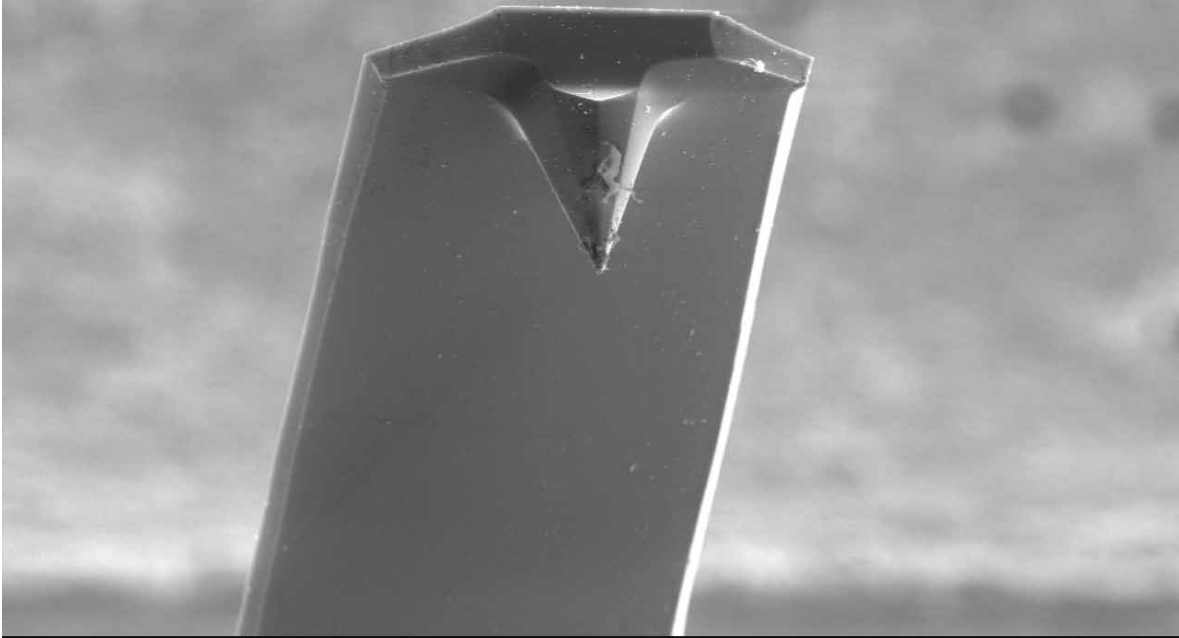
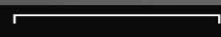


AFM Cantilever



x1000

20 μ m



8kV

22mm



Som at læse blindskrift med en meget lille finger

Naturvidenskabelige repræsentationer og kunstneriske fortolkninger heraf

Emnet for denne artikel er naturvidenskabelige billedteknologier og kunstneriske fortolkninger af disse. Teknologifilosoffen Don Ihde skriver, at hovedparten af naturvidenskab i dag er teknovidenskab, eftersom den beskæftiger sig med fænomener, der er små, usynlige, inde i kroppen, ude i rummet etc. og således kræver en teknologisk mediering for at være perciperbar.¹ Ihde argumenterer for, at ikke kun humaniora, men også naturvidenskaberne er hermeneutiske. Naturvidenskabelige repræsentationer er således ofte skabt ved, at fænomener, vi ikke umiddelbart kan sanse, bliver fortolket af instrumenter og gjort synlige eller perciperbare. Mange naturvidenskabelige billedteknologier er, hvad han kalder for *ekstraoptiske* eller *ekstrasensoriske*, eftersom de fx oversætter stråling uden for det synlige område på det elektromagnetiske spektrum til en videnskabelig repræsentation.² Nogle typer af mikroskoper kan også betragtes som ekstraoptiske. Da der er en grænse for opløsningen på optiske mikroskoper, bliver vi nødt til at “se” på andre måder, når vi kommer ned i nanoskala. Atomic force mikroskopet (AFM) er eksempelvis en form for haptisk mikroskop, hvor en lille nål bevæger sig over et område og registrerer højdeforskellene for så at skabe et billede herudfra [1]. Som forsker i nanoteknologi Andrew Pelling udtrykker det, er det som at læse braille (blindskrift) med en meget lille finger: “And very much like how a blind person would read by feeling bumps on the page,

<
[1] Atomic force mikroskop (AFM), her ses nålen (der er brugt). Billedet er taget med et scanning-elektronmikroskop (SEM). 1000x forstørrelse. Foto: Wikimedia Commons.

[2] Mike Phillips: *A Mote it is...* (AFM Mote), 2009. Digitalt AFM-billede, der er farvelagt af kunstneren. Foto: Mike Phillips.

this instrument with a very tiny finger can feel the features of a surface.”³ Idet fortolkning spiller så stor en rolle i naturvidenskabelige repræsentationer, er de oplagte at tage op i en diskussion af billeders sandhedsværdi.

De seneste 20 år er flere og flere kunstnere begyndt at arbejde med teknologier fra naturvidenskaben.⁴ Heriblandt er der en række kunstnere, der arbejder med videnskabelige repræsentationer og repræsentationsproblematikker. Disse kunstnere fortolker videnskabelige billeder eller repræsentationer ved på forskellig vis at gøre opmærksom på repræsentationsprocessen eller ved at repræsentere fænomener på nye måder.

I første del af artiklen vil jeg se på en række naturvidenskabelige billedteknologier i lyset af teorierne hos teknologifilosofferne Don Ihde og Peter-Paul Verbeek samt videnskabssociologerne Bruno Latour og Steve Woolgar. I anden del af artiklen vil jeg analysere værker af en række kunstnere, der bruger teknologier fra naturvidenskaben og tematiserer spørgsmål om repræsentation og repræsentationsprocesser.

Teknologi og hermeneutik

Don Ihde mener, i forlængelse af sin iagttagelse om, at hovedparten af naturvidenskab i dag er teknologi, ⁵ at ikke kun humaniora, men også naturvidenskaberne er hermeneutiske, idet instrumenterne altid allerede fortolker det, vi observerer, ligesom forskerne også tolker på resultaterne. ⁶ Som teknologifilosoffen Peter-Paul Verbeek formulerer det: “Scientific instruments constitute what scientists observe; they ‘interpret’ reality before humans can observe it.”⁷

Et af de steder, hvor væsentligheden af teknologisk mediering kan ses, er de mange typer af billedteknologier, der findes inden for naturvidenskaben. Ihde argumenterer for, at teknologier og videnskabelige billeder/repræsentationer virker gennem forstærkning og reduktion. Nogle aspekter af det, der medieres, forstærkes, mens andet nedtones. Hvis vi ser på et røntgenbillede, kan vi se noget, vi ikke kunne se før, fx knoglerne, men samtidig kan vi ikke længere se huden.⁸

Som eksempel på de processer af fortolkning, oversættelse og transformation, der finder sted i mange videnskabelige billedteknologier, bruger Ihde de skred, der er sket i udviklingen af teknologier inden for astronomien. I antikken så astronomerne på himlen med det blotte øje, men der var dog allerede en art teknologisk mediering, idet de skrev deres iagttagelser af himmellegemerne ned, brugte kort, kalendere, astrolabier osv. Den første revolution finder sted med det, han kalder for *moderne astronomi*, da forskellige typer af linser og optiske teleskoper blev introduceret i begyndelsen af 1600-tallet. Da Galileo Galilei for første gang rettede et teleskop mod himlen i 1609, blev astro-

nomien dramatisk forandret. Her ser vi denne dobbeltvirkning af forstærkning og nedtoning. Hvis vi ser på månen gennem en kikkert, kan vi se månen bedre, vi kan se bjerge, skygger etc., men samtidig bliver månen taget ud af sin kontekst på himlen. Der sker således en transformation af synsoplevelsen, og teleskopet producerer en ny form for medieret syn. Det optiske teleskop er dog stadig en visuelt analog teknologi, idet man kan se på månen med det blotte øje og herefter se på den gennem teleskopet.⁹

En endnu større revolution finder sted med det, Ihde kalder for *postmoderne astronomi*, hvor teleskoper opfanger stråling uden for det synlige område på det elektromagnetiske spektrum, der så efterfølgende bliver oversat til en visuel repræsentation, som er perciperbar for mennesker. Radioteleskoper var de første, der opfangede stråling uden for det synlige område, da de kom frem i 1930'erne. Senere hen er der kommet andre teleskoper til, som opfanger stråling i andre områder af det elektromagnetiske spektrum. Hvis vi ser på det elektromagnetiske spektrum, har vi lange radiobølger i den ene ende, og når vi bevæger os langs spektret, bliver bølgerne gradvist kortere. Efter lange radiobølger kommer korte radiobølger, så mikrobølger, infrarød stråling, synligt lys, uv-lys, røntgen stråling og gammastråling. Det synlige område er en meget lille del af spektret. Ifølge Ihde er et vigtigt træk ved postmoderne videnskab således evnen til at opfange fænomener, som det er umuligt at sanse uden hjælp fra teknologiske instrumenter.¹⁰

En stor del af disse teleskoper er ydermere rumteleskoper, dvs. teleskoper, der kredser om jorden i det ydre rum. Årsagen til, at det er nødvendigt at sende teleskoperne ud i rummet, er, at det kun er synligt lys og nogle bølgelængder af radiobølger, der kan gå igennem atmosfæren. Nogle af de mest kendte rumteleskoper er i NASA's såkaldte Great Observatories Program. Det er The Hubble Space Telescope, der detekterer stråling i det synlige område såvel som en del af det infrarøde område og en del af det ultraviolette;¹¹ The Spitzer Space Telescope, der detekterer infrarød stråling;¹² The Compton Gamma Ray Observatory, der detekterede gammastråling (det er ikke længere i funktion);¹³ og Chandra X-ray Observatory,¹⁴ der opfanger røntgenstråling – som navnet også indikerer. Rumteleskoperne gør desuden alle brug af digitale teknologier for at lagre data. Først opfanger teleskopet strålingen, derefter bliver denne information modtaget af en computer, der konverterer disse data til et billede. Eftersom informationen lagres digitalt, er det muligt at ændre billedet, så kontrasten højnes gennem farvelægning.¹⁵ I bogen *Epistemic Cultures* skriver videnskabssociologen Karin Knorr Cetina, at astronomien har ændret sig fra at være en videnskab, der observerer fænomener i naturen, til at være en videnskab, der bearbejder data

og konstruerer billeder ud fra disse data. Astronomien er således ikke længere knyttet til en enkeltpersons observationer på et specifikt tidspunkt og sted på jorden. I stedet bliver informationerne opfanget af en stedfortræder, nemlig teleskopet, og det videnskabelige samfund får efterfølgende adgang til dem.¹⁶

Som beskrevet ovenfor bruger Ihde en række eksempler fra astronomien. Men han kommer også ind på, at mange medicinske billedteknologier gør brug af stråling uden for det synlige område på det elektromagnetiske spektrum og ligeledes kan kaldes ekstraoptiske.¹⁷ Der er desuden også teknologier, der opfanger lydbølger uden for det hørbare område og transformerer disse til en repræsentation; det mest velkendte eksempel her er nok ultralydsscanning af fostre.¹⁸

Ihde lægger vægt på, at videnskabelige repræsentationer ikke bare er en kopi af det, de skal repræsentere, men i mange tilfælde transformerer det for at være brugbare. Han skriver:

In older empiricist epistemology, representations could be considered to be correspondent if and only if they isomorphically replicated the thing being replicated. They were thought of as copies of the thing itself. Technologies transform all possible representations and are never purely correspondent. In this respect they are hermeneutic.¹⁹

Som eksempel på denne transformatoriske proces fremdrager Ihde histologiske vævsprøver, det vil sige tynde snit af væv, som man kan se på i et mikroskop. Eftersom det meste biologiske materiale er transparent, bliver man nødt til at farve det på forskellig vis, før man ser på det under mikroskopet. Han nævner farvningen som eksempel, men faktisk gennemgår vævet en relativt lang og kompliceret proces, som jeg vil beskrive i korte træk. Først skal vævet fikseres, det vil sige, at forrådnelsesprocessen stoppes, ved at det lægges i formalin. Dernæst skal det indstøbes i voks, for at kunne blive skåret ultratyndt. Voks er ikke blandbart med vand. Derfor skal vævsprøverne dehydreres, ved at de lægges i stadig stærkere koncentrationer af alkohol. Voks er dog heller ikke blandbart med alkohol, det er derfor nødvendigt at lægge vævet i kemikaliet xylin, der både er blandbart med alkohol og voks. Derefter skæres vævet i ultratynde skiver. Eftersom den er så tynd, har vævsprøven en tendens til at krølle, og den skæres derfor, så den falder ned på et lille bassin med vand. Herefter børstes den op på et objektglas med en lille pensel; en proces, der næsten virker poetisk. Dernæst beslutter man, hvilken farve man vil bruge, hvilket afhænger af vævstypen, og hvad man vil se på. Nogle farver farver cellekernen, andre farver muskelvæv etc. Når vævsprøven er farvet, monteres den på et objektglas.²⁰ Gennem en

forholdsvis lang og kompliceret proces transformeres vævet således til en repræsentation af sig selv. Vævsprøven bliver til en mellemting mellem et objekt og et billede. Idet man på forhånd beslutter sig for gennem valg af farver, hvad man vil se på, før man ser på det, er man selv med til at konstruere det, og det viser således videnskabens hermeneutiske karakter.

Disse transformationsprocesser bliver endnu mere radikale, i det øjeblik man bevæger sig ned på nanoskala. Fordi optiske mikroskoper bruger synligt lys, er der en grænse for, hvor stor forstørrelsen kan blive med et sådant mikroskop.²¹ Andrew Pelling, der er forsker inden for nanoteknologi, formulerer det således: "As scientists we are essentially blind at the nanoscale."²² Når man skal se på fænomener i nanoskala, bliver man derfor nødt til at bruge en anden slags mikroskoper end dem, der bruger synligt lys, fx et scanning-elektronmikroskop (SEM), et transmissions-elektronmikroskop (TEM) eller et atomic force mikroskop (AFM). Jeg vil kort beskrive det første og det sidste. Et SEM er et mikroskop med en meget høj opløsning, der kan bruges til at se på fænomener i nanoskala. Som kunsthistorikeren James Elkins har påpeget, adskiller elektronmikroskopi sig fra andre typer af videnskabelige billeder, eftersom den i stedet for synligt lys, eller anden elektromagnetisk stråling, bruger elektroner.²³ Elektroner har en meget kortere bølglængde, hvilket betyder, at det er muligt at få en meget højere opløsning, man kan forstørre op til 500.000 gange.²⁴ Når man bruger SEM, skal hovedparten af de objekter, man ser på, præpareres ligesom de histologiske slides, men på en anden måde. Først må forrådnelsesprocessen stoppes, ved at de lægges i formalin. Eftersom prøverne skal være elektrisk ledende, dækkes de efterfølgende af enten et lag kulstøv eller guld. Dette lag af guld eller kulstøv er nødvendigt, for at elektronerne kastes tilbage og bliver opfanget af apparatet. Billederne fra et SEM er todimensionale, men har en høj dybdeskarphed.²⁵ Det er disse flotte billeder af insekter, pollen etc., som mange sikkert har stiftet bekendtskab med i forskellige former for videnskabsformidling. På grund af den høje opløsning har billederne en nærmest silkeblød finish. **[I]** er et SEM-billede af nålen i et AFM. På trods af at disse billeder ser meget realistiske ud, er også de resultatet af en hermeneutisk proces; guldet er en form for synsteknologi.

Et andet mikroskop, der bruges til at se på fænomener i nanoskala, er AFM. I modsætning til SEM er det muligt at "se" på levende celler med et AFM. Det er ikke et optisk mikroskop, men er som tidligere nævnt i stedet en art haptisk mikroskop, hvor en lille nål **[I]** bevæger sig hen over et område og registrerer højdeforskellene for så at skabe et tredimensionalt billede herudfra. Som Pelling udtrykker det: "And very much like how a blind person would read by feeling bumps on the page, this instrument with a very tiny finger can feel the features

of a surface.”²⁶ Ihde lægger vægt på, at en repræsentation ikke kun er en kopi af det, den repræsenterer, men at den transformerer eller oversætter det. Dette er AFM et godt eksempel på, idet data produceres ved, at en lille nål scanner en overflade, og at disse data oversættes til en visuel repræsentation. Både SEM- og AFM-billeder er i gråtoner, men det er muligt at farvelægge dem bagefter. Ifølge forsker i nanoteknologi Thomas Becker fra Curtin University of Technology i Perth i Australien bruges de digitalt farvelagte billeder mest til offentlige præsentationer og forskningsformidling, mens gråtoner ofte foretrækkes i forskningsøjemed, fordi det er muligt at se flere nuancer.²⁷

Inskriptioner og inskriptionsapparater

Videnskabssociologen Bruno Latour fokuserer ligeledes på den instrumentelle mediering i naturvidenskaben – dog fra et konstruktivistisk udgangspunkt i modsætning til Don Ihde, der har et fænomenologisk-hermeneutisk afsæt. Bogen *Laboratory Life* fra 1979 er baseret på et antropologisk feltstudium på et biologisk laboratorium og er skrevet i et samarbejde mellem Latour og sociologen Steve Woolgar.²⁸ For Latour og Woolgar er skabelse af videnskabelig viden ikke et spørgsmål om at afdække naturens hemmeligheder. De argumenterer i stedet for, at videnskabelige fakta bliver konstrueret gennem en række materielle processer. Det, vi opfatter som fakta, konstrueres med det, han kalder *inskriptioner* og *inskriptionsapparater*. Inskriptionsapparater er forskellige typer af apparater, der transformerer en materiel proces til en inskription (ofte på papir).²⁹ Begrebet om inskriptioner har de fra filosofen Jacques Derrida, og det dækker ikke kun tekst, men også spektre, mærker, prikker, lange numre etc.³⁰ Latour og Woolgar beskriver det således: “More exactly, an inscription device is any item of apparatus or particular configuration of such items which can transform a material substance into a figure or diagram which is directly usable by one of the members of the office space.”³¹

I det videnskabelige laboratorium bliver de inskriptioner, som inskriptionsapparaterne producerer, efterfølgende transformeret til en anden type inskription, nemlig diagrammer og figurer, og disse bruges derefter i endnu en form for skrift: den videnskabelige artikel. Latour og Woolgar skriver, at fokus på inskriptioner og inskriptionsapparater også var synligt i selve organiseringen af rummene. Det laboratorium, Latour studerede, var delt ind i to områder, en afdeling, hvor der var bøger, ordbøger og papir, og en afdeling, hvor forskerne arbejdede med forskellige former for apparater. Personerne i den første afdeling skrev, læste, tastede eller rettede, mens personerne i den anden afdeling skar ting i stykker, blandede, rystede, skruede, afmærkede, pipetterede etc. Generelt

var han overrasket over mængden af skrevet materiale i laboratoriet; han skriver, at forskerne nærmest var maniske skribenter.³²

Teknologi, repræsentationer, etik

Et andet centralt spørgsmål, der er blevet diskuteret inden for teknologi-filosofien, er, hvorvidt teknologier er neutrale. I forlængelse heraf kan man spørge, hvorvidt videnskabelige repræsentationer er neutrale. Teknologiers indflydelse bliver ofte diskuteret i medierne, og mange etiske og politiske diskussioner har forskellige typer teknologi som fokuspunkt, uanset om emnet er salg af våben, brug af stamcelleteknologier eller de sociale mediers indflydelse på privatliv eller politik. Ihde og Verbeek positionerer sig midt imellem; de mener afgjort ikke, at teknologier er neutrale, idet de er med til at forme både den måde, vi oplever verden på, og vores handlinger.³³ E-mails, for eksempel, er ikke kun en let måde at kommunikere på. Man kan sige, at de har ændret måden, hvorpå folk arbejder, og de bidrager til at forme relationen mellem arbejde og fritid og også sociale relationer.

Ihde understreger dog samtidig, at teknologier er det, som han kalder *multi-stabile*. Med dette mener han, at teknologier indgår i samspil med den kontekst, de befinder sig i, og at udviklingen dermed ikke er determineret af teknologien på forhånd.³⁴

Bruno Latour argumenterer for, at teknologier kan opfattes som *nonhumane aktører*, og at de ofte indeholder et *script* for, hvordan de skal bruges. I nogle tilfælde kan specifikke opgaver blive uddelegeret til en teknologi. Latour bruger fartbumpet som et eksempel på, at opgaven med at få bilister til at køre langsommere er uddelegeret til et bump i vejen.³⁵ Han anlægger et aktør-netværksperspektiv, hvor teknologiske artefakter ses som nonhumane aktører, der som sådanne påvirker vores handlinger og indgår i netværk med andre nonhumane og humane aktører.³⁶

Verbeek bygger videre på pointer hos både Ihde og Latour og argumenterer for, at teknologier – herunder videnskabelige billedteknologier – har en struktur af invitation og hæmning. Teknologien determinerer ikke, hvordan den skal bruges, men den inviterer til bestemte handlinger og hæmmer andre.³⁷

Eftersom teknologier på denne måde påvirker vores handlinger, har de også etiske konsekvenser. Et af de eksempler, Verbeek analyserer, er ultralyds-scanninger af gravide. Eftersom ultralyd “kun” er en repræsentation, kan den måske virke neutral som teknologi. Men eftersom den viser os en del af kroppen, som vi kun kan se med teknologiens hjælp, har den etiske implikationer. Det gør fostret til en mulig patient og graviditeten til et forløb af valg. Man kan ikke vælge



[3] Mike Phillips: *A Mote it is...*
(Data Mote), 2009. To screenshots
af den interaktive installation.
Foto: Mike Phillips.

ikke at vælge.³⁸ Desuden har ultralyd indlejret to forskellige syn på fostret, der er i konflikt med hinanden, som antropologen Janelle S. Taylor peger på. På den ene side ses barnet næsten som noget, der kan fravælges. Modsat viser ultralyd også fostret som en person, og ultralydsscanningen ses som en “bonding” oplevelse.³⁹

I betragtning af at teknologier og videnskabelige repræsentationer ikke er neutrale, men påvirker vores handlinger, vores forståelse af vores egen krop, af naturen og af samfundet, er det ikke mærkeligt, at kunstnere finder det interessant at udforske disse teknologier og repræsentationer. I anden halvdel af artiklen vil jeg således analysere og diskutere en række kunstværker, der i min optik udforsker videnskabelige repræsentationsprocesser.

Kunstværker

Værket *A Mote it is...* af kunstneren Mike Phillips er en projektion af et billede af et støvknug taget fra kunstnerens øje. Billedet af støvkornet **[2]** lavede han med et atomic force mikroskop (AFM) **[1]**, og det er i gulorange farver. Da AFM ikke er et optisk mikroskop, er AFM-billeder i gråtoner, og billedet er derfor farvelagt af kunstneren. Projektionen ligner en mellemting mellem solen, en sandstorm, en solstorm eller andre astronomiske fænomener. Det projicerede billede i installationen er interaktivt. Idet beskueren kontemplerer projektionen, bliver billedet af støvkornet transformeret til en hvirvelvind af tal, men når beskueren ser væk, forsvinder tallene, og vi ser igen billedet **[3]**.⁴⁰

Som nævnt ovenfor har Don Ihde bemærket, at mange af de billedteknologier, der er udviklet i anden halvdel af det 20. århundrede, adskiller sig fra tidligere optiske synsteknologier, idet de ikke er optiske og heller ikke analoge.

Med AFM er den taktile information først registreret af mikroskopet som højdeforskelle, dernæst er den oversat til digitale data og konverteret til et billede, men det er mange af os ikke klar over, når vi ser billedet, idet det ligner et analogt eller digitalt fotografi. Ved at skifte frem og tilbage mellem billedet og tallene understreger Phillips vigtigheden af data som et trin i oversættelsen i mange samtidige billedteknologier. Han skriver selv i kataloget til installationen:

Our Twenty First Century magic instruments mark a dramatic shift from the hegemony of the eye to a reliance on technologies that do our seeing for us – things so big, small or invisible that it takes a leap of faith to believe they are actually there. Our view of the ‘real world’ is increasingly understood through images made of data, things that are measured and felt rather than seen.⁴¹

Eftersom projektionen ændrer sig ved at blive til tal, når vi ser på den, adresserer værket også beskuerens rolle i kunst og videnskab. Det peger på, at det ikke er muligt at observere fænomener fra et “view from nowhere”, men at beskueren påvirker det, der iagttages. Eftersom billedet er taget af et støvkorn fundet i kunstnerens eget øje, kan værket siges at tematisere synsaktens og forhindringer i det at se. På denne måde peger værket også på den blindhed i nanoskala, som Pelling beskrev. Ihde argumenterer for, at et interessant aspekt ved det at bruge mikroskoper og teleskoper er, at de begge transformerer det fænomen, som de observerer, til den samme kropslige skala, og som beskueren kan vi ikke nødvendigvis vurdere, om vi ser på et meget lille eller et meget stort objekt. Størrelsen på celler set gennem et mikroskop og galakser set gennem et teleskop er ofte den samme, idet vi ser på begge på en computerskærm. Ihde beskriver det således: “The ‘image size’ of a galaxy or amoeba is the same.”⁴² Latour fremhæver også, at et væsentligt karakteristikon ved videnskabelige inskriptioner er, at skalaen kan ændres, og at vi ofte ser på galakser og fænomener i nanoskala i repræsentationer, der har samme størrelse.⁴³ Som nævnt har billedet og projektionen i Phillips’ værk en vis lighed med astronomiske fænomener som solen eller en solstorm, og ved at skabe denne lighed sætter Phillips’ værk fokus på det forhold, at vi mister fornemmelsen for skala, når vi betragter billeder fra mikroskoper eller teleskoper.

I værket *MEART- The Semi-Living Artist* har SymbioticA Research Group dyrket hjerneceller fra et rottefoster i en multi-electrode array [4], hvilket er en petriskål med elektroder i, der sidder i et gridsystem. Disse elektroder kan



[4] Multi-electrode array (MEA).
Foto: Steve Potter, The Georgia
Institute of Technology.

opfange de elektriske signaler fra hjernecellerne. I værket er denne multi-electrode array dernæst forbundet med ledninger over internettet til en robotarm et andet sted i verden, der laver en tegning [5]. Værket er et samarbejde mellem neuroforsker Steve Potters Laboratory for Neuroengineering på Georgia Institute of Technology og SymbioticA Research Group på The University of Western Australia. Petriskålen med hjernecellerne er placeret på Potters laboratorium i Atlanta i Georgia, mens robotarmen er et andet sted i verden, hvor værket udstilles, den har fx været i Melbourne og i Moskva.⁴⁴

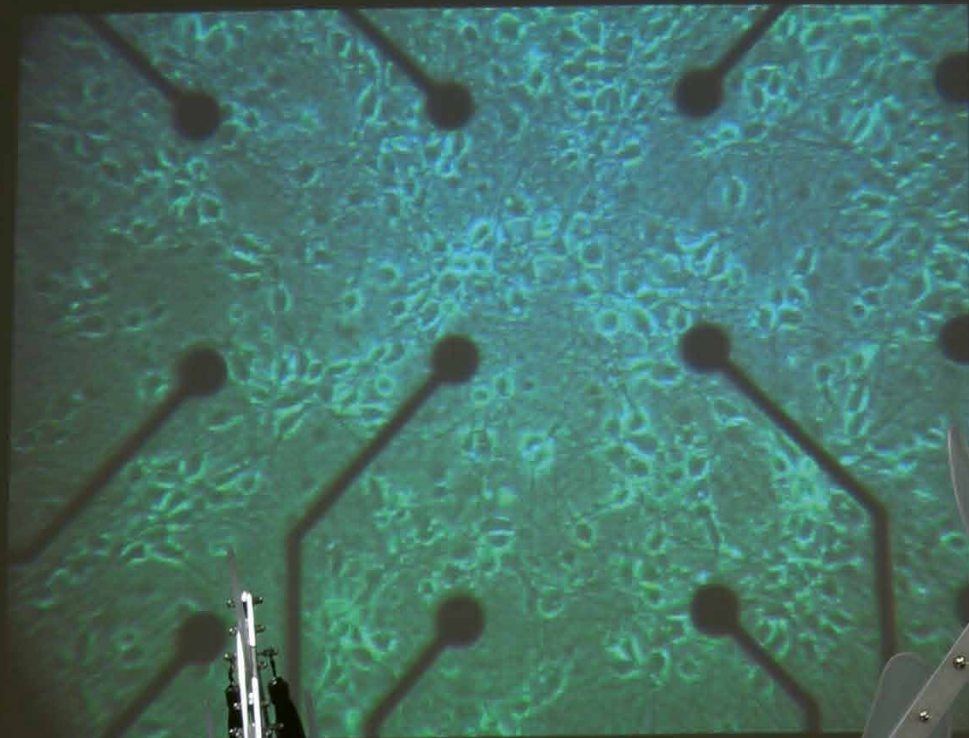
Hvordan kan vi forstå hjerneaktivitet, og hvordan er forskellige medicinske billedteknologier med til at forme vores opfattelse af, hvad det vil sige at være et subjekt? Hvordan er aktivitet i en levende hjerne eller aktivitet i neuroner oversat til en repræsentation, som vi kan relatere til og fortolke på? Det er nogle af de spørgsmål, som dette værk i min optik retter vores opmærksomhed imod. Det tematiserer også relationen mellem krop og bevidsthed og muligheden for, at hjernen kan adskilles fra kroppen. I et eller andet omfang er den det i dette værk.

To af kunstnerne bag værket, Guy Ben-Ary og Phil Gamblen, har fortalt mig, at grunden til, at de valgte at kropsliggøre neuronerne med en robotarm, der laver en tegning/maleri, er, at en tegning eller et maleri er det arketypiske kunstværk.⁴⁵ Nu har jeg lige beskrevet, at Latour og Woolgar argumenterer for, at inskriptioner og inskriptionsapparater er en væsentlig del af naturvidenskaben i dag. Så fra mit perspektiv kan værket også fortolkes i det lys. Kombinationen af multi-electrode array, computere, internet og robotarm kan fortolkes som et inskriptionsapparat, og tegningen lavet af roboten kan ses som en inskription. Værket kan således ses som en fortolkning af den rolle, inskriptionsapparater og inskriptioner spiller i videnskaben. Mere generelt kan man sige, at værket tematiserer repræsentationsproblematikken. Hvad er relationen mellem en repræsentation og det, den repræsenterer? I dag er hjerneaktivitet nærmest blevet synonymt med de farvede områder, man ser på forskellige hjernescanninger. Ved at bruge en kombination af farvede tuscher til at repræsentere hjerneaktivitet fortolker værket denne form for videnskabelig billeddannelse.

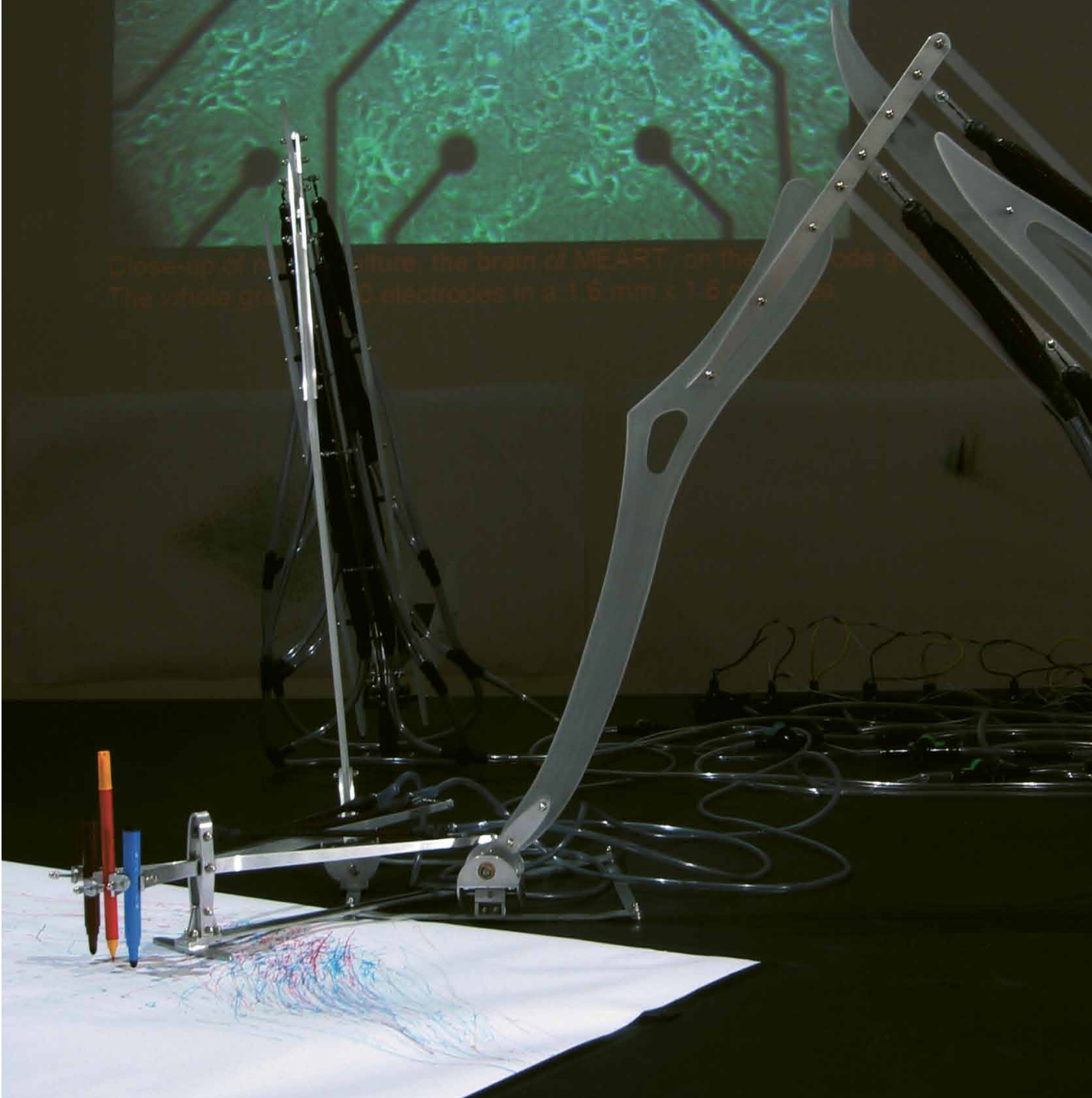
I værket *Functional Portraits* tematiserer kunstneren Marta de Menezes også hjernen. Portrættet har længe været en vigtig genre i kunsthistorien. Menezes udvider eller udvikler denne genre ved at bruge billedteknologien functional magnetic resonance imaging (fMRI) til at skabe mentale portrætter. MRI er en af de teknologier, der kan vise hjernens anatomi. Udviklingen af MRI, fMRI, går et skridt videre, eftersom denne teknologi kan visualisere hjerneaktivitet i realtid, mens hjernen udfører bestemte handlinger. fMRI gør det muligt for os

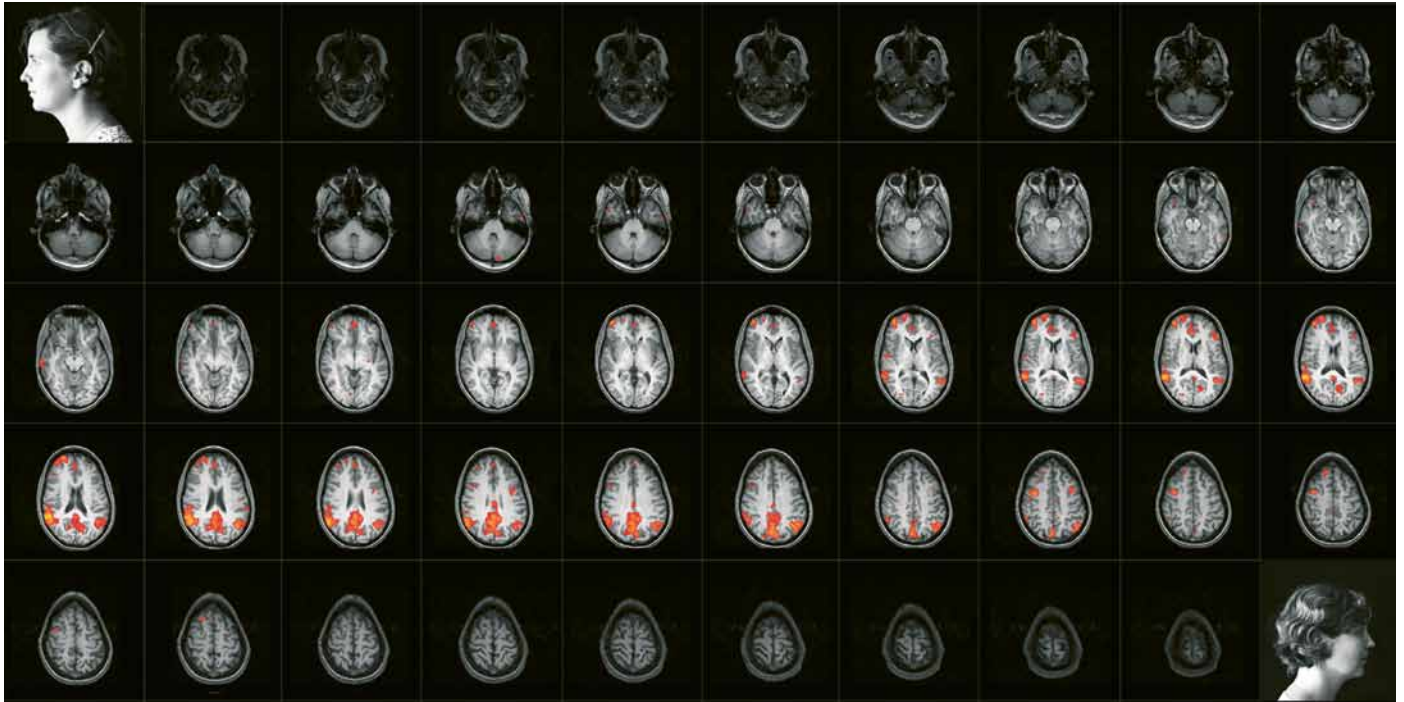
>

[5] SymbioticA Research Group i samarbejde med Dr. Steve Potters Laboratory for Neuroengineering, The Georgia Institute of Technology: *MEART – The Semi-Living Artist*. Biofeel-udstilling, Perth Institute of Contemporary Art, Perth, 2002. Foto: SymbioticA Research Group.



Close-up of the culture, the brain of NEART, on the right side of the image. The white grid is 2 electrodes in a 1.5 mm x 1.5 mm area.





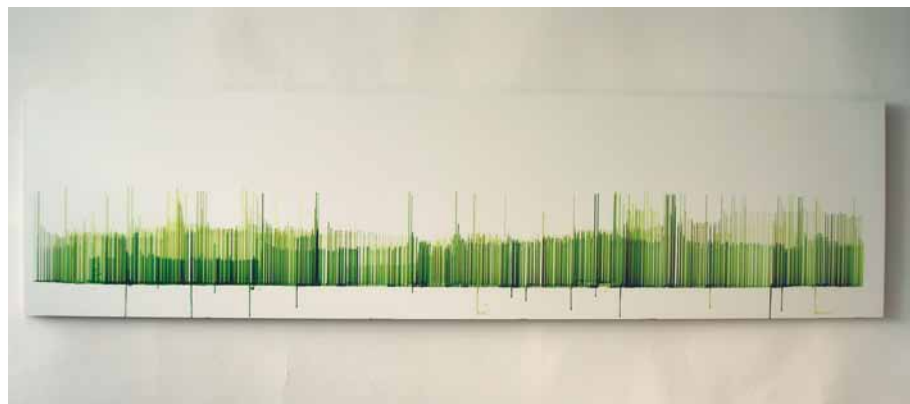
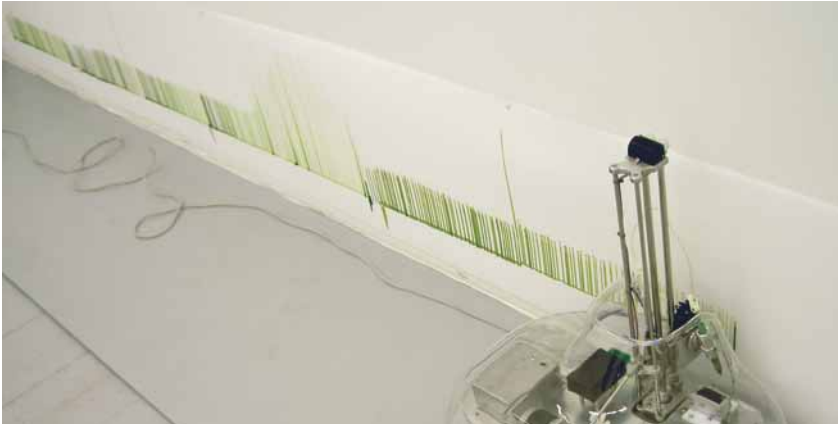
[6] Marta de Menezes, *Functional Portraits. Self Portrait While Drawing*, 2002. Udviklet med assistance fra forsker Dr. Patricia Figueiredo, University of Oxford, og Judie Waldmann (fotografi).

at se, hvilke regioner af hjernen der er aktive under specifikke aktiviteter. I en artikel om hjernevisualiseringsteknologier argumenterer datalog og matematiker Britta Schinzel for, at disse teknologier i høj grad har påvirket, hvordan vi forstår os selv, vores bevidsthed og krop. Hun skriver: "Brain visualizations have established drastic changes in the way humans see themselves, their bodies and their 'personhood' in general."⁴⁶

Intentionen med Menezes' værk er at portrættere folk, der udfører en bestemt aktivitet, som karakteriserer dem som personer, ved at bruge fMRI. Menezes har lavet flere versioner af dette kunstværk. Hun har fx lavet et portræt af kunsthistorikeren Martin Kemp, mens han er ved at analysere et maleri; og hun har lavet et af sig selv, hvor hun tegner. I det viste værk [6] ser vi en række snit gennem Menezes' hjerne, hvor man kan se, hvilke områder der er aktive, mens hun tegner samt to profilportrætter af hende selv. Hun har også lavet en video-version af værket med forskeren Patrícia Figueiredo, mens hun spiller klaver. I videoudgaven ser man først et billede af den portrætteredes ansigt, hvilket derefter forvandles til en video af fMRI-optagelserne, der viser aktivitet i forskellige områder af hjernen. Mens man ser fMRI-optagelsen af Patrícia, hører man hende spille klaver.⁴⁷

Menezes har overvejet at videreudvikle dette kunstværk til et andet værk, hvor hun vil "male" med fMRI. Hun vil bruge sin viden om, hvilke regioner af hjernen der aktiveres af specifikke stimuli, og herudfra vil hun designe et mønster af hjerneaktivitet, som hun vil konstruere mentalt. Når hun så er inde i fMRI-scanneren, vil hun forsøge at tænke på fænomener, der skal til for at skabe aktivitet i forskellige regioner. Hun skriver om dette kunstværk: "It is a case where it becomes possible to create art by simple thought."⁴⁸ Dette værk fokuserer ikke kun på hjerneaktivitet i sig selv, men også på, hvordan hjerneaktivitet bliver fortolket og medieret af forskellige billedteknologier. Resultatet af scanningen bliver næsten et objekt i sin egen ret. En fMRI-scanning kan siges at være en inskription og en fMRI-scanner et inskriptionsapparat. Menezes stræber efter en bestemt inskription og konstruerer den. Her sker der en omvendning af den sædvanlige proces.

Hvordan skal vi fortolke Menezes' værker? Tager de løfterne i hjernevisualiseringsteknologierne bogstaveligt, eller er de ironiske? I min fortolkning udforsker disse værker, hvordan hjerneforskningen og dens teknologier påvirker vores forståelse af bevidsthed, subjektivitet og kreativitet. De viser en fascination af disse teknologier, men peger måske også på de mulige fejlkilder. Som i mange af de andre visualiseringsteknologier er der flere fortolkende instanser, og der er ifølge Schinzel også en del mulige fejlkilder.⁴⁹ For nylig har



[7-8] Sabrina Raaf:
Translator II: Grower,
2004-2006.

hjerneforsker Anders Eklund fra Linköping Universitet i Sverige vist, at der har været fejl i en algoritme, der har været brugt i softwaren i en del fMRI-scannere de sidste 15 år, så der har været for mange falsk positive resultater.⁵⁰ Inden for en kunsthistorisk kontekst kan Menezes' værk ses som en form for parodi på den ekspressionistiske idé om, at kunstværker er farverige udtryk for kunstnerens indre liv og følelser.

Et andet eksempel, jeg vil nævne, er Sabrina Raafs værk *Translator II: Grower*. Dette kunstværk er installeret i et rum og består af en sensor i loftet og en lille robot på gulvet [7]. Sensoren måler mængden af CO₂ i rummet og sender denne information trådløst til robotten. Robotten bevæger sig langs væggen og maler hvert minut en linje, der minder om et græsstrå, og bevæger sig derefter et par cm videre langs væggen. Jo mere CO₂, der er i rummet, jo højere bliver

linjen. Maxhøjden er dog én fod.⁵¹ Sidst på dagen er bunden af væggen dækket af grønne linjer, så væggen kommer til at ligne tværsnittet af en græsplæne [8]. Ud over at ligne en græsplæne er disse malede græsstrå også en repræsentation af mængden af CO₂ i rummet i løbet af dagen, og det er således også indirekte en repræsentation af antallet af besøgende. Ifølge Raaf er sensoren ret følsom, så det ses hurtigt, når besøgende går ind og ud af rummet.⁵²

Værket kan fortolkes i lyset af Latours og Woolgars teorier om inskriptioner og inskriptionsapparater, idet man kan sige, at inskriptioner og inskriptionsapparater er hovedbestanddelene i dette værk. Græsset på væggen er en form for inskription, mens kombinationen af sensor i loftet og robot på gulvet kan ses som et inskriptionsapparat. Dette værk fortolker således, hvordan videnskabelige data produceres og repræsenteres ved hjælp af forskellige måleapparater. Det viser således, at videnskabelige data er konstrueret gennem en materiel proces og er medierede, oversatte og fortolkede. At der er en interesse for, hvordan registrering af data omsættes og oversættes til en repræsentation, kan ses af den første del af titlen, *Translator II*. Værket peger også på de metaforer, der er en underliggende del af repræsentationer og diagrammer. Et lagkagediagram bruger eksempelvis lagkagen som metafor. Diagrammet i *Translator II: Grower* er mere eller mindre et traditionelt søjlediagram. De grønne nuancer i de individuelle søjler gør det til en repræsentation af en græsplæne og bruger dette som metafor. Ud over at repræsentere en proces imiterer værket også selve processen, eftersom linjerne – ligesom græs – vokser gennem CO₂.

Translator II: Grower er et interaktivt kunstværk, men på en særlig måde, idet interaktionen er ufrivillig. Den besøgende påvirker værket gennem sin blotte tilstedeværelse. Raaf beskriver værket som et “cross-metabolic relationship with robot, space, and visitors.”⁵³ Værket viser desuden interaktionen mellem mennesker og det omgivende miljø på en måde, der er let at sanse. Hun skriver: “Watching the artistic output of a machine that is so sensitive to its environment makes the people in the space more sensitive to their environment and its conditions. The grower also provides a memory, through its drawings, of those conditions.”⁵⁴ Vi hører ofte om CO₂'s påvirkning af vores klima, men det er for mange en relativt abstrakt diskussion. I dette værk kan publikum aflæse deres kropslige tilstedeværelse i et rum gennem en visuel repræsentation. Og på den måde kan det også påvirke beskuerens handlinger.

Konkluderende bemærkninger

I første del af artiklen beskrev jeg, hvorledes naturvidenskabelige billedteknologier fortolker verden, idet de repræsenterer den. I anden del af artiklen

analyserede og diskuterede jeg, hvordan en række kunstnere på forskellig vis fortolker disse videnskabelige repræsentationer og repræsentationsprocesser. Værkerne beskæftiger sig med meget forskellige teknologier, men i min læsning fortolker de alle den rolle, som teknologier og inskriptionsapparater spiller i skabelsen af videnskabelige repræsentationer/billeder. Disse værker synliggør repræsentationsprocesserne og får os til at reflektere over, hvad videnskabelige billeder er, og hvordan de bliver til. Værkerne kan på den måde ses som en art performativ teknologifilosofi eller videnskabsteori. Både SymbioticA Research Group og Marta de Menezes fortolker på forskellig vis hjernevisualiseringsteknologier og den indflydelse, som sådanne teknologier har på vores opfattelse af bevidsthed, forholdet mellem krop og bevidsthed, kreativitet mv. Ud over at fortolke repræsentationsprocesser adresserer Mike Phillips' og Sabrina Raafs værker også beskuerens rolle i kunst og videnskab, idet begge fremprovokerer ufrivillig interaktivitet. *A Mote it is...* interagerer man med, blot ved at se på det, og *Translator II: Grower* interagerer man med ved at være til stede og ånde i rummet. Værkerne sætter dermed fokus på det forhold, at man som forsker altid på en eller anden måde påvirker den verden, man er i færd med at undersøge.

ABSTRACT

As if Reading Braille with a Very Tiny Finger

The subject of this article is image technologies in the natural sciences, and artists that interpret these technologies with their artworks. The philosopher of technology Don Ihde argues that since a major part of the natural sciences is concerned with phenomena that are small, invisible, out in space, inside a body, etc, almost all science today is technologically mediated. According to Ihde, interpretation plays a substantial role in science, as scientific data are mediated by the use of technologies. Ihde thus wants to expand the concept of hermeneutics so as to include the natural sciences. He considers the natural sciences to be hermeneutic, as the instruments used in science always already interpret the phenomena they measure. The philosopher of technology Peter-Paul Verbeek and the sociologists of science Bruno Latour and Steve Woolgar also stress the technological mediation in science. The first part of the article thus discusses a number of scientific imaging technologies in the light of the theories of Don Ihde, Peter-Paul Verbeek, and Bruno Latour and Steve Woolgar. The second part discusses artworks that interpret scientific representations. In the last 20 years, an increasing number of artists have created artworks with technologies from the natural sciences. Among these, a range of artists work with processes of representation in the natural sciences. In the article it is argued that these artists interpret scientific imaging technologies by representing phenomena in ways that explore the processes of representation.

NOTER

- 1 Ihde, 2009, p. 45.
- 2 Ihde, 2009, pp. 53-58.
- 3 Pelling: <http://www.darksideofcell.info/zkminterview10.mov>, 14. november 2016.
- 4 Der har selvfølgelig også været andre kunstnere, der har været interesseret i såvel teknologi som videnskab. Marcel Duchamp var eksempelvis interesseret i fysik og matematik, og kunstnere og ingeniører arbejdede sammen i gruppen Experiments in Art and Technology (EAT) i 1960'erne og 70'erne. Men de seneste 20 år er denne tendens blevet endnu tydeligere, idet der er et stadigt stigende antal kunstnere, der selv skaber værker i laboratoriet. Der er også skabt flere institutioner, hvor kunstnere har muligheden for at arbejde med teknologier fra naturvidenskaben, eksempelvis SymbioticA – The Centre of Excellence in Biological Arts, University of Western Australia i Perth, Australien; Biofilia – Base for Biological Arts, Aalto University i Helsinki, Finland; Coalesce – Center for Biological Art på University of Buffalo, USA.
- 5 Ihde, 1990, p. 118; Ihde, 2009, p. 45.
- 6 Ihde, 1998, p. 140; Ihde, 2009, kapitel 4.
- 7 Verbeek, 2005, p. 141.
- 8 Ihde, 1990, p. 118.
- 9 Ihde, 2009, pp. 46-52.
- 10 Ihde, 2009, pp. 53-55.
- 11 <http://hubblesite.org>, tilgået 18. november 2016.
- 12 https://www.nasa.gov/mission_pages/spitzer/main/index.html, tilgået 18. november 2016.
- 13 <http://heasarc.gsfc.nasa.gov/docs/cgro/index.html>, tilgået 18. november 2016.
- 14 https://www.nasa.gov/mission_pages/chandra/main/index.html, tilgået 18. november 2016.
- 15 Ihde, 2009, pp. 53-57.
- 16 Cetina, 1999, pp. 28-29.
- 17 Ihde, 2009, pp. 58-59.
- 18 Ihde, 2009, p. 77.
- 19 Ihde, 1998, p. 92.
- 20 Ross, Kaye og Pawlina, 2003, p. 3.
- 21 Zhou, Apkarian, Wang og Joy, 2007, p. 1.
- 22 Pelling: <http://www.darksideofcell.info/zkminterview10.mov>, 14. november 2016.
- 23 James Elkins har også i artikler og bøger beskæftiget sig med naturvidenskabelige billeder, bl.a. i artiklen "Kunsthistorie og billeder, der ikke er kunst", *Periskop*, 2000, samt i *Visual Practices Across the University*, 2007, og i *Six Stories from the End of Representation. Images in Painting, Photography, Astronomy, Microscopy, Particle Physics, and Quantum Mechanics, 1980-2000*, 2008.
- 24 Elkins, 2008, p. 148.
- 25 Zhou, Apkarian, Wang og Joy, 2007, pp. 33-35.
- 26 Pelling: <http://www.darksideofcell.info/zkminterview10.mov>, 14. november 2016.
- 27 Samtale med Thomas Becker, Curtin University of Technology, 23. februar 2010.
- 28 Latour og Woolgar, 1986, pp. 9 og 39.
- 29 Latour og Woolgar, 1986, kap. 2.
- 30 Latour og Woolgar, 1986, p. 88.
- 31 Latour og Woolgar, 1986, p. 51.

- 32 Latour og Woolgar, 1986, pp. 45-48.
- 33 Verbeek, 2005, p. 114.
- 34 Ihde, 1990, pp. 144-146; Verbeek, 2005, p. 6.
- 35 Latour, 1994, p. 38.
- 36 Latour, 1994, pp. 33-35.
- 37 Verbeek, 2006, p. 7.
- 38 Verbeek, 2006, p. 10.
- 39 Taylor, 1998, p. 24.
- 40 Phillips, 2009, p. 28.
- 41 Phillips, 2009, p. 59
- 42 Ihde, 1990, p. 79.
- 43 Latour, 1986, p. 21.
- 44 SymbioticA Research Group: <http://www.fishandchips.uwa.edu.au/project.html>, tilgået 18. november 2016.
- 45 Samtale med Guy Ben-Ary, Perth 2010.
- 46 Schinzel, 2009, p. 354.
- 47 Menezes, 2007, pp. 223-224.
- 48 Menezes: <http://martademenezes.com/portfolio/functional-portraits/>. Beskrivelsen af dette værk og citatet er desværre blevet fjernet fra hjemmesiden.
- 49 Schinzel, 2009, pp. 342-345.
- 50 Eklund, Nichols og Knutsson, 2016.
- 51 Raaf: <http://raaf.org/projects.php?pcat=2&proj=4>, tilgået 18. november 2016.
- 52 Raaf: <http://raaf.org/projects.php?pcat=2&proj=4>, tilgået 12. november 2016.
- 53 Raaf: <http://raaf.org/projects.php?pcat=2&proj=4>, tilgået 12. november 2016.
- 54 Raaf: <http://raaf.org/projects.php?pcat=2&proj=4>, tilgået 12. november 2016.

LITTERATUR

- Cetina, Karin Knorr: *Epistemic Cultures. How the Sciences Make Knowledge*, Harvard University Press, Cambridge, MA, 1999.
- Eklund, Anders, Thomas E. Nichols og Hans Knutsson: "Cluster failure. Why fMRI inferences for spatial extent have inflated false-positive rates", *PNAS*, vol. 113, no. 28, juli 2016.
- Elkins, James: "Art History and Images That Are Not Art", *The Art Bulletin*, vol. 77, no. 4, dec. 1995, pp. 553-571.
- Elkins, James: "Kunsthistorie og billeder, der ikke er kunst", *Periskop nr. 9. Visuel Kultur*, København, 2000, pp. 49-80.
- Elkins, James: *Six Stories from the End of Representation. Images in Painting, Photography, Astronomy, Microscopy, Particle Physics, and Quantum Mechanics, 1980-2000*, Stanford University Press, Stanford, 2008.
- Elkins, James (red.): *Visual Practices Across the University*, Wilhelm Fink Verlag, München, 2007.
- Ihde, Don: *Expanding Hermeneutics. Visualism in Science*, Northwestern University Press, Evanston, 1998.
- Ihde, Don: *Postphenomenology and Technoscience*, SUNY Press, Albany, 2009.
- Ihde, Don: *Technology and the Lifeworld. From Garden to Earth*, Indiana University Press, Bloomington, 1990.

- Latour, Bruno og Steve Woolgar: *Laboratory Life. The Construction of Scientific Facts*, Princeton University Press, New Jersey, 1986 (1979).
- Latour, Bruno: "On Technical Mediation – Philosophy, Sociology, Genealogy", *Common Knowledge*, vol. 3, no. 2, fall 1994, pp. 29-64.
- Latour, Bruno: "Visualization and Cognition. Thinking with Eyes and Hands", *Knowledge and Society. Studies in the Sociology of Culture Past and Present*, vol. 6, 1986, pp. 1-40.
- Menezes, Marta de: "Art: In Vivo and in Vitro" in Eduardo Kac (red.), *Signs of Life. Bio Art and Beyond*, The MIT Press, Cambridge, 2007, pp. 215-229.
- Phillips, Mike: "A Mote it is..." in Chris Malcolm (red.), *Art in the Age of Nanotechnology*, John Curtin Gallery, Perth, 2010.
- Ross, Michael H., Gordon I. Kaye og Woiciech Pawlina: *Histology. A Text and Atlas*, 4. udg., Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia, PA, 2003.
- Schinzel, Britta: "Recognisability and Visual Evidence in Medical Imaging versus Scientific Objectivity" in Bernd Huppau og Christoph Wulf (red.), *Dynamics and Performativity of Imagination. The Image between the Visible and the Invisible*, Routledge, New York, 2009, pp. 339-356.
- Taylor, Janelle S.: "Image of Contradiction. Obstetrical Ultrasound in American Culture" in Sarah Franklin og Helena Ragoné (red.), *Reproducing Reproduction. Kinship, Power and Technological Innovation*, University of Pennsylvania Press, Philadelphia, 1998, pp. 15-45.
- Verbeek, Peter-Paul: "Moralizing Technology. On the Morality of Technological Artifacts and their Design", Paper for the workshop Methodologies for the Moral Evaluation of Technology Development, Ethics Institute, Utrecht University, the Netherlands, 24-25 March, 2006.
- Verbeek, Peter-Paul: *What Things Do. Philosophical Reflections on Technology, Agency and Design*, The Pennsylvania State University Press, Pennsylvania, 2005 (2000).
- Zhou, Weile, Robert P. Apkarian, Zhong Lin Wang og David Joy: "Fundamentals of Scanning Electron Microscopy" in Zhou, Weile og Zhong Lin Wang (red.), *Scanning Microscopy for Nanotechnology. Techniques and Applications*, Springer, New York, 2007, pp. 1-40.

HJEMMESIDER

Biofilia – Base for Biological Arts:

<http://biofilia.aalto.fi/en/>

Coalesce – Center for Biological Art:

<https://www.buffalo.edu/genomeenvironmentmicrobiome/coalesce.html>

Menezes, Marta de:

<http://www.martademenezes.com/>

Phillips, Mike:

<http://www.mike-phillips.net/blog/a-mote-it-is/>

Raaf, Sabina:

<http://raaf.org>

SymbioticA – The Centre of Excellence in Biological Arts:

<http://www.symbiotica.uwa.edu.au>

SymbioticA Research Group:

<http://www.fishandchips.uwa.edu.au.html>