. Vi har også bedt om hennes kommentar til mediernes bilde av genteknologien.

– Det er mange potensielle anvendelsesområder av genteknologi, men det er først og fremst bruk av gentester til fostervannsdagnostikk for å påvise alvorlige genetiske sykdommer som allerede har fått noe større praktisk anvendelse, og da særlig i land som USA, England, Danmark og Holland. I Norge har man foreløpig valgt å gå langsomt frem. Slik bruk har vakt mange sterke reaksjoner både fra verdikonservativt, kristent og fra venstresosialistisk hold, som kaller dette for kvalitetssortering av mennesker. Hva er din kommentar til en slik beskrivelse?

– Etter å ha jobbet i mange år med familier med arvelig sykdom har jeg inntrykk av at de som snakker om kvalitetssortering, ikke helt vet hva de

snakker om. Hvis du kommer med slike påstander til en familie som har 3-4 barnegraver, oppleves det ganske krenkende. Jeg har hatt kvinner foran meg som har sagt «jeg orker ikke en barnegrav til, og jeg vil forferdelig gjerne avslutte min barnekarriere med et friskt barn.» Da er det ikke snakk om kvalitetssortering. Det er snakk om barn med svært alvorlige sykdommer som er grovt mentalt retarderte, som ofte dør i barnealder, og påfører den kvinnen som må gjennom dette, en enorm belastning. Det er tross alt fremdeles slik i vårt samfunn at det er kvinnen som bærer mesteparten av byrden med handikappede barn. Å snakke om kvalitetssortering skurrer derfor veldig i mine ører når det her er snakk om et sykt, ikke levedyktig barn



«DNA har ikke sjel.»

kontra et friskt barn med alle de lyter og mangler normale barn også har. Det er ikke her spørsmål om noen som vil abortere fordi barna har tynt hår, gal hårfarge, oppstoppene eller lignende. Virkeligheten er langt tøffere enn det.

— Men vi har jo fri abort her i landet, og dermed er det vel ikke noe i norsk lov som gjør det ulovlig å selektere utfra bekvemmelighetshensyn, på hårfarge eller på kjønn, hvis bare de nødvendige testresultater kunne skaffes til veie?

— Fostervannsdagnostikk tilbys bare til de som har risiko for alvorlig sykdom hos barnet. Disse har som regel et sykt eller dødt barn fra før, og dette nye barnet er et ønsket barn. Å abortere

re utfra bekvemmelighetshensyn er utenkelig. Dessuten vil all testing gå gjennom sentrale institusjoner som har kriterier for hvilke sykdommer man kan gjøre prenatal diagnostikk på. Opplysninger som er irrelevante for diagnosen, som f.eks. kjønn, kan holdes tilbake. Så lenge man har regulering og sentral styring som vi jo har i vårt helsevesen, så tror jeg det er svært, svært liten fare for misbruk.

— Det er altså slik å forstå at bare en del av gentestene benyttes i fostervannsdagnostikk, nemlig de som avslører svært alvorlig genetisk sykdom. Mens gentester som viser eventuell disposisjon for kreft eller hjerteinfarkt brukes ikke i fostervannsdagnostikk?

— Nei, påvisning av sykdomsdisposisjon for kreft og hjerte-karsykdommer brukes ikke i fostervannsdagnostikk. For disse sykdommer finnes det behandlingsmuligheter. Eksempler er arvelig tykktarmskreft og arvelig kreft i skjoldbruskkjertel. De er ikke egnet for fostervannsdagnostikk, for når en genbærer er diagnostisert, kan denne følges opp nøye. Utvikling av tykktarmskreft kan hindres ved å ta bort polyper i tarmen etter hvert som de kommer, og ved kreft i skjoldbruskkjertelen kan denne fjernes i det øyeblikk små forandringer oppstår. Ved slik oppfølging kan derfor disse menneskene helbredes for sin kreft.

— **Et annet vanlig kritisk argument er at gentester, fostervannsdagnostikk og abort vil påvirke våre holdninger overfor handicappede, overfor de som allerede er født med disse alvorlige lidelsene?**

— Det er et argument som jeg egentlig ikke skjønner. Jeg forstår at de handicappede selv er redd for at ressursene skal bli mindre. Men jeg sammenligner det av og til med trafikkulykker. Vi setter inn en masse ressurser for å hindre at barn blir skadd i trafikken, og likevel skjer det slike trafikkulykker. Men vi ser ikke ned på barna som rammes og minsker ikke ressursene for å behandle dem. Jeg kan ikke se noen motsetning mot å bygge ut tilbudet for diagnostikk for å forsøke å forhindre sykdom, samtidig som man bygger ut behandlingstilbudet for dem som allikevel får sykdommen. Hjemmeulykker er et annet eksempel. Vi gjør hva vi kan for å unngå dem og setter inn store ressurser for å forhindre slike ulykker. Likevel lar vi ikke være å behandle de som rammes.

— **Noen genetiske sykdommer bryter først ut i moden alder, som f.eks. Huntingtons sykdom¹. Gentester for slike sykdommer reiser en annen serie med spørsmål. Skal f.eks. folk kunne nekte å bli testet hvis det har konse-**

kvenser for ektefelle og barn? På den annen side er det moralsk holdbart å gi individer slik kunnskap om seg selv, at de sikkert vil bli syke om ti år, når det innebærer en så stor psykologisk belastning at de vil ha vanskelig for å takle det?

— Dette er et meget vanskelig spørsmål. I utgangspunktet mener jeg at det er individet selv som eier kunnskapen om sine gener. Imidlertid, i de tilfeller hvor det er helt nødvendig at en bestemt person blir undersøkt for å kunne utføre bærerdiagnostikk og evt. prenatal diagnostikk av andre familimedlemmer, da føler jeg at vi ikke lenger eier våre gener. Vi har dem til låns. Du har fått dine gener fra mor og far, du deler en del av dem med dine søsken, og du fører dem videre til dine



Blodprøvetaking av foster. Prenatal diagnostikk

barn — da føler jeg at du ikke har rett til å nekte å gi en prøve. Men du behøver selvfølgelig ikke å vite resultatet av testen selv, hvis du ikke ønsker det. Men å nekte å gi en prøve som har konsekvenser for andre familiemedlemmer, det mener jeg er galt.

— **Men hvis det er snakk om å avstå fra å få barn, må vel iallfall ektefellen få vite resultatet av gentesten?**

— Dette er også et vanskelig spørsmål. Familier som er rammet av Huntingtons sykdom har selv jobbet mye med problemstillingen. Noen mener at ektefellen har krav på å få vite om den andre er bærer av sykdommen. Dette vil ha store konsekvenser for planlegging av felles barn. Da er det heller ikke lenger bare dine gener. Da er det tross alt gener som du gir videre sam-

men med din ektefelle, og da eier du dem ikke lenger. Selv vil jeg nok mene at det er riktig for familieplanlegging og av hensynet til kommende barn at man lar seg undersøke.

Når det gjelder de psykiske problemer en positiv gentest kan utløse, så har Huntington-foreningene verden over lagt opp til at det ikke skal være mulig å bli testet uten at det samtidig er et solid hjelpeapparat tilstede med tilgang på psykolog eller psykiater. Det å få vite at man vil bli alvorlig mentalt syk, har enorme konsekvenser, og gentest bør ikke tilbys noen før hjelpeapparatet er i orden.

— **Mange er redde for misbruk av testresultater. Arbeidsgivere og forsikringsselskaper f.eks. kan forskjellsbehandle individer utfra deres genetiske utrustning. Hva er din kommentar til det?**

— Det er klart at slik informasjon kan misbrukes, derfor må test-resultatet være personens eiendom i slike forhold. Men jeg er også opptatt av at man burde få fram at genetisk disposisjon for en sykdom i fremtiden betyr svært lite i jobbsammenheng. Din effektivitet og hva du kan få utrettet på en arbeidsplass vil være uavhengig om du er disponert for å få hjerteinfarkt om 10 år eller brystkreft om 8 år. For en arbeidsgiver vil det være av minimal betydning. Mye større betydning har det om du har barn i barnehage, om de er ofte forkjølet, om de er allergiske, hva du gjør i fritiden, hvor ofte og hvor fort du kjører bil, om du er fjellklatrer, fallskjermhopper osv. Disse faktorene burde være viktigere for arbeidsgiver å få greie på enn resultatet av eventuelle gentester.

Jeg har et eksempel fra mitt eget yrke. For flere år siden arbeidet jeg i USA sammen med en pike som hadde den genetiske sykdommen cystisk fibrose². Hun var doktorgradsstudent og gjorde en fenomenal forskningsinnsats. Hun døde allerede 26 år gammel, som er forventet levealder for homozy-



kan i dag avsløre en rekke genetiske sykdommer.

gote genbærere av denne sykdommen. Det hun imidlertid klarte å produsere av forskningsresultater i løpet av den tiden hun arbeidet, var langt mer enn mange andre forskere gjør gjennom et langt liv. I en forskningskarriere som hennes med den enorme innsatsen hun kunne yte, ble det faktum at hun visste at hun kom til å dø før hun var 30 av underordnet betydning fordi hennes innsats var så stor.

Det er jo ikke det at du holder på lenge som betyr noe, men hva du gjør i den tiden du er der. Vi må få frem at det er forskjeller mellom oss, men at det ikke først og fremst er arveegenskapene som betyr hva vi kan yte, men hvordan vi forholder oss til arveegenskapene vi er utstyrt med.

— **Hvis noe er genetisk, så er du lik-som dømt....**

— Nettopp, men det er jo helt feil. Vi må lære å forholde oss til vår genetiske utrustning. Vi må ta konsekvensene av våre arveanlegg. Hvis du er født kortvokst, og bare blir 1,50 høy så

går du ikke hen og blir en lagerarbeider som må finne fram på øverste hylle. Selv om du hadde odel, ville du antakelig gi den fra deg hvis du hadde høysnue. Slike forskjeller er vi nødt til å akseptere, og jeg tror det er viktig at vi gjør det, og at vi begynner å verdsette forskjellene.

— Tendensen idag er at vi er så redd for å stigmatisere noen ved å si at det er forskjeller på oss, alle skal behandles likt. Alle skal få samme råd isteden for å gi den enkelte de råd som er særlig viktige for vedkommende. Det vi ser nå, er at de som benytter seg av det frivillige helsetilbudet, er de med høy utdanning som tilhører de øverste sosiale lag. Disse får etter hvert bedre og bedre helse, mens de med lav utdanning og som tilhører de lavere sosiale lag, får dårligere og dårligere helse, fordi de ikke klarer å benytte seg av helsetilbudene. Vi tør ikke hente ut denne gruppen og si at dere trenger og skal ha mere hjelp.

«Vi må begynne å verdsette forskjellene»

— **Mener du at sosialdemokratiets likhetstankegang i helsevesenet har ulikhet som konsekvens?**

— Det kan se slik ut. Hvis du ser på våre masseundersøkelser som jo er frivillige, er det de «gale» gruppene som undersøkes, de med lavest risiko. Det er de som først oppfatter tilbudet og kommer lettest til det, men de som er mest utsatt og har den høyeste risiko, de kommer ikke. Se f.eks. på vaksinasjonsprogrammene. Vi hørte nettopp skremmende tall om at det var en foruroligende høy prosent som ikke fulgte vaksinasjonsprogrammene av barn på helsestasjonene. De som ikke kommer, er først og fremst innvandrere som ikke forstår, og det er de fra de lavere sosia-

le lag som ikke oppfatter viktigheten. Men de blir ikke hentet opp og fortalt at de må komme. Programmet er frivillig. Men det er disse som utgjør risikogruppene, det er blant dem sykkeligheten er størst, og det er spesielt denne gruppen som burde vært vaksinert. Likhetsstanken vår gjør at det blir mer og mer skjævt, og det tror jeg gjør seg spesielt utslag i helsevesenet.

— **Genteknologi hevdes å bære i seg et potensiale til å forbedre vår helse, helbrede «uhelbredelig» sykdom, til å øke vår velferd, sikre vårt miljø osv. Likevel anses genteknologi av folk flest som et samfunnsmessig problem. Hva er skjedd?**

— Jeg føler at det er tre kategorier

som taler mot genteknologi. Den første kategorien taler imot pga. uvitenhet, de er redd for noe som er nytt og ukjent. Disse kan vi møte med opplysning, og her har vi en stor oppgave i å opplyse folk om at dette er og vil bli et gode, et vesentlig gode. Men at det også kan misbrukes. Da er det imidlertid ikke genteknologien i seg selv som er et onde, men misbruk av eventuelle resultater. Da er det ikke forskningen som må begrenses, men bruken av forskningsresultatene som må reguleres. Her må myndighetene inn med lover om personvern om hvem som skal eie data om sine gener, og hvem som har rett til å spørre om disse opplysningene osv.

Så er det den kategori som er imot genteknologi på rent religiøst grunnlag. De inntar standpunkter som om DNA hadde sjel. Disse er det vanskelig å forsøke å drive opplysning for, de har en tro som du ikke kan gå på tvers av. Det må du på en måte forholde deg til, akseptere og vise toleranse overfor. Men da må jo de igjen akseptere at det også er et annet syn ute og går, at DNA ikke har sjel, at det er et molekyl, en syre.

Den kategorien jeg synes det er vanskeligst å møte, er de som anser genteknologi som en miljøtrussel, som setter genteknologien i bås med miljøforurensning.

— **Genteknologien ses på som en forlengelse av utviklingen med sur nedbør, kvikksølvutslipp, Tjernobyl, ozonhull osv.**

— Ja, som en enda mer sofistikert måte å forurense vår klode på. Men jeg tror på opplysning, atter opplysning helt fra skolealder av. For når uvitenheten råder, er tomleplassen fri for alle slags fantastiske forestillinger. Et eksempel: Min datter kom hjem etter å ha hørt om genteknologi på skolen og spurte meg om genteknologi besto i å lage dårlige genetiske egenskaper for å putte inn i mennesker og dyr. Vi satt ved frokostbordet, og jeg ble svært opphisset. Jeg spurte om hun ikke sam-

tidig hadde fått høre at genteknologi kan brukes til å hjelpe syke mennesker med å stille diagnose tidligere og gi riktig behandling, og å lage nye medisiner, at man kan putte arveegenskaper inn i bakterier og få disse til å lage medisiner istedenfor å slakte 10.000 griser for å få tak i den samme medisinen. Det hadde hun ikke hørt et ord om. Hun hadde altså hørt bare den mest tenkelige negative side av hva genteknologien muligens kunne brukes til i en fjern fremtid. Jeg forsøkte da å få henne til å forstå hvilken negativ måte læreren hennes gikk fram på. Siden vi satt ved frokostbordet grep jeg nærmeste redskap som var en ostehøvel og spurte henne: «Vet du at dette er et utmerket redskap til å flå mennesker med? Andre steder i verden er det svært få som



Til å flå mennesker med?

vet hva en ostehøvel er. Det læreren din nå gjør er å reise rundt i verden og fortelle at ostehøvelen er til å flå mennesker med; uten å nevne at den i praksis benyttes som et utmerket redskap til å skjære ost med. Det er den måten miljøaktivistene også angriper genteknologien på. De utbasunerer alle mulige tenkelige negative sider ved genteknologien, uten å nevne noen av de goder den kan føre med seg og som er det forskerne er opptatt av.

— Det hevdes ofte at genteknologi har en rekke farlige konsekvenser. Har man erfaring fra genteknologiske ulykker?

— Jeg kjenner ingen eksempler på at det har skjedd «genteknologiske ulykker», men det var jo det man var redd for da man stoppet forskningen i 70-årene. Etter initiativ fra forskerne selv ble all genteknologisk forskning stanset en tid for så senere å bli lagt under ekstreme sikkerhetsforanstaltninger. Etterhvert som man lærte mer om dette, skjønnte man at de eventuelle farene var enormt overdrevne, og at sjansene for at noe galt skulle skje var ekstremt små. Tross alt er genforandringer noe som skjer ute i naturen hele tiden ved at DNA molekyler forandres (muterer) og at organismer tar opp DNA fra andre organismer. Særlig er dette utbredt blant bakterier som man arbeidet mest med den gang. Det forskerne kunne få til i laboratoriet og som mange fryktet kunne få uhyggelige konsekvenser, gjorde moder natur stadig vekk uten sikkerhetsforanstaltninger av noen art.

— Det er kanskje lite forståelse for at naturen er en prosess? Man ser på den som ferdig, skapt en gang for alle, og hvor det å gripe inn er å tukle med noe man ikke skulle røre ved — det som gjenspeiles i uttrykket «genteknologi er å leke Gud».

— Det sies jo at vi lager helt nye organismer, helt nye egenskaper. Det gjør vi egentlig ikke. Det vi gjør innenfor deler av genteknologien, er å sette



Frykten for at genteknologien ved et uhell skulle kunne kreere uhyrer et betydelig overdrevet.

sammen de anleggene som allerede er der på nye måter, alt ligger jo ferdig laget i DNA molekylet. Vi har ikke laget genene fra grunnen av. Vi setter dem sammen på en annen måte som kanskje er gjort et eller annet sted ute i naturen allerede.

— Men mange synes at det er å gå over en grense

— Det virker som om det er utillatelig å forandre gener så lenge det gjøres i et laboratorieglass, men hvis det gjøres ute i naturen av naturen selv, er det fullt akseptabelt. Jeg tror at hvis vi var

flinkere til å lete ute i naturen så ville vi finne utrolig mange flere rekombinanter og mutanter enn vi gjør idag. Men vi har på en måte sluttet å lete.

Du møter av og til tilsvarende tenkemåte når det snakkes om «syntetiske og naturlige» stoffer. Folk kan godt spise C-vitamin i form av en ascorbinsyretablett hvor stoffet er isolert fra appelsin, men hvis den er syntetisk laget, selv om det er identisk det samme kjemiske stoffet så er det syntetisk og farlig å spise. Dette bunner jo rett og slett i mangel på kunnskap.

Mange er redd for at vi uforvarende skal skape farlige bakterier og virus, men det behøver ikke naturen vår hjelp til; det klarer den utmerket godt selv. De farligste gifter og sykdomsfremkallende agens er naturprodukter. Tenk på pilgiftene indianerne trakk ut fra planter og på HIV-viruset. I tillegg er alt i stadig forandring. Virus slipper unna vårt immunforsvar ved å forandre litt på sine gener. Hver gang influensa virus har gått en gang rundt jorden er det oppstått en mutasjon. Dette skjer uten vår påvirkning.

«De fleste journalister vil heise flagg»

– **Hva mener du om mediene dekning av genteknologi? Hvilket inntrykk har du av journalister som skriver om dette temaet?**

– Litt blandet. Noen har lest og studert mye og har et relativt høyt kunnskapsnivå. Det er en forutsetning for god journalistikk. Det jeg synes er litt bekymringsfullt, er at mange av de journalister som har engasjert seg i genteknologi, tilhører en av de tre gruppene som jeg nevnte tidligere. Noen er uvitende og skal bare ha sensasjonene, men de er heldigvis i fåtall. Mer vanlig er det at de er vel vitende, men tilhører enten den religiøse gruppen og er mot genteknologi av den grunn eller de er miljøaktivister og er negative av den grunn. De har på en måte heist flagg, og det er for få som er nøytrale. Skriver de for mye positivt om genteknologi, er det for dem negativt.

En typisk intervjusituasjon er at jeg viser en liste over hva genteknologien har gitt oss og hva den kan gi oss i kampen mot sykdom: Forbedret dia-

gnostikk, forbedret prognose, behandling og forebygging, mulighet for bærerdagnostikk som kan ha betydning for familieplanlegging. Alle disse punktene er gjenstand for intens forskning og stor insats av mange. Det er på disse områdene de fleste av oss arbeider. Nederst på listen står genterapi. Journalistens fokus er straks bestemt: Hvorfor gjør ikke du noe med genterapi, og kommer genterapi snart? Dette som bare et lite antall arbeider med, og som vil komme et fåtall mennesker tilgode og vil være av mindre betydning for en befolknings helse, det blir hovedsaken. Mens alle de andre punktene på listen som det ikke ligger så store sensasjoner i, faller helt i bakgrunnen. Journalisten vil ha sensasjoner og de store nyhetene og ikke nok med det. Jeg føler at de tror forskerne selv bare ønsker å drive med noe som kan komme i pressen med store bokstaver. Alt det som foregår av møysommelig forskning og gir små, men viktige framskritt, det er det som er stort for oss. Det har de liten forståelse for.

«Skotsk høylandslandskap og nydelig musikk»

— **At journalister ofte har heist flagg, hvordan gir det seg utslag?**

— De formidler stoffet ofte i en sammenheng som gir det en spesiell vinkling. Et eksempel er et innslag i NRK om noen sauer i Skottland som hadde fått satt inn et gen for insulin eller bløderfaktor IX i alle sine celler, på en slik måte at disse proteiner ble produsert i melkekjertelen og skilt ut med melken. Innslaget begynte med et bilde av et nydelig skotsk høylandskap med grønne enger med sauer på beite og vakre bondegårder og nydelig musikk i bakgrunnen. Samtidig forteller de om hvor forferdelig synd det er på disse sauene som går der og som brukes i forskningsøyemed og som står der og melker medisiner, forferdelig! Så stilles spørsmålet om bonden i fremtiden vil få beholde sine sauer, kuer og andre dyr til naturlig bruk eller om han vil bli et underbruk av multinasjonale farmasøytiske koncerner og betale patent-

avgifter som en framtidens husmann for sine husdyr. En sterk negativ holdning til genteknologien formidles som leder oss inn i et framtidsmareritt. Journalisten har tont flagg.

Hadde de vist den motsatte vinklingen i en påfølgende sekvens hvor f.eks. en mor fra et utviklingsland sitter med et barn som er i koma eller en annen mor som sitter med sitt bløderbarn — døende av hjerneblødning, pga. mangel på det disse sauene nå melker, kanskje med en sørgemusikk i bakgrunnen; da tror jeg holdningen til genteknologi hadde blitt en annen. Istedet blir genteknologien framstilt som et framtidsmareritt i kontrast til et idyllisk skotsk bondelandskap og romantisk musikk. Vi sitter igjen med en negativ holdning til at genteknologi er noe vi ihvertfall ikke ønsker oss. Mens virkeligheten kanskje ligner mer på det døende barnet vi ikke fikk se.

«De som tar stilling på magert grunnlag er de mest aktive»

— **Hva med politikernes debatt og takling av dette?**

— Jeg synes det fremdeles er et skremmende lavt kunnskapsnivå blant de som tar stilling. Her har vi en stor oppgave i å heve kunnskapsnivået slik at de kan ta beslutninger utifra reell innsikt. Men det går partipolitikk i dette også. Noen politikere har tatt

stilling på forhånd, og da hjelper det ingenting om du hever kunnskapsnivået. Det som skremmer meg litt, er at de som har tatt stilling på magert grunnlag, er mest aktive i debatten. Dette må vi debattere sier de, men de har allerede tatt sitt standpunkt og er ute etter å få flest med seg, ikke etter å debattere.

— Forskerne ser ut til å være relativt passive i debatten.

— Det må innrømmes at det har vi dessverre vært. Mange av oss har vanskelig for å formidle dette på en enkel måte. Det er vanskelig stoff. I tillegg har vi dårlig med tid. Det er knappe ressurser blant forskerne, og det gjør at vi har mer enn nok med å jobbe med vårt eget for å få midler til å drive vår forskning. Informasjons-formidling tar

enormt mye tid. I tillegg har vi kanskje litt lett for å bli utålmodige med folk som ikke forstår og ikke vil forstå. Vi er ikke vant til å føre en faglig debatt på et plan som alle kan følge med på. Vi har nok litt for lett til å avvise med å si at dette skjønner dere ikke allikevel. Vi må nok bli flinkere til å være mere tålmodige og virkelig få andre til å forstå.

«Forskerne er tause. Vi stemples som amoralske»

— Nina Karin Monsen uttalte følgende til Aftenposten: «Vitenskapen generelt har en total mangel på etisk refleksjon. Forskerne lever i en lukket verden, der det som teller er karriere og små, tekniske fremskritt..... Genetikken kan bli en lek..... Jeg har problemer med å se noe positivt i denne utviklingen. Det minner mest om galenskap». **Kommentar?**

— Det er fantastisk å få et slik stempel, at vi forskere er amoralske. Vi tenker ikke framover. Når det gjelder etikk tenker vi knapt i det hele tatt. Vi er samfunnsløse på en måte. Vi tenker bare på vår egen verden og på vår egen karriere og våre egne sensasjonelle oppdagelser. Det er helt fantastisk at noen kan dømme oss slik.

— Forskerne i debatten er kanskje ikke alltid representative, jfr. prof.dr. med. Fyrand som skriver at genteknologien vil bli den siste nagle i menneskehetens kiste.

— Blant forskere som ikke er genteknologer, der er også kunnskapsnivå-

et for lavt rett og slett. Men det skyldes vel at genteknologi ennå er så nytt at de ikke har klart å følge med. Jeg tror vi trenger en skole og medier som kan heve opplysningsnivået slik at ikke slike fantasters uttalelser synker uimotsagt ned i folkedypet. Mye kunne sies om skolen, men den revolusjon innen biologien som genteknologien representerer har i iallfall ikke vunnet mye plass der ennå. Man lærer om frøblader og prevensjon, forbausende lite om menneskenes grunnleggende biologi og genetikk.

¹ Genetisk nervesykdom ledsaget av uregelmessige og ufrivillige bevegelser av lemmene og ansiktsmusklene. Også kalt setesdalsrykkja. Slår først ut i 30–50 års alderen. I senere stadier karakterisert ved sløvsinn og sinnslidelser. Den ender dødelig, ofte etter mange årtiers varighet.

² Cystisk fibrose er en alvorlig sykdom hvor pasientene produserer store mengder tykt slim særlig i lungene. Dette blokkerer luftveiene og fremmer bakterielle infeksjoner. Over tid brytes lungene gradvis ned pga de kroniske infeksjonene og dette er gjerne årsaken til tidlig død. Unormal slimdannelse andre steder i kroppen gir også komplikasjoner.

*Fra
sivilisasjonens
vugge
til
molekylær
biologi*

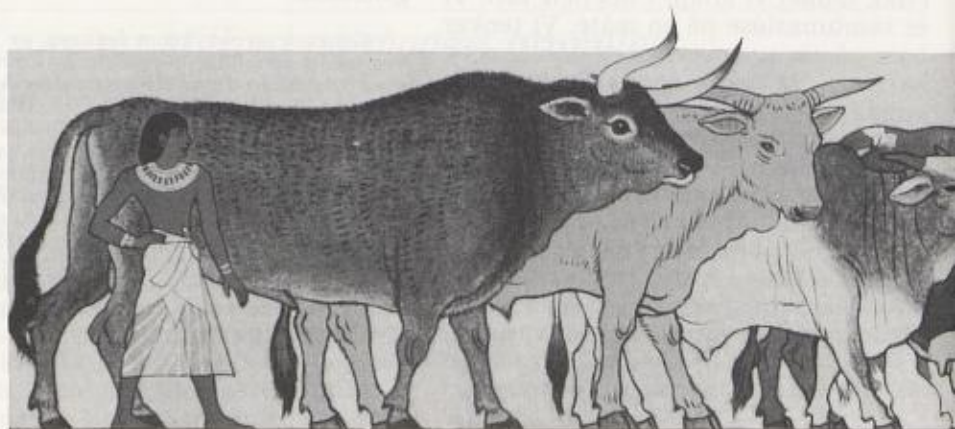
*Genetiske råd fra bibelen
En mährisk munk med
navn Mendel
Bananfluer med hvite
øyne og korte vinger
Hvorfor du ble mann
eller kvinne
Et helt alfabet i en dobbel
heliks*

Av Odd Stokke Gabrielsen

Genteknologien er ung med løfter og skremser for fremtiden, men dens røtter kan spores langt tilbake. En genes «teknologi», å kunne utnytte arveligheten til menneskenes beste, oppstod trolig i førhistorisk tid. Genetikken, vitenskapen om gener og arv, er derimot såvidt 100 år gammel.

Ser vi på fenomenet arv, at avkommet ligner sitt opphav, at barn får

særtrekk fra sine foreldre, at hester føder hester, mygg avler mygg, katter kattunger, at solsikkefrø gir solsikker, — er det så opplagt og fundamentalt at det trolig tilhører menneskehetens tidligste «vitenskapelige observasjoner». Og ikke bare det, å kunne manipulere med og utnytte praktisk fenomenet arvelighet gjennom kontrollert avl, var faktisk det som gjorde det mulig for



steinaldermennesket å utvikle våre første husdyr og rendyrke våre tidligste matplanter utfra ville dyr og vekster. Denne første suksess innen genetisk manipulering, arkaisk «genteknologi» så og si, var det som la grunnlaget for vår sivilisasjons fødsel – overgangen fra nomadisk, mat-sankende samfunn til fastboende jordbruker og by-samfunn – i det fruktbare Midtøsten omkring 8000 år f.Kr. Menneskets eldste husdyr hunden, sannsynligvis i begynnelsen en temmet ulv, er det trolig blitt drevet selektivt avl på for å få frem ønskede egenskaper i minst 20 000 år. Hesten ble først temmet ca. 2500–2000 f.Kr. Dagens forskjellige okser er også ulike sine forfedre noen tusen år tilbake.

Den praktiske avlskunnskap ble overlevert i magiske eller religiøse former. F.eks. finner vi «genetiske» forskrifter i det gamle testamentet: «Du skal ikke la to slags dyr av ditt fe parre seg med hverandre; du skal ikke så to slags sæd på din mark...» (3. Mos 19,19) – en praksis hos de gamle hebreerne med den konsekvens at de utviklede dyre og plantelinjer ble bevart genetisk rene. Begrunnelsen deres var selvfølgelig en annen.

Også forskrifter for menneskets inn-

byrdes blanding av gener er urgamle. Incest er som oftest forbudt, selv om faraoer og andre «guddommelige» skapninger kunne være unntatt. Neppe genetisk begrunnet, men med en klar genetisk gevinst. Til og med infanticid av svakelige og sykelige barn ble praktisert noen steder, bl.a. i de greske bystater – en praksis som også, genetisk betraktet, er eksempel på avlsprinsipper anvedt på menneskeslekten selv.

Tross mangen slags praksis skjedde det imidlertid ikke noen særlig utvikling i forståelsen av arv, før på 1900-tallet, da en munk med navn Gregor Mendel grunnla den moderne genetik.

Det hadde vært fremsatt teorier om arv tidligere. I det 5. århundret f.Kr. lærte grekeren Hippokrates sine elever at barn får egenskaper som ligner sine foreldre fordi sæden inneholder i konsentrert form små representative biter fra alle deler av kroppen. Aristoteles var mer fremsynt. Han innså at arv ikke skyldtes overførsel fra generasjon til generasjon av kroppsbitene (forkrøplede foreldre kunne f.eks. få friske barn), men av informasjon, av en plan for utvikling til et individ. Men Aristoteles innsikt i hva biologisk arv egentlig er, som var langt forut for sin tid, gikk i glemmeboken og lå der de neste 23 hundreår.

Lenge før genteknologien, ja, lenge før arvemekanismene var forstått, drev bonden avl på sine dyr og sine vekster for å få frem ønskede egenskaper. Takket være denne manipulering med arvematerialet, har dagens okser helt andre kvaliteter enn sine forfedre.



Har du dominerende gener?

Gregor Mendel var munk og senere abbed i det augustinske Königin-klosteret i den mähriske byen Brno i det nåværende Tsjekkoslovakia. Han var vokst opp i en atmosfære hvor opplysningstidens og den franske revolusjons ideer sto høyt, hvor man trodde på et fremskritt basert på filosofi og vitenskapelige oppdagelser. Den begavede bondesønnen var blitt sendt på skole og universitet, og fikk studert både teologi, filosofi, matematikk, fysikk og naturfag. Men trange økonomiske kår tvang ham inn i klosteret i 1843, hans eneste utvei til å få fortsette sine studier. Fra nå av arbeidet han systematisk i klosterhagen med sine erteplanter, et arbeid som skulle legge grunnlaget for en helt ny vitenskap.

I 1865 fremla Mendel et vitenskapelig arbeid «Versuche über Pflanzen-Hybriden» for det Brnoske selskap for naturvitenskap. Arbeidet ble trykket året etter i selskapets tidsskrift. Utfra sine systematiske krysninger og observasjoner av erteplantene, kunne Mendel foreslå en helt ny teori til forklaring av arvelighetsfenomenet.

Han fant at de enkelte arveegenskaper som farge, frøform, stengelhøyde osv., ble overført fra en generasjon til neste *uavhengig* av hverandre etter enkle matematiske lover. Fra disse resultatene utledet Mendel at de bakenforliggende determinantene for arv (kalt «faktorer», det samme som vi nå kaller «gener») forekommer i par hos erteblomsten (som hos oss). Hver synlig egenskap ble altså bestemt av et usynlig genpar, to lignende arvefaktorer, som skiller lag foran hver ny generasjon, slik at hvert nytt individ mottar en variant av arvefaktoren fra hver av foreldrene.

I hvert par fant han at den ene utgaven var «dominant» og den andre «recessiv» (vikende). F.eks. oppdaget han at når høye planter ble krysset med dvergplanter fikk alt avkommet høy stengel. Egenskapen «høy stengel» var dominant og bestemte det synlige utslag. Selv om dvergegenskapen tilsynelatende var blitt borte, dømt ut fra det som kunne sees, så var dverg-genet der likefullt. Men fordi genet var recessivt ga det ingen synlig effekt i selskap med det dominante «høystengel»-genet. Først i neste generasjon, blant barnebarna, dukket dverg-egenskapen opp igjen. Da fikk nemlig en av fire planter dverg-genet i dobbel dose og ingen utgave av det dominante genet. Første alene kunne slike recessive gener slå ut i synlige egenskaper. Idag vet vi at en rekke alvorlige genetiske sykdommer hos mennesket nedarves på tilsvarende måte, f.eks. cystisk fibrose. Noen barn rammes, andre ikke, men etter et mendelsk mønster. Sykdommen slår ut bare når det ulykkelige barnet mottar det recessive, sykdomsrelaterede genet både fra far og mor og dermed får det i dobbel dose.

Mendels revolusjonerende teorier var altfor avanserte for sin tid og ble lite påaktet av samtidens forskere. Mendels resultat var f.eks. helt ukjent for den samtidige biolog Charles Darwin, evolusjonsteoriens far. Darwins begrep om arvelighet lignet faktisk i høy grad læren til Hippokrates utformet over to tusen år tidligere. Mendel sendte sitt manuskript til en av samtidens betydelige natur-filosofier Carl Nageli, elev bl.a. av Hegel, som hadde foreslått en partikkelteori for arv. Mendel fikk som svar at hans arvelover syntes rent empiriske, ikke rasjonelle, og derfor



En mährisk munk ved navn Gregor Mendel – genetikkenes far.

uinteressante. Tilsvarende karakteriserte Nageli Darwinismen som kun et eksempel på engelsk empirisme i motsetning til sin egen evolusjonsteori som var tysk og rasjonell. Mendels vitenskapelige rapport ble derfor liggende å

støve ned i de 120 bibliotekene som hadde mottatt det noe ukjente tidsskriftet han hadde skrevet i. Ingen bygde videre på Mendels store oppdagelse. Selv fortsatte heller ikke Mendel sine arvelighetsstudier.

Hva bestemmer ditt kjønn? Kromosomene oppdages

Mens Mendels teorier samlet støv, foregikk det en annen utvikling som etterhvert skulle gjøre tiden mer moden for hans teorier. Fra 1870 årene av hadde biologene fått til disposisjon nye og forbedrede tekniske hjelpemidler, bl.a. bedre mikroskoper og nye farge-metoder for å gjøre cellens indre komponenter synlige. Flere oppdagelser fulgte: at befruktning innebar en sammenslutning av cellekjernene fra egg- og sædcellen og at arveegenskapene derfor trolig lå i cellekjernen, at cellene inneholdt noen trådlignende strukturer, kromosomene som lett lot seg farge slik at de kunne observeres under mikroskopet. De forekom i par (som Mendels arvefaktorer) i vanlige celler, men i enkel utgave i egg og sædcellene. Ved befruktningen ble det igjen dannet kromosompar med et sett fra far, et fra mor. Alle celler som siden stammet fra den befruktete eggcellen beholdt et dobbelt sett kromosomer. Antallet ble bare redusert til det halve når nye egg- eller sæd-celler skulle lages.

Wilhelm Roux foreslo derfor i 1880-årene at kromosomene måtte være arvematerialet og resonnererte, uten å kjenne til Mendel, at de arvemessige enheter lå på rekke og rad langs kromosomtrådene. Idéen ble straks tatt opp av August Weismann som utarbeidet den til en fullstendig teori om arvemekanismene. Weismanns teorier

ble viden kjent og heftig diskutert de siste årene av det forrige århundret. En konsekvens av debatten var at man satte igang med å prøve teorien med kvantitative krysningsforsøk i likhet med dem Mendel allerede hadde gjort for 35 år siden.

Mendel var død og århundreskiftet nettopp passert da hans lover ble gjenoppdaget av tre andre forskere, uavhengig av hverandre: Hugo de Vries i Nederland, Carl Correns i Tyskland og E. Tschermak von Seysenegg i Østerrike. Correns var gift med datter av Carl Nageli som Mendel så håpefullt hadde sendt sin avhandling til. I sin svigerfars bibliotek fant han Mendels rapport og sørget for at den avdøde abbeden fikk æren av å være genetikkenes grunnlegger.

Gjenoppdagelsen vakte en enorm begeistring i vitenskapelige kretser siden Mendels arvelover nå kunne forstås ut fra kromosomenes oppførsel. Studiet av arv ble fra nå av kraftig intensivert. Den klassiske genetik tok form. Det var dansken Wilhelm Johannesen som ga de mendelske arvefaktorer navnet «gener», mens den engelske arvelighetsforskeren William Bateson ga den nye vitenskapen betegnelsen «genetikk».

At kromosomene som kunne betraktes i mikroskopet, var bærere av de abstrakte arvefaktorene, genene, som Mendel hadde postulert, viste seg å væ-

re en fruktbar hypotese, selv om beviset for den først ble levert av C. B. Bridges mange år senere. Ett av de mange spørsmål som ble besvart var et problem som hadde interessert naturfilosofer i århundrer: Hva bestemmer kjønn? Hva bestemmer om et befruktet egg utvikles til hann eller hunn? Svaret var å finne i kromosomene. Hunnene hadde like par kromosomer (erteblomstene syv par, bananfluene fire par og mennesket 23 par), mens hannerne hadde et av parene erstatte med ett sett av to ulike kromosomer. Det siste

paret var på formen XX hos hunnene og på formen XY hos hannerne. Det var denne forskjellen i «kjønnskromosomene» som bestemte om det ble hann eller hunn. Og ikke bare det, kjønnskromosomene oppførte seg nøyaktig etter Mendels lover. Halvparten av spermierne bar et X-kromosom, halvparten et Y-kromosom. Når et egg med sitt X-kromosom ble befruktet, fikk det i halvparten av tilfellene tilført et Y-kromosom og utviklet seg til en XY hann, i halvparten av tilfellene et X-kromosom og ble en XX hunn.

Bananfluer og klassisk genetik

Den første genetiker som fikk Nobelprisen (1933) var den amerikanske professor Thomas Hunt Morgan som i 1910 hadde innført bananfluen som forsøksdyr.

Morgan fant etterhvert fluer med avvikende egenskaper, mutanter med hvite øyne, korte vinger osv, og gjennom systematiske krysninger av disse, analogt med det Mendel hadde gjort, bekreftet og utvidet han Mendels arvelover. Trekk som var bestemt av gener som lå på ulike kromosomer oppførte seg mendelsk, som uavhengige enheter, mens egenskaper som skyldtes gener som lå på samme kromosom hadde en tendens til å henge sammen og følges ad under arvegangen, begge deler lett forståelig utfra kromosomteorien. Men Morgan fant også unntak fra dette: Gener som skilte lag selv om de hang sammen på samme kromosomtråd. Arvematerialet måtte kunne brytes opp og kobles sammen igjen i nye kombinasjoner. Dette siste fenomenet som ble kalt rekombinasjon, gjorde det mulig for Morgan å konstruere det første genkart, hvor posisjonene for bestemte gener langs kromosomet var angitt, — det første kart over et mikrokosmos

som senere i større og større grad skulle bli lagt åpen for analyse og manipulering.

Arvematerialet var meget stabilt. Nye genvarianter, mutanter, oppstod sjelden. Men det var slike varianter genetikerne var avhengige av. De dannede grunnlaget for både Mendels og Morgans oppdagelser. Det var derfor et viktig bidrag da Herman Joseph Müller, en av Morgans elever, oppdaget at slike genetiske varianter kunne frembringes med røntgenstråler. At visse kjemiske stoffer også kunne forandre arvematerialet ble først oppdaget under den annen verdenskrig da forskere både i Tyskland og i England fant at sennepsgass laget mutasjoner i bananfluene. Men dette kunne ikke offentliggjøres før etter krigen, da sennepsgass var en stridsgass og eksperimenterne ble gjort etter oppdrag av de militære myndigheter. Idag vet vi at arvematerialet kan forandres gjennom flere typer ytre påvirkning, både gjennom stråling, alt fra radioaktiv stråling til solbruning, gjennom ulike kjemiske stoffer vi får tilført gjennom luftveiene og i maten, og via virus.

Arbeidet til Morgan og medarbeiderne førte til at Mendels arveteorier ble utvidet og alment akseptert. Man snakket om «Mendelisme-Morganisme». Grunnen var lagt for raske fremskritt i den nye vitenskapen, genetikken, og disse banet igjen veien for praktiske fremskritt innen jordbruk og medisin. I jordbruket kunne avlsprosedyrene nå bygges på den nye innsikt fremfor gammel tradisjon, og nye varianter av matplanter, nyttevekster og husdyr ble frembrakt med forbedrede egenskaper som sykdomsresistens, økt avkastning, evne til vekst i hårde klima. Innen medisin fikk vi en økt forståelse for genes rolle i en rekke alvorlige sykdommer som igjen i enkelte tilfeller banet veien for tiltak som kunne hindre eller lindre sykdom.

Selv om genetikken blomstret visste man egentlig ikke hva genene gjorde, ja ikke engang hva de var, et gen var en fullstendig abstrakt størrelse. Det var G. W. Beadle og E. L. Tatum som gjennom studier av brødmugg, *Neurospora crassa*, i 1940-årene endelig beviste hva genene gjør; de dirigerte stoffskiftet gjennom enzymer. Stoffskiftet, omsetningen av sukker, fett og proteiner i en levende celle, skjer gjennom en lang serie av biokjemiske reaksjoner hvor hvert trinn dirigeres av et enzym. Genets primære funksjon, fastslo Beadle og Tatum, var å kontrollere oppbyggingen av et enzym. Til hvert enzym svarer det et gen. «One gene, one enzyme». Når genet forandres, muteres, endres egenskapene til det tilsvarende enzymet som gjerne mister sin aktivitet og dermed blokkerer visse deler av stoffskiftet. Beadle og Tanum fikk i 1958 Nobelprisen i medisin sammen med J. Lederberg for sine oppdagelser innen biokjemisk genetik.

Men tross all kunnskap om genes oppførsel og arvegang, forble imidlertid genes natur fullstendig ukjent. Ved 50-års jubileet for Mendels gjenoppdagelse i 1950 skrev H.J. Muller at «den virkelige kjernen i den genetiske

teori ligger fremdeles i det dype ukjente.» Løsningen på den gåten ble det ikke genetikerne som fant.

Muller nevnte ikke at en viktig nøkkel til løsning allerede var funnet seks år tidligere. Oswald Avery fant i 1944 at de genetiske egenskapene fulgte et kjemisk molekyl som ble kalt deoxyribonukleinsyre eller DNA, og ikke proteinene som man trodde på den tid. Proteinene visste man kunne forekomme i alle mulige slag. De hadde den nødvendige variasjon til også å kunne være bærere av de mange arveanlegg, mens nukleinsyrene som Friedrich Miescher hadde oppdaget allerede i 1870-årene, ble ansett for å være mindre interessante, monotone molekyler. Averys oppdagelse ble derfor møtt med skepsis. Som Mendels oppdagelse var også denne litt forut for sin tid og ikke alment anerkjent i den etablerte genetikken.

Omkring 1940 begynte en ny epoke innen genetisk forskning. Inn kom et nytt menneskap som kjente lite til den klassiske genetikken landevinninger, ja som visste lite om biologi i det hele tatt. Det var fysikere som var opptatt kun av et problem: genets fysiske natur. Flere av fysikkens tungvekttere bidro til denne interesse for genetik blant sine egne. Niels Bohr som ut fra sine kvantemekaniske studier opererte med et «irrasjonelt» element i fysikken, mente at biologiske fenomener, og genetikken i særdeleshet, kanskje ikke lot seg forklare utfra kjente fysiske og kjemiske lover. Hans elev Max Delbrück videreutviklet denne ideen om at kanskje nye fysiske lover måtte til. I 1945, like etter krigen var slutt, skrev Erwin Schrödinger, en av kvantemekanikkens fedre, en liten bok «Hva er liv?» hvor han spår fremveksten av en ny epoke innen biologien. Gjennom studiet av genes natur mente han at man ville oppdage nye, hittil ukjente lover innen fysikken.

Inspirert av utsiktene til å oppdage nye fundamentale naturlover, forlot

mange fysikere sitt tradisjonelle felt og kastet seg over problemet om genenes natur. Den revolusjon de dermed skapte etterlot oss molekylær genetikken som igjen fødte genteknologien. Men fysikerne selv var blitt snytt – ingen nye naturlover ble funnet. Det de fant var et kjemisk molekyl som oppførte seg etter alle kjemiens og fysikkens lover, men som utfra sin unike oppbygging var i stand til å bestemme våre egenskaper og gi disse uforandret videre til etterkommerne.

Fysikerne benyttet avanserte metoder, særlig røntgenkrystallografi, til å «fotografere» DNA trådene. Tre team arbeidet med å ta slike bilder og tolke dem. Amerikaneren James D. Watson og engelskmannen Francis Crick ved Cavendish-laboratoriet fant løsningen først. Deres egne bilder var for dårlige til at de fant noe ut av dem, men straks de tidlig i 1953 fikk se et av konkurrentenes bilder, tatt av Rosalind Franklin i gruppen til M.H. Wilkins, brukte de bare noen få uker på å utar-



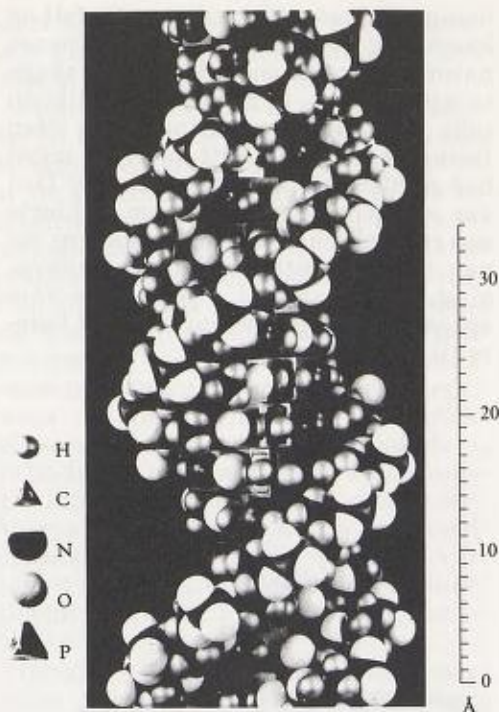
Francis Crick og James Watson oppdaget at DNA dannet en dobbeltspiral hvor den genetiske informasjon langs den ene tråden var en speilet utgave av den andre tråden.

beide strukturen av DNA, arvestoffet.

Modellen de bygde viste seg å være enormt fruktbar. DNA besto av to tråder som kveilet seg omkring hverandre i en «dobbeltheliks». Trådene var bygget opp som en kjede av fire ulike nukleotider, som gjerne benevnes AGC og T, og det ble umiddelbart klart hvordan molekylet kunne være bærer av informasjon. I rekkefølgen av disse «bokstavene» kunne de genetiske oppskrifter kodes inn. DNA trådene var som en magnettape i en datamaskin, en lang remse hvor informasjonen var kodet inn i et eget 4-bokstavers alfabet. Begge trådene inneholdt den samme fulle genetiske informasjon, men i en speilet utgave av søstertråden. Dermed kunne det lett forklares hvordan overføringen av arveegenskapene ved celledeling kunne skje så nøyaktig som den gjør gjennom tusener og millioner av år. Før en celle deler seg i to, skiller trådene lag og to nye dobbelhelikser lages med de gamle enkeltrådene som mal. Med to dobbelhelikser kan en gå til hver av de nye cellene slik at begge får med seg den fulle genetiske informasjon etter deling.

Det ble også klart hvordan et gen, en avgrenset lengde genetisk informasjon langs dobbeltheliksen, kunne avleses fra den ene DNA tråden til et komplementært RNA-molekyl, som så i sin tur dirigerte sammensetningen av aminosyrer til proteiner og enzymer. Francis Crick formulerte et av de sentrale prinsipper i molekylærbiologien: informasjon overføres fra DNA til RNA til protein. Watson og Crick fikk sammen med M.Wilkins Nobelprisen i fysiologi og medisin for dette grunnleggende arbeidet.

I løpet av årene 1961–67 ble også den genetiske koden løst, koden alle celler bruker for å oversette den genetiske informasjon i DNA til protein. Med denne genes ordbok kunne man ut fra en kjent rekkefølge av «bokstaver» i et gen langs DNA tråden, utlede den tilsvarende aminosyre-rekkefølgen



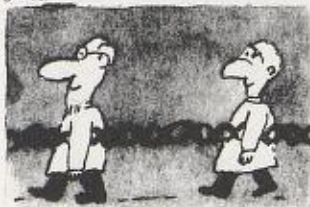
En modell av en liten bit av et DNA molekyl.

i det tilhørende protein. En annen av naturens viktige hemmeligheter var avdekket. Koden er universell (med få unntak) slik at en celle fra mennesket «forstår» et gen fra en bakterie og omvendt, noe som er essensielt for genteknologiens frie overføring av gener mellom ulike organismer. M.W. Nirenberg og H.G. Khorana fikk i 1968 Nobelprisen for å ha ledet arbeidet med å løse den genetiske kode.

From Mendel to the machine for synthesizing genes



1860 The Austrian monk Gregor Mendel proves that transmission of hereditary characteristics obeys precise rules. This is the birth of the idea of genes.



1953 The American J. Watson and the Englishman F.H. Crick propose the structure of DNA. It's a double helix that contains genetic information in coded form.



1977 A.M. Maxam and W.A. Gilbert develop a quick method of reading the letters of the genetic code. The way is clear for a machine to read genes automatically.



1920 The American Thomas Hunt Morgan demonstrates that genes are on the chromosomes found in the nuclei of cells.



1961 The Frenchmen Jacques Monod and Francois Jacob suggest a regulatory mechanism for the synthesis of proteins.



1978 S. Cohen and H. Boyer succeed in the first reprogramming of a living organism, thanks to genetic engineering, and produce a hormone, somatostatine.



1940 The American Oswald Avery irrefutably demonstrates that genes are made of molecules of nucleic acid, DNA.



1965 The Englishman Frederick Sanger cuts up proteins and analyzes the order of amino acids. Edman elaborates the sequencer. It's the first machine to read the code of life.



1981 Itakura and Leroy Hood develop an automatic machine to synthesize genes. It's the first machine to actually write the code of life....

Fra Mendel til en maskin som syntetiserer gener. 1860 Den østerrikske munk Gregor Mendel beviser at overføring av arveegenskaper følger presise regler. Grunnlaget for idéen om gener er lagt. 1920 Amerikaneren Thomas Hunt Morgan laget det første genkart. 1940 Amerikaneren J. Watson og engelskmannen F. Crick foreslår en modell for oppbygningen av DNA molekylet – en dobbeltspiral. 1961 Franskmennene F. Jacob og J. Monod finner hvordan gener kan reguleres. 1965 Engelskmannen F. Sanger bestemmer for første gang rekkefølgen av aminosyrer i et protein. Et av livets to språk er avlest. 1977 A. M. Maxam og W. A. Gilbert utvikler en rask metode til å avlese «bokstav»-rekkefølgen i et gen direkte. Livets andre språk blir leselig. Idag kan maskiner avlese gener automatisk. 1978 S. Cohen og H. Boyer lykkes i den første omprogrammering av en levende organisme som takket være genteknologi nå produserer et humant hormon somatostatine. 1981 Itakura og L. Hood utvikler en maskin som kan syntetisere DNA. Den første maskin som faktisk skriver på det genetiske språk.

Oldtiden er ti år gammel

DNA ble først betraktet som et forstøtt, men likevel utilgjengelig lager for genetisk informasjon. Dette bildet skulle snart forandres. Studiet av rekombinasjon som Morgan hadde begynt og som bl.a. Nobelpristakeren Barbara McClintoc gjennom sine studier av mobile DNA elementer hadde utdypet, viste av naturen selv spaltet og koblet sammen DNA molekyler. Snart skulle forskerne bli istand til det samme. Sentralt var Hamilton Smiths oppdagelse av restiksjonsenzymene i 1970, enzymer som kjenner igjen spesielle små «ord» på 4–6 «bokstaver» langs DNA tråden og klipper opp DNA i definerte fragmenter. W.Aber, D. Nathans og H.Smith tok den Nobelprisen i 1978. Andre enzymer kunne «lime» sammen igjen molekylerne i nye kombinasjoner. Den første vellykkede konstruksjon av hybrid DNA molekyler, hvor DNA fra ulike organismer ble spaltet opp og koblet sammen til funksjonelle, nye hybrid molekyler stammer fra 1972. S. Cohen og H. Boyer fikk det første patentet for sin vellykkede sammenkobling av humane og bakterielle gener slik at en levende organisme kunne omprogrammeres til å produsere medisiner ved hjelp av genteknologi.

Mange andre burde nevnes, som f. eks. Sanger ved Cambridge og Maxam og Gilbert ved Harvard, som utviklet metoder til å avlese den genetiske informasjon, «bokstav» for «bokstav». Men det er ikke plass til alle i denne sammenheng. Utviklingen akselererte. Flere Nobelpriser er allerede utdelt. Idag er farten innen det som populært

kalles genteknologi (som forskerne selv gjerne kaller molekylær biologi, molekylær genetikk, eller biokjemi) blitt så høy at bare spesialiserte forskere makter å følge med. Litteratur fra ti år tilbake tilhører «oldtiden», fra fem år tilbake er den som oftest foreldet. Unge forskere blir lett historieløse.

Til slutt skal bare nevnes at forskerne selv ikke bare har vært blinde i denne rivende utviklingen. I 1973 fremhevet enkelte av dem at forskningen med rekombinant DNA kunne medføre ukjente farer, f.eks. produksjon av mikroorganismer som kunne overføre smitte for nye sykdommer eller kreft. Frykten førte til at forskerne i 1974 påla seg selv å stoppe all forskning med rekombinant DNA inntil risikoforholdene var blitt grundig vurdert. Forskningen ble etterhvert tatt opp igjen under ekstreme sikkerhetsforanstaltninger. I dag vet vi at de antatte farene var betydelig overdrevet. Det foreligger nå enklere retningslinjer for hvordan laboratorier skal arbeide med rekombinant DNA.

Det sentrale begrep i den klassiske genetikk, genet, hadde vært betraktet som noe udelelig og abstrakt. For den nye molekylære genetikken og genteknologien som vokste frem fikk genbegrepet et nytt og konkret innhold. Nå ser man på genene som et kjemisk trådlignende molekyl som lett kan manipuleres i laboratoriet, analyseres i detalj og overføres mellom ulike organismer. Flere av de viktigste hemmelighetene til genenes mikrokosmos er blitt avlurt dem.

Acems årlige

SOMMERKURS I MEDITASJON

- for deg som har lært Acem-meditasjon og vil øke ditt utbytte
- for deg som vet at selvinnsikt kan utvikle evne til samarbeide, yrkesutfoldelse og samliv
- for deg som vil mer

*7 - 10 dager med lengre meditasjoner
forelesninger, veiledning og
stimulerende fellesskap*

**Nærmere opplysninger og brosjyre: Acems hovedkontor
Tlf.: (02) 83 04 83
Adresse: Postboks 2559 Solli, 0203 Oslo 2**

Etiske dilemmaer ved genteknologi

*Hvilken moral bør styre
genteknologene?*

*Er «Vi har ikke lov til å leke
Gud» et gyldig etisk argument?*

*Obligatoriske gentester
for høyrisikogrupper?*

*Genetisk forbedring av mennesker
Inkonsekvent å være for selv-*

bestemt abort men mot selektiv abort?

*Knut Erik Tranøy intervjuet av
Odd Stokke Gabrielsen*

Få av dagens fremskritt innen naturvitenskap har vakt slik interesse for etiske konsekvenser av forskning som nettopp genteknologien. En avisoverskrift nylig lød slik: «Normene forvitrer, gen-alderen er nær.» Dyade har bedt en av våre fremste moralfilosof, professor Knut Erik Tranøy, om å kommentere noen av de sentrale etiske problemstillingene dagens molekylær-biologi reiser.

Hva er det viktigste etiske spørsmål genteknologien reiser?

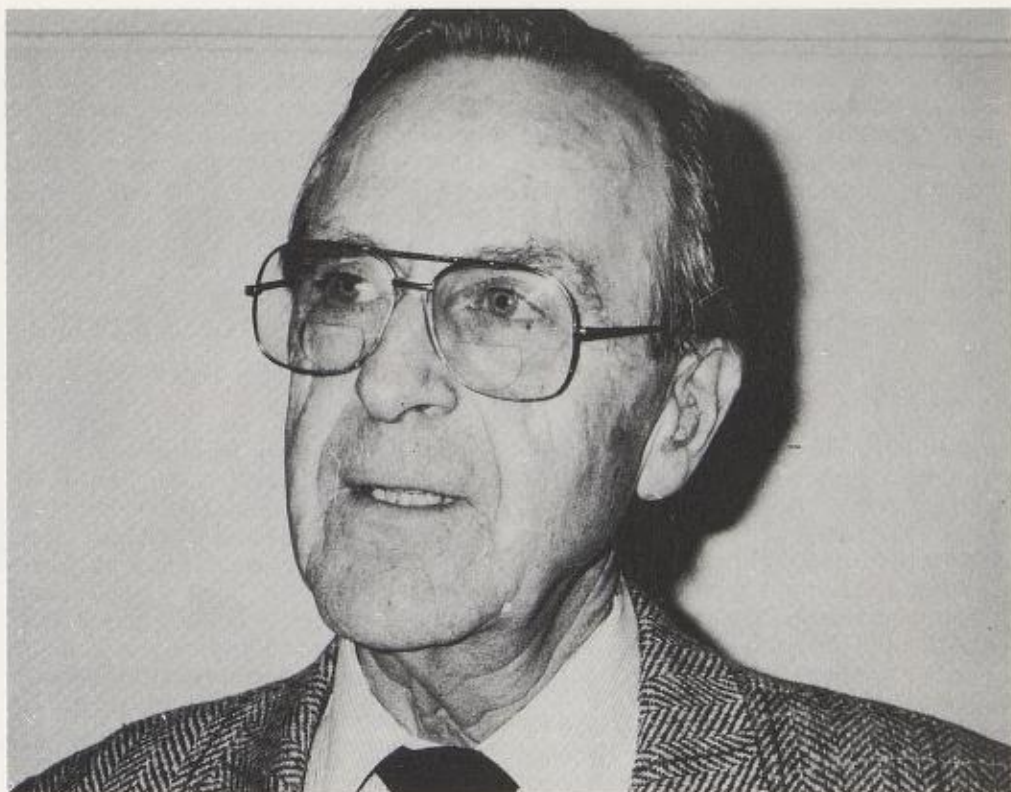
— Jeg tror ikke det er ett spørsmål som er det viktigste, slik enkelte i debatten synes å mene. Jeg tror snarere genteknologien reiser en lang rekke spørsmål, som er prinsipielt forskjellige, men likevel henger sammen. Her står vi dessuten overfor situasjoner og valg vi ikke har møtt tidligere. Blant annet derfor må vi vokte oss vel for å tro at det liksom er ett problem, og ett argument, enten det er et proargument eller et contra-argument, som kan gjøre hele jobben. Da forenkler vi oss bort fra problemet, istedet for å forholde oss til det.

Et eksempel er enkelte kristne, som avviser genteknologien ved å slå fast at

«mennesket har ikke lov til å leke Gud», og som dermed synes å tro at de har sagt det vesentlige som er å si om genteknologi. Det er mulig dette er et godt argument for de kristne. Men det er iallefall ikke noe almengyldig argument. Og vi kan ikke, i hvert fall ikke i vårt land eller andre liknende land, basere vår lovgivning på det. Vi er ikke noe islamsk stat hvor religionen uten videre også er landets øverste juridiske lov. Tvertimot.

— **Men har du ikke forståelse for de som hevder at vi gjennom genteknologien kan komme til å overskride en metafysisk eller etisk grense?**

— Jovisst. Det er en uro som jeg har ganske stor forståelse for. Her er spørsmål som vi for all del må drøfte og



«De etiske problemene genteknologi reiser er kompliserte, samme hva Jacob Jervell sier.»
Knut Erik Tranøy, f. 1918, er Norges ledende tenker omkring medisinsketiske og bioetiske spørsmål. Etter å ha tatt Masters Degree ved University of North Carolina i filosofi, studerte han fra 1949–51 ved Cambridge, under ledende filosofer som Ludvig Wittgenstein, C.D. Broad og G.H. von Wright. Etter fullført doktorgrad om Logikken ved Normative Systemer arbeidet han i Norge som stipendiat, universitetslektor og fra 1959 som professor i filosofi ved Universitetet i Bergen, etter 1979 ved Universitetet i Oslo. I 1986 tiltrådte han som landets første professor i medisinsk etikk. Tranøy har dessuten vært gjesteprofessor ved en rekke utenlandske universiteter. Han har skrevet artikler og bøker om filosofiske, etiske, og vitenskapsteoretiske spørsmål, i den senere tid vesentlig om bioetikk og vitenskaps- og medisinsk etikk. Han har vært formann i det forskningsetiske utvalg. Knut Erik Tranøy gikk nylig av for aldersgrensen, men er fortsatt tilknyttet Senter for Medisinsk Etikk.

prøve å besvare. Men jeg er ikke sikker på at vi nødvendigvis vil være istand til å besvare dem alment. Hensynet til menneskets integritet må åpenbart spille en viktig rolle. Men heller ikke dette hensynet gir entydig løsning på alle valg. Jeg har for min del veldig

vanskelig for å se på hvilken måte vår respekt for menneskets integritet, altså menneskets ukrenkelighet som art, så å si, skulle forby oss å gripe inn overfor virkelig forferdelige sykdommer. Det er for eksempel her jeg tror den utbredte enigheten om ikke å foreta



«Den dagen vi kan fjerne arvelige sykdommer som Huntingtons Chorea ved å gripe inn i kjønncellene, uten uakseptabel risiko, vil vi kunne utrydde denne forferdelige sykdommen en gang for alle.»

genmanipulerende inngrep på kjønnceller¹ i mennesket antakelig er gal

Argumentet mot å gjøre dette er typisk konsekvensetisk : vi vet ikke hva vi gjør når vi manipulerer med kjønnceller. Vi kan komme til å påføre vår felles genetiske arv, genpoolen, forandringer som vi senere ikke kan greie å utrydde. Og som kan være uønskede. Mens proargumentet for genterapi på kroppsceller er at dette ikke er så farlig som inngrep på kjønnceller. Her kan vi kanskje ta sjansen på å erstatte et sykdomsfremkallende gen med et annet gen som forhindrer at denne sykdommen opptrer.

Men den dagen vi kan fjerne Huntingtons Chorea² ved å gripe inn i kjønncellene, uten uakseptabel risiko, ville vi ha et langt sterkere argument for genetisk manipulasjon enn tidligere. For da ville vi kunne utrydde denne

forferdelige sykdom en gang for alle.

— Enkelte, f.eks. Jakob Jervell, hevder at det «Dreier seg ikke om noe mer komplisert enn å bevare og beskytte liv og sørge for at alt liv får utfoldelsesmuligheter» (Samtiden nr. 5, 1988, s.6)

— Javel, eller som Albert Schweizers «respekt for livet». Men dette er ikke godt gjennomtenkt. Problemene er langt mer kompliserte, samme hva Jervell sier. Det finnes f.eks. sykdomsfremkallende mikrober. Men det er ingen organisasjon, går jeg ut fra, som Greenpeace, som rykker ut for å beskytte de gule stafylokokkene. Alle levende vesener inngår jo i og er avhengig av de vi kaller næringskjeden. Alle, bortsett fra de aller laveste ledd, lever av å fortære andre. Selv vegetarianere spiser levende planter. Hva skulle vi leve av hvis vi sluttet å spise hverandre? Skulle vi ta prinsippet bok-

stavelig og beskytte alt liv mot angrep fra andre livsformer, ville de fleste former for liv gå til grunne. Så det argumentet har jeg aldri forstått.

Men brukt bare innenfor menneskeslekten er det klart at man kan gi dette mening ved å henvise til begrep som respekt for menneskene, menneskets

verdighet, eller uendelige verdi osv. Men selv da har ikke vi besvart alle de virkelig vanskelige praktiske problemene som berører «respekt for livet» slik som dødshjelp, aktiv/passiv eutanasi, behandlingsstopp osv., og som fremdeles er der nettopp når det gjelder mennesket.

«Uttrykk som «Kvalitetssortering av mennesker» er nærmest et slagord

— **Genteknologi åpner for gentester på fosterstadiet. Prenatal diagnostikk gir større muligheter for selektiv abort. Dette karakteriseres som «kvalitetssortering av mennesker», noe som ikke bør finne sted.**

— Det argumentet har jeg ikke veldig stor forståelse for. Jeg synes det er vanskelig å opprettholde realitetskontakten og samtidig se dette som kvalitetssortering av mennesker.

Her i Norge er vi ganske restriktive, noe som bl.a. viser seg i en svært begrenset kapasitet for prenatal diagnostikk. Enten må du fylle et alderskriterium som internasjonalt sett er veldig høyt, 38 år, eller du må allerede ha fått et barn som er genetisk skadet. Det å få to barn med f.eks. Downs syndrom er en så enorm belastning på den familien som får det, inklusive den som allerede er født, at jeg ville være svært tilbakeholden med å ytre noen som helst form for moralsk dom over de som i en slik situasjon velger å abortere et foster som viser seg å ha samme alvorlige genetiske skade.

Jeg har opplevd, ja opplever, dette på nært hold — to barn i samme familie som har Spiel Meyer-Vogt³, som jo er recessivt arvelig, så de har jo hatt ekstra uflaks. Begge de to barna de fikk, var syke, og det er jo en aldeles grusom sykdom som vi for øyeblikket ikke kan gjøre noe med. De som har erfart problemet nært inn på livet kjenner

hvor vanskelig det er. Så dette «argumentet» med «kvalitetssortering av mennesker» som jeg er fristet til nærmest å kalle et slagord, blir altfor unyansert og gjør igjen situasjonen mye enklere for oss enn den i virkeligheten er. Vi løser ikke problemet med å vedta regler som forbyr «kvalitetssortering». Det har vi allerede.

— **Er det ikke også en selvmotsigelse at de som ofte er sterke motstandere av selektiv abort samtidig er for selvbestemt abort?**

— Det er et virkelig dilemma. Problemet du berører er veldig interessant og viktig — at det skal være konsistens og sammenheng i våre argumenter. Men det viser seg teoretisk vanskelig å si hva kravet til konsistens egentlig innebærer. Skjønt i dette tilfelle er jeg enig med deg. Er du først tilhenger av selvbestemt abort er det vanskelig samtidig å finne argumenter mot selektiv abort.

— **Hvis man bare fikk tilgang på de nødvendige fostervannsprøver, er det vel ingenting i den nåværende abortlov som hindrer selektering utfra rene bekvemmelighetshensyn, ja for den saks skyld selektering etter kjønn.**

— Nei. Nå har jo ikke akkurat det nødvendigvis noe med genteknologi å gjøre. Men jeg er enig i at det må anses moralsk forkastelig å selektere etter kjønn.

— **Genteknologi vil muliggjøre langt**



Ole Gjems-Onstad

Skatt, avgift og almenntilgjende institusjoner

Denne boken gir en omfattende fremstilling av skatte- og avgiftsreglene for frivillige organisasjoner. Boken vil være til stor nytte for enhver som i praksis mter skatte- og avgiftsspørsmål om almenntilgjende institusjoner; det være seg som representanter for organisasjonene, deres rådgivere eller ansatte i ligningsetaten. kr. 190

Dyade Forlag, 1989

Bestilling, se side 72 eller ring (02) 83 04 83.

mer nøyaktig diagnostisering og kartlegging av sykdomsrisiko, både hos enkeltmennesker og grupper. Kan ikke slik kunnskap misbrukes?

— Det ser jeg som et viktig spørsmål, men også relativt greit å svare på. For min del synes jeg det er helt klart at slike data har f.eks. forsikringselskaper eller arbeidsgivere ikke noen verdens ting med. Vi bør få lovgivning som ganske enkelt setter forbud mot å utlevere slike data og ta hensyn til dem i premieberegning. Det må gjelde som prinsipp at den som testen gjøres på eier kunnskapen og retten til å bestemme hvilken tredjemann som skal få del i den kunnskapen.

— Hva hvis personen utsetter andre for fare. Bør han da kunne nekte å la seg teste?

— Slike spørsmål kjenner vi fra AIDS-debatten. De er ikke fullt så enkle. Jeg ville ha som innstilling at vi så langt som mulig skal respektere personens ønske om ikke å la seg teste. Men

man plikter da også å fortelle personen hvilke argumenter som taler imot. Og jeg kan tenke meg situasjoner hvor vi burde si til personen: hvis du gifter deg med den og den uten å fortelle at du tilhører en slekt som har Huntingtons, så kommer vi — helsemyndighetene eller liknende — til å informere din tilkomne, hvis du ikke gjør det selv. Men vi må heller ikke i et slikt tilfelle informere denne tilkommende uten først å varsle personen, slik at han kan ta stilling til det som skjer.

Når det gjelder slike spørsmål begynner vi forøvrig å få gode erfaringer med slike flerfaglige sammensatte rådgivende grupper som f.eks. de regionale forskningsetiske komiteene, som bare har veiledende myndighet. På andre områder har vi imidlertid ingen erfaring med slike grupper. Men de har vært brukt i USA en god stund — grupper som er tverrfaglig kvalifiserte og kan gå aktivt inn i slike problemstillinger på dialogbasis.

«Risiko er ikke særegent for genteknologi»

— Enkelte stiller seg kritiske til genteknologi utfra risikobetraktninger. Den kan ha uoverskuelige negative følger.

— Jeg tror ikke noe på slike argumenter. Risiko er ikke noe som er særegent for genteknologi. Tvertimot. Vi har altfor lenge utnyttet teknologiske landevinninger uten å sette inn forskning på å forsøke å finne ut konsekvensene av det vi gjør. Nå ser vi at vi holder på effektivt å påføre vårt biosystem uforutsette og irreversible

endringer. Men moderne genetikere og molekylærbiologer er neppe større skurker enn de profitorienterte i samfunnet forøvrig. Og er det noe område hvor det nettopp forskes på å forsøke å finne konsekvensene av det som gjøres, er det i genetisk forskning. Så det argumentet kjøper jeg ikke.

— Men lar genteknologien seg begrense? Enkelte ser fare for gradvis utglidning, med rasehygiene og dyrking av supermennesket som endestasjon.

«Hva hvis flertallet sier «Hold opp med dette jomfrunalske maset?»»

— Hvis vi vil unngå slike ting, synes jeg også vi må ha en såpass tillit til vår egen loydlighet at vi tror vi kan sette de nødvendige skranker. Det er noe av det interessante ved utviklingen — genteknologi er gjenstand for en stadig mer intens internasjonal overveielse. Så jeg synes vi må kunne våge å satse på noe av dette hvis vi samtidig virkelig tenker oss om og gjør så godt vi kan. Hvis vi er oppriktige og mener det vi sier, og bruker det til å utrydde slike forferdelige sykdommer som Huntingtons, Spiel Meyer-Vogt, som vi har nær kontakt med i vår familie, hjertekarsykdommer, kreft. Da ser jeg egentlig bare ett argument igjen — om vi ikke nå egentlig alle blir gamle nok som det er.

Og hvis holdningen til aktivt å forbedre menneskets genetiske utrustning endrer seg, og befolkningen og flertallet av vår politikere sier «OK, OK, hold opp med dette jomfrunalske maset». Hva gjør vi da?

— **Spørsmålet blir altså hvor tilpasningsdyktig moralen er når slike nye valg situasjoner oppstår.**

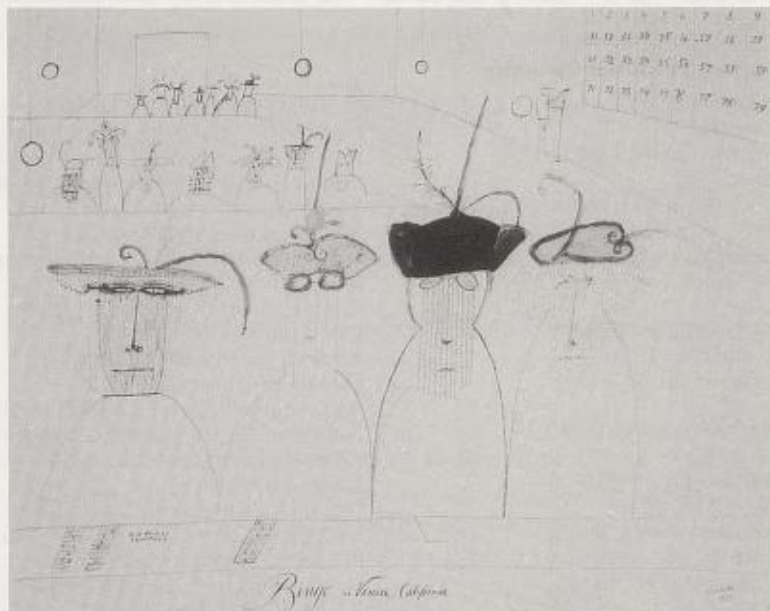
— Det er også et spørsmål som filosofer bare såvidt har begynt å ta opp, og som jeg personlig er ganske mye opptatt av. For moralen forandrer seg, og det er på en måte ønskelig. Det er utenkelig at vi skulle kunne gjøre bruk av nøyaktig den samme moral som våre besteforeldre, altså de samme normer, påbud, forbud, tillatelser osv. Da ville jo f.eks. kvinner fremdeles ikke ha stemmerett. Det er en dyptgripende moralsk forandring som har skjedd her. Samtidig dukker spørsmålet opp om ikke noen av disse forandringene er moralsk betenkelige. Og det synes jeg er et helt legitimt spørsmål. Men det er samtidig vanskelig å gi noe greit og kontant svar på hva som er fremskritt og hva som er normoppløsning eller

moralske forfall. Noen få vil vel kanskje fortsatt se kvinners selvbestemmelsesrett som moralsk forfall og normoppløsning. Og i en viss forstand er det jo normoppløsning. For det innebærer at en norm som vi hadde før, den er borte, den har mistet sin kraft. Det samme gjelder hele problemstillingen omkring autonomi, altså selvbestemmelsesrett i sin alminnelighet, som kanskje enda flere ser på som problematisk, ikke minst innenfor medisinen, pasientrettigheter og en masse slike saker. Det er et stort problem som det ikke finnes noe enkelt og greit svar på.

— **Enkelte ser ønsket om kontroll med genforskningen som uholdbart anslag mot forskningens frihet.**

— Det er et spørsmål hvor vi på helt generelt grunnlag har behov for virkelig systematisk og dyptgripende ettertanke. Vårt tradisjonelle argument har jo hittil vært at bare når forskningen får utvikle seg i full frihet, får vi de største nyttevirkningene. Satser du bevisst på nytteforskning og kutter ut forskning som du ikke tror vil gi direkte anvendelser, vil nyttegevinsten bli mye mindre. De virkelig store gevinstene og de største oppdagelsene har vi fått som utilsiktede bivirkninger av tilsynelatende nytteløs forskning. Jeg synes dette er vanskelig. For det er åpenbart mye i det. Dessuten henger forskningens frihet sammen med helt sentrale kulturelle verdier som intellektuell frihet, åndsfrihet, informasjons- og yttringsfrihet. Men jeg ser vanskeligheter her som jeg ikke så før. Bl.a. fører den frie forskningen til prioriteringer som er betenkelige, f.eks. favoriseringen av kurativ medisin sammenlignet med forebyggende. Jeg er av samme grunn skeptisk til den store satsingen som nå skjer for å sekvensere det humane genom⁴.

— **Hva skal forskeren gjøre opp i alt**



«Risikoen er ikke særegent for genteknologi». («Bingo in Venice, California» av Saul Steinberg).

dette? Skal han bare følge konvensjonene? Kan ha f.eks. si : Jeg er ikke ekspert på disse innfløkte moralske spørsmålene. Og det er heller ikke jeg som bestemmer hva forskningen skal brukes til?

— Nei. Også det er en helt uholdbar innstilling. Det betyr jo at forskeren ansvarsfritt vil kunne stille seg til rådighet for en hvilken som helst oppdragsgiver. Vi var mer tilbøylige til å akseptere det synspunktet tidligere enn idag. Jeg tror ikke det er noen tvil om at forskerne må akseptere en mer omfattende form for ansvar. Men nøyaktig hvilken form for ansvar har vi ennå et stykke igjen å avklare. Men her må det dialog og ettertenksomhet til, som i dette Dyade, — det er en av måtene å bidra til denne avklaring på. Gjennom forskjellige internasjonale profesjonelle organisasjoner og ekspertkomiteer kan vi også debattere og få tak i nyanse i disse tingene. Her har jo genetikerne allerede vært ganske flinke på mange måter.

— Kunne ikke slike spørsmål like godt overlates til markedskreftene?

— Tanken om at vi bare skulle bruke markedskreftene til å regulere disse tingene er helt uakseptabel. Men hvordan vi skal få inn motkrefter til markedskreftene uten å skli ut i urimelige former for hardhendt diktatorisk styring, det vet jeg ikke. Kanskje medisinen har begynt å vise gangbare veier her — med tverrfaglig sammensatte forskningsetiske komiteer.

¹ Kjønnsceller, gameter, er de celler som viderefører arvemateriale til neste generasjon, altså spermieceller og eggceller hos mennesket. Alle øvrige celler kalles somatiske celler eller kroppsceller. I disse kan arvemateriale endres uten konsekvenser for avkommet.

² Genetisk nervesykdom ledsaget av uregelmessige og ufrivillige bevegelser av lemmene og ansiktsmusklene. Også kalt setesdalsrykkja. Slår først ut i 30–50 års alderen. I senere stadier karakterisert ved sløvsinn og sinnslidelser. Det ender dødelig, ofte etter mange årtiers varighet.

³ En alvorlig genetisk nervesykdom som først gir blindhet, og etterhvert gjør pasientene mentalt retarderte. I senere stadier karakterisert ved psykisk adferd. Sykdommen rammer barn, men slår først ut i 5–10 års alderen. Den ender gjerne dødelig i barnealder.

⁴ Se artikkelen «Gene i våre hender. Tre milliarder bokstaver av livets bok.»

Dette er Dyade-biblioteket:

Følgende temanummer finnes for salg:

- Språket — tankens fengsel?
- Retorikk og vitenskap
- Norsk dobbeltmoral. Om Norges forhold til Tibet og Kina kr. 30,-
- Kjenn deg selv - meditasjon, psykologi, kunst kr. 30,-
- Møte med japansk kultur kr. 30,-
- Hvem er Paven? kr. 50,-
- Om drøm kr. 30,-
- Musikkens rolle i vår tid kr. 30,-
- Dalai Lama og Tibet kr. 30,-
- Om kinesisk folkesjel kr. 30,-
- Estisk kultur kr. 30,-
- Forfatteren Siegfried Lenz kr. 30,-
- Monopolrevyen kr. 50,-
- Sannheten beveger seg kr. 30,-
- Symbolske historier kr. 30,-
- Elie Wiesels forfatterskap kr. 40,-
- Romanhøsten '86 kr. 25,-
- Meditasjon og psykologi kr. 25,-
- Reiser til India kr. 25,-
- Menneske mellom møte og mysterium kr. 35,-
- Isaac B. Singer kr. 25,-
- Kulturkamp i eteren kr. 35,-
- Vitenskap hos Aristoteles og Karl Popper (1) og (2) à kr. 25,-
- Norsk og svensk samtids litteratur kr. 25,-
- Meditasjon, psykologi, kunst kr. 30,-
- Hva gir mening i 1980-årene? kr. 35,-
- Andrej Sakharov — et symbol kr. 25,-
- Vitenskap og livssyn kr. 25,-
- Stress og avspenning kr. 30,-
- Hva kan vi vite? Rudolf Steiners erkjennelsesteori i lys av vår tid kr. 25,-
- Europa møter 3. verden kr. 35,-
- Om drøm kr. 30,-
- Psykologi i grupper 1 kr. 25,-
- Psykologi i grupper 2 kr. 25,-
- Acem narkotikaseminar 1983 kr. 25,-
- Eksisterer Gud? Møte med Hans Küng kr. 25,-
- Kampen mot narkotika — ideologisk slagmark kr. 30,-
- Sigrud Undset vurdert i utlandet kr. 25,-
- Med John Lennon i tankene kr. 25,-
- Kritikk av Vestens frihetsidealene kr. 25,-
- Kirken i utakt med moderne psykologi kr. 25,-
- Kunst — pynt eller ubehag kr. 25,-
- Bob Dylan — inn og ut av lykken kr. 25,-
- Isaac B. Singer og øst-jødene kr. 25,-
- Amnesty International kr. 25,-
- Rapport fra det tause teater kr. 30,-

Jeg bestiller

- Abonnement på Dyade
4 nr. pr. år kr. 120,-
- Bok om Acem-meditasjon
'Stillhetens psykologi' kr. 75,-
- Boken 'Bedre hverdag med
Acem-meditasjon' kr. 60,-
- Boken 'Meditasjon på norsk'
favørpris kr. 75,-
- Boken 'Teater mot teater' kr. 115,-
- Boken 'Skatt, avgift og almennyttige institusjoner'
kr. 190,-
- Kursbrosjyre for Acems kursvirksomhet (gratis).

Følgende temahefter av Dyade:

.....
.....
Navn:
Vei/Gate:
Poststed:

BREV

Kan sendes
ufrankert
i Norden.
Adressaten
vil betale
porto

Svarsending

Avtale nr. 126000/95PB

DYADE

Postboks 2559 Solli

N-0203 OSLO 2 — NORGE

Norges billigste bokklubb?

- Ja, mange har satt det navnet på *Dyade*. Vi samler ikke artikler om helt ulike temaer i heftene. Hvert nummer av *Dyade* belyser ett tema grundig. En årgang blir dermed et lite kulturbibliotek.
- *Dyade* dyrker ikke moten. Derfor blir heller ikke temaheftene uaktuelle.
- Finnes det noe om Estland og estisk litteratur på norsk? Noe om gruppepsykologi? Om forfattere som Elie Wiesel, Isaac Bashevis Singer, Siegfried Lenz? Eller om generasjonsmyter som John Lennon og Bob Dylan? Finnes det noe forståelig om vitenskapsteori? Noe om hvordan en nordmann opplever kineserne? Er det noen som har tatt Dagsrevyens meningspåvirkning på alvor? Ja, *Dyade*. Trenger du stoff til et tema, lønner det seg å lete i våre årganger. Du kommer attpåtil svært billig fra det. Hvor ellers får du en høyst lesverdig vurdering av Rudolf Steiners tanker for kr. 25?
- Vårt mål er at *Dyade* skal sikte mot et skikkelig, reflektert nivå — uten å bli uleselig sprenglærd eller bare for innvidde. En tidsskriftundersøkelse viser da også at *Dyade* har langt bredere og mer sammensatt leserkrets enn andre kulturtidsskrifter.
- *Dyade* får jevnlig gode anmeldelser i skandinaviske aviser. «En av de mest spennende publikasjoner her på berget,» mener Sverre M. Nyrønning i Adresseavisen. Tidlig i *Dyades* historie mente Erik Egeland i Aftenposten at han her kunne merke «en ekte trang til å erkjenne tidens problemer, i motsetning til mange andre fora hvor «debatten» kan omfatte skjult maktkamp, forfengelig utstilling av lærdhet, selvsentrert tankeliv på tomgang.» Vi lykkes ikke alltid, men vi forsøker hele tiden.
- *Dyade* drives idealistisk. Det vil si at ingen — hverken redaksjon, administrasjon eller skribenter — får honorar for arbeidet. Alt gjøres på fritiden. Derfor er tidsskriftet så rimelig. Derfor kommer det heller ikke regelmessig. Men fire temahefter i året, det kommer.
- Bli med i Norges billigste bokklubb. Bli *Dyade*-abonnent.

DYADE

Postboks 2559
Solli
0203 OSLO 2

Genteknologi sammenlignes med sprengningen av atomet. Revolusjonerende oppdagelser gjøres nå daglig med uante konsekvenser for medisin, miljø og menneskebilde. De mange muligheter moderne genteknologi bringer med seg er dels så nye og uvante at vår moralfølelse blir usikker, særlig når kunnskapsnivået er beskjedent. Det er ikke opplagt hva som er rett og galt. Likevel mangler det ikke sterke, skråsikre standpunkt i mediebildet. Refleksjon erstattes av misjon.

Dyade ønsker ikke å føye seg inn i rekken blant de skråsikre, snarere holde temaet åpent ennå en tid til drøftelse og ettertanke. Og til å gi en mer lavmælt gruppe, forskerne som selv arbeider med genteknologi her til lands, en stemme. Uten derfor nødvendigvis å bli deres talerør. Av innholdet:

- Tre milliarder bokstaver av livets bok
- Dine gener viser hvordan du bør leve
- Genteknologi i NRK — skrekfilm som reportasje
- DNA har ikke sjel
- Fra sivilisasjonens vugge til molekylær biologi
- Etske dilemmaer ved genteknologi

DAYADE NMR. 6 1989

— GENME I VARE

HE NID DEER?