

Indhold

Homo sapiens 2.0. Når teknologien kryber ind under huden

© 2002 Gert Balling, Benny Laurrup, Lars Kai Hansen, Søren Holm, Poul Maddox-Hyttel, Claus Møldrup, Claus Enmeche, Jacob Dahl Rendtorff, Mette Bryld og Nina Lykke, Anders Sandberg og G.E.C. Gads Forlag. Aktieselskabet af 1994, København

Alle rettigheder forbeholdes.

Ingen del af denne bog må gengives, lagres i et søgesystem eller transmitteres i nogen form eller med nogen midler grafisk, elektronisk, mekanisk, fotografisk, indspillet på plade eller bånd, overført til databanke eller på anden måde, uden forlagets skriftlige tilladelse.

Enhver kopiering fra denne bog må kun ske efter reglerne i lov om oplavsret af 14. juni 1995 med senere ændringer.

Der er tilladt at citere med kildeangivelse i anmeldelser.

Forlagsredaktion: Ole Jørgensen

Omslag: Marius Hartmann

Layout: Jørgen Strunge

Skrift: Stone serif

Prepress og tryk: Narayana Press, Gylling

Indbinding: Chr. Henriksen & Søn A/S, Slive

ISBN 87-12-03890-3

1. udgave, 1. oplag 2002

Gads Forlag
Klosterstræde 9
1157 København K
Tlf: 33 15 05 58
Fax: 33 11 08 00
www.gads-forlag.dk
E-mail: sekret@gads-forlag.dk

Forfatterne	7
Introduktion	9
<i>Gert Balling</i>	
1. Når mennesket formes i teknologiens spejl	15
<i>Gert Balling</i>	
2. Hjernen i computeren – computeren i hjernen	40
<i>Benny Laurrup og Lars Kai Hansen</i>	
3. Kunstige organer	55
<i>Søren Holm</i>	
4. Kroppens kloner	74
<i>Poul Maddox-Hyttel</i>	
5. Fremtidens medicinsk optimerede krop	105
<i>Claus Møldrup</i>	
6. Kroppens kaput som organisme	121
<i>Claus Enmeche</i>	
7. Krop, maskine og menneskesyn	157
<i>Jacob Dahl Rendtorff</i>	

8. Cyborgbaber og den politiske debat om
"det naturlige" 195
Mette Bryld og Nina Lykke

9. Kong Markatta II
– en transhumanists erkendelser 216
Anders Sandberg
Litteratur 235

Forfatterne

Gert Balling er ph.d.-stipendiat på IT-Højskolen, København. Forsker i hvordan samtidens teknologi påvirker vores syn på omverdenen og os selv.

Mette Bryld er mag. art. og lektor på Institut for Litteratur, Kultur og Medier og Center for Russiske og Øst-europæiske Studier på Syddansk Universitet. Forsker bl.a. i forholdet mellem køn, videnskab og teknologi.

Claus Emmèche er lic. scient., lektor ved og leder af Center for Naturfilosofi og Videnskabsstudier ved Det naturvidenskabelige Fakultet, Københavns Universitet. Centeret huses af Niels Bohr Institutet. Forsker i naturvidenskabsteori.

Lars Kai Hansen er ph.d. og professor ved Informatik og Matematisk Modellering, Danmarks Tekniske Universitet. Forsker i hjernens informatik, kunstig intelligens og signalbehandling.

Søren Holm er ph.d. og professor i medicinsk etik ved universiteterne i Manchester og Oslo. Forsker i de etiske spørgsmål, som medicin og bioteknologi rejser.

Poul Maddox-Hyttel er dr.med. vet. og professor i anatomi på den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole. Forsker

Forhold som disse bevæger sig langt ud over teknologiens konkrete funktion og ind den eksistentielle sfære, hvor det drejer sig om, hvad der udgør et menneske i en tid, hvor teknologien ikke er noget eksternt, men en del af vores livsform og livsmåde (Rendtorff).

Som det vil fremgå af teksterne, er titlen "Homo sapiens 2.0, når teknologien kryber under huden" et billede på et stadig tættere forhold mellem mennesket og teknologien. Det er i sig selv hverken et fremskridt eller tilbageskridt, for teknologien har ikke nogen moral, der udspirer af den selv – kun den, der tilskrives af os, der skaber og bruger den. Teknologi er en såkaldt amoralisk størrelse, og netop derfor er det vigtigt løbende at debattere, hvilken forskning og teknologi vi ønsker, og på hvilken måde, vi ønsker teknologien anvendt.

Vi håber at læserne af denne bog finder årsagssammenhænge, tankemønstre og problemstillinger, som er nyttige i den sammenhæng.¹

1. Kapitlerne optræder for første gang i bogform. De har i forbindelse med en udstilling været tilgængelige på Internettet i en kortere periode. Ligeledes har dele af enkelte kapitler været trykt andetsteds. For alle bidragene gælder, at de er blevet ajourført og bearbejdet i forbindelse med bogudgivelsen.

1. Når mennesket formes i teknologiens spejl

Gert Balling

Når man taler om forholdet mellem mennesker og maskiner, hører man ofte folk argumentere for, at mennesket er en maskine, eller at maskiner kan tænke selv og har en bevidsthed. Hvad får dem til at sige det, og hvorfor sammenligner vi os i det hele taget med maskiner? Det er spørgsmålet, som jeg vil belyse i dette kapitel, hvor udgangspunktet er, at vores opfattelse af kroppen i høj grad er præget af den samtidige teknik.

Et system er udgangspunkt for forståelsen af sammenhænge

Begrebet system kommer af græsk og betyder samlingen af enkeltdele til et sluttet og ordnet hele. Systemer kan derfor både være noget, vi kategoriserer efter, og noget vi bygger helheder op over. Når vi bygger tekniske, mekaniske systemer såsom maskiner, så er de pålidelige, fordi de er bygget over vores tekniske enhedssystem med grundlæggende enheder som meter, kilopond og sekund. Det vil sige, at man gennem udregninger kan forudsige, hvordan en maskine vil reagere i forskellige situationer, fordi den fungerer efter bestemte logiske og mekaniske regler, hvilket gør reaktionerne beregnelige inden for et system.

Vi vil også gerne kunne beregne verden som et system for bedre at kunne agere i forhold til den. Problemet er bare, at vi for at finde frem til et muligt bagvedliggende naturligt system må forudsætte et andet system, hvilket skyldes at vi ikke kan stille spørgsmål til verden uden på forhånd at have en forestilling om, hvordan den hænger sammen. Den danske atomfysiker Niels Bohr gav et fint billede på denne systemtvang. Han sagde, at vi skaber måleapparater i forlængelse af vores vante rum-tid-strukturer, der dermed sætter rammerne for mulige resultater af vores målinger. Dette perspektiv har den konsekvens, at der er forskel på verden og vores forståelse af verden – eller verden og den logik, der er indlejret i de redskaber, vi forsøger at gribe verden med.¹ Denne forskel mellem fænomenet og sprogliggørelsen af fænomenet finder vi også i udsagnet om, at mennesket er maskinelt, eller at maskinen er menneskelig.

I et filosofisk lys har det i høj grad at gøre med de billeder, eller metaforer, vi bruger, når vi beskriver noget. Den danske filosof Finn Olesen anskuer metatøren som en art filter, der organiserer, fremhæver og skjuler særlige aspekter af det, vi ønsker at beskrive. På den måde opstår der en udveksling mellem det, vi beskriver, og de metaforer, vi beskriver det med. Når vi derfor beskriver mennesket som en maskine, så ses det, vi beskriver (mennesket), gennem metatørens egenskaber (maskinens), samtidigt med at metatøren optager nogle af det beskrevne objekts

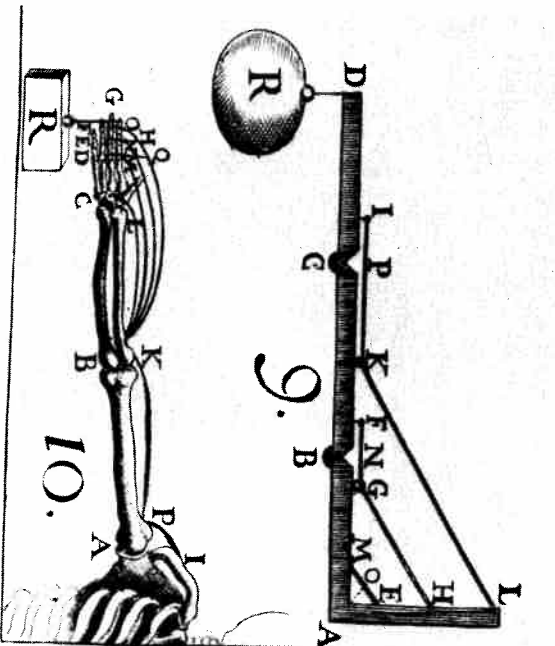
karakteregenskaber, hvilket i dette tilfælde betyder, at maskinen menneskeliggøres. Denne udveksling indebærer, at de metaforer vi benytter til at beskrive os selv og vores virkelighed med, i udvekslingen af betydninger skaber ligheder, der ikke eksisterede før, og derved nye betydninger, som så igen bruges i systemer, der danner udgangspunkt for vores forståelse af såvel teknologi som os selv og vores handlinger i verden. I dette kapitel vil jeg derfor kigge nærmere på vores forståelse af mennesket og menneskekroppen i lyset af samtidens forhåndenværende teknologi. Mit udgangspunkt er den franske filosof, matematiker og naturforsker René Descartes, en af grundlæggerne af den moderne filosofi.

1600-tallet: verden fungerer mekanisk

Tilbage i 1641 skriver René Descartes bogen "Metafysiske meditationer". Heri definerer han det menneskelige gennem den meget citerede replik "Cogito, ergo sum", der betyder "Jeg tænker altså er jeg" eller mere præcist "Jeg har bevidsthed, altså er jeg". Bevidstheden ses således som noget særligt menneskeligt, der kommer til udtryk i vores brug af fornuften og talen, hvilket i store træk er det, der adskiller os fra dyret. Descartes opfatter dyret som noget rent mekanisk fordi det ikke har nogen bevidsthed, og derfor fungerer menneskets krop, adskilt fra bevidstheden, også mekanisk.

At det er samtidens teknik, der skaber grundlag for forståelsen af menneskets krop som mekanisk, ser vi fx hos den italienske matematiker og fysiker Giovanni Alfonso Borelli, der bruger håndværkerens redskaber og geometrien til at forklare menneskets kroppsfunktioner (figur 1-1). Borelli tager udgangspunkt i det mekaniske system, hvilket

1. Har man lyst til at læse mere om dette, kan jeg anbefale Simo Køppe: *Virkelighedens nyvaner*, København 1993. Jørgen Kalckan m. fl. (red.): *Niels Bohr: Naturbeskrivelse og menneskelig erkendelse: Udvælgte artikler og foredrag fra årene 1927-1962*, København, 1985. Tor Nørretranders: *Det uforståelige*. København, 1988.



Figur 1-1. Et detailudsnit af en tegning fra 1680 hvor den italienske matematiker og fysiker Giovanni Alfonso Borelli bruger håndværkerens redskaber til beskrivelse af menneskets bevægeapparat. Fra Giovanni Alfonso Borelli, *De Motu Animalium* (1680), Courtesy Louise M. Darling Biomedical Library, University of California, Los Angeles. Photograph: Martin Lovell.

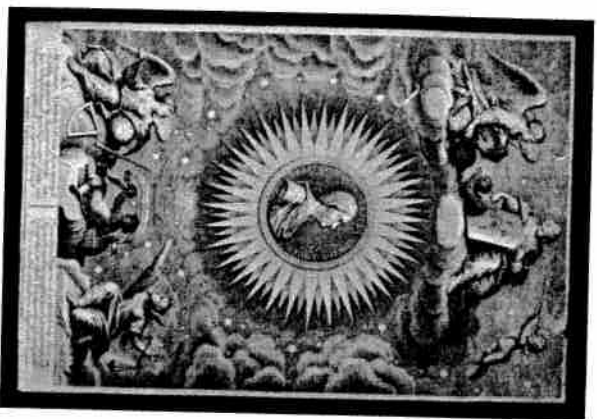
han anser for at være Guds værk – det er så at sige Gud, der er garanten for orden i universet. Hvis verden fungerer efter et mekanisk verdensbillede, så er det, ifølge Borelli, et tegn på at Gud er til.

Hos Descartes og flere samtidige videnskabsmænd er det mekaniske også en del af en større sammenhæng. Dyrets og menneskets krop er mekanisk forklarelig, men de er samtidig en del af den store teknisk-mekaniske sam-

menhæng, som omfatter hele universet. En menneskeskabt genstand, som gør det lettere at forstå universet, er uret, der i 1600-tallet fremstår som en særlig dygtig mekanisk genskabelse af universets logiske sammenhæng. Med alle sine tandhjul af forskellige størrelser kan uret anskuelliggøre, at hele universet er én sammenhængende helhed bestående af en masse små forskellige enkeltdele – et universelt mekanisk system.

Små 50 år senere i 1687 skriver den engelske fysiker og matematiker Isaac Newton bogen "Principia", hvor han sætter dette mekaniske verdensperspektiv i system. Han ønsker at udlede nogle matematiske principper af naturen, og det gør han ved at skabe et system, der favner alle typer af bevægelser, helt fra det mindste, som et æble der falder fra sin gren, til det største, som de baner, stjerne- ne følger gennem universet.

Nu er både Descartes og Newton formelt troende, men de lever i en overgangsfase mellem det gamle, kristne og det nye, mekaniske verdensperspektiv, hvor tænkningen langsomt fortrænger troen i en gennemgribende sekulariseringsproces. Den danske fysiker Jens Martin Knudsen forklarer dette "systemskitte" med, at Gud i overgangsfasen bliver forstøet som en slags maskinmester, der står ved siden af den universelle maskine og ser til, at alt forløber, som det skal. Han blander sig altså ikke, men understøtter den mekaniske sammenhæng. I dette system er mennesket overordnet dyret og maskinen, fordi vi gennem vores bevidsthed hæver os op på et åndeligt niveau. George Bickham seniors kobberstik fra 1732 (figur 1-2) er et interessant udtryk for denne overgangsfase. Her er engle blevet udstyret med geometriske instrumenter, som et billede på at Guds verden er geometrisk og logisk, hvilket medfører, at mennesket gennem fornuften og geometrien



Figur 1-2. George Bickham senior: apotheose over Sir Isaac Newton. Kobberstik fra 1732. Her sidder engle og fremviser geometriske instrumenter, mens Newton selv indtager, eller måske snarere har overtaget, en meget central placering i universet. Fra Museum of the History of Science, Old Ashmolean. Buiid- ing. Broadstreet. Oxford University.

har adgang til logikken i Guds skaberværk. Alligevel er det påfaldende, at Newton indtager en placering i kobberstikket, man normalt ville tillegne Gud. Det kan man enten forstå på den måde, at Gud står fadder til de "universelle" principper, som Newton finder frem til, eller man kan se det som et billede på en ny tid, hvor tænkning står over tro, og hvor videnskabsmanden bliver den nye Gud.

1700-tallet: den menneskelignende automat

I det begyndende brud med religionerne i oplysningstidens vægning af gennemskuelighed, klarhed og stabilitet åbnes for en accelererende materialisme. Denne mate-

Figur 1-3. Figuren "Fløjtespilleren" er skabt af den franske automatbygger Jacques de Vaucanson i 1738.



rialisme udlægger en af det 20'ende århundredes store matematikere, Norbert Wiener, som en fremskridtstanke der – igennem accelerationen af den teknologiske udvikling – drives af ønsket om at kunne realisere himmerige på jord. Når universet og menneskets krop kan beskrives som et urværk, er der i den begyndende materialisme derfor heller ikke langt til gennem den forhåndenværende teknologi at afsløre naturens funktionsmåde. Det er derfor ikke overraskende fimmekanikere, der ud fra idéen om en mekanisk fungerende krop i et mekanisk fungerende univers prøver at eftergøre et af naturens største undere – mennesket.

En af de største automatbyggere er franskmænden Jacques de Vaucanson. Han skaber i 1738 flere bemærkelsesværdige figurer – bl.a. Fløjtespilleren (figur 1-3). Den er i størrelsesforholdet 1-1 med bevægelige øjne, læber og fingre og er i stand til at spille tolv forskellige melodier. Det interessante ved denne figur er selve fløjtespillet, der



Figur 1-4. En version af "Den Skrivende Dreng" (1774) skabt af automatbyggeren Pierre Jaquet-Droz. Fra Neuchatel Museum.

bliver styret af et sindrigt mekanisk system og en blæsebælg. Ved at eftergøre fløjtespillet mekanisk tror man at have fravristet naturen hemmeligheden bag fløjtespillet. En samtidig filosof og læge Julien Offray de la Mettrie mener endog, at det er ærgerligt, at Vaucanson ikke har brugt tiden på at få den til at tale i stedet for – det kunne da have været mere interessant.²

I dag anser man disse figurer som sindrige mekanismer. Men i 1700-tallet var man ikke forvænt med automater. Ure og dukker gjaldt derfor snarere som modeller til forklaring af naturens rette sammenhæng.

Den Skrivende Dreng (figur 1-4) skabt af den franske automatbygger Pierre Jaquet-Droz i 1774 er en sådan model. Den udmærker sig især ved, at den kan skrive! At skrive er ifølge Descartes et særligt menneskeligt træk, fordi

2. Det forsøgte man også i samtiden, men da man ikke kunne forstå, hvad de sagde, blev det aldrig den store succes.

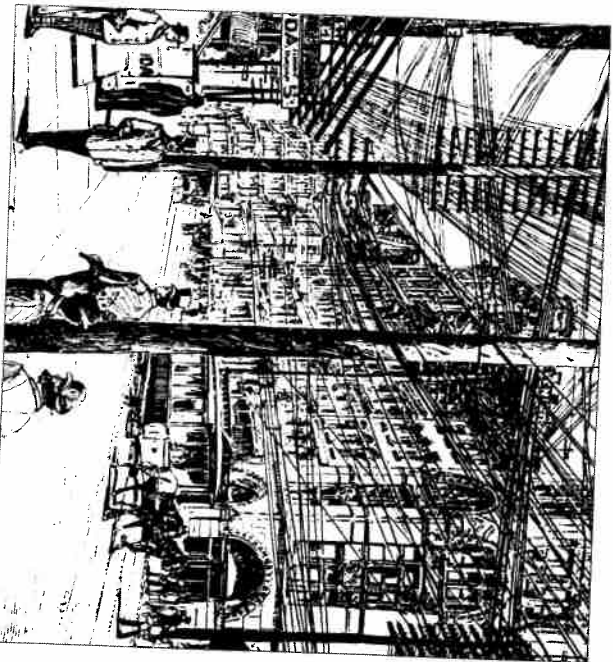
det indbefatter fornuften og talen. Og dukken skriver ikke bare som en model på menneskekroppens funktionsmåde, den citerer også de bevingede ord "Cogito, ergo sum" – "Jeg tænker, altså er jeg" ... underforstået et menneske.

Når datidens menneske har stået foran dette tekniske mekaniske vidunder, har de spejlet sig i teknikkens perfektion. Et mekanisk menneske, der befatter sig med skrift og latin – det har bestemt ikke været hverdagskost. Og i mødet har de sikkert spekuleret over, hvorvidt de selv dybest set er maskiner, der bare ser ud, som om de har en bevidsthed, eller om de som mennesker bare er dårlige maskiner, der har svært ved at leve op til tidens mekaniske ideal. Og uanset hvad, så har datidens menneske umiddelbart været mangelfuld i forhold til teknikens mekaniske idealbillede – en ustabil arbejdskraft plaget af en sårbar krop. I 1770'erne er der stadig mere end 150 år til penicillinets opfindelse og mere end 100 år til de store byseneringer, som gennemførtes i bl.a. Paris. Døden er derfor en daglig trussel for et almindeligt menneske, der har rundet de 40 år.

Ud over universets mekaniske sammenhæng og det mekaniske ideal minder automaten Den Skrivende Dreng os derfor om vores egen skrøbelighed og forgængelighed. Mennesket er forgængeligt, fordi det selv er et stykke natur. Men gennem ideen om fremskridtet har vi trods naturen – vi har brugt teknikken og maskinen til at beskytte os mod naturens overgreb. Denne udvikling tager for alvor fart med industrialiseringsprocessen i 1800-tallet.

1800-tallet: den moderne storby

I industrialiseringens voksende metropoler bliver teknologien ikke bare en naturlig del af fabrikernes rationali-



Figur 1-5. Broadway i New York skildret i slutningen af 1800-tallet. Teknologien har her en synlig plads i gadebilledet. Gengivet efter Armand Colin Picture Library.

serede arbejds gange, den inddrager også en overordentlig synlig placering i byrummet (figur 1-5) og påvirker selve den måde, vi omgås hinanden på. Telefontkabler såvel som ure bliver en naturlig del af gadebilledet, så man i højere grad kan synkronisere sine handlinger med de andre byboere. Også befolkningen bevæger sig på infrastrukturens transportbånd. Toget fastsætter tidskoordinater mellem hjem og arbejde. Nu er ikke bare fritiden og arbejdstiden struktureret, men også den tid og dermed det rum der ligger imellem.

Den tyske sociolog Wolfgang Schivelbusch beskriver dette som en følge af togets tidsmæssige nøjagtighed i forhold til den tidligere transportform med heste og kusk. Nu er det muligt at afstemme den enkeltes handlinger mere rationelt i forhold til omgivelserne og opfatte sig selv som en del af et rationelt system, hvilket vil sige, at man tilpasser sine handlinger med henblik på at optimere systemets regelmæssighed og stabilitet. Mennesket indtræder dermed i en dobbeltrolle, idet individualitetens opblomstring i industrialiseringsfasen kommer til at gå hånd i hånd med en indskrænkning i handlemuligheder fordi mennesket, som et tandhjul, tager plads i den større automat – den moderne metropol. Det er dog ikke blot et spørgsmål om fysisk koordinering, men i lige så høj grad et spørgsmål om en civiliseringsproces. Det skyldes, at en af de afgørende forudsætninger for, at man overhovedet kan manøvrere rundt i storbyens stadigt mere komplicerede kæder af sociale relationer også er evnen til selvkontrol og distance – man skal bogstavelig talt lære at styre sig.

Dette fænomen er vel bedst beskrevet af den tyske sociolog Georg Simmel i essayet "Storbyen og det åndelige liv" fra 1903, hvor han skildrer den moderne metropols påvirkning af den menneskelige psyke som en intensivisering af nervelivet gennem et bombardement af synsindtryk – den moderne storby er en hekskedel af fristelser og indtryk, og derfor kræver mødet med dens komplicerede organisme øjensynligt en strukturel orden for at modvirke kaos – en orden der opnås gennem tøjlning af individets indre natur gennem en udelukkelse af irrationelle, instinktive og suveræne væsenstræk.

Den rationaliseringsstanke, der ligger til grund for den moderne industris ikon, samlebandet, hvor den enkelte

arbejder bogstavligt talt indtager sin plads som en del af maskinens strukturerede og strukturerende flow, knytter ikke bare an til arbejdslivet, men indarbejdes parallelt som en del af vores sociale liv i den moderne storby, hvor mennesket indordner sig under maskinens karakteristika som effektivitet, præcision, fart og tempo, der derfor bliver generelle positive værdier i sig selv.

1900-tallet: fra mekanik til elektronik

Den første moderne storrig med industrien i ryggen afleder et nyt forhold mellem menneske og teknologi. Første verdenskrig koster tolv millioner mennesker livet og mange mærkes af psykiske traumer. Hvor det synkroniserede, rationelle menneske tidligere stort set har været et ideal, der understøtter industrialiseringens fremskridtsdrømme, bliver det nu i højere grad et billede på noget viljeløst. Inden for kunstens verden kommer det til udtryk i en nedtoning af maskinfascinationen til fordel for en mere teknologikritisk linie. Det ses fx hos den italienske kunstbevægelse Futuristerne, der op til første verdenskrig har stor succes med at hylde fremtiden og teknologien i en nærmest ekstatisk rus, men som efter krigen stort set går i sig selv igen. Lidt firkanter kan man sige, at krigen er med til at afføde spørgsmålet: Er det teknologien, der styrer os, eller er det os, der styrer teknologien?

Derfor er det heller ikke så underligt, at et af stræmmebillederne på teknikkens trussel mod det menneskelige fødes med robotten, der opstår lige efter første verdenskrig. Ordet robot kommer af de tjekiske ord "robotnik" og "robota", der betyder henholdsvis slave og tvunget arbejde. Det får sin globale betydning i 1920, da den tjekiske dramatikere Karel Čapek skriver stykket "Rossums Universal-

le Roboter" (RUR). I dette stykke er robotten en mekaniseret slave, der ved et uheld får en bevidsthed og derefter udrydder mennesket – en handling der skulle afspejle det vesterlandske menneskes egne uciviliserede krigsbedrifter. Robotens første generation personificerer dels teknologiens overherredømme og dels det rationelle menneske uden fri vilje. De to ting er i og for sig et udtryk for det samme, bare set fra to forskellige perspektiver – nemlig en teknologikritisk bearbejdelse af det industrialiserede rationelle samfund.

Computeren, der opstår omkring anden verdenskrig, adskiller sig fra robotten ved, at den ikke udfører et fysisk arbejde, men i stedet styrer og kontrollerer andre maskiner. Derfor er det heller ikke computerens hardware, der er interessant, men derimod dens software, kodingen eller programmeringen. Det forudsiger Lord Byrons datter Lady Augusta Ada allerede i 1830, hvor hun sammen med matematikeren Charles Babbage arbejder på en såkaldt analytisk maskine. Idéen var for det første, at maskinen skulle kunne programstyre selve beregningsprocessen, hvilket vil sige at de enkelte opgaver skulle udføres maskinelt i rækkefølge. For det andet var det tanken, at dette program skulle indeholde såkaldte betingelsesætninger, hvilket vil sige, at maskinen afhængigt af resultaterne skulle foretage bestemte handlinger. At dette er selve forgrubelsen af idéen bag computeren fremgår tydeligt af Adas forudsigelse om, at denne "maskine" vil kunne alt, hvad man kan programmere den til. Dette er simpelt hen kredet for den universelle maskine, selv om man på det tidlige tidspunkt endnu ikke har teknologien til selve materialiseringen af idéerne.

En anden universel "maskine" kunne være den menneskelige hjerne, og ifølge teknologen David Rothenberg

bliver computeren netop opbygget efter, hvordan man i samtiden tror, at den menneskelige hjernes fungerer, nemlig ud fra et system bestående af hukommelse, arbejdsu-kommelse og kontrol af motoriske funktioner.³ Sammenligningen er på ingen måde grebet ud af luften, hvilket fx bliver synligt med logikeren Alan Turing, der på baggrund af sit arbejde med kodebrydning opdager, at computeren ud over at være en regnemaskine også kan manipulere vilkårlige symboler. Samtidig beviser han allerede i 1936, i et ekko af Ada, at enhver programmerbar maskine i princip kan simulere en anden fuldstændig. Men er det muligt at programmere en computer således, at den kan simulere et menneskes reaktioner? og hvis det er muligt – giver det så maskinen menneskelige egenskaber? I den skelsættende artikel "Computing Machinery and Intelligence" fra 1950 (s. 46 og 140) tager Turing afsæt i det faktum, at vi jo reelt ikke kan afgøre, hvad intelligens er, og derfor giver det bedre mening at sammenligne menneskets hjerne og computeren på et andet niveau, nemlig ved rene intellektuelle udfordringer.

Dette udmunder i den berømte Turingtest, som udspringer af en selskabsleg, hvor en person gennem spørgsmål/svar skal gætte sig frem til hvem af to personer i et tilstødende lokale, der er henholdsvis af han- og hun-køn. Tornings drejning af testen går ud på i stedet at lade de to ubekendte være henholdsvis en computer og et menneske, og opgaven går derfor ud på at kunne udskil-le computeren. Tornings test er interessant, fordi den sæt-

3. David Rothenberg: *Hand's End: Technology and the Limits of Nature*. California, 1993. Side 139. På dansk kan man konsultere Keld Nielsen m.fl.: *Skiven uden ende*, København, 1990. Side 308. Her kan man se den principielle opbygning af John von Neumann-maskinen.

ter sammenligningen mellem menneske og maskine i et nyt lys ved at fokusere på et input/output-forhold i stedet for fx at lade den fysiske fremtræden være afgørende.

Den konkrete realisering af turingmaskinen kommer med matematikeren John von Neumann og IAS-computeren i slutningen af 40'erne. Og for at binde tråden tilbage til Rothenberg er von Neumanns idéer bag den fysiske udførelse af computeren i høj grad inspireret af dattidens forståelse af den menneskelige hjerne. Von Neumann var bl.a. inspireret af W. McCullochs og W. Pitts teorier fra 30'erne og 40'erne, hvori fx neuroner bliver beskrevet som et logisk kredsløb, der kombinerer information fra de andre neuroner i henhold til formelle regler og så transmitterer resultatet videre – en beskrivelsesmåde, der viser neuronerne som binære størrelser med relæer, og dermed åbner for overføring af en model af den levende hjerne til computeren. For von Neumanns vedkommende kom det også til udtryk i arbejdet med "The Silliman Lectures", en række forelæsninger som særligt prominente videnskabsfolk får den ære at afholde på Yale University i Connecticut, USA. Von Neumann fik opdraget i 1955 og forberedte en forelæsningsrække over temaet "The Computer and the Brain" med omdrejningspunkt i et matematisk perspektiv på menneskets nervesystem.⁴

Men der er nogen, der går et skridt videre end det. En gruppe amerikanske forskere med den tidligere matematiker Norbert Wiener i spidsen prøver i 1948 at forstå mennesket og maskinen inden for samme system. Det sker i teorien om kontrol og kommunikation, bedre kendt som "cybernetics" eller kybernetik.

4. Forelæsningerne blev aflyst på grund af von Neumanns pludselige sygdom og død, men foreligger som ufuldstændigt manuskript.

ken anskuer man en organisme som et selvregulerende system, der kan optage og bearbejde information. Derfor kan der udformes overensstemmende beskrivelser af maskiners og levende organismers adfærd, og derfor kan mennesker og maskiner teoretisk set ansues som det samme, idet de blot inddrager forskellige placeringer i et hierarki bestemt af adfærdens kompleksitet.

Kybernetikken står fadder til kunstig intelligens (AI efter Artificial Intelligence), som opstår midt i 50'erne, og som har haft megen medvind på trods af sporadiske resultater. Området kan opdeles på flere måder: den mest hensigtsmæssige i denne sammenhæng er at skelne imellem egentlig kunstig intelligens (AI) på den ene side og kognitionsvidenskab (CS efter Cognitive Science) på den anden. Forskellen ligger i virkeligheden i perspektivet. Inden for kunstig intelligens arbejder man konkret med at udarbejde programmer, der kan udføre opgaver, som kræver intelligens, såfremt disse opgaver skulle udføres af mennesker. Dette perspektiv indebærer, at menneskelig intelligent adfærd kan eksternaliseres i en art computerintelligens. Inden for kognitiv videnskab er idéen derimod, at man gennem studiet af computeren kan lære noget om menneskets psyk. Ifølge Finn Olesen betragter man her bevistheden som en abstrakt struktur, der kan implementeres i alle typer af systemer, fortrinsvis fysiske systemer. Dvs. at det, vi normalt kalder for intelligensstilstande, kan isoleres og flyttes over i et andet system, der funktionelt minder om den menneskelige hjerne. I dette perspektiv opløses menneskets monopol på intelligens, som inden for disse kredse betegnes kulstof-chauvinisme.

Når vi anskuer mennesket og maskinen inden for samme perspektiv, vil udviklingen af maskinen hele tiden give billedet af en udvikling, der haler ind på os. Det eksem-

plificeres udmærket med Moores lov. Gordon E. Moore grundlagde hardwaregiganten Intel i 1971, og loven lyder, at mikroprocessor kapaciteten vil fordobles hver 18. måned under konstante produktionsomkostninger. Accelerationen har holdt stik de sidste 25 år, og i betragtning af, at *Homo sapiens* ikke har forøget sin hjernekapacitet de sidste 50.000 år, er det ikke så underligt, at følelsen af at blive indhentet opstår. Senest har vi alle set den iscenesat omkring skak-opgøret mellem IBM's Deep Blue-computer og verdens bedste skakspiller Gary Kasparov (se også side 38, 39, 46, 52). IBM's computer er bygget op af flere parallelle processorer, der er modelleret over vores nuværende (dåværende) viden om hjernen. Det parallelle betyder, at processorerne er sat sådan sammen, at delopgaverne i en enkelt opgave løses samtidigt – afviklingen foregår parallelt, og der udveksles delresultater undervejs. Det skulle modsvare funktionsmåden i den menneskelige hjernes neurale netværks neuroner, der netop både fungerer som informationsbaner og dataforarbejdere i modsætning til den serielle processors enten/eller.

Med Deep Blue er det meget åbenbart at vi har fjernet os fra at efterligne menneskets bevægelser som det primære, jævnfør de mekaniske figurer, og i højere grad retter blikket mod mere abstrakte begreber som autonomi, intelligens og bevidsthed. Hermed er vi trådt endnu længere ind på det, der før var menneskets enemærker, og man fristes til at spørge om, hvor tæt en menneskeskabt efterligning kan komme på det, den efterligner.

Er det fx sådan, at man kan oversætte alt til digitale signaler? Ja, hvis man anskuer mennesket som en organisme, der kan beskrives af informationsprocesser, så er fx også følelser i principet digitaliserbare. Men man skal huske, at når vi efterligner hjernen, sker det på baggrund

af vores teknologiske horisont. Derfor er kunstig intelligens et meget godt billede på, hvad vi kan, men ikke på hvad vi er. Vi bygger kort sagt det, vi teknisk forstår. Derfor vil vi gradvist blive klogere på hjernen og på mennesket, for vi vil kunne se, hvornår det kunstige system, vi prøver at forstå hjernen med, ikke slår til og skal justeres. Vi vil derfor nærme os en forståelse af hjernen, men kommer næppe til at forstå den helt, idet hjernen kun kan aflæses med det sprog, vi har til rådighed – og så er vi tilbage ved Bohrs pointe med, at vi måler os frem til de resultater, vi har adgang til at forstå.

Teknologien er menneskets bedste ven, forstået på den måde, at vi ikke kan overleve uden den. Computeren bruges til at automatisere og styre utallige arbejdsopgaver, som vi ikke selv kan overskue. Denne tilsyneladende selvstændighed har skabt myten om, at computeren kan tænke selv. Det er selvfølgelig noget sludder. Deep Blue kan ikke tænke selv. Til gengæld blev den russiske stormester Kasparov kritiseret for at have spillet som en maskine, altså uden den såkaldte menneskelige kreativitet og intuition. Og det er måske her noget af hunden ligger begravet, nemlig at teknologien i dagligdagen næsten umærkeligt får os til at handle på en særlig måde, at vi retter os ind efter teknologien snarere end omvendt.

På vej ind i et nyt årtusinde: computerkrop eller Homo sapiens 2.0

Den stadig tættere forbindelse mellem menneskehjerner og maskinhjerner i skoler, på arbejdspladser og i fritiden giver os en ny forståelse af kroppen, fx i Internettets chatrooms eller i spillearkader, hvor man kan fjerntstyre en udgave af sig selv, en såkaldt avatar, i en fiktiv verden.

Man kan sige, at vores egen krop i stadig højere grad bliver tilovers som et element, der skal tilpasses, for at vi kan kommunikere optimalt med maskinen – den skal så at sige være kompatibel med den eksterne teknologi, hvilket sker gennem interfaces som fx computerens brugergrenseflader, hvor vi med musen klikker os rundt i cyberspace. En meget direkte følge er desværre, at børn og unge har en dårligere kondition, befolkningen har et stigende antal rygskader, museskader, øjensskader, overfølsomhed over for elektromagnetiske felter etc.

Kroppen har ikke kunnet følge med tempoet i den moderne verden. Som fysisk enhed er den langsom, tung og sårbar – karakteristika der kan ophæves i den virtuelle verden. Det er dog ikke et nyt fænomen, at vi kan udvide vores krops evner i kraft af teknologien, for bilisten, der sætter sig ind i sin bil, vil også føle bilen som en udvidelse af kroppens potentiale – det er jo derfor, man i folkekunde kalder store store biler for potensforlængere. I computere og Internettets tidsalder er vi nu i stand til at overskride kroppens begrænsninger og i nogle tilfælde opnå følelsen af at kunne frigøre os helt fra kroppens fysiske tilstedeværelse, idet vi træder ind i cyberrummets virtuelle verden.

Selve idéen om kroppen som teknisk kompatibel eksisterer ikke kun hos datalogerne omkring den virtuelle verden, men også inden for biologien i en noget mere fundamental grænseprægende indre sammensmeltning mellem menneske og teknologi. Det har fx inden for kloningsområdet affødt sammenstillinger af tidligere adskilte områder i neologismer som "menneskelige reservedelslagre" og "menneskelige sikkerhedskopier". På mange virker disse sammenstillinger provokerende, og det er ikke så sært, for vi har i de sidste 400 år haft et individbegreb, hvor individet

står som en ukrænkelig størrelse. Dette fremgår tydeligt, hvis man ser på begrebets opbygning: individ, der betyder u-deling. Individkarakteren opstår med sekulariseringsprocessen og derfor parallelt med opkomsten af naturvidenskaben. Og netop derfor er det interessant, at menneskesynet inden for biologien synes at skifte placering med den fremadrettede eksperimentelle biologi. Her er mennesket i sin helhed ikke længere noget enestående, men snarere et middel til opnåelse af noget enestående gennem en moderne form for arvehygiejne, såkaldt eugenik.

I 70'erne kom kloning ved ægdeling, i 80'erne kom kloning ved kernetransplantationer og endelig kom Dolly-modellen, som betegnes somatisk kloning, hvilket vil sige, at man bruger celler fra kroppen til kloningen (se mere herom side 82, 83). Ud fra denne type kloning kan man skabe uspecialiserede stamceller, som, fordi de er identiske med et bestemt individ, i fremtiden muligvis vil kunne bruges til dyrkning af personlige organer via en omkodning af cellen. Organdyrkningen i et kloningsperspektiv kan også ses i arbejdet med transgene dyr, hvilket vil sige dyr der skabes gennem en kombination af kloning og gensplejning – altså levende "reserveredslfabrikker".

Disse udviklingsperspektiver lægger op til to typer scenarier: På den ene side skrækscenariet med hjernedøde tvillingegruppe, man har liggende i tilfælde af organsvigt. Af etiske grunde er dette scenario dog næppe sandsynligt i den nærmeste fremtid. Inden for samme type af scenarier har vi masseproduktion af identiske kopier af mennesker til særlige jobfunktioner (soldater, sexslaver etc.), men også her vil etiske overvejelser sandsynligvis kuldeprojekteret allerede i dets verden. På den anden side accepterer de fleste af os velsagtens uden videre idéen om at kunne skifte de dele af kroppen ud, der ikke fungerer

optimalt ... eller ønsker måske blot at få nogle bedre, så man ville kunne forbedre sin ydeevne inden for forskellige områder.

Selv om de to scenariotyper er meget forskellige, peger de dog grundlæggende på den samme udvikling inden for forholdet mellem menneskets bevidsthed og krop, nemlig at vi i stadig højere grad vænner os til at inddgå i tætte samspil med den nye teknologi og dermed ændrer vores billede af os selv. Det er netop på baggrund af bl.a. kloningens iboende muligheder og organtransplantationsforskningens bedrifter, at det nu er muligt at anskue mennesket som en samling af kropserverdele – en vare, som på markedet er blevet en efterspurgt ressource på godt og ondt.

Når det moderne menneske begynder at forstå sig selv som et system af udskiftelige enheder i stedet for et ukrænkeligt hele, så hænger det sammen med den omtalte tilnærmelse mellem biologi og teknologi. Inden for biologien er vi ved at afkode menneskets gener, så vi kan kortlægge arvemassen. Og generne, og måden vi aflæser dem på, viser, at vi har ændret vores syn på mennesket i retning af en informationsstruktur. Fx taler vi om gener som programmer, immun- og nervesystemet som forarbejder af informationer, arvegenskaber som noget i den genetiske kode, og skæbnen som noget, der afgøres af livets program etc.

Forskningen inden for genteknologien kommer sandsynligvis til at bane vejen for helbredelse af mange sygdomme, vi i dag står magtesløse overfor, men den massive interesse for området handler også om penge. Den genetisk modificerede krop kan nemlig patenteres og dermed opnå en formel juridisk beskyttelse, som vi kender det fra andre varer. Det skete allerede i 1987, da Harvard University tog patent på liv i form af en genmodificeret

mus, "onco mouse". Derfor er den offentlige debat vigtig, for på den ene side fremtvinger markedsmekanismernes resultater, der modsvares behov i befolkningen, på den anden side er der etiske og moralske hensyn, der kan være af større betydning end visse videnskabelige og teknologiske frembringelser.

Er jeg en cyborg?

En cyborg er et begreb udvundet af "cybernetic organism" og kan defineres som en organisme, der er sammensat af organisk og kunstigt fremstillede komponenter (s. 133, 175-81, 198-202). Som det allerede fremgår, er cyborgen ikke længere noget, der kun tilhører fiktionens univers, som vi kender det fra fx James Camerons film "Terminator" og Paul Verhoevens "Robocop"-film fra 1980'erne og 90'erne. Men i og med at cyborgen er blevet frigjort fra fiktionens verden, har de også ændret fysisk fremtræden – så hvordan ser en fritgående cyborg ud, og er det et menneske, en maskine eller noget helt tredje?

Cyborgbegrebet knytter direkte an til et NASA-projekt fra 1960. Her arbejdede forskerne Manfred E. Clynes og Nathan S. Kline med ideen om tekniske ændringer af menneskekroppen med det formål, at kroppen automatisk skulle kunne omstille sig til nye omgivelser, hvilket ville være praktisk i rummet. Et af de mere spektakulære forslag gik på at betri astronauter for de store iltanke på ryggen, vi kender fra de noget begrænsende astronaut-drager, ved teknologisk at opgradere kroppen til at udføre fotosyntese og dermed selv at producere den livsnødvendige ilt.

I 1960'erne var tanker som disse alt for outrerede, men i dag er vi anderledes åbent indstillet. I vores del af verden kan forholdsvis mange mennesker teknisk set siges allerede

de at være cyborger. Medierne beretter dagligt om nye innovative projekter, hvor teknologi og menneske smelter sammen. Fx ved implanteringer af elektroniske indre ører, sofistikerede computerstyrede arn- og benproteser for ikke at tale om indopererede mekaniske, elektroniske og biologiske dele i kroppen som hofter, knæ, blodkarproteser, høreproteser, pacemakere, kranieplader, øreknogler, korsbånd, kunstige hudkulturer osv. Snart vil det dog også være muligt for almindelige mennesker at købe sig til "opgraderinger".

Udvidelse af vores sansorganer vil gøre os i stand til at opfatte lyd og lys uden for vort normale opfattelsesområde, fysiologiske proteser vil øge vor styrke og motoriske færdigheder, og kognitive proteser vil gøre det muligt for os at løse intellektuelt komplicerede opgaver, vi normalt ikke kan håndtere. Set i det lys har vi allerede virkeliggjort drømmen fra 1700-tallet om ved teknologisk indgreb at omskabe kroppen, så den kan tilpasse sig til en anden situation, blive modstandsdygtig over for naturen, således at vi kan forlænge livet og udskyde døden – men på bekostning af hvad?

Gennem teknologien omskaber vi os selv og den verden, vi bebor, men samtidig omskaber disse indgreb os og dermed vores forståelse af, hvad et menneske er. Det er der ikke noget nyt i, det har pågået siden mennesket tog redskaber til sig. Det interessante er imidlertid, at samtidens banebrydende teknologi og mulige indgreb i menneskekroppen gør denne diskussion særlig vedkommende. Den tyske biolog Ute Bertrand gør sig i essayet "Der endgültig entfesselte Prometheus" tanker om, hvordan det biologiske og teknologiske anvendes til gensidig optimering inden for den nyeste teknologi, og hun er skeptisk over for konsekvenserne. Problemet opstår, siger Bertrand, når

sprogliggørelsen af sammensmeltningen ikke bare har en metatorisk funktion, men også konkret ændrer vores forhold til kroppen. Et eksempel på betydningsskredet ser hun fx på Washington Universitets Hospital, hvor der allerede blev gjort forsøg med menneskelig kloning på embryon-niveau i 1993.⁵ Ifølge Bertrand foreslog laboratorieleder Jerry Hall i forlængelse af de vellykkede forsøg, at kloning konkret kunne udmøntes i sikkerhedskopier, testmodeller og reservedelslagre. I dette perspektiv kan mennesket nemlig ikke blot beskrives som sammensmeltet med kunstige dele udviklet til markedet, men kropsliggør sammensmeltningen. Hermed bevæger vi os fra et metaforisk niveau til en kødelig konkret sammensmeltning med fare for at komme til at betragte os selv som en samling af ressourcer, eller billedligt talt som modulopbyggede legomennesker på det fri klods-marked.

Teknikken er både vores styrke og vores achilleshæl. Den har på den ene side sikret os et liv med en høj levestandard og på den anden side frataget os noget af vores handlførlighed, fordi vi må rette vores liv ind efter dens måde at fungere på – og det har glidende ændret vores opfattelse af os selv. Måske er det derfor, at mennesket og maskinen i stadig højere grad synes at minde om hinanden. Mens Sonys kunstige hunde og katte med kunstig intelligens og mere eller mindre sofistikerede indlæringsprogrammer imiterer de levende husdyr, tager skakcomputeren Deep Blue livtag med skakkens ypperste. Der er dog den umiddelbare forskel, at mens de kunstige dyr stadig virker komisk ubehjælpomme i forhold til en kat el-

5. Hvilket vil sige, at man efter delingen af de menneskelige celler lod dem vokse i en næringsopløsning indtill er vist punkt, hvorefter man afbrød forsøget.

ler en hund, og de derfor ikke behøver at føle sig truet på eksistensen, så er Deep Blue reelt verdens bedste skakspiller, i hvert fald har den slået stormesteren Kasparov. Det åbner for det meget nærliggende spørgsmål: er Deep Blues sejr et udtryk for, at mennesket ikke længere kan hamle op med sin egen teknologi?

Ja, for det er lige så åbentbart som i 1700-tallet, at vi er nogle elendige maskiner: vi skal motiveres, vi kan distraheres, vi husker dårligt, vi formidler og opfatter stærkt subjektivt osv. Men det åbner for et andet interessant spørgsmål, nemlig spørgsmålet om, hvortor et skakspil er det ultimative instrument til måling af menneskelig intuition eller kreativ åndfuldhed. Maskinen ville stå anderledes på bar bund, hvis vi mødte den i poetiske dystre, hvor disciplinerne hed kærlighedssange, dagdrømme eller musik. Men indrømmet, sådan et forslag vil mange sikkert finde lettere absurd – eller ligefrem useriøst.

Der er derfor en dobbelt bevægelse: På den ene side opretholder vi en fortælling om mennesket som noget, der står uden for teknologien, og på den anden side smelter vi i stadig højere grad sammen med teknologien. Vi bliver derfor nødt til at se i øjnene, at vi er afhængige af vores teknologi, og at den i stadig højere grad vil blive en del af os og ikke et redskab, vi kan vælge til eller fra, som det passer os. Men når det er sagt, så er det samtidig vigtigt at fastholde, at mennesket på trods af en mulig kompatibilitet med teknologien ikke selv kan reduceres til et stykke teknologi. Mennesket omsætter sig selv og sine omgivelser til systemer for at kunne agere i dem, men disse systemer er ikke endelige, de er blot perspektiver på verden, der hjælper os til *selv at skabe sammenhænge* og mening i en kaotisk verden – det gjorde Niels Bohr os allerede opmærksom på for ca. 75 år siden.

at tilpasse sig end andre, men alene nærværet af de nye muligheder tvinger os til at begynde at tænke over nogle af de vanskelige spørgsmål. Transhumanisterne vil nok især blive husket som dem, der begyndte at tage disse spørgsmål alvorligt.

Vores tidsalder er menneskehedens store korsvej. Det er muligt, at dette er det sidste århundrede for *Homo sapiens* – hvad enten vi går under i en katastrofe eller udskiller os som ny art. Eller mange nye arter, et helt stamtræ med udspring i menneskeslægten. Alternativet er at stoppe op og ophøre med al forandring, noget som aldrig tidligere er sket i global skala, og som formodentlig ikke kommer til at ske igen. Der findes for mange mennesker med Kong Markattas nysgerrighed, ambitioner og oprørs-trang.

Litteratur

Kapitel 1

- Balling, Gert & Mikkel Sørensen: Teknologiens fadermord: et scenarie over humanismens sejr og menneskets endeligt. In *Moment 1*. Årg. Nr. 2. København, 2002.
- Boden, M.: *The Philosophy of Artificial Intelligence*. Oxford, 1990.
- Brand, Stewart: *The Media Lab: Inventing the Future at MIT*. New York, 1987.
- Capek, Karel: R.U.R.; Rossums Universal Robots. Århus, 1990 (1920).
- Chemistry & Industry News: Trial ends in confusion. <http://ci.monod.org/9523/952304.html>.
- Cherry, Colin: *On Human Communication*. Massachussets, 1963.
- Descartes, René: *Metafysiske meditationer in De Store Tænkere – Descartes*. København, 1991 (1641).
- Druix, Rudolf (red.): *Menschen aus Menschenhand: zur Geschichte der Androiden*. Texte von Homer bis Asimov. Stuttgart, 1988.
- Druix, Rudolf (red.): *Die Geschichte des Prometheus: Der künstlerische Mensch von der Antike bis zur Gegenwart*. Bielefeld, 1994.
- Gehler, Fred og Kasten, Ulrich (red.): *Fritz Lang – die Stimme von Metropolis*. Berlin, 1990.
- Gendolla, Peter: *Anatomien der Puppe*. Heidelberg, 1992.
- Glaser, Horst og Kaempfer, Wolfgang (red.): *Maschinenmensch*. Frankfurt am Main, 1988.
- Gray, Chris Habes (red.): *The Cyborg Handbook*. New York, 1995.
- Haller, Michael (red.): *Sind Computer die besseren Menschen? München, 1992*.
- Hannemann, I. G.: *Mennesket, den absurde robot*. Holstebro, 1970.
- Hansen, Niels Gunder: *Sansernes Sociologi*. Viborg, 1991. Side 159.
- Haraway, Donna J.: *Simians, Cyborgs and Women: the Reinvention of Nature*. London, 1991.
- Hoffmeyer, Jesper: *Selvet i naturen: Nye opfatelser af det levende i informationsalderen*. In *Omverden*, nr. 7, 2. årg. København, 1991.
- Kalkkar, Jørgen m.fl. (red.): *Niels Bohr: Naturbeskrivelse og menneskelig erkendelse: Udvalgte artikler og foredrag fra årene 1927-1962*. København, 1985.
- Køppe, Simo: *Virkelighedens niveauer*. København, 1993.
- Landon, Brooks (red.): *The Aesthetics of Ambivalence: Rethinking Science Fiction Film in the Age of Electronic (Re)produktion*. London, 1992.
- Minsky, Marvin: *Alles ist mechanisierbar in Florian Rötzer og Peter Weibel (Red.): Cyberspace, zum medialen Gesamtkunstwerk*. München, 1993.
- Nielsen, Hans Jørgen: *den fraktale boogie*. København, 1991.
- Newton, Isaac: *The Principia: Mathematical Principles of Natural Philosophy*. Berkeley, CA: University of California Press, 1999 (1687).
- Nørretranders, Tor: *Det udeligtige*. Haslev, 1988.
- Olesen, Finn: *Metaforer og maskiner in Philosophia*, årg. 21, 3-4. Århus, 1992.

- Rothenberg, David: *Hand's End: Technology and the Limits of Nature*. California, 1993.
- Schivelbusch, Wolfgang: *Geschichte der Eisenbahnreise*. Wien, 1977.
- Stimmel, George: *Storbyerne og det ændelige liv* in K&K 71, 19. Årg. Nr. 1. Høfte, 1992 (1993).
- Thau, Carsten: *Menneske-automaten* in Kritik nr. 105. København, 1993.
- Turing, Alan M.: *Computing Machinery and Intelligence* in Margaret A. Boden (red.): *The Philosophy of Artificial Intelligence*. Oxford, 1990 (1950).
- Völker, Klaus (red.): *Künstliche Menschen*. München, 1994.
- Wiener, Norbert: *Cybernetics: or Control and Communication in the Animal and the Machine*. New York, 1948.
- Wiener, Norbert: *Menneske og automat: Kybnetikken og samfundet*. København, 1963.
- Kapitel 2**
- Brunak, Søren og Benny Laurrup (1988): *Neurale Netværk – Computere med Intuition*. Nysyn. Munksgaards Forlag, København.
- Damasio, Antonio (1999): *The Feeling of What Happens: Body, Emotion and the Making of Consciousness*. William Heinemann, Random House, London.
- Damasio, Antonio (1994): *Descartes' Error: Emotion, Reason, and the Human Brain*. Avon Books New York.
- Nørgaard, M., O. Ravn, N. K. Poulsen og L. K. Hansen (2000): *Neural Networks for Modelling and Control of Dynamic Systems*. Springer-Verlag, London.
- Stork, David G., red (1996): *HAL's Legacy: 2001's computer as dream and reality*. MIT Press, Cambridge, MA. Link til Deep Blue vers: kasparov: [http://www.research.ibm.com/deepblue/\(klik paa billedet\)](http://www.research.ibm.com/deepblue/(klik paa billedet))

Kapitel 3

- Det Ethiske Råd, 1999. *Det menneskeskabte menneske*. – Det Ethiske Råd, København.
- Cooper, D.K.C. og R.P. Lanza, 2001. *Xeno: The promise of transplanting animal organs into humans*. – Oxford University Press, Oxford.
- Silver, L., 1998. *Fagte nye børn*. – Vinten, København.

Kapitel 4

- Campbell KK, Lof P, O'raegui PJ, Wilmut I, 1996. *Cell cycle co-ordination in embryo cloning by nuclear transfer*. *Rev Reprod* 1:40-46.
- Cibelli JB, Stice SL, Golubev PJ, Kane JJ, Jerry J, Blackwell C, Ponce de Leon FA, Robl JM, 1998. *Cloned transgenic calves produced from nonquiescent fetal fibroblasts*. *Science* 280:256-1258.
- Danielis R, Hall V, Trounson AO, 2000. *Analysis of gene transcription in bovine nuclear transfer embryos reconstructed with granulosa cells*. *Biol Reprod* 2000; 63:1034-1040.
- Hytel P, Laurinck L, Zakharchenko V, Stojkovic M, Wolf E, Müller M, Ochs RL, Brem G, 2001. *Nucleolar protein allocation and ultrastructure in bovine embryos produced by nuclear transfer from embryonic cells*. *Cloning* 3:69-82.
- Kang YK, Koo D-B, Park J-S, Choi Y-H, Chung A-S, Lee K-K, Han Y-M, 2001. *Aberrant methylation of donor genome in cloned bovine embryos*. *Nature Genetics* 28:173-177.

- Kato Y, Tani T, Sotomaru Y, Kurokawa K, Kato J, Doguchi H, Yasue H, Tsunoda Y, 1998. *Eight calves cloned from somatic cells of a single adult*. *Science* 282:2095-2098.

- Polejaeva IA, Chen SH, Vaught TD, Page RL, Mullins J, Ball S, Da Y, Boone J, Walker S, Ayares DL, Colman A, Campbell KH, 2000. *Cloned pigs produced by nuclear transfer from adult somatic cells*. *Nature* 407:86-90.

- Wakayama T, Perry ACE, Zuccotti M, Johnson KR, Yanagimachi R, 1998. *Full-term development of mice from enucleated oocytes injected with cumulus cell nuclei*. *Nature* 394:369-374.
- Watson JD, Crick FHC, 1953. *A structure for deoxyribose nucleic acid*. *Nature* 171:737-738.
- Wells DN, Miska PM, Terry HR, 1999. *Production of cloned calves following nuclear transfer with cultured adult mural granulosa cells*. *Biol Reprod* 60:996-1005.

- Wilmut I, Schnieke AE, McWhir J, Kind AJ, Campbell KHS, 1997. *Viable offspring derived from fetal and adult mammalian cells*. *Nature* 385:810-813.
- Wienzycki C, Wells D, Herrmann D, Müller A, Oliver J, Terry R, Niemann H, 2001. *Nuclear transfer protocol affects messenger RNA expression patterns in cloned bovine embryos*. *Biol. Reprod* 65:309-317.

- Zakharchenko V, Alberio R, Stojkovic M, PELLE K, Schenthaner W, Stojkovic P.
- Wentgekin H, Wanke R, Dütchler M, Steinbock R, Müller M, Brem G, Wolf E, 1999. *Adult cloning in cattle: Potential of nuclei from a permanent cell line and from primary cultures*. *Mol Reprod Dev* 54:264-272.

Kapitel 5

- Beck, U. *Risikosamfundet på vej mod en ny modernitet*. H. London, 1992.
- Kruse, PR. *Lægemidlerne i historisk perspektiv: I lægemidler og lægemiddel anvendelse*. Launso, L. og Sørensen, E.W. eds. Akademisk forlag, København, 1997.

- Chushtekä, Z. *The impact of genomics on drug discovery*. *Script* No 2325, 10. april, 22-23, 1998.
- Bell, J. & Taylor, J. *Pharmacogenomics: A new approach to targeting therapies*. *Script reports*, Industry Alert, 1998.

- Drews, J. *Genomic sciences and the medicine of tomorrow*. *Nature Biotechnology* 14, 1516-1519, 1996.
- Meyer, U. *Pharmacogenetics: the slow, the rapid and the ultrarapid*. *Commentary*. *Proc. Natl. Acad. Sci.* vol 91 1983-1984, 1994.
- Cohen, J. *Developing prescriptions with a personal touch*. *Science*, feb. 7, 1997.

- Krynetski, E.Y., & Evans, W.E. *Pharmacogenetics of cancer therapy: Getting Personal*. *Am. J. Hum. Genet.* 63, 1-7, 1998.
- Gordon, J.S. *The new medicine: Kapitel 8 I Bezold, C., Mayer, E. Future care: responding to the demand for change. 21st century health care Series Vol. 1.* Faulker & Gray, New York, 1996.
- Wyke, A. *21st Century: miracle medicine, roboticsurgery, wonder cures and the quest for immortality*. *Plenum Trade*, New York, 1997.
- MHSS 2020. *Focused study on biotechnology & nanotechnology*.