

CURSIV • NR. 11 • 2013

Pædagogisk Neurovidenskab

Theresa Schilhab (red.)

Institut for Uddannelse og Pædagogik
DPU
Aarhus Universitet 2013

Pædagogisk Neurovidenskab

Theresa Schilhab (red.)

Institut for Uddannelse og Pædagogik
DPU
Aarhus Universitet 2013

CURSIV

CURSIV udgives af Institut for Uddannelse og Pædagogik (DPU), Aarhus Universitet.

CURSIV er en skriftserie for alle, som vil følge med i den seneste forskning inden for uddannelsesvidenskab, pædagogik, didaktik og læring. Skriftet henvender sig til forskere, undervisere, pædagoger, sundhedsprofessionelle, studerende og beslutningstagere.

CURSIV er en peer-reviewed skriftserie og pointgivende i den bibliometriske forskningsindikator.

Redaktion

Ansvarshavende redaktør: Hanne Løngreen, institutleder, Institut for Uddannelse og Pædagogik (DPU). Faglig redaktør: Mads Haugsted, lektor, Institut for Uddannelse og Pædagogik (DPU).

Bag skriftet står herudover en redaktionsgruppe af medarbejdere fra Institut for Uddannelse og Pædagogik (DPU), samt gæsteredaktører. Redaktionen kan kontaktes på e-mail: mads@dpu.dk

Redaktion af dette nummer af CURSIV:

Theresa Schilhab, Institut for Uddannelse og Pædagogik, DPU, Aarhus Universitet.

Kontakt og adresser

Institut for Uddannelse og Pædagogik (DPU)

Aarhus Universitet

Iben Nørgaard

Tuborgvej 164, 2400 København NV.

ibno@dpu.dk

Tlf.: 8716 3565

edu.au.dk/cursiv

AU Library (DPB), Campus Emdrup

Aarhus Universitet

Tuborgvej 164, Postboks 840

2400 København NV

dpb@dpu.dk

Alle numre af CURSIV kan, så længe lager haves, købes som bog på AU Library, Campus Emdrup (DPB) eller på Institut for Uddannelse og Pædagogik (DPU)s hjemmeside. Herfra kan alle numre endvidere frit downloades: edu.au.dk/cursiv.

Grafik og Layout: Leif Glud Holm

Tryk: One Way Tryk a/s - e-tryk.dk

Alle rettigheder forbeholdes. Mekanisk, fotografisk eller anden gengivelse af eller kopiering fra denne skriftserie eller dele heraf er kun tilladt i overensstemmelse med overenskomst mellem Undervisningsministeriet og Copy-Dan. Enhver anden udnyttelse er, uden skriftseriens- og forfatterens skriftlige samtykke, forbudt ifølge gældende dansk lov om ophavsret. Undtaget herfra er korte uddrag til brug for anmeldelse.

© 2013, CURSIV, Institut for Uddannelse og Pædagogik (DPU) samt forfatterne.

Alle titler (nr. 1-11) kan bestilles eller frit downloades på: edu.au.dk/cursiv

Billedet på omslagets forside er et oliemaleri af Mads Th. Haugsted med titlen: *Fraction*

Indhold

Pædagogisk Neurovidenskab	5
<i>Theresa Schilhab</i>	
Putting the body back into reading	11
<i>Anne Mangen</i>	
Hjernens funktionelle organisation og reorganisering	33
<i>Jesper Mogensen</i>	
Hukommelsessystemer og oplevelseslæring	59
<i>Andreas Lieberoth</i>	
Biologiske 'bottom-up' processer og begrebsdannelse	83
<i>Theresa Schilhab</i>	
Læring set fra et funktionelt perspektiv	105
<i>Oliver Kauffmann</i>	
En boganmeldelse: 'Den ufuldendte natur'	121
<i>Steen Nepper-Larsen</i>	
To boganmeldelser: 'Choke' og 'Den oversvømmede hjerne'	133
<i>Theresa Schilhab</i>	
Om forfatterne	139

Pædagogisk Neurovidenskab

Tentative tanker

Theresa Schilhab

Neurovidenskab, dvs. videnskaben om nervernes virke og funktion, får større og større indflydelse på samfundets syn på læring og viden. Hjerneforskning bliver f.eks. brugt i forklaringer af forbrugermentalitet (Lindstrom, 2010), menneskers religiøse behov (Connor, 2009) og til coaching af ledere (Ghadiri m.fl. 2012). Ikke mindst skolepolitisk; som argument for kønsopdeling i skolen (Knudsen, 2007), undervisning der følger hjernens modning (Blakemore & Frith, 2007, Klingberg, 2011) og fremtidens børnebyggeri (Aarhus Kommune, 2008). Hjerneforskning er relevant for pædagogiske teorier om læring (f.eks. Fredens, 2011; Schilhab & Steffensen, 2011, 2007). For eksempel foranlediger neurovidenskabelige studier af sprogets forankring i tavse kropslige processer - 'grounded cognition' (e.g. Barsalou, 2008) til gentænkning af forholdet mellem tavs og diskursiv viden, som er den viden, vi typisk undervises og eksamineres i. Studier som disse bør bidrage til pædagogisk forskning (for uddybninger af hvad den kropslige semantik betyder for pædagogikken, se artiklen af Theresa Schilhab, dette nummer).

Men spørgsmålet er, om den pædagogiske verden er ordentlig forberedt på at forstå og gøre brug af neurovidenskab? Så viden om f.eks. grounded cognition kan indgå i pædagogisk forskning og praksis? Svaret er nej (se Bruer, 1997; Hirsh-Pasek & Bruer 2007, Ferrari & McBride, 2011). Det er et stort problem, fordi efterspørgslen på neurovidenskabelig viden, især knyttet til ønsket om 'viden der virker', i den pædagogiske sektor er enorm. Manglen på videnskabelig viden, der

forener neurovidenskabelig viden med pædagogisk forskning, afføder populærvidenskabelig litteratur baseret på et ikke-repræsentativt udvalg af resultater og tvivlsomme tolkninger uden videnskabelig forankring (Goswami, 2006). Denne litteratur er blottet for overvejelser om de videnskabsteoretiske problemer forbundet med 'import' af resultater fra en videnskabelig disciplin til en anden (Bennett & Hacker, 2003, Emmeche & Schilhab, 2007). (For videnskabsteoretiske overvejelser om, hvordan neurovidenskaben og pædagogikken muligvis trækker på samme hammel med hensyn til, hvad læring er, se artiklen af Oliver Kauffmann i dette nummer). Resultatet er, at selektiv neurovidenskabelig viden ekstrapoleres til pædagogiske kontekster uden at blive videnskabeligt valideret. Litteraturen er mytedannende (della Chiesa m. fl., 2002) og giver illegitimt anledning til dramatiske ændringer i synet på læring og uddannelsessystem.

Hvad er neurovidenskab?

Der er en grund til, at man må spejde langt efter videnskabelig viden i det nye felt 'pædagogisk neurovidenskab' (se antologien af Schilhab & Steffensen, 2007, hvor feltet, som felt, allerførste gang søges introduceret på dansk). Neurovidenskab er en empirisk specialvidenskab, der undersøger neurale systemer ved hjælp af dyremodeller og billeddannelsesteknikker - undertiden støttet af discipliner som kognitions- og komparativ psykologi, evolutionsbiologi, filosofi og lingvistik men ikke pædagogik. Neurovidenskabelige forskere adresserer derfor ikke pædagogiske problemstillinger og tager sjældent til genmæle (se dog McGhie, 2011). Forskningsforankring af neurovidenskab i en pædagogisk problemstilling må derfor foregå med indsigt i flere videnskabelige discipliner, der samtænker den kvantitative nomotetiske tilgang med den kvalitative idiografiske (eks. Collin, 1993), en kombination der ikke er tradition for (se Fischer, 2009).

Mens vi venter på at nå en 'kritisk masse' af pædagogisk neurovidenskabelig viden, er det forskernes velbegrundede bud, der udgør grundstammen i feltet. Men her er det væsentligt at holde sig for øje, at vil man gøre brug af f.eks. neurovidenskabelige forklaringer, må resultaterne tolkes på baggrund af et godt kendskab til forskernes begreber (Se Steffensen og Schilhab, 2007, og for uddybninger af hvordan den neurovidenskabelige forsker ser på muligheden af oversættelser til den pædagogiske kontekst, se artiklen af Andreas Lieberoth i dette nummer). De resultater der opnås i laboratoriet under meget præcise forhold kan nemlig sjældent om nogensinde gøres direkte gældende i en kompleks hverdag. Neurovidenskabens eksistensberettigelse er at generere rigide forsøgsbetingelser, hvor mentale fænomener søges 'fininddelt' til så mange variable som muligt, så det

bliver muligt at variere og kontrollere dem på systematisk vis. Populært sagt opnår neurovidenskabens høj grad af pålidelighed *indenfor meget snævre grænser*. Overskrides disse grænser, bortfalder pålideligheden (e.g. Schilhab, 2012). Det betyder ikke, at neurovidenskabens er ubrugelig for det pædagogiske felt. Det betyder blot, at hvis der alene er tale om 'import' af resultater, er de kun meningsfulde *inspiratorer* til de pædagogiske indsigter. Resultaterne kan ikke bruges uden, at anvendelsen er koblet til en høj grad af faglig ydmyghed og åbenhed over for, at resultaterne måske ikke er relevante givet den 'nye' kontekst. Der ligger derfor et stort arbejde i at fortolke resultaterne, så de giver mening og, med disse forbehold in mente, kan anvendes i det pædagogiske felt. Hvis hjerneforskningens spørgsmål engang bliver styret af problemstillinger i det pædagogiske felt, vil brugbarheden naturligvis stige markant (se f.eks. Glenberg, 2008 for et sådant forsøg; se desuden artiklen af Anne Mangel, dette nummer for et eksempel på, hvordan neurovidenskabelig indsigt har direkte implikationer for udviklingen af læseforskningen).

Pædagogikkens mål

Men hvad kan pædagogikken da opnå ved at inddrage neurovidenskabelig tænkning? I virkeligheden er den største styrke at hente i den del af neurovidenskabens, der peger på mennesket som biologisk organisme. Det vil sige den del, der fremhæver fleksibilitet og tilpasningsevne (neuralt taler man om forskellige typer af såkaldte 'plasticiteter', se f.eks. Mogensen, 2011, og for uddybninger i relation til pædagogisk neurovidenskab, se artiklen af Jesper Mogensen i nærværende nummer) og dermed slår en pæl igennem intuitionen om, at biologiske mekanismer og fænomener skal forstås som forudbestemte og rigide. Biologiske fænomener (nerver, celleprocesser, evolutionære tilpasninger) har en indbygget uforudsigelighed (Schilhab & Emmeche, 2010) og det gør kombinationen af pædagogik og neurovidenskab mere oplagt end umiddelbart antaget.

I en *biologisk* forståelse er læring og tænkning det komplekse resultat af mange forskellige processer, der inddrager både kroppen og omgivelserne (se f.eks. Wilson, 2002 og Steen Nepper Larsens anmeldelse af Terrence Deacons bog i dette nummer, der i vid udstrækning omhandler samme tema). Komplexiteten indebærer, at tænkning består af en uoverskuelig mængde af processer, som ikke kan dechifrereres med fuldstændig nøjagtighed (Schilhab, 2013). Man kan sammenligne det med vejrmødelernes evne til at forudsige vejret. I startbetingelserne til tiden t_0 indgår et væld af parametre (data) med ganske små unøjagtigheder, som interagerer i så komplekse sammenhænge, at det er så godt som umuligt at

forudsige vejret med særlig stor nøjagtighed udover en ramme på 3-4 dage. Det er ikke kun fordi, antallet af variable der indgår, er stort (i f.eks. tænkning kan det være træthedsgrad, ubevidste påvirkninger i omgivelserne, forventninger, motivation, personlig og social historik og kultur). De enkelte variable indgår undervejs i nye kombinationer, som også er variable, der pludselig også indgår i systemet. Med tiden vokser derfor nye organisationsniveauer frem med endnu højere kompleksitet. Forklaringen af hvad der præcis ligger til grund for læring og tænkning kan derfor kun være en tilnærmet forklaring.

Ønskescenariet

Hvis vi tager forholdsreglerne om ydmyghed i fortolkningerne og begrænsningerne i brugbarhed alvorligt, har den neurovidenskabelige og biologiske forskning alt for længe været fraværende i pædagogiske læringsteorier og beskrivelsen af det menneskelige. Det er imidlertid lige så skadeligt at ignorere vores biologiske fundament, som det er skadeligt ukritisk at lade biologiske forklaringer indgå ufordøjet i den pædagogiske praksis. Vi har brug for de generelle historier om, at kompleksiteten ikke alene opstår i kulturelle og sociale sammenhænge (se f.eks. Ingold, 2011), men allerede findes som et vilkår i verden (Hoffmeyer, 2012; Deacon, 2012). Vi har brug for forskning, der samtænker og udforsker det ny forskningsfelt - pædagogisk neurovidenskab.

Ønskescenariet er, at pædagogiske læringsteorier ikke uimodsagt (som det ser ud nu) overrumpler af påstande om f.eks. neuroplasticitet (Nepper Larsen, 2010) men derimod 'fredeligt' inddrager neurovidenskabelige studier som et supplement med formålet at opnå en mere fuldstændig læringsteori. Ønskescenariet er også, at pædagogisk neurovidenskab, på lige fod med mere traditionelle pædagogiske fag, i nær fremtid indgår naturligt i den pædagogiske studerendes begrebsverden (bøgerne anmeldt af Theresa Schihab, dette nummer, burde ideelt set kunne indgå som en integreret del af den pædagogik-studerendes værktøjskasse). Artiklerne i nærværende nummer er blot en marginal (men ikke desto mindre væsentlig) antydning af, hvad feltet pædagogisk neurovidenskab kan byde på og i fremtiden vil kunne tilbyde på *videnskabeligt* niveau. Artiklerne markerer, at biologi og pædagogik har meget at sige hinanden og at opdyrkningen af dette 'fællessprog' er kommet for at blive. Artiklerne skal ses som en første videnskabeligt funderet artikulation af dette fællessprog.

Referencer

- Barsalou, L.W.** (2008). Grounded cognition. I: *Annual Review of Psychology* vol. 59, s. 617-645.
- Bennett, M.R. & Hacker, P.M.S.** (2003). I: *Philosophical Foundations of Neuroscience*. Malden, MA: Blackwell Publishing.
- Blakemore, S.-J. & Frith, U.** (2007). *Den lærende hjerne. Hvad hjerneforskningen kan fortælle pædagogikken*. København: Dansk Psykologisk Forlag.
- Bruer, J.T.** (1997). Education and the Brain: A Bridge Too Far. I: *Educational researcher* vol.26, nr. 8, s. 4-16.
- Collin, F.** (1993). *Videnskabsfilosofi*. København: Museum Tusulanums Forlag.
- Connor, S.** (2009). Gud findes – i hvert fald i hjernen. I: *Information* 15. marts, 2009.
- Deacon, T.W.** (2012). *Incomplete Nature: How Mind Emerged from Matter*. W.W. Norton. (e-book).
- della Chiesa, B. et al. (Ed.)** (2002). *Understanding the Brain – Towards a New Learning Science*. Paris: OECD.
- Emmeche, C. & Schilhab, T.** (2007). Er en pædagogisk neurovidenskab mulig? Schilhab og Steffensen (red.), *Nervøpirrende pædagogik – en introduktion til pædagogisk neurovidenskab*. København: Akademisk Forlag: 33-49.
- Ferrari, M & McBride, H.** (2011). Mind, Brain, and Education: The Birth of a New Science. I: *LEARNing Landscapes* vol. 5, nr. 1, s. 85-100.
- Fischer K.W.** (2009). Mind, Brain, and Education: Building a Scientific Groundwork for Learning and Teaching. I: *Mind, Brain, and Education* vol. 3, nr. 1, s. 3-16.
- Fredens, K.** (2011). Lærere kan lære af ny hjerneforskning. 13. december. *Folkeskolen*.
- Ghadiri, A. Habermacher, A. & Peters, T.** (2012). *Neuroleadership. A Journey Through the Brain for Business Leaders*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Glenberg, A.M.** (2008). Embodiment for education. In P. Calvo & T. Gomila (Eds.), *Handbook of cognitive science. An embodied approach* (pp. 355-372). Amsterdam: Elsevier.
- Goswami, U.** (2006). Science and society: Neuroscience and education: from research to practice? I: *Nature Reviews Neuroscience* vol. 7, s. 406-413 (May 2006) doi:10.1038/nrn1907
- Hirsh-Pasek, K. & Bruer, J.T.** (2007). The Brain/Education Barrier. I: *Science* vol. 317, nr. 5843, s. 1293.
- Hoffmeyer, J.** (2012). *Overfladens dyb. Da kroppen blev psykisk*. København: Ries Forlag.

- Ingold, T.** (2011). *Being alive. Essays on movement, knowledge and description*. London: Routledge.
- Larsen, S.N.** (2010). Kritiske tanker angående nutidens hang til neurocentrisme. I: *Filosofi* vol. 3, s. 10-15.
- Lindstrom, M.** (2010). *Buyology. Sandheder og løgne om hvorfor vi køber*. København: L&R Business Egmont.
- Klingberg, T.** (2011). *Den lärende hjärnen. Om barns minne ock utveckling*. Stockholm: Natur & Kultur.
- Knudsen, A.-E.** (2007): *Seje drenge og superseje piger. Hjerne og hjerte hos de 10-18-årige*. København: Schönbergs Forlag.
- McGhie, S.** (2011). Små marginaler skiller pige hjerner og drengehjerner, 3. august. *Kristeligt Dagblad*.
- Mogensen, J.** (2011). Almost Unlimited Potentials of a Limited Neural Plasticity. Levels of Plasticity in Development and Reorganization of the Injured Brain. I: *Journal of Consciousness Studies* vol. 18, nr. 7-8, s. 13-45.
- Schilhab, T.** (2013). Situeret kognition og biologi. I: *Kognition og pædagogik* vol. 23, nr. 88, s. 6-19.
- Schilhab, T.** (2012). Legepladsen er langt fra neurovidenskabens laboratorium. I: *Vera*, vol. 61, s. 8-13.
- Schilhab, T.S.S. & Emmeche, C.** (2010). Biologi med stort og lille b. I: *Pædagogisk Profil* vol. 17, nr. 3, s. 20-26.
- Schilhab, T.S.S. & Steffensen, B.** (2007). *Nervepirrende Pædagogik – introduktion til pædagogisk neurovidenskab*. Akademisk Forlag: København.
- Schilhab, T.S.S. & Steffensen, B.** (2011). *Læs mig – Om spejlneuroner, kropslig forankring og læseforståelse*. Værløse: Dafolo.
- Steffensen, B. & Schilhab, T.S.S.** (2007). Fra hjerneforskning til pædagogisk praksis. I: *Nervepirrende Pædagogik – introduktion til pædagogisk neurovidenskab*. (Red. Schilhab, T.S.S. & Steffensen, B.). København: Akademisk Forlag, s. 13-32.
- Wilson, M.** (2002). Six views on embodied cognition. I: *Psychonomic Bulletin & Review* vol. 9, nr. 4, s. 625-635.
- Aarhus Kommune** (2008). *Fremtidens børnebyggeri - rum til leg og læring*. Rapport udarbejdet af tænketank om fremtidens børnebyggeri.

Putting the body back into reading

Kropp og hjerne, lesing og grensesnitt

Anne Mangen

Abstract

Artikkelen framhever hvordan lesing ikke bare er en visuell og kognitiv prosess, men at lesing på grunnleggende vis involverer kroppen, og da særlig hendene og fingrene. Ulike håndholdte digitale leseredskaper, slik som lesebrett (Kindle) og nettbrett/-plater (iPad) gjør at også såkalt "deep reading", dvs. lesing av skriftbasert, sammenhengende, lineær (og gjerne lang) tekst, i økende grad blir skjermbasert. Med henvisning til teoretisk og empirisk forskning, og med særlig vekt på hvordan lesing er "embodied" (kroppslig), drøftes hvordan de ulike teknologienes affordanser (bruksegenskaper) kan innvirke på ulike aspekter ved lesing av både litteratur og sakprosa.

Innledende betraktninger om teknologier, tekster, grensesnitt og lesing

Lesing er en svært sentral aktivitet for de aller fleste av oss. Vi leser mye og ofte, og vi leser veldig mange forskjellige typer tekster, til bruk i vidt forskjellige sammenhenger og formål, i løpet av en dag, og ei uke – for ikke å snakke om i løpet av et helt liv. Disse tekstene utgjør alle en del av vår samlede tekst-erfaring og lesekompetanse, en akkumulert kompetanse som er uvurderlig med tanke på

den nære sammenhengen mellom lesing og mange andre grunnleggende menneskelige ferdigheter og evner, som å tenke, vurdere, planlegge, kommunisere med andre, uttrykke seg klart og utfolde seg kreativt, både skriftlig og muntlig, og å forstå andre mennesker.

I takt med en rask og omfattende teknologisk utvikling har både mengden av lesing, og hva slags tekster vi leser, forandret seg temmelig radikalt, og det på veldig kort tid. Barn og unge forholder seg i dag til et ganske annet tekstunivers enn for bare et par tiår siden. De leser trolig *mer* enn tidligere generasjoner, men de leser også utvilsomt *på andre måter* og ved hjelp av flere *ulike teknologier*, enn før. Stadig mer av lesingen foregår ved hjelp av ulike typer skjermteknologier, enten det er PC'er, nettbrett eller surfeplater (slik som iPad), lesebrett (som Kindle eller Sony Reader), eller mobiltelefoner.

En slik medie- og teknologiutvikling har åpenbart mange, og store, pedagogiske implikasjoner. Digitale teknologier får stadig større innpass i skoler og barnehager rundt om i Skandinavia. Bruk av digitale teknologier er en av de grunnleggende ferdighetene i norske læreplaner (Kunnskapsløftet; KL06), og skal vektlegges – i alle fag – på linje med lesing, skriving, regning og å kunne uttrykke seg muntlig. Og det er ikke bare konkret innhold i læreplaner som blir påvirket av økt digitalisering; dette gjelder også vår forståelse og bruk av begreper som "tekst" og "lesing". Dette har mye av dagens pedagogikk og forskning på lesing og "literacy" tatt konsekvensen av, med blant annet mye fokus på "digital literacy", "new literacies", og sammensatte (eller multimodale; dvs. tekster som består ikke bare av skriftspråklig tekst, men også av bilder, film, lyd etc.) tekster. Digitale teknologier har gjort sammensatte tekster, hypertekster og interaktivitet til allemannseie, og det er skrevet mye om hvordan en oppdatert forståelse av begrepene "tekst" og "lesing" må nyanseres for å gjenspeile det nye, digitalt produserte tekstlandskapet (se for eksempel Smidt, Tønnessen og Aamotsbakken, 2012; Tønnessen, 2010; Maagerø & Tønnessen, 2006). Fokus rettes ofte på de pedagogiske mulighetene som ligger i digitale teknologier, på hvordan disse kan brukes i ulike pedagogiske sammenhenger, og man studerer, for eksempel, elevers produksjon og bruk av multimodale tekster, hypertekster og interaktive fortellinger, gjerne i et (sosial-)semiotisk, multimodalt "literacy"-perspektiv (se for eksempel Kress, 2003; Løvland, 2006; Maagerø og Tønnessen, 2006; Jewitt, 2012; Jewitt & Kress, 2003; Stein, 2007).

En kanskje utilsiktet konsekvens av et slikt fokus har vært at det spesifikk ved lesing av rent skriftbaserte, sammenhengende, lineære tekster, og som i tillegg

gjærne går over flere sider, har hatt en tendens til å forsvinne. Parallelt med økt oppmerksomhet omkring digitale ferdigheter, utfordringer ved hypertekstlesing, og pedagogiske muligheter med multimodale tekster, har spørsmål som dreier seg om hvordan overgangen fra papir til skjerm innvirker på lesing av "vanlige", (rent) skriftbaserte tekster, i større grad blitt oversett. Det som Kress (2003) har kalt "lesing som design" har stått i hovedfokus, mens en annen, og i mange henseende forskjellig, type lesing – som vi kan kalle "lesing som langsom refleksjon og introvert kontemplasjon" (eller "deep reading", se under) – er langt mer stemoderlig behandlet, i hvert fall i nyere pedagogisk forskning på lesing og teknologier. Vi vet etter hvert mye om for eksempel hva slags kognitive utfordringer som er knyttet til lesing av multimedia og hypertekster, sammenlignet med lineære tekster på papir, mens vi vet langt mindre om hvordan digital framstilling av lineær, sammenhengende tekst innvirker på ulike aspekter ved lesing.

Dette er et misforhold som snarest bør rettes opp, hevder bokhistoriker og medieforsker Adriaan van der Weel, fordi "despite appearances to the contrary, the digital substrate has lent text a new and unfamiliar aspect" (van der Weel, 2011:4):

Even if text as a modality remains constant, its materialization as a medium has taken a variety of forms. ... There are some good reasons for singling out the digitization of text. ... While the social significance of the textual mediums (sic; i.e., the different media which can store and represent the modality of text – e.g., book; computer; tablet) is huge, its impact has been studied – perhaps even noticed – less than that of the so-called 'mass media'. ... This comparative neglect needs to be addressed urgently. (van der Weel, 2011:11-12)

Materielle forskjeller mellom papir og ulike typer skjermer som plattformer for lesing, peker på viktigheten av å ta teknologienes grensesnitt med i betraktning når man studerer lesing. Det er mange fysiske forskjeller mellom papir og skjerm som substrater for presentasjon av (rent skriftspråklig) tekst. Dermed er det nødvendigvis også forskjeller på de fenomenologiske rammebetingelsene for lesing som digitale medier eller plattformer (som nettbrett av typen iPad, leseplater av typen Kindle, PCer og mobiltelefoner) og trykte, papirbaserte medier byr på.

Når vi leser, forholder vi oss til ulike typer tekster som er presentert på ulike materielle og fysiske plattformer; disse plattformene må vi fysisk ta i bruk, holde i, åpne og lukke, manøvrere med etc., mens vi leser. Det er ikke lesingen likegyldig om vi blar i en bok, sveiper fingeren over en berøringsskjerm, eller klikker på en datamus for å bla fra en side til den neste. Derfor er det ikke usannsynlig at digitalisering av også lineær, sammenhengende, skriftspråklig tekst vil kunne

ha merkbar effekt på sentrale aspekter ved lesing som visuell oppmerksomhet og tekniske ferdigheter (for eksempel ordavkodning), via forståelse og metakognisjon, til fenomenologiske og emosjonelle fasetter ved, for eksempel, lesing av skjønnlitteratur.

“There is physicality in reading, perhaps even more than we want to think about as we lurch into digital reading – as we move forward perhaps with too little reflection” sier psykolog og leseforsker Maryanne Wolf i et intervju i *Scientific American*.¹ At lesing har en kroppslig, ergonomisk dimensjon fordrer en forståelse av hvordan kropp og hjerne henger sammen og hvordan ulike teknologiers ergonomiske (særlig haptiske og taktile) affordanser spiller på lag med grunnleggende biopsykologiske og –fysiologiske dimensjoner ved mennesket. Slike grunnleggende innsikter er sentrale for å forstå hvordan ulike typer teknologier støtter opp under eller underminerer ulike aspekter ved lesing av ulike typer tekster, til ulike formål. Og de blir desto viktigere i en tid med økende digitalisering, blant annet fordi empiriske undersøkelser (Mangen et al., 2013; Mangen & Kuiken, under vurdering; for en teoretisk diskusjon, se Mangen & Kristiansen, 2013) antyder at lesing av lengre, sammenhengende, lineære tekster på skjerm kan ha negativ innvirkning på kognitive såvel som emosjonelle aspekter ved lesing.

Lesingens ergonomi

Lesing er en ferdighet, prosess og opplevelse som alltid involverer tre faktorer eller komponenter: en leser (som nødvendigvis har både hjerne og kropp), en tekst, og et medium eller en teknologi/plattform – et lese“redskap” (cf. Mangen, 2011). Den økte digitaliseringen som vi ser i dag, i skolen såvel som på andre pedagogiske arenaer, fordrer i mine øyne en revidert forståelse av hva lesing er. En slik forståelse bør ta høyde for at lesing ikke bare er en visuell og psykologisk, kognitiv og intellektuell prosess og noe som handler om å forholde seg til et tekstlig innhold manifestert ved hjelp av ulike typer tegn (semiotiske representasjoner). Vi leser med andre ord ikke bare med øynene og med hjernen. Selvsagt er øynene og hjernen svært sentrale og aktive når vi leser, men overgangen fra papirbaserte tekster til lesing på en rekke ulike skjermbaserte teknologier gjør det tydelig at lesing også er en ergonomisk og sansemotorisk interaksjon med teknologier som alle har ulike grensesnitt. Disse grensesnittene har igjen spesifikke affordanser, dvs. bruksmuligheter, som vil virke inn på lesingen, på mer eller mindre merkbare måter. Vi *håndterer*, bokstavelig talt, en tekst forskjellig når vi leser den på en Kindle eller en iPad, sammenlignet med når vi leser den i en trykt bok.

1 <http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=reading-paper-screens>

Det ergonomiske aspektet ved lesing har hittil vært lite framtreddende i leseforskningen (cf. Mangen, 2008; Mackey, 2007; Mangen, 2011; Mangen & Schillhab, 2012). Den pågående digitaliseringen og tilhørende migrasjon av lesing til et økende antall plattformer er imidlertid en invitasjon til å begynne å forstå og studere lesing som en multisensorisk prosess som på avgjørende måter involverer ikke bare hjernen og intellektet, men kroppen – og da særlig de to sansemodalitetene som i særlig grad har med hendene og fingrene å gjøre, nemlig *haptikk* og *taktilitet*. Haptikk betegner hvordan vi sanser og opplever omgivelsene gjennom både berøring og aktiv utforskning vha. hender og fingre. Den kalles ofte en kombinatorisk sans, fordi den kombinerer den taktile ("passiv" sanseerfaring vha. hudberøring; cf. under) og den kinestetiske sansen ("aktiv" sanseerfaring vha. mobilitet og sansemotorikk). Taktilitet betegner den "passive" følesansen, og avgrenses til hvordan vi sanser og opplever omgivelsene gjennom (hud)berøring. Det å føle vind eller temperatur mot huden er eksempler på "passive" taktile opplevelser, som ikke (nødvendigvis) involverer den kinestetiske modaliteten.

Den haptiske og den taktile sansemodaliteten er involvert i lesing på flere måter. Veldig ofte når vi leser, holder vi teksten i hendene, og når vi leser lengre tekster – for eksempel en roman, eller en faglitterær bok – blar og navigerer vi fram og tilbake, vi kan for eksempel holde en finger på ett sted mens vi slår opp et annet sted i teksten (boka), etc. Etter hvert som vi leser en – lang – tekst, kan vi kjenne hvordan antallet sider (volum) mellom fingrene på venstre hånd øker, mens det minker tilsvarende på høyre side. Slike taktile aspekter og manuelle manøvrer er sentrale for lesingen, men de har hittil ikke blitt underkastet systematiske empiriske undersøkelser, bortsett fra enkelte studier innen fagområder som Computer-Human Interaction (se for eksempel Sellen & Harper, 2003; Marshall & Bly, 2005), og et fåtall teoretiske (Scarry, 2001; Mangen, 2008) og historiske (Manguel, 1996; Mak, 2011; Piper, 2012) studier. Dette har utvilsomt å gjøre med at det trykte mediet, boka, har vært så dominerende så lenge at dens ergonomiske affordanser har blitt usynlige for oss. Bokhistoriker van der Weel (2011) gjør oss oppmerksom på hvordan boka i så måte er en svært effektiv "reading machine" med et klart definert grensesnitt:

the 'user interface' of the book ... includes, materially, the form of the codex (which unlike the scroll allows browsing) with its characteristic rectangles of text, surrounded by white; the reading direction, both of the lines on the pages and of the pages in the book; the presence of such ordering elements as page numbers, table of contents and index; the canonical order of the elements that make up a book; and the presence of identifying title, author, and other publication data on the binding, the cover, the title page, the colophon (or reverse title page). (van der Weel, 2011, s. 187)

Sentralt i denne sammenhengen er observasjonen at trykte tekster kjennetegnes ved at bokas fysiske karakter, form og omfang sammenfaller med innholdets (dvs. tekstens) omfang. Det er, blant annet, på grunn av et slikt én-til-én-sammenfall at vi umiddelbart kan se om ei bok er en flere hundre sider lang roman, eller en tekst på snaut seksti sider. En Kindle eller en iPad forandrer ikke tykkelse eller form etter hvilken tekst man til enhver tid leser; man kan ikke se på et lesebrett eller nettbrett hva slags tekster den rommer (og poenget er jo nettopp at den kan romme et stort antall tekster, i tillegg til annet tekstlig eller audiovisuelt materiale). Dette har selvsagt mange fordeler, både med hensyn til vekt, transport-egenskaper og lagringskapasitet, og også i tilfeller der man av ulike årsaker nettopp ønsker å holde skjult hva slags bok man leser.² Imidlertid kan det også, som empiriske undersøkelser antyder (Mangen & Kuiken, under vurdering; Mangen et al., 2013; Marshall & Bly, 2005; Gerlach & Buxmann, 2011), ha noen uforutsette følger for hvordan vi forstår, opplever og tilegner oss innholdet i det vi leser. Dermed blir det avgjørende at leseforskningen, og kanskje særlig den delen av leseforskningen som dreier seg om bruk av digitale teknologier til å understøtte "reading to learn" (i motsetning til "learning to read") eller lesing som litterær (emosjonell; estetisk) opplevelse, begynner å rette mer oppmerksomhet mot hvilken rolle teknologiens eller mediets ergonomiske (og visuelle) grensesnitt spiller for lesingen. Og en teoretisk utvikling som kan bidra til å introdusere en slik dreining i leseforskningen, er det paradigmet som med en fellesbetegnelse kalles "embodied cognition".

"Embodied cognition" og lesing

Et tverrvitenskapelig paradigme i sterk vekst innen bl.a. nevrovitenskap, psykologi og filosofi, som kan komme til å få innflytelse på lese- og skriveforskning framover, er det som kalles "embodied cognition". Dette paradigmet har som utgangspunkt at kognitive prosesser på ulike nivåer har en helt konkret kroppslig forankring. Forskning innen blant annet kognisjonsvitenskap, eksperimentell psykologi og nevrovitenskap har vist at nevrofysiologiske og nevropsykologiske prosesser involvert i persepsjon, sansemotorikk og kognisjon er langt tettere gjensidig forbundet enn man tidligere har antatt (se for eksempel Calvert et al., 2004; Calvo & Gomila, 2008; Shapiro, 2010; Thompson, 2007).

2 I et oppslag i *The Guardian* spekuleres det for eksempel i hvorfor lesebrett er blitt så populært blant lesere av "romance"-litteratur: "There is an inherent snobbery towards romance as a genre ... It's sad that this is the case but dedicated e-readers and tablets allow readers to read whatever they like in public without giving anything away about what they are reading. ... One of the things about reading romance is that slightly furtive thing, the 'oh God, I can't be seen on the train reading a romance' ... If you've got a Kindle then no one knows what you're reading." (<http://www.guardian.co.uk/books/2011/oct/10/romantic-fiction-ebooks>)

Det var lenge en utbredt antagelse at vi mennesker sanser og forstår omverdenen ved at hjernen mottar signaler som prosesseres og "oversettes" til meningsfulle uttrykk, som om hjernen var en datamaskin eller mikroprosessor. Denne antagelsen er nå i ferd med å bli avløst av en forståelse av at det er langt større og tettere sammenheng mellom for eksempel det vi gjør og kan gjøre med kroppen, og hvordan vi oppfatter og forstår omgivelsene våre, inkludert andre mennesker. Deler av bl.a. psykologi, nevrovitenskap, kognisjonsvitenskap, filosofi og biologi ser i større grad sansemotorikk ("action"), audiovisuell persepsjon og kognisjon i sammenheng, i motsetning til å betrakte fysisk handling og sansemotorikk som ett domene, adskilt fra visuell persepsjon, som igjen betraktes adskilt fra auditiv persepsjon, osv. I et slikt perspektiv spiller det en rolle hvordan ulike teknologier inviterer oss til å bruke særlig hender og fingre når vi leser på ulike plattformer med ulike ergonomiske grensesnitt.

Ulike teknologier har ulike grensesnitt, og bokas grensesnitt har blitt så intuitivt for oss at vi ikke lenger legger merke til det. Men når nye teknologier kommer på banen, kan ellers "naturaliserte" grensesnitt ved gamle og etablerte teknologier, slik som boka, bli mer synlige og merkbare som kontraster til de nye grensesnittene. Christina Haas (1996) har forsket på hvordan grensesnitt ved ulike redskaper og teknologier innvirker på skriving (for eksempel, skriving for hånd med penn på papir, og skriving med tastatur), og sier et sted at "different writing technologies set up radically different spatial, tactile, visual, and even temporal relations between the writer's material body and his or her material text." (1996: 226) Haas peker blant annet på hvordan man innen skriveforskningen i forsvinnende liten grad har problematisert teknologiens rolle, og at man heller har forsket på skriving som om selve skriveredskapet var helt uten betydning. Dette kaller hun "the transparent technology myth":

The "technology is transparent" myth sees writing as writing, its essential nature unaffected by the mode of production and presentation. The most serious drawback to the transparent technology assumption is that it encourages an overly positive, whole-hearted acceptance of computer technology without any consideration of possible negative effects of that technology. Viewing technology as transparent encourages a belief that writers can use computer technology without being shaped by it, and therefore discourages any examination of how technology shapes discourse and how it, in turn, is shaped by discourse. (Haas, 1996:22)

I mine øyne er det legitimt å bytte ut "writer" og "writing" i sitatet over, med "reader" og "reading". Eller, kanskje mer presist: teknologien behandles ikke nødvendigvis som "usynlig" (transparent) i dagens pedagogiske og psykologiske

lese- og literacy-forskning, men i den grad man undersøker hvordan ulike teknologiske grensesnitt innvirker på ulike aspekter ved lesing, er det gjerne nettopp – og utelukkende – de visuelle dimensjonene man fokuserer på. De ergonomiske dimensjonene er for en stor del oversett, i hvert fall innen det meste av pedagogisk og psykologisk leseforskning. Så lenge lesing primært anses for å være en visuell og kognitiv prosess, er undersøkelser som i noen grad ser på effekten av å lese på ulike teknologiske plattformer, ofte begrenset til å observere og måle visuell persepsjon og - ergonomi og å se hvordan disse innvirker på ulike kognitive aspekter ved lesing (se, for eksempel, Siegenthaler et al., 2011; Baccino, 2004; Yan et al., 2008; Kretzschmar et al., 2013). Ved hjelp av blant annet øyebevegelsesutstyr, studerer man for eksempel hvordan øynene følger teksten i fikseringer og sakkader (dvs. "hoppene" mellom fikseringene), og så kan man på bakgrunn av slike observasjoner si noe om de rent visuelle aspektene ved leseprosessen og fra disse slutte seg til noe av det som foregår under en kognitiv tilegnelse av teksten.

Mye av denne forskningen har hittil sett på forskjeller mellom PC-skjerm-lesing og lesing på papir. Og, som nevnt, er det et ofte rapportert funn i empiriske undersøkelser at slike typer skjermer kan ha en negativ innvirkning på kognitive aspekter, som for eksempel gjenkalling og memorering av tekst, langtidsminne, og forståelse. Tekstene man bruker i slike undersøkelser er dessuten ofte skrevet spesielt for det aktuelle eksperimentet, de er gjerne av svært begrenset lengde, eller de er manipulert slik at man mest mulig presist kan måle den ene eller de få komponentene man ønsker. Undersøkelser av lesing av lengre, faktiske tekster som går over flere sider og som i tillegg ikke er utviklet for forskningsformål men, for eksempel, for å by på en opplevelse – som for eksempel skjønnlitteratur – er det foreløpig ikke mange av. Men kan det hende vi vil se en endring på dette området i nær framtid. I takt med framveksten av stadig mer leservennlige mobile teknologiske leseplattformer, som for eksempel lesebrett basert på elektronisk blekk (Kindle, Kobo, Sony Reader) og LCD/touch-screen nettbrett (også kalt surfeplater; for eksempel iPad, Samsung Galaxy),³ er det mange som vil hevde at vi nå står foran det digitale gjennombruddet også når det gjelder det som kan kalles for skjønnlitteraturens maratonsjanger – romanlesingen. Dermed blir det viktig å undersøke empirisk hvordan ulike typer håndholdte skjermteknologier

3 Elektronisk blekk er en skjerm/display-teknologi som er utviklet spesielt med tanke på å understøtte lesing av tekster, i motsetning til såkalte nettbrett eller surfeplater (som iPad), der man i tillegg kan se film, høre på musikk, surfe på interaktive web-sider, etc. Elektronisk blekk gjør at teksten på et lesebrett ligner mer på trykt tekst på papir, da skjermen kun reflekterer lys som kommer utenfra, og ikke produserer lys selv. Dette er en hovedgrunn til at det oppleves som mye mer behagelig for øynene å lese på slike lesebrett, enn på PC-skjermer og LCD (liquid crystal display)/touch-screen-display (på for eksempel iPad) som selv utstråler lys. (Se for eksempel Hayler, 2011; Siegenthaler, Wurtz, Bergamin, & Groner, 2011)

innvirker også på opplevelsesdimensjoner ved lesing, for eksempel på innlevelse i en fortelling. Empirisk forskning på effekten av ulike håndholdte skjermteknologier blir i mine øyne ekstra viktig, da forskning på spesifikt *litterær* lesing har antydning sammenhenger mellom mengden litteratur man har lest (i faglitteraturen ofte kalt "print exposure") og sentrale språklige ferdigheter som utgjør grunnsteiner i utviklingen av leseferdigheter, slik som ordforråd (se for eksempel Cipelewski & Stanovich, 1992; og Mol & Bus, 2011 for en metastudie).

Tatt i betraktning funn fra empirisk forskning som viser at lesing av sammenhengende lineær tekst på skjerm kan ha negativ innvirkning på sentrale kognitive aspekter ved lesing, blir det viktig å finne ut mer om hvilke komponenter eller egenskaper ved digitale håndholdte teknologier som kan antas å spille en slik rolle. Er det rent visuelle forhold som ligger bak, for eksempel det faktum at skjermteknologier av typen LCD selv produserer lys og dermed øker sjansen for visuell tretthet? Og i forhold til hvilke perseptuelle og kognitive komponenter, på hvilke nivåer i lesingen, er slik visuell tretthet spesielt ødeleggende? Kanskje betyr det mer når man leser en type sammenhengende tekst (for eksempel en kompleks narrativ tekst med store krav til kontinuerlig monitorering av ens oppmerksomhet) enn en annen (en lettere tilgjengelig tekst)? I eksperimentelle design kan slike hypoteser eksplisitt testes, slik at mengden av mulige forklaringer gradvis snevres inn og man "bygger stein på stein" i en kontinuerlig og gradvis etablering av evidens. Tverrvitenskapelig, empirisk forskning som i større grad trekker inn eksperimentelle paradigmer fra, for eksempel, nevrofysiologi og visuell (og kognitiv) ergonomi, vil i større grad kunne måle effekter av affordanser ved ulike grensesnitt på et slikt nivå, og i samarbeid med for eksempel psykologer, mediefilosofene og litteraturforskere så kunne designe studier som vil kunne si noe substansielt om forhold mellom, for eksempel, de visuelle prosessene under lesing på ulike typer skjermer, og hvorvidt og hvordan disse øver innflytelse på kognitive og emosjonelle prosesser på andre nivåer i leseprosessen (for eksempel ordlesing, forståelse eller metakognisjon; eller innlevelse og andre emosjonelle aspekter under litterær lesing).

Videre vil vi, på bakgrunn av slik kunnskap, være bedre rustet til å si noe om hvorvidt og i hvilken grad dette er forhold som vil kunne få mindre betydning i takt med større tilvenning til digitale grensesnitt. I mye av dagens debatt om digitale teknologier og lesing (og læring) er det mange påstander om såkalte "digital natives", og barn og unge tilskrives kognitive ferdigheter og læremåter som påstås å være veldig forskjellige fra dem hos tidligere generasjoner. Slike påstander er imidlertid i liten grad basert på empirisk evidens (se for eksempel Bennett et al.,

2008; Jones et al., 2010); med større tverrvitenskapelighet og mer eksperiment-basert forskning på digitale teknologier og lesing/læring, vil vi kunne ha bedre kunnskapsgrunnlag for å si noe om hva ved evt. observerte forskjeller (mellom lesing på papir og skjerm) som trolig kan tilskrives vane og tilvenning, og hvilke faktorer som sannsynligvis i mindre grad er avhengig av dette.

I tillegg har annen empirisk forskning funnet sammenhenger mellom spesifikt litterær lesing og en rekke psykososiale ferdigheter som sympati, empati, og det som med en samlebetegnelse kalles for "Theory of Mind" (ToM) (se for eksempel Mar, 2011; Mason & Just, 2009; Oatley, Mar, & Djikic, 2012; Zunshine, 2006). ToM refererer til menneskets evne til å kunne trekke slutninger om andre menneskers planer, intensjoner og motivasjoner. Vi er sosiale vesener som lever i de omgivelsene vi gjør og er omgitt av andre mennesker som ligner oss selv på mange grunnleggende måter. Skjønnlitteratur, og da spesielt narrative tekster av ulik art, handler ofte om andre mennesker som inngår i sosiale mikrokosmos, og som forholder seg til og samhandler med andre mennesker som har sine planer, mål, motivasjoner og prosjekter i livet. En rekke empiriske studier antyder sammenhenger mellom hvor mye litteratur man har lest, og sosial kompetanse i form av innsikt i og forståelse for andre menneskers følelser og handlinger (se for eksempel Keen, 2007; Mar, Djikic, & Oatley, 2008; Mar & Oatley, 2008; Mar, Oatley, Djikic, & Mullin, 2010; Mar, Oatley, & Peterson, 2009; Mar, Tackett, & Moore, 2010; Oatley, 2011). Gjennom lesning av fiksjonsfortellinger kan vi utforske sosiale og sosioemosjonelle mikrokosmos mentalt, uten fare for verken oss selv eller andre. Denne utforskningen vil i sin tur kunne øke vår innsikt i og forståelse for våre medmenneskers handlinger, intensjoner, tenkning og følelser, så vel som våre egne.

Lesing av lengre, sammenhengende, lineære, potensielt kognitivt (og emosjonelt) krevende, litterære tekster, som for eksempel en roman, er i tillegg ett av de mest opplagte eksemplene på "lesing som introvert kontemplasjon", også kalt "deep reading". I takt med skuffende nordiske resultater i lesing på internasjonale undersøkelser (med unntak av Finland), og i lys av hva vi vet om sammenhenger mellom litterær lesing og leseferdigheter, kan det være verdt å dvele litt spesielt ved vilkårene for nettopp "deep reading" på digitale, håndholdte plattformer slik som lesebrett og surfeplater.

“Deep reading” på papir, lesebrett og surfeplater

I dagens tekstmangfold er såkalt “deep reading”, dvs. lesing av lengre, sammenhengende tekster, som er ment å skulle leses fra en begynnelse og til en slutt, bare en brøkdel av vår samlede teksterfaring og lesekompetanse. Men den er en svært viktig del, som i senere tid har havnet i skyggen av en opptatthet av multimodale tekster. Psykologene Maryanne Wolf og Mirit Barzillai (2009) definerer “deep reading” som

... the array of sophisticated processes that propel comprehension and that include inferential and deductive reasoning, analogical skills, critical analysis, reflection, and insight. The expert reader needs milliseconds to execute these processes; the young brain needs years to develop them. Both of these pivotal dimensions of time are potentially endangered by the digital culture’s pervasive emphases on immediacy, information loading, and a media-driven cognitive set that embraces speed and can discourage deliberation in both our reading and our thinking.” (Wolf & Barzillai 2009, p. 32)

“Deep reading” er i følge Maryanne Wolf (2007) noe av det som gjør lesing av sammenhengende tekst, i motsetning til for eksempel det å “lese” bilder eller en film, til en så unik menneskelig ferdighet og opplevelse, både kulturelt og evolusjonspsykologisk. I motsetning til det å tilegne seg talespråk (det å lære å snakke), er det å tilegne seg skriftspråket (altså lære å lese), ikke er noe alle mennesker (med de nødvendige forutsetninger) helt naturlig en eller annen gang lærer “av seg selv”. Som psykolog Steven Pinker har uttrykt det, “children are wired for sound, but print is an optional accessory that must be painstakingly bolted on.” (Pinker, 1997, ix-x).

“Deep reading” er altså en type lesing som både forutsetter, og utvikler, en rekke grunnleggende psykobiologiske og sosiokognitive ferdigheter, “[requiring] human beings to call upon and develop attentional skills, to be thoughtful and fully aware.” (Waxler & Hall, 2011, 30)

“Deep reading” er lesing av rent skriftbasert tekst, som primært skal leses fra en begynnelse og til en slutt, og som i tillegg går over flere – kanskje flere hundre – sider, for eksempel en roman. En slik form for lesing krever vedvarende fokus på “døde” tegn som ikke i seg selv påkaller oppmerksomhet (slik som audiovisuelle modaliteter gjør). Faktisk er det en forutsetning for den innlevelsen og opplevelsen som slik lesing kjennetegnes av, at bokstavene og teksten blir gjennomsliktig og ikke trer i veien for den fenomenologiske forflytningen fra det fysiske her-og-

nå og til tekstens univers. Men det er imidlertid ikke bare teksten som må tre i bakgrunnen; det må også selve plattformen eller mediet som teksten leses på – enten det er en Kindle, en iPad, eller en trykt bok.

Når vi leser en roman, ønsker vi ikke å legge merke til fysiske egenskaper ved grensesnittet til den leseredskaperen vi leser med. Eller, rettere sagt; de fysiske egenskapene må være av en slik art at de støtter opp under den fenomenologiske innlevelsen på en subtil men substansiell måte, og ikke i seg selv påkaller oppmerksomhet på en måte som forstyrrer den pågående innlevelsen/opplevelsen. Og så lenge lesing, og kanskje særlig litterær lesing, er noe vi gjør ved å holde teksten i hendene, er det av vesentlig betydning å undersøke hvordan en migrasjon av "deep reading" til ulike håndholdte teknologier, innvirker på selve leseopplevelsen – en leseopplevelse som er tuftet på et samspill mellom audiovisuelle, taktile og haptiske sansemodaliteter, og tekster implementert på fysiske og teknologiske plattformer med ulike ergonomiske og visuelle grensesnitt.

Forskning på hedoniske aspekter (dvs. forhold som har med sanselighet, sansemessig nytelse) ved litterær lesing på papir og på lesebrett (Kindle), antyder at lesebrett foreløpig ikke fullt ut klarer å tilfredsstille leseres krav og ønsker om hvordan det skal *føles* å lese en bok – holde den i hånda, kjenne papiret mot fingrene, og på ulike subtile og mer merkbare måter forholde seg til lesingen som en grunnleggende taktilt fundert opplevelse, i tillegg til en visuell og intellektuell prosess. Noen forskere (Gerlach & Buxmann, 2011) har antydnet at lesebrettene genererer en opplevelse av "haptisk dissonans", dvs. en følelse av at noe ikke harmonerer med våre forventninger om hvordan det skal *føles* haptisk/taktilt å lese en bok. Gerlach og Buxmann hevder at en av de viktigste årsakene til at lesebrettene ikke er mer populære og utbredte enn de er, ligger i at man savner følelsen av å holde en "ordentlig" bok i hendene, og at følelsen av papiret mot fingrene ved sideskifte, bokmerking, etc. utgjør en viktig del av "the hedonic aspect of reading" (Gerlach & Buxmann, 2011; se også Mangen, 2008).

Den taktile dimensjonen kan også være viktig for andre leseopplevelser og andre leseformål enn litterær lesing for opplevelsens skyld. Ved lesing av lengre, sammenhengende fagtekster, for eksempel lære- eller fagbøker i utdannings- eller jobbsammenheng, har man ofte behov for å notere i margen, streke under, og på ulike måter markere ulike steder i teksten for å bedre memorere eller støtte opp om forståelsen av teksten. Det er en utbredt antagelse (og opplevelse) at man leser bedre "med penn/blyant i hånd", som om det å holde et skriveredskap parat til å markere i teksten, skjerper fokus og kognitiv kapasitet (Sellen & Harper,

2003). Touch-baserte nettbrett tilbyr også ulike typer noteringsmuligheter, enten ved hjelp av digital penn, eller ved hjelp av touch-tastatur (eller begge deler). Undersøkelser viser imidlertid at det er et stykke igjen til slike digitale noteringsløsninger kan konkurrere med penn og papir i effektivitet og brukervennlighet (se for eksempel Hernon et al., 2007; Leyva, 2003; Liu, 2008; Pattuelli & Rabina, 2010; Woody et al., 2010).⁴

Lesing og skriving er også gjensidig forbundet også på et annet nivå; nyere nevrovitenskapelig og psykologisk forskning har funnet sammenhenger mellom motorisk minne implisert i det å skrive for hånd (men ikke på tastatur), og memorering og visuell gjenkjenning av bokstaver (Longcamp et al., 2005; 2006; 2008; Perfetti & Tan, 2013). En vurdering av hvilken teknologisk plattform som er best egnet til ulike lese- og læringsformål er derfor også tjent med å ta høyde for hvordan plattformen legger til rette for en kombinert lese- og skriveprosess, to prosesser som helt grunnleggende, men på ulike måter, er både kroppslige og mentale, og som innebærer en interaksjon med teknologiske grensesnitt.

Avsluttende bemerkninger: behovet for (mer) tverrvitenskapelig lese- og skriveforskning

Alfred North Whiteheads utdanningsfilosofi fra 1929 presenterer noen innsikter som fortjener en renessanse i lys av en tiltagende digitalisering av lese- og skrivepedagogikk. Med henvisning til aksiomet at "[any teacher] will come to grief as soon as you forget that your pupils have bodies", framhever Whitehead videre:

The connections between intellectual activity and the body though diffused in every bodily feeling, are focused in the eyes, the ears, the voice, and the hands. There is a coordination of senses and thought, and also a reciprocal influence between brain activity and material creative activity. In this reaction the hands are peculiarly important. It is a moot point whether the human hand created the human brain, or the brain created the hand. Certainly, the connection is intimate and reciprocal.
(Whitehead, 1929:50)

4 For noen kan det være nærliggende å innvende at slike forskjeller skyldes tilvenning. Dagens unge vokser opp med digitale teknologier og blir derfor mer vant til (for eksempel) å skrive på tastatur enn for hånd; dermed kan man anta at de vil oppleve de digitale grensesnittene som mer intuitive og brukervennlige enn "tradisjonelle" teknologier slik som penn og papir. Dette er, selvsagt, et empirisk spørsmål, som i mine øyne bør studeres ved hjelp av adekvate eksperimentelle design (særlig er det nødvendig med longitudinelle studier). I påvente av slike, forblir påstander og antagelser om vaner og generasjonsrelaterte forskjeller, påstander og antagelser uten empirisk belegg.

Både lesing og skriving er prosesser som involverer både mentale og kroppslige dimensjoner. Det er derfor naturlig at det forskes på lesing og skriving innen en rekke ulike disipliner, fra grafonomi (nevrovitenskapelig forskning på særlig skriving for hånd) og eksperimentell forskning på persepsjon og øyebevegelsesmønstre i ordlesing, til studier av kognitive prosesser og tekstforståelse, og psykometriske undersøkelser av innlevelse under lesing av litteratur. Tematikken tatt i betraktning, og forandringene som vi er midt oppe i med digitaliseringen, skulle tilsi at også pedagogisk orientert lese- og skriveforskning gjenspeilet dette mangfoldet og det faktum at både lesing og skriving er, i utstrakt grad, både psykologiske og fysiologiske prosesser, som i tillegg involverer bruk av teknologier med ulike grensesnitt. Likevel er det en kjensgjerning at dagens lese- og skriveforskning, både i og utenfor Norden, i stor grad er preget av klart avgrensede retninger og "skoler" med lite kontakt og teoretisk-metodisk utveksling seg i mellom.

En stor del av pedagogisk orientert lese-, skrive- og literacy-forskning er overveiende humanistisk forankret, og sosiokulturelle og (socio-)semiotiske perspektiver har en svært framtrædende plass. Dette resulterer blant annet i at problemstillinger som har med den enkeltes perseptuelle, kognitive, sansemotoriske og fenomenologiske forståelse/opplevelse ikke i tilstrekkelig grad problematiseres eller studeres. I en doktoravhandling om læringseffekt av multimedier påpeker Glenn-Egil Torgersen (2012) hvordan en meget tydelig vilje til pedagogisk bruk av IKT, slik den er nedfelt i politiske handlingsplaner, opptrer side om side med en (like tydelig) mangel på empirisk kognitiv forskning på faktisk læringsutbytte fra multimedia:

Nasjonale styringsdokumenter [...] framhever fordelene med bruk av IKT i forhold til læring, men det er få studier som dokumenterer disse fordelene. Mens internasjonale forskningsmiljøer har lagt vekt på både kvalitative og kvantitative tilnærminger i forskningen på læringsutbytte [...], har den norske forskningen i stor grad vært forankret i sosiokulturelle tilnærminger [...]. (Torgersen, 2012:19)

Case-studier og/eller intervensjoner i form av designstudier er ofte den foretrukne metode, mens (for eksempel) kontrollerte eksperimenter som har som mål å finne årsakssammenhenger og å måle effekter er nærmest ikke-eksisterende. Vi får dermed en diskusjon om medier i skolen som i stor grad er tuftet på en rekke deskriptive case-studier og intervensjoner som i og for seg kan si mye om hvordan IKT og multimedia *kan brukes* i ulike sammenhenger; men vi kan ikke fra disse studiene slutte oss til hva som er læringsutbyttet ved å bruke digitale løsninger heller enn, for eksempel, den "gammeldagse" læreboka.

For å kunne si noe om hvilken teknologi som er best egnet til det ene eller det andre formål, må vi kunne noe om menneske-teknologi-relasjoner og hvordan grunnleggende menneskelige egenskaper påvirker, og påvirkes av, ulike teknologiske grensesnitt, både sansemotorisk, perseptuelt, og kognitivt. Fra slik kunnskap kan vi så utlede hypoteser som vi tester ut empirisk i spesifikke undervisnings-sammenhenger. I mange tilfeller vil dette innebære en orientering i retning av ulike grener av psykologi, men også biologi, fysiologi og nevrovitenskap byr seg som relevante og spennende fagområder, såvel som fagområder som ergonomi, fysiologi og ulike grener av produkt- og grensesnitt-design (Computer-Human Interaction). Fokuset på visuelle, perseptuelle og kognitive prosesser kan med fordel suppleres med problemstillinger knyttet til positur, ergonomi, haptikk og fysiologiske dimensjoner, og en opptatthet av multimodalitet bør balanseres med tilstrekkelig empirisk forskning på lesing av sammenhengende, lineære tekster i ulike grensesnitt.

I en tid med økende digitalisering blir det ekstra viktig å være klar over hva lesing innebærer, understreker Wolf:

Knowing what reading demands of our brain and knowing how it contributes to our capacity to think, to feel, to infer, and to understand other human beings is especially important today as we make the transition from a reading brain to an increasingly digital one. By coming to understand how reading evolved historically, how it is acquired by a child, and how it restructured its biological underpinnings in the brain, we can shed new light on our wondrous complexity as a literate species. (Wolf, 2007:4)

Mens Wolf framhever hjernens betydning, vil jeg hevde at vi bør utvide perspektivet til å gjelde hjerne og kropp i samspill, totaliteten av den menneskelige organismen der hjernen på grunnleggende vis har kroppslig forankring og der verken sansning, persepsjon, kognisjon, forståelse, opplevelse eller læring kan sees som fenomener eller prosesser som skjer uavhengig av kroppslige betingelser og disposisjoner.

Forholdet mellom teknologi, læring og lesing er komplekst og mangefasettert. Selvsagt kan det ikke fullt ut forklares ved biologi alene; men det kan heller ikke forklares uavhengig av biologiske forhold. En av verdens mest anerkjente forskere på multimedia og læring, Richard Mayer, sa en gang følgende:

If we let technology and access to technology be the driving force rather than an interest in promoting human cognition, we are replicating a cycle we have

witnessed too many times before – from high expectations, via large-scale implementation, only to end up with disappointing results. When we ask, “what can we do with multimedia?” and when our goal is to “provide access to technology”, we are taking a technology-centered approach with a 100-year history of failure. (Mayer, 2001:9)

Et ønske om å utvikle og støtte opp under “human embodied cognition” og lesingens ergonomiske såvel som visuelle og kognitive aspekter, vil i mine øyne gjøre oss bedre rustet til å forstå sammenhenger mellom kropp og hjerne, lesing og grensesnitt. Slik vil vi kunne avgjøre når, hvorfor, og hvordan det er mest hensiktsmessig å bruke den ene eller andre teknologien, i forhold til både formålet med lesingen, tekstens karakteristika, teknologienes grensesnitt, og – ikke minst – leserens psykologiske såvel som fysiologiske forutsetninger og disposisjoner. Og slik kan vi håpe å kunne bruke de ulike teknologiene på en mest mulig hensiktsmessig måte, og utvikle en grunnleggende forståelse av hvordan ulike teknologier innvirker på lesing som ferdighet, prosess og opplevelse.

Referanser

- Baccino, T.** (2004). *La lecture électronique: De la vision à la compréhension*. Grenoble: Presses Universitaires de Grenoble.
- Bennett, S., Maton, K., & Kervin, L.** (2008). The ‘digital natives’ debate: A critical review of the evidence. I: *British Journal of Educational Technology*, vol. 39, nr. 5, s. 775-786.
- Calvert, G.A., Spence, C., & Stein, B.E.** (2004). *The handbook of multisensory processes*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Calvo, P., & Gomila, A.** (Eds.). (2008). *Handbook of cognitive science: An embodied approach*. Amsterdam: Elsevier.
- Chen, S.C.** (2011). Graduate students’ usage of and attitudes towards e-books: experiences from Taiwan. *Program: Electronic library and information systems*, 45(3), 294-307.
- Cipielewski, J., & Stanovich, K.E.** (1992). Predicting growth in reading ability from children’s exposure to print. I: *Journal of Experimental Child Psychology* vol. 54, nr. 1, s. 74-89.
- Gerlach, J., & Buxmann, P.** (2011). Investigating the acceptance of electronic books: The impact of haptic dissonance on innovation adoption. *European Conference on Information Systems (ECIS)*
- Haas, C.** (1996). *Writing technology: Studies on the materiality of literacy*. Mahwah, N.J.: L. Erlbaum Associates.

- Hayler, M.** (2011). *Incorporating technology: A phenomenological approach to the study of artefacts and the popular resistance to e-reading*. (Unpublished doctoral dissertation). University of Exeter, Exeter, UK.
- Hernon, P., Hopper, R., Leach, M.R., Saunders, L.L., & Jane, Z.** (2007). E-book Use by Students: Undergraduates in Economics, Literature, and Nursing. I: *Journal of Academic Librarianship* vol. 33, nr. 1, s. 3-13.
- Jewitt, C.** (2012). *Technology, literacy, learning: A multimodal approach*. London: Routledge.
- Jewitt, C., & Kress, G.R.** (2003). *Multimodal literacy*. New York: P. Lang.
- Jones, C., Ramanau, R., Cross, S., & Healing, G.** (2010). Net generation or Digital Natives: Is there a distinct new generation entering university? I: *Computers & Education* vol. 54, nr. 3, s. 722-732.
- Keen, S.** (2007). *Empathy and the Novel*. Oxford: Oxford University Press.
- Kress, G.** (2003). *Literacy in the new media age*. London & New York: Routledge.
- Kretzschmar, F., Pleimling, D., Hosemann, J., Füssel, S., Bornkessel-Schlesewsky, I., & Schlesewsky, M.** (2013). Subjective impressions do not mirror online reading effort: Concurrent EEG-eyetracking evidence from the reading of books and digital media. I: *PloS one* vol. 8, nr. 2, s. e56178.
- Leyva, E.M.R.** (2003). The impact of the internet on the reading and information practices of a university student community: The case of UNAM. I: *New Review of Libraries and Lifelong Learning* vol. 4, nr. 1, s. 137-157.
- Liu, Z.** (2008). *Paper to digital: Documents in the information age*. Westport, CT & London: Libraries Unlimited (Greenwood Publishing Group).
- Longcamp, M., Boucard, C., Gilhodes, J.-C., Anton, J.-L., Roth, M., Nazarian, B., & Velay, J.-L.** (2008). Learning through hand- or typewriting influences visual recognition of new graphic shapes: Behavioral and functional imaging evidence. I: *Journal of Cognitive Neuroscience* vol. 20, nr. 5, s. 802-815.
- Longcamp, M., Boucard, C., Gilhodes, J.-C., & Velay, J.-L.** (2006). Remembering the orientation of newly learned characters depends on the associated writing knowledge: A comparison between handwriting and typing. *Human Movement Science* vol. 25, nr. 4-5, s. 646-656.
- Longcamp, M., Zerbato-Poudou, M.-T., & Velay, J.-L.** (2005). The influence of writing practice on letter recognition in preschool children: A comparison between handwriting and typing. *Acta Psychologica*, vol. 119, nr. 1, s. 67-79.
- Løvland, A.** (2006). *Samansette elevtekstar: Klasserommet som arena for multimodal tekstskaping*. Doktoravhandling, Universitetet i Agder.
- Mackey, M.** (2007). *Literacies across media: Playing the text* (Second ed.). London & New York: Routledge.
- Mak, B.** (2011). *How the Page Matters*. Toronto: University of Toronto Press.

- Mangen, A.** (2008). Hypertext fiction reading: Haptics and immersion. I: *Journal of research in reading* vol. 31, nr.4, s. 404-419.
- Mangen, A.** (2011). Multimodale tekster og multisensorisk lesing: Fenomenologiske og nevrovitenskapelige perspektiver på lesing i ulike grensesnitt. I Smidt, J., Seip Tønnessen, E. & Aamotsbakken, B. (red.). *Tekst og tegn: Lesing, skriving og multimodalitet i skole og samfunn*. Trondheim: Tapir Akademisk Forlag, 63-80.
- Mangen, A. & Schilhab, T.S.** (2012). An embodied view of reading: Theoretical considerations, empirical findings, and educational implications. I Matre, S. & Skaftun, A. (eds.). *Skriv! Les!* Trondheim: Akademika forlag, 285-300.
- Mangen, A. & Kristiansen, M.** (2013). Tekstlesing på skjerm: Noen implikasjoner av et digitalt grensesnitt for lesing og forståelse. I: *Norsk pedagogisk tidsskrift* vol. 97, nr. 1, s. 52-62.
- Mangen, A. & Kuiken, D.** (under vurdering). Lost in the iPad: Immersive reading on paper and tablet. Under vurdering i *Media Psychology*.
- Mangen, A., Walgermo, B., & Brønnick, K.** (2013). Reading linear texts on paper vs. computer screen: Effects on reading comprehension. I: *International Journal of Educational Research* vol. 58, s. 61-68.
- Manguel, A.** (1996). *A history of reading*. London: HarperCollins.
- Mar, R.A.** (2011). The neural bases of social cognition and story comprehension. *Annual Review of Psychology*, 62(1), 103-134.
- Mar, R.A., Djikic, M., & Oatley, K.** (2008). Effects of reading on knowledge, social abilities, and selfhood: theory and empirical studies. In S. Zyngier, M. Bortolussi, A. Chesnokova & J. Auracher (Eds.). *Directions in empirical studies in literature: In honor of Willie van Peer*. Amsterdam: John Benjamins Publishing Company, 127-137.
- Mar, R.A., & Oatley, K.** (2008). The function of fiction is the abstraction and simulation of social experience. I: *Perspectives on Psychological Science* vol. 3, nr. 3, s. 173-192.
- Mar, R.A., Oatley, K., Djikic, M., & Mullin, J.** (2010). Emotion and narrative fiction: Interactive influences before, during, and after reading. I: *Cognition & Emotion* vol. 25, nr. 25, s. 818-833.
- Mar, R.A., Oatley, K., & Peterson, J.B.** (2009). Exploring the link between reading fiction and empathy: Ruling out individual differences and examining outcomes. I: *Communications* vol 34, s. 407-428.
- Mar, R.A., Tackett, J.L., & Moore, C.** (2010). Exposure to media and theory-of-mind development in preschoolers. I: *Cognitive Development* vol. 25, nr. 1, s. 69-78.

- Marshall, C.C., & Bly, S.** (2005). Turning the page on navigation. *Digital Libraries, 2005. JCDL'05. Proceedings of the 5th ACM/IEEE-CS Joint Conference*. IEEE, 225-234.
- Marshall, P., Antle, A., Hoven, E.V.D., & Rogers, Y.** (2013). Introduction to the special issue on the theory and practice of embodied interaction in HCI and interaction design. I: *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, vol 20, nr. 1, s. 1.
- Mason, R.A., & Just, M.A.** (2009). The role of the Theory-of-Mind cortical network in the comprehension of narratives. I: *Language and Linguistics Compass*, vol. 3, nr. 1, s. 157-174.
- Maagerø, E. og Tønnessen, E.S.** (2006). *Å lese i alle fag*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Mol, S.E., & Bus, A.G.** (2011). To read or not to read: A meta-analysis of print exposure from infancy to early adulthood. I: *Psychological Bulletin* vol. 137, nr. 2, s. 267-296.
- Oatley, K.** (2011). Fiction and its study as gateways to the mind. *Scientific Study of Literature* vol. 1, nr. 1, s. 153-164.
- Oatley, K., Mar, R.A., & Djikic, M.** (2012). The psychology of fiction: Present and future. I I. Jaén & J.J. Simon (Eds.), *Cognitive literary studies: Current themes and new directions*. Austin: University of Texas Press.
- Ophir, E., Nass, C., & Wagner, A.D.** (2009). Cognitive control in media multi-taskers. *PNAS - Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* Vol. 106, nr. 37, s. 15583-15587.
- Pattueli, M.C., & Rabina, D.** (2010). Forms, effects, function: LIS students' attitudes towards portable e-book readers. I: *Aslib Proceedings: New Information Perspectives* vol. 62, nr. 3, s. 228-244.
- Perfetti, C.A., & Tan, L.-H.** (2013). Write to read: The brain's universal reading and writing network. I: *Trends in Cognitive Neuroscience* vol. 17, nr. 2, s. 56-7.
- Scarry, E.** (2001). *Dreaming by the Book*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Sellen, A.J., & Harper, R. H.** (2003). *The myth of the paperless office*. Cambridge, Mass.: The MIT Press.
- Shapiro, L.A.** (2010). *Embodied cognition*. New York: Routledge.
- Siegenthaler, E., Wurtz, Pascal, Bergamin, P., & Groner, R.** (2011). Comparing reading processes on e-ink displays and print. I: *Displays* vol. 32, nr. 5, s. 268-273.
- Smidt, J., Tønnessen, E.S., & Aamotsbakken, B. (red.)** (2012). *Tekst og tegn: Lesing, skrivning og multimodalitet i skole og samfunn*. Trondheim: Tapir Akademisk forlag.

- Stein, P.** (2007). *Multimodal pedagogies in diverse classrooms: Representation, rights and resources*. London: Routledge.
- Thompson, E.** (2007). *Mind in life: Biology, phenomenology, and the sciences of mind*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Tønnessen, E.S.** (red.) (2010). *Sammensatte tekster: Barns tekstpraksis*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Van der Weel, A.** (2011). *Changing our textual minds: Towards a digital order of knowledge*. Manchester: Manchester University Press.
- Waxler, R.P.** And **Hall, M.P.** (2011). *Transforming literacy: Changing lives through reading and writing*. Bingley, UK: Emerald Group Publishing.
- Whitehead, A.N.** (1929). *The aims of education and other essays*. New York: Macmillan.
- Wolf, M.** (2007). *Proust and the squid: The story and science of the reading brain*. New York: HarperCollins.
- Wolf, M., & Barzillai, M.** (2009). The importance of deep reading. I: *Educational Leadership* vol. 66, nr. 6, s. 32-37.
- Woody, W.D., Daniel, D.B., & Baker, C.A.** (2010). E-books or textbooks: Students prefer textbooks. I: *Computers & Education* vol. 55, s. 945-948.
- Yan, Z., Hu, L., Chen, H., & Lu, F.** (2008). Computer vision syndrome: A widely spreading but largely unknown epidemic among computer users. I: *Computers in Human Behavior* vol. 24, nr. 5, s. 2026-2042.
- Zunshine, L.** (2006). *Why we read fiction: Theory of mind and the novel*. Columbus, Ohio: Ohio State University Press.

English summary

The advent and rising popularity of dedicated, single use e-readers (e.g., Kindle) and multi-use tablets (e.g., iPad) implies an increasing digitization also of so-called "deep reading" (i.e., continuous, sequential, long-form reading of linear text; e.g., novel reading), perhaps the last strong-hold of the technology of print. Explicating how reading is not merely visual and perceptuo-cognitive, but an embodied, process, involving in particular sensory modalities such as haptics and tactility, the article points out some implications for an increasing digitization of "deep reading" for the pedagogical field. Specifically, by reference to theoretical and empirical research, it is suggested how research on the digitization of reading in general, and of "deep reading" in particular, warrants a theoretical-methodological reorientation. More precisely, the currently dominant sociocultural paradigm, with the frequently concomitant focus on multimodal texts/literacy, would merit from being supplemented with more extensively interdisciplinary,

empirical research on the process and experience of reading linear texts on different platforms, to a larger extent involving experimental paradigms from, e.g., experimental psychology, biology, and neuroscience, in order to adequately explore causal relations and effects of various aspects of digital technologies on cognitive and experiential (emotional; affective) aspects of long-form, deep reading.

Keywords:

"Deep reading"; Embodied cognition; Lesing på skjerm og papir; Haptikk; Affordanser.

Hjernens funktionelle organisation og reorganisering

Implikationer for pædagogikken

Jesper Mogensen

Abstract

Forskningen i de mekanismer som muliggør funktionel genopretning efter hjerne-skade giver håb om nyskabende input til pædagogikken. Denne forskning har resulteret i REF (Reorganization of Elementary Functions) modellen, som beskriver dynamiske processer i både den skadede og intakte hjerne. Disse processer er centrale i forbindelse med pædagogiske forløb. Modellen understreger vigtigheden af kontinuitet mellem undervisningssituationer og de situationer, hvor det lærte skal bruges. Endnu vigtigere er det, at REF-modellen peger på overlap mellem traditionelt betragtet separate, kognitive domæner. Træning inden for et kognitivt domæne kan måske styrke elevens formåen på andre kognitive områder.

Kan hjerneforskning fortælle pædagogikken noget nyt?

Som hjerneforsker bliver man ofte spurgt, hvad neurovidenskaberne – hjerneforskningen – kan sige om emner, der normalt behandles på et "mentalt", psykologisk eller pædagogisk niveau. Emnet kan fx være kærlighed, undervisningsprocesser eller evne til at opfatte andre menneskers problemer. I alle tilfælde emner, der primært studeres gennem brug af "psykologiske" metoder som samtale, adfærdsobservation, formaliserede tests o.l.

At man i stadig større grad henvender sig til hjerneforskere omkring sådanne emner, er udtryk for en tendens, som rummer en oftest ubegrundet optimisme samt en vis grad af videnskabsteoretisk fare.

Er hjerneforskning vigtigere end psykologi og pædagogik?

Den videnskabsteoretiske fare har at gøre med tendensen til at betragte forskning på et neuralt niveau som værende mere "rigtig" og "videnskabelig" i forhold til forskning inden for fx psykologi og pædagogik. Ikke mindst i den brede befolkning, men også i visse fagkredse synes det at blive betragtet som mere værdifuldt og "rigtigt" at se "billeder" fra en scanning af hjernen i forhold til at beskrive fænomenet ud fra fx samtale og adfærd. Et eksempel på dette kan ses i forbindelse med forskning omkring psykoterapi – fx af angst og depression. Der findes inden for disse områder psykologisk orienterede studier, der undersøger, hvorvidt psykoterapien reducerer patienternes symptomer. Altså om patienten bliver angstfri, har et højere stemningsleje og/eller har reduceret risiko for tilbagefald. Men gennem de senere år er der også kommet en forskning, der ser på, hvorvidt psykoterapi ledsages af hjernemæssige forandringer. Fra et videnskabeligt synspunkt er det sundt og væsentligt, at et vigtigt fænomen som psykoterapi undersøges på flest mulige analyseniveauer. Men det er til gengæld skræmmende, når man møder postulatet om, at det er de hjernemæssige undersøgelser, som "beviser, at psykoterapi virker". Personligt er jeg stødt på udtalelser inden for såvel pressen som den generelle befolkning (og i visse tilfælde også fra fagfolk), hvor det udtrykkes, at det udelukkende er påvisningerne af hjernemæssige konsekvenser af psykoterapi, som "beviser", at en sådan behandling faktisk kan virke på psykiske sygdomme.

Det er imidlertid ikke de hjernemæssige undersøgelser, som kan påvise, hvorvidt psykoterapi fungerer. For at undersøge hvorvidt psykoterapien "virker", er det nødvendigt at studere effekterne på de mentale planer. En sådan forskning er langt fra simpel, og mange studier på området er behæftet med betydelige metodemæssige problemer. Men kun ved at studere patientens oplevelser og adfærd kan man konstatere, hvorvidt psykoterapien har ændret det fænomen – patientens symptomer – som behandlingen søgte at forandre. Hjernemæssige studier i forbindelse med psykoterapi kan bidrage med information om hjernens mulighed for at blive ændret i forbindelse med erfaringer. Men i langt de fleste tilfælde er det på nuværende tidspunkt ikke muligt ud fra de hjernemæssige undersøgelser at vurdere behandlingens effektivitet endsige udlede noget om det psykoterapeutiske område i øvrigt – ud over (hvad der for de fleste hjerneforskere burde

være indlysende) at erfaringer (herunder en psykoterapeutisk proces) ledsages af ændringer i hjernen.

Mens det efter undertegnede opfattelse altså er teoretisk uheldigt at betragte forskning på de neurale niveauer som mere "rigtig" i forhold til forskning på de mentale niveauer, findes der som nævnt også en ikke ubetydelig grad af optimisme i forhold til, hvad hjerneforskningen formår.

Hvor meget ved vi om hjernen?

Mange af de resultater, som når uden for de neurovidenskabelige fagkredse, bliver ofte misforstået som, at vi ved langt mere om hjerneprocesserne, end vi faktisk gør. Vi er stadig langt fra en mere dybtgående forståelse af, hvilke funktionsområder diverse hjernestrukturer er knyttet til. På trods af en nærmest eksplosiv udvikling inden for forståelsen af hjernen har selv de seneste årtier kun givet en begrænset viden om præcis hvilke funktionelle domæner, diverse hjernestrukturer er knyttet til. Der findes en nogenlunde forståelse af systemerne tæt på hjernens input og output (inden for de sansemæssige og motoriske systemer). Men så snart det kommer til den største del af hjernen – som har at gøre med de "højere" kognitive funktioner – er vor viden fortsat meget begrænset. Man kan altså ikke – som mange tror – anbringe et menneske i en scanner og derved "af-læse" personens mentale liv.

Kritiske perioder

Denne urealistiske optimisme ses også i forbindelse med en misforståelse af hjerneforskningens evne til at "hente data" til tilstødende forskningsområder. I nogle tilfælde foreslås det fx, at hjerneforskningen kan undersøge, hvorvidt der udviklingsmæssigt findes "kritiske perioder" for tilegnelsen af information inden for dette eller hint domæne. At sådanne vinduer for bestemte former for informationstilegnelse findes er hævet over enhver tvivl. Disse kritiske perioder ses inden for forskellige domæner rækkende fra opbygningen af det visuelle system (fx Antonini et al., 1999; Hubel & Wiesel, 1965; Knudsen, 1998, 2002; Shatz & Stryker, 1978; Wiesel & Hubel, 1965) til sprogtilegnelse (fx Werker & Tees, 1984). Og der vides efterhånden også på det hjernemæssige plan en del om, hvordan sådanne kritiske perioder forløber og ikke mindst afsluttes (fx Berardi et al., 2004; McGee et al., 2005; Pizzorusso et al., 2002). Imidlertid er det vigtigt at huske, hvordan man har forsket i hjerneprocesser i forbindelse med kritiske perioder inden for de "højere" kognitive områder. Man har identificeret en kritisk periode gennem undersøgelser på de adfærdsmæssige og mentale planer. Derefter er der gennem neurale undersøgelser blevet ledt efter et "korrelat" (altså et neuralt grundlag)

til det pågældende fænomen. Og at en sådan forskning har været mulig, betyder ikke, at man automatisk kan gå i gang med at lede efter "de neuralt kritiske perioder" inden for diverse andre domæner. De neurale processer, der har at gøre med afslutningen af kritiske perioder, er ikke nødvendigvis ens på tværs af funktionelle områder. Det er altså ikke indlysende, hvad man inden for andre domæner skulle lede efter.

Indlæring og hukommelse

Et andet område, hvor hjerneforskningen længe har "suppleret" – men næppe direkte bidraget til – pædagogikken, er inden for indlæring, problemløsning og hukommelse. Vi har gennem de seneste godt 30 år fået en stadigt større viden om, hvordan disse "pædagogiske" processer på det hjernemæssige plan ledsages af strukturelle forandringer af hjernen – rækkende fra modifikationer inden for den enkelte synapse til mere overordnede forandringer i hjernesystemerne. Dette er oprindeligt mest blevet set i undersøgelser på forsøgsdyr – fra simple organismer til pattedyr (fx Abrams & Kandel, 1988; Cook & Carew, 1989; Kandel et al., 1983; Mogensen & Jørgensen, 1987; Mogensen et al., 1982, 1994). Mens vi allerede i starten af 1980'erne kunne se forandringer af nervecellernes forbindelsesmønstre i forbindelse med tilegnelse af ny viden i den intakte hjerne (fx Mogensen & Jørgensen, 1987; Mogensen et al., 1982; 1994), er det først senere, at det på menneskehjerner har været muligt at gennemføre undersøgelser, som viser neurale ændringer i forbindelse med diverse former for indlæring og erfaring (fx Amunts et al., 1997; Draganski et al., 2004, 2006; Driemeyer et al., 2008; Maguire et al., 1997; 2000; Sluming et al., 2002, 2007).

Der findes altså i dag en omfattende viden om de neurale processer i forbindelse med indlæring, hukommelse og problemløsning. Men er denne viden direkte pædagogisk anvendelig?

Pædagogisk brug af viden om hjernens ændring gennem erfaring?

Det er indlysende, at hjerneforskningen nu kan modsige forældede postulater såsom, at hjernen ikke kan ændres gennem erfaringer, efter at den oprindelige individudvikling er "afsluttet". Hjernen forandres hver eneste dag livet igennem – ikke mindst som følge af oplevelser og erfaringer. Det er naturligvis pædagogisk relevant at have denne viden om, at hjernen ikke er en statisk størrelse, men derimod forandres løbende. Også gennem pædagogiske indsatser. Men vi må igen vende os mod de psykologiske og pædagogiske undersøgelser for at få svar på hvilken form for pædagogik, der er mest effektiv.

Men trods dette nedslående budskab med hensyn til at kunne hente pædagogisk relevant information hos hjerneforskningen har de seneste år alligevel bragt en udvikling, som måske leder frem mod et mere givende samspil mellem hjerneforskning og pædagogik. I den resterende del af denne artikel vil vi se nærmere på denne udvikling og forskning.

Hjerneskader og lokalisation samt genopretning af kognitive funktioner

Udgangspunktet for denne forskning er problemstillinger, som udspringer af erhvervede hjerneskader (blodpropper og blødninger i hjernen eller mekaniske skader ved fx trafikulykker og fald). Når et individ rammes af en hjerneskada, bliver konsekvenserne stort set altid et mere eller mindre omfattende tab inden for et eller flere af de mentale områder. Der kan være tale om tab af evner til at bevæge sig, tab inden for en eller flere sanser eller tab inden for diverse dele af de højere kognitive domæner (manglende evne til at tale eller forstå sprog, svækket opmærksomhed, forringet styring og kontrol af adfærd, manglende evne til at genkende ved hjælp af synet og/eller andre sanser – for blot at nævne enkelte eksempler).

Gennem genoptræning vil der imidlertid i de fleste tilfælde forekomme en funktionel genopretning – altså rehabilitering. Denne funktionelle genopretning kan i nogle tilfælde bringe den skadede tilbage til et funktionsniveau, hvis kvalitet er lige så højt, som hvad der sås før skaden. I andre tilfælde er der tale om mere begrænsede grader af symptomreduktion.

Erhvervede hjerneskader udgør et stort samfundsmæssigt og ikke mindst menneskeligt problem. Det er derfor væsentligt at udvikle de bedst mulige behandlingsmetoder til sådanne patienter. Og i den forbindelse er det vigtigt at forstå de mekanismer, som muliggør en funktionel genopretning og rehabilitering, således at man kan styrke og underbygge disse gennem behandling. Men også med et mere teoretisk udgangspunkt er det væsentligt at forstå de hjernemæssige processer, som muliggør den funktionelle genopretning. For tilsyneladende er der i forbindelse med hjerneskadens følger og den funktionelle genopretning tale om en teoretisk konflikt mellem to lige velunderbyggede fænomener: funktionel lokalisation og funktionel genopretning efter skader.

Funktionel lokalisation

Antagelsen om, at hjernens enkeltdele (strukturer, understrukturer, hjernebarksområder osv.) er specialiserede til bestemte "funktioner" (altså til en bestemt

type informationsbearbejdning), har været fremherskende gennem det meste af hjerneforskningens historie. Eksistensen af en sådan funktionel lokalisation er især underbygget af resultater fra to kilder:

- A. Diverse former for "scanningsstudier" (fx fMRI og PET) viser, at der ved en bestemt kognitiv aktivitet (fx bestemte typer opgaveløsning) ses bestemte aktivitetsmønstre. Når man lader en gruppe forsøgspersoner løse en bestemt type opgave og sammenligner forsøgspersonernes hjerneaktivitet med den samme persons aktivitet, når der ikke sker en opgaveløsning, vil der på tværs af forsøgspersoner tegne sig et nogenlunde ensartet mønster af hvilke hjerneområder, der er aktive. Dette tyder på, at de pågældende hjerneområder i særlig grad er knyttet til netop denne form for opgaveløsning og dermed til det pågældende kognitive domæne (fx Corbetta et al., 2000; Hopfinger et al., 2000).
- B. Også konsekvenserne af skader inden for diverse dele af hjernen dokumenterer, at der er en lokalisation af funktioner. Hjerneskader inden for bestemte dele af hjernen fører til ret ensartede kognitive problemer hos diverse mennesker ramt af netop denne skadestype. Man kan ud fra viden om skadens placering som regel nogenlunde forudsige hvilke symptomer, patienten vil få. Og det er omvendt muligt ud fra symptombilledet nogenlunde præcist at bestemme, hvor i hjernen skaden har ramt. Får man fx en beskadigelse i det såkaldte Brocas område i hjernebarken (i den nederste del af pandelappen (frontallappen) i den venstre hjernehalvdel), vil dette føre til problemer med at udtrykke sig sprogligt (fx Naeser & Hayward, 1978). På trods af disse taleproblemer vil en patient med sådanne skader fortsat være i stand til stort set uændret at forstå hørt eller læst sprog. Omvendt kan personer med beskadigelse i andre hjernebarksområder (længere tilbage i hjernen) blive ude af stand til at forstå det læste og/eller hørte sprog (mens de pågældende fortsat er i stand til at producere tale – skønt denne vil være stort set uforståelig, eftersom det er de forkerte ord, som produceres (fx Naeser & Hayward, 1978)). Tab af bestemte dele af hjernen medfører altså tab af bestemte og tilsyneladende ret selektive, kognitive evner.

Der er altså omfattende dokumentation for, at diverse dele af hjernen er funktionelt specialiserede.

Funktionel genopretning

Dokumentationen for at funktionel genopretning efter hjerneskader er en realitet, kommer fra både dyreforsøg og undersøgelser på patienter. I dyreforsøg (såkaldte dyremodeller) kan man undersøge fænomenet under de mest velkontrollerede og videnskabeligt holdbare forhold. Hjerneskaderne er ensartede, og det kan sikres, at en given skade fjerner hele den struktur, man er interesseret i. Under disse forhold er det gang på gang fundet, at på trods af at en bestemt hjernestruktur er fjernet, er forsøgsdyrene i stand til at udvise en mere eller mindre komplet funktionel genopretning (fx Mogensen et al., 2002, 2003, 2004a, 2004b, 2005, 2007, 2008a, 2008b). Umiddelbart efter skaden er der tale om en forringelse af den kognitive formåen inden for et bestemt område, men gennem den videre træning nærmer de skadede individer sig mere og mere til det normale. I visse tilfælde (fx Mogensen et al., 2004a) opnås der gennem træningen en lige så perfekt opgaveløsning, som der ses hos uskadede individer. Også hos hjerneskadede patienter er der en klar dokumentation for, at de kognitive symptomer, en hjerneskade oprindeligt medfører, på længere sigt mindskes, og patienten i stadigt højere grad genvinder de evner, som blev tabt ved skaden (fx Ansaldo & Arguin, 2003; Ansaldo et al., 2002; Baumgaertner et al., 2005; Crosson et al., 2009; Meinzer et al., 2008; Perani et al., 2003; Specht et al., 2009; Szaflarski et al., 2011; Thomas et al., 1997; Thompson et al., 2010; Thulborn et al., 1999).

Funktionel lokalisation versus genopretning

Når hjerneskaden oprindeligt medfører specifikke kognitive tab, er det i overensstemmelse med princippet om funktionel lokalisation (og som nævnt faktisk en del af datamaterialet, der understøtter netop dette fænomen). Men til gengæld synes den kognitive, funktionelle genopretning at modsige netop princippet om en funktionel lokalisation. For det ved hjerneskaden mistede hjerneområde genvindes ikke. Et skadet hjerneområde vil med tiden blive erstattet af arvæv, som ikke er i stand til at understøtte nogen form for funktion. Men selv om det hjerneområde, der var nødvendigt for den pågældende funktion – tab af netop dette område medførte jo et tab eller i det mindste en forringelse af funktionen – er individet altså på længere sigt alligevel i stand til at genvinde de tabte, kognitive evner. Funktionel lokalisation og genopretning er altså to veldokumenterede fænomener, som tilsyneladende modsiger hinanden, hvilket understreger, at vor forståelse er for begrænset – og at der er behov for yderligere forskning.

Mekanismerne bag funktionel genopretning – REF-modellen

En sådan forskning, med større fokus på at afklare gennem hvilke neurale og kognitive mekanismer den funktionelle genopretning er mulig, har bragt os en ny og dybere indsigt (fx Mogensen & Malá, 2009; Mogensen et al., 2002, 2003, 2004a, 2005, 2007). En vigtig udvikling inden for forskningen i hjerneskaders konsekvenser (og den efterfølgende rehabilitering) er, at man inden for både forskningen i patienter (fx Schenk, 2006) og dyremodeller (fx Mogensen, 2011b; Mogensen & Malá, 2009; Mogensen et al., 2004a) er begyndt at lægge vægt på ikke alene hvorvidt, men også hvordan adfærden og de kognitive processer – samt deres hjernemæssige grundlag – er påvirket. For at opnå en forståelse af mekanismerne bag funktionel genopretning er det afgørende, at man på denne måde følger de kognitive og neurale forandringer, der finder sted gennem perioden efter en hjerneskade (fx Mogensen, 2012b). Det er gennem disse forskningsmæssige nyskabelser, at der nu er opnået en videnskabelig model, som kan afklare den tilsyneladende modsætning mellem funktionel lokalisation og funktionel genopretning – samt pege på nye terapeutiske og pædagogiske muligheder (fx Mogensen, 2012b).

Neural og kognitiv reorganisering efter hjerneskade

Nogle af de centrale fund i denne forskning er, at efter en succesfuld funktionel genopretning (genoptræning) efter en hjerneskade gælder de følgende principper:

- A. For en oprindeligt ramt, men derefter genoptrænnet opgavetype, gælder det, at opgaven nu løses gennem anvendelse af et ændret neuralt grundlag. De neurale strukturer, der efter genoptræningen danner grundlag for opgaveløsningen, er reorganiserede i forhold til den normale situation på en sådan måde, at ikke alene indgår den skadede struktur (naturligvis) ikke, men inden for de øvrige dele af hjernen har nogle strukturer fået en større betydning end tidligere, mens andre har fået en mindre betydning. Der er altså tale om, at det neurale grundlag er blevet reorganiseret.
- B. Den reorganisering, der er beskrevet under A, er specifik for den pågældende opgave. Andre opgaver, som også er blevet ramt ved den samme hjerneskade, har ligeledes fået et reorganiseret hjernemæssigt grundlag, men der er ikke tale om det samme "mønster". Dette betyder altså, at man ikke kan tale om, at en bestemt struktur "overtager fra" den ved skaden mistede del af hjernen. Hvis der fx er tale om, at hjernestrukturen hippocampus i den dybe del af

tindingelappen er blevet skadet, vil der ved nogle opgaver være tale om, at præfrontal cortex (hjernebark) i pandelapperne spiller en central rolle ved den funktionelle genopretning og delvis er med til at "overtage" opgaveløsninger, som tidligere blev varetaget af hippocampus. Men ved andre opgavetyper, som ligeledes normalt kræver medvirken af hippocampus, sker der ikke en "opprioritering" af præfrontal cortex. Til gengæld vil helt andre hjernestrukturer i disse tilfælde "overtage" fra den skadede hippocampus.

- C. Selv om der er sket en funktionel genopretning, der er så komplet, at den oprindeligt ramte opgave løses på et kvalitetsniveau, der helt svarer til, hvad man så inden hjerneskaden, så er de bagvedliggende løsningsmetoder anderledes efter genoptræningen. Der er altså tale om en potentielt lige så god opgaveløsning, som opnås gennem andre kognitive mekanismer – under anvendelse af alternative kognitive strategier.

REF-modellen

Disse nye erkendelser har resulteret i, hvad der betegnes REF-modellen (Mogensen, 2011a, 2011c, 2012a, 2012b; Mogensen & Malá, 2009). REF står for Reorganization of Elementary Functions og er i sit udgangspunkt en model for, hvordan hjernen og de kognitive processer reorganiseres efter en hjerneskade. Men som vi senere skal se, omhandler REF-modellen ikke alene processer relateret til hjerneskade, men beskriver også centrale funktionselementer i den normale hjerne.

Overflade-fænomener	Opgaveløsning/mentalt fænomen/bevidst erkendelse	
Algoritmiske Strategier (ASer)	Det kognitive "program" for et overflade-fænomen	Indgående EFers grundlag samt det forbindelses-netværk, der forbinder disse (Connectionistisk netværk)
ElementarFunktioner (EFer)	Basal informations-bearbejdning	Lokaliseret del af enkelt hjernestruktur (Modul-organisering)
	Kognitivt/ informations-bearbejdning	Neuralt/ hjernemæssigt grundlag

Figur 1. REF-modellens tre niveauer – for EF og AS niveauerne med angivelse af henholdsvis niveauets informationsbearbejdning og det hjernemæssige grundlag for det pågældende niveaus operationer. For yderligere beskrivelser: se teksten samt Mogensen (2012b).

Hvad angår den tilsyneladende modsætning mellem funktionel lokalisation og funktionel genopretning efter hjerneskade, er et centralt element i REF-modellen, at der skelnes mellem tre niveauer (se Figur 1). Og hvad der henholdsvis er strikt "lokaliseret" i bestemte hjerneområder, og hvad der "genoprettes" gennem rehabiliteringen efter en hjerneskade, er funktioner på henholdsvis det nederste og øverste af disse tre niveauer.

Elementarfunktioner (EFer)

Som det er vist på Figur 1, består det nederste af de tre niveauer af de såkaldte Elementarfunktioner. En Elementarfunktion forkortes EF, og det er disse EFer, som er strikt lokaliserede i de enkelte hjernestrukturer. Det hjernemæssige grundlag for en EF er ganske lille set i forhold til, hvad vi normalt taler om som hjernestrukturer. Fx rummer et traditionelt defineret hjernebarksområde (fx Brocas område) det neurale grundlag for et stort antal EFer. Og en hjernestruktur som hippocampus har ligeledes det hjernemæssige grundlag for et betydeligt antal EFer. Den form for funktion, en EF udgør, er ikke det, vi normalt vil definere som funktioner i psykologisk terminologi. Derimod er der tale om, at den enkelte EF varetager en meget specifik form for informationsbearbejdning. Denne informationsbearbejdning kan lettest beskrives i matematiske termer og kan ses som en delberegning i større sammenhænge: En EF modtager et input, foretager en bestemt bearbejdning af den pågældende information og videresender så et output, som er resultatet af den pågældende bearbejdning. En EF er ikke specifikt knyttet til et bestemt højere niveau funktionsområde som fx episodisk hukommelse, allocentrisk rumlig orientering, ansigtsgenkendelse. Derimod kan den pågældende form for informationsbearbejdning indgå i et utal af forskellige sammenhænge. Det, der reelt er lokaliseret i hjernen, er altså disse EFer, og når man ved en skade mister en bestemt del af hjernen, mistes samtlige de EFer, som har deres hjernemæssige grundlag i den skadede del af hjernevævet. Disse mistede EFer er unikke og bliver ikke genskabt. På denne måde sker der altså ikke en funktionel genopretning af EFer.

Overfladefænomener

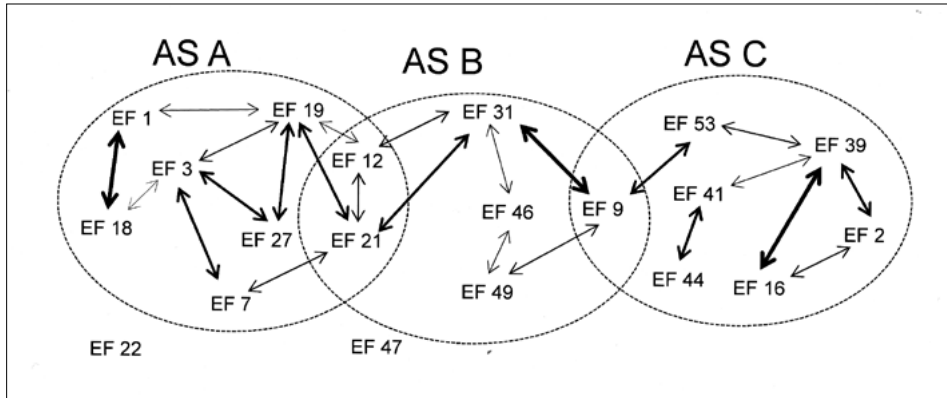
Men hvordan er det så muligt, at der kan ske en rehabilitering og en funktionel genopretning? Svaret på dette skal ses i forhold til det øverste af de tre niveauer, som er vist på Figur 1. Dette øverste niveau er de såkaldte overfladefænomener. Overfladefænomenerne er, hvad man normalt beskæftiger sig med på det mentale og adfærdsmæssige plan. Et overfladefænomen kan være en observerbar adfærd (hvordan et dyr eller menneske løser en bestemt opgave), et bevidst fænomen

(den subjektive oplevelse af at genkende en person eller at se en blomst som værende rød) eller en konkret besvarelse af en psykologisk test. Når man i forbindelse med en hjerneskade konstaterer, at patienten er blevet ramt på et bestemt område, sker dette gennem observation af netop overfladefænomenerne. Patienten kan fx ikke længere udtrykke sig sprogligt eller scorer dårligt på en kognitiv test. Og det er også på overfladefænomenernes niveau, at man konstaterer, at der er sket en funktionel genopretning. Når patienten efter en genoptræning atter er blevet i stand til fx at tale, finde vej eller genkende sine pårørende, er det gennem observation eller testning af overfladefænomenerne, at man konstaterer, at der er sket en generhvervelse af det oprindeligt tabte.

Men hvordan er henholdsvis EFer og overfladefænomener relateret til hinanden?

Algoritmiske Strategier (ASer)

Svaret på det spørgsmål skal findes på det midterste niveau (se Figur 1). Dette niveau udgøres af de Algoritmiske Strategier. En Algoritmisk Strategi – forkortet AS – er en form for ”program”, som er basis for et bestemt overfladefænomen. Skal man fx genkende et bestemt lydbillede som repræsenterende et ord, vil den bagvedliggende informationsbearbejdning – rækkende fra detektion af lydene til den bevidste opfattelse af ordet – udgøres af en AS. Hvis et overfladefænomen skal optræde (fx at en opgave løses korrekt), forudsætter dette, at der eksisterer en AS, der kan danne grundlaget for den pågældende adfærd eller oplevelse. En AS er en unik kombination af et meget stort antal EFer. De indgående EFer er en form for byggeklodser, der – når de sættes sammen på en unik måde – udgør den pågældende AS. ASens forbindelsesmønster sikrer, at informationen flyder korrekt mellem de enkelte EFer. Mens den enkelte EF bidrager med sin unikke form for informationsbearbejdning, er det ASens forbindelsesmønster mellem de enkelte EFer, der sikrer, at hele denne informationsbearbejdning i samspil afstedkommer det ”program”, som er nødvendigt for overfladefænomenet. Figur 2 giver en stærkt forenklet illustration af tre ASer. Det hjernemæssige grundlag for en AS udgøres af grundlaget for de indgående EFer samt det mønster af forbindelser, der sikrer informationsflowet mellem de indgående EFer. En AS har et hjernemæssigt grundlag, der ofte vil række over betydelige dele af hjernen, eftersom de indgående EFer hyppigst vil være fordelt på en række af hjernens enkeltområder.



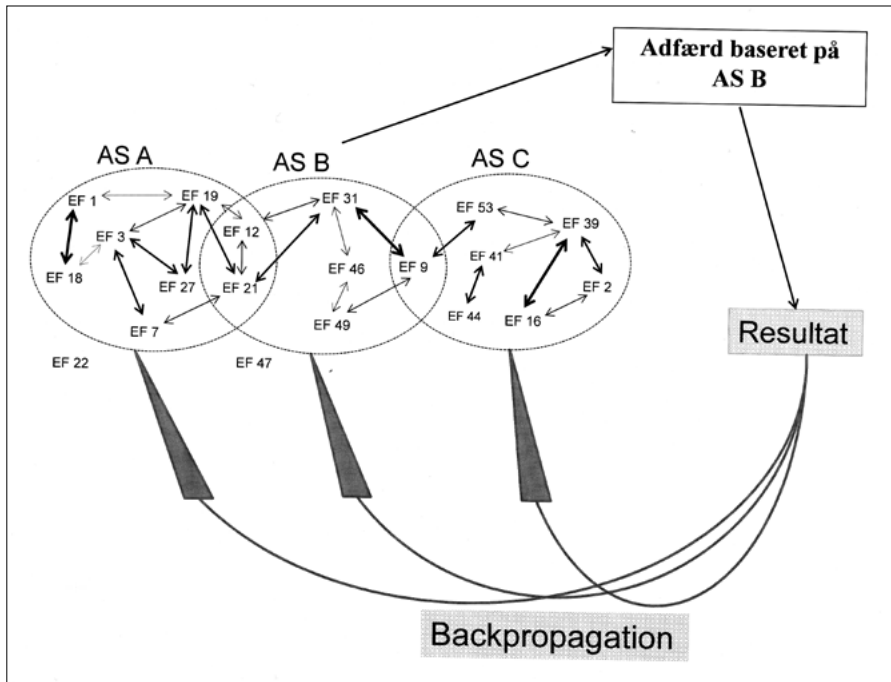
Figur 2. Stærkt simplificeret illustration af tre ASer og de indgående EFer. Simplificeringerne består i, at en virkelig AS vil rumme langt flere EFer, samt i at illustrationen kun giver en grov skitse af det langt mere komplicerede informationsflow mellem de enkelte EFer. For yderligere beskrivelser: se teksten samt Mogensen (2012b).

Når en hjerneskade, som ovenfor beskrevet, berøver individet en række EFer, vil vedkommende samtidig miste samtlige ASer, som rummer de tabte EFer. Symptomer i form af kognitive tab – fx manglende evne til at tale – afspejler altså, at de ASer, der ligger bag det pågældende overfladefænomen, er gået tabt. Og dette tab er resultatet af, at et større eller mindre antal af de indgående EFer er gået tabt.

Men hvordan er en funktionel genopretning – en rehabilitering – så mulig?

REF ved rehabilitering og funktionel genopretning

Mekanismen bag den funktionelle genopretning er, at der dannes nye ASer ved at kombinere de bevarede EFer. Med andre ord sammensættes der nye programmer, som kan opnå et resultat, der er tættest muligt på det ved skaden mistede overfladefænomen. Under nogle omstændigheder vil dette nye overfladefænomen kun udgøre en delvis tilbagevenden til det tabte kvalitetsniveau. En patient kan fx lære at udtrykke sig sprogligt i tilstrækkeligt omfang til at gøre sig forståelig, men ikke genvinde det flydende sprog, der var til stede før skaden. Men i andre tilfælde er det muligt at opbygge en AS og derigennem få et overfladefænomen, der er på et kvalitetsniveau, der svarer til, hvad der var til stede før skadens indtræden. Patienten vil altså efter genoptræningen blive bedømt til at tale lige så flydende som før skaden. Og muligvis kan de almindeligt anvendte sproglige tests endda ikke afsløre en forringelse. Men ikke desto mindre er der tale om et ændret bagvedliggende program (altså en ny AS).



Figur 3. Illustration af den feedback- og backpropagation-baserede modifikation af forbindelsesmønstrene mellem EFER – processen, der leder til nyskabelse af ASer. For yderligere beskrivelser: se teksten samt Mogensen (2012b).

Sammensætningen af de nye ASer sker på basis af den træning og de erfaringer, patienten gennemgår i løbet af genoptræningen. Som vist på Figur 3 aktiveres en af de eksisterende ASer i et forsøg på at opnå den bedst mulige adfærd. Resultater af denne adfærd virker tilbage på det hjernemæssige grundlag og modificerer forbindelsesmønstret mellem diverse EFER i form af en proces, som kaldes backpropagation. Backpropagation (fx Parker, 1986; Rumelhart & McClelland, 1986; Werbos, 1994) er en form for netværksmodifikation, hvor resultatet af aktiveringen af et givet netværk (altså en AS) sammenholdes med netværkets struktur og giver anledning til ændringer i netværkets forbindelser. Gennem denne proces vil der i løbet af et træningsforløb opnås en ændring i netværkssammensætningerne, der forbinder de enkelte EFER. Herved opnås nye og forbedrede ASer. Optimalt bliver slutresultatet opbygningen af en AS, der kan danne grundlag for et kvalitetsmæssigt lige så effektivt overfladefænomen, som hvad der sås, før skaden opstod.

REF-modellen er altså i stand til at redegøre for både funktionel lokalisering og den funktionelle genopretning efter hjerneskade. Den giver en beskrivelse af mekanismerne bag rehabiliteringen og den funktionelle genopretning. Men hvorfor er sådanne mekanismer overhovedet opstået i arternes udvikling, evolutionen? Baggrunden for at noget opstår og bevares gennem evolutionshistorien

er jo, at det har betydning for den pågældende arts overlevelse. Og hvor vigtigt de fleste af os end mener, det er at kunne genoptræne hjerneskadede personer og give dem og deres nærmeste et værdigt liv, så har det næppe den store betydning for menneskeartens overlevelse, at der efter hjerneskader kan ske en funktionel genopretning. Med andre ord må vi forvente, at de mekanismer, der ligger bag den funktionelle genopretning, ikke specifikt er udviklet for at muliggøre en overvindelse af hjerneskaders følger.

REF hos intakte – normale – individer

Ifølge REF-modellen er de neurale og kognitive reorganiseringer, der forekommer ved kognitiv genopretning efter en hjerneskade blot et mere ekstremt eksempel på de processer, der i enhver hjerne forekommer, når individet står over for nye opgaver (Mogensen, 2012b).

Når et menneske eller dyr står i en opgavesituation, hvor vedkommende ikke allerede har en løsningsmetode, indledes en dynamisk proces svarende til, hvad der ovenfor er beskrevet i forbindelse med hjerneskaderehabiliteringen. Individet afprøver en eller flere af de eksisterende "kognitive strategier". Man forsøger altså efter bedste evne at løse opgaven på basis af de eksisterende kognitive metoder. Kognitivt/neuralt betyder dette, at der aktiveres eksisterende ASer og disses hjernemæssige grundlag. Hver gang en eksisterende AS viser sig ikke at slå til som løsningsmetode, aktiveres en ny AS og dermed altså et nyt adfærdsmæssigt/mentalt forsøg på opgaveløsning. Hvis en af de eksisterende ASer viser sig i stand til at løse opgaven, vil denne i fremtiden blive associeret med netop denne problemsituation, og der vil neuralt blive lagret en repræsentation af denne sammenhæng. Men hvis ingen eksisterende AS er i stand til at afstedkomme en opgaveløsning, vil backpropagation-mekanismerne – altså en proces, hvor feedback omkring et løsningsforsøgs konsekvenser modificerer netværksforbindelserne, som sammenkæder bestemte sæt af EFer – medføre dannelse af nye ASer. Disse bliver så afprøvet. Der vil altså ske en "reorganisering" af netværkene af EFer (den egentlige REF-proces).

De i REF-modellen beskrevne neurale og kognitive mekanismer er altså udviklet for at muliggøre en adfærdsmæssig og kognitiv fleksibilitet – for at gøre os i stand til at udnytte erfaringer og løse opgaver. Hjerneskaderehabilitering er blot et ekstremt eksempel på det at stå over for "en ny problemsituation". Når et intakt individ står over for nye situationer, indebærer det som regel, at man faktisk møder en ny udfordring i forbindelse med et almindeligt livsforløb. Men for den hjerneskadede kan den "nye" situation være noget, som vedkommende før skaden ville have haft som en gammelkendt og veletableret problemsituation. Efter

en skade kan fx det at skulle udtrykke selv simple sproglige udsagn være en "ny" situation, eftersom skaden har berøvet individet de normale sproglige udtryksmidler. En hjerneskade kan fx også medføre, at det at genkende sine nærmeste (eller for den sags skyld kende forskel på et menneske og et møbel) kan blive en "ny" problemsituation, eftersom vigtige genkendelsesmekanismer er gået tabt.

REF og pædagogik

REF-processerne er altså grundlæggende neurale og kognitive mekanismer hos alle – normale som skadede. Hvad der forskningsmæssigt er blevet afdækket gennem studiet af hjerneskader, kan dermed også vise, hvad der foregår i forbindelse med nytilegnelse af information og kunnen hos det intakte individ. Med andre ord beskriver REF-modellen også mekanismer hos skoleelever, studerende og voksne i træning til nye jobs, nye hobbies osv. Hvad pædagoger arbejder med, er at fremme og understøtte den optimale anvendelse af REF – at opnå den bedst mulige organisering af ASer. Og dermed sikre optimal problemløsning, erkendelse osv.

Og man kan så spørge, om vi ikke endnu en gang er nået til en situation, hvor hjerneforskningen godt nok har fundet mekanismer, som spiller en rolle i forbindelse med pædagogiske processer (ligesom fx påvisningen af de cellulære processer bag indlæring), men at denne viden næppe er af direkte betydning for pædagogikken. Helt så pessimistisk er der imidlertid næppe grund til at forholde sig i dette tilfælde. For i forbindelse med REF og studierne omkring disse processer vokser der en viden frem, som potentielt har pædagogiske implikationer. Som afslutning på denne artikel skal vi se på to af disse.

Generalisering fra undervisning til det videre liv

REF-modellen understreger, at hvad der tilsyneladende er identiske overfladefænomener, kan være resultatet af forskellige ASer. Dette betyder, at det tilsyneladende samme overfladefænomen bag sig kan have vidt forskellige kognitive og neurale mekanismer. Individer ramt af en hjerneskade kan opnå en fuld funktionel genopretning, hvor de kommer til at fungere lige så effektivt (og tilsyneladende på samme måde), som de gjorde før skaden. Imidlertid er denne funktionelle genopretning opnået ved opbygningen af en alternativ kognitiv strategi (altså AS) med tilhørende alternativt hjernemæssigt grundlag (fx Mogensen, 2012b; Mogensen et al., 2004a).

I en pædagogiske proces – om den er en behandlingsproces med en hjerneskadet patient, undervisning på diverse skoleniveauer, universitetsuddannelse, folkeoplysning eller noget helt andet – vil man som sit umiddelbare mål have et

bestemt overfladefænomen. Man vil vurdere, om eleven, patienten, den studerende (eller hvem det nu drejer sig om) er blevet i stand til at løse de opgaver, uddannelsen sigter på, at man skal kunne mestre, om vedkommende har opnået den pågældende viden osv. Og man vil typisk vurdere det ud fra løsningen af eksamensopgaver eller besvarelse af spørgsmål i klasselokalet.

Men når der er opnået et tilfredsstillende resultat i form af et succesfuldt overfladefænomen, kan dette altså være opnået gennem en række forskellige bagvedliggende ASer og neurale mekanismer. Og dette er ikke uden pædagogisk betydning.

Under nogle omstændigheder – fx i en bestemt testsituation eller i skolens omgivelser – kan to udgaver af et overfladefænomen (to udgaver, der har forskellige ASer som bagvedliggende mekanisme) fremstå fuldstændigt identiske. Forskellen mellem de to overfladefænomener vil først vise sig, når de "udfordres" gennem diverse former for ændrede betingelser. I tilfælde af sammenligning mellem en given opgaveløsning hos henholdsvis intakte individer og individer der er funktionelt genoprettet efter en hjerneskade, sker dette fx gennem ændrede testbetingelser og forandringer i de ydre betingelser, opgaven skal løses under (fx Mogensen, 2011b; Mogensen & Malá, 2009). Og i forbindelse med mange uddannelsessituationer kan der være tale om "udfordringer" i form af at skulle løse, hvad der synes at være den samme opgave i et nyt miljø.

Opbygningen af de ASer, der ligger bag bestemte overfladefænomener, er som ovenfor beskrevet sket via netværksmodifikationer, der forårsages af feedback i indlæringssituationen. Man afprøver mulige kognitive mekanismer, og resultatet af disse afprøvninger giver feedback og modificerer netværksforbindelserne gennem "backpropagation". Med andre ord sker denne form for indlæring – hvad enten det er i tilfælde af en genoptræning efter en hjerneskade eller indlæringen hos intakte individer – som en direkte følge af den kognitive aktivitet i en bestemt situation. De opnåede kognitive mekanismer (altså ASer) er opbygget i et samspil med omgivelserne i den indlæringssituation, individet har befundet sig i.

I forbindelse med hjerneskaderehabilitering understreger dette, at genoptræningen bør ske i situationer, der mest muligt ligner det miljø og de forhold, patienten skal vende tilbage til efter behandlingen (fx Mogensen, 2012b). Og alment at undervisningssituationer i størst muligt omfang bør ligne den virkelighed, eleverne senere vil befinde sig i, når det lærte skal anvendes. På universiteterne er vi uden tvivl gode til at optræne vore studerende til at være velfungerende universitetsstuderende, som kan bestå eksamener. Men indebærer det at være en velfungerende medicinstuderende automatisk, at man også bliver en god læge? Og kan en velfungerende ingeniørstuderende gå ud og blive en optimalt fungerende ingeniør?

Der er tale om en sådan set kendt problematik: At resultaterne af en træning og uddannelse under et sæt af betingelser ikke nødvendigvis generaliserer til anderledes forhold. Hvad denne forskning samt REF-modellen peger på, er, at man i størst muligt omfang bør gennemføre de pædagogiske indsatser under betingelser, der optimerer en generalisering til "den virkelige verden" – altså til de situationer, hvor eleven, den studerende, patienten (eller hvem det nu er) skal benytte de trænedede færdigheder.

Der findes intet simpelt svar på, hvordan denne pædagogiske opgave bedst løses. Men ligesom det er tilfældet ved nogle af nyudviklingerne inden for hjerneskadebehandlingen kan der muligvis opnås fremskridt gennem at opbløde grænserne mellem uddannelsessituation og diverse dele af det omgivende samfund. Uddannelse og træning, der benytter sig af "virtual reality" og anden form for avanceret teknologi, kan være et skridt i retning af at bringe den ydre virkelighed ind i uddannelsesinstitutionen (fx Wilms & Mogensen, 2011). Men samtidig kan den avancerede teknologi også benyttes til i højere grad at lade uddannelsesinstitutionernes indsats følge eleven ud i virkeligheden. Næsten alle bærer i dag rundt på mere eller mindre avancerede computere i form af smartphones, tablets o.l. Og ligesom der arbejdes med at inddrage sådanne hjælpemidler i hjerneskadebehandling (fx Mogensen, 2012b), kan der formentlig hentes yderligere fremskridt på andre uddannelsesområder ved at benytte sig af disse hjælpemidler.

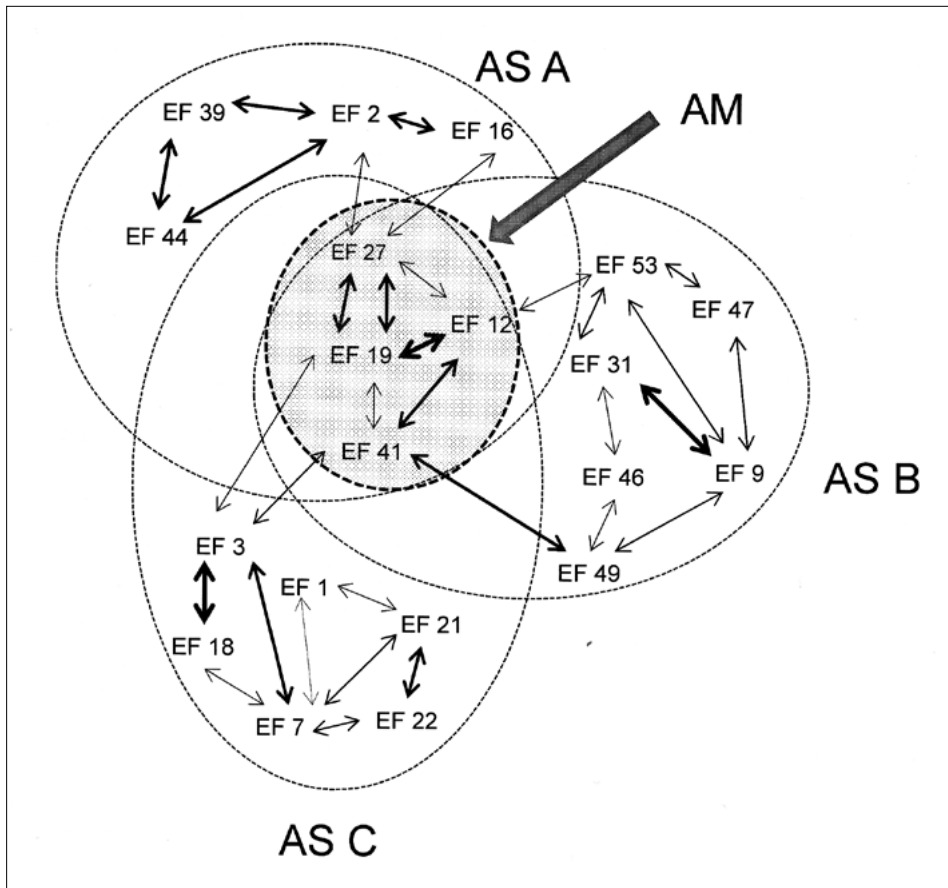
Det kan med rette hævdes, at selv om den manglende generalisering af en institutionsbaseret træning understreges af REF-modellen, så er der endnu en gang tale om, at hjerneforskningen uddyber de bagvedliggende neurale og kognitive mekanismer, men ikke bidrager med en ny viden til pædagogikken. Den pædagogiske forskning er allerede bekendt med, at generalisering af uddannelsesresultater til det omgivende samfund udgør en udfordring. Imidlertid er der et andet område, hvor REF-modellen har implikationer, som i langt mindre grad har været i pædagogikkens søgelys – nemlig muligheden for, at der eksisterer fællesområder mellem, hvad vi traditionelt betragter som separate kognitive og uddannelsesmæssige domæner.

Overlap mellem kognitive domæner

Traditionelt har man opfattet (og opfatter) de forskellige kognitive domæner som mere eller mindre adskilte enheder. I visse modeller opererer man endda med, at et givet kognitivt domæne udgør et isoleret "modul" (fx Fodor, 2000; Pinker, 1999). Sådanne moduler ses som separate såvel kognitive som neurale systemer. Et typisk eksempel er det "lingvistiske modul" i Chomskys teorier (fx Hauser et al., 2002). Korresponderende med dette opfattes diverse sproglaterede hjerne-

områder – fx det ovenfor omtalte Brocas område – som specifikke ”sprogmoduler” (fx Geschwind, 1976).

Det, som REF-modellen betragter som specifikke moduler og specifikt lokaliseret til lokale hjernestrukturer, er imidlertid de enkelte EFer. Og disse EFer er som nævnt ikke specifikke for bestemte kognitive domæner, men indgår derimod i ASer relateret til vidt forskellige kognitive domæner. Det, der er specifikt for et bestemt kognitivt domæne, er de ASer, som relaterer sig til domænets informationsbearbejdnings. Og der er på tværs af kognitive domæner et betydeligt overlap mellem ASer.



Figur 4. Simplificeret illustration af en AM – i form af fællesområdet mellem de tre viste ASer. For yderligere beskrivelser: se teksten samt Mogensen (2012b).

Den enkelte AS er ganske vist specifik for et bestemt overfladefænomen (og dermed for det kognitive domæne, fænomenet befinder sig inden for), men det netværk af EFer, som den pågældende AS består af, kan i betydeligt omfang dele netværksstrukturer (og dermed EFer) med ASer relateret til helt andre kognitive

domæner. I REF-modellen understreges det, at der udvikles specifikke "fællesområder" mellem de enkelte AS-netværk (Mogensen, 2012b). Disse fællesområder betegnes Algoritmiske Moduler (AMer) (se Figur 4). Mens AMer ikke i sig selv danner grundlag for overfladefænomener, er de en form for "overmoduler" (altså på et højere plan end EFer), som indgår i en række ASer med tilhørende forskellige overfladefænomener. Implikationerne af dette er, at der må forventes betydelige samspil og såvel neurale som kognitive overlap mellem mekanismerne bag, hvad der traditionelt betragtes som separate kognitive domæner.

Der er allerede fundet eksempler på netop sådanne i traditionel sammenhæng uventede neurale og kognitive overlap. Et eksempel er, at Brocas hjernebarksområde i pandelapperne hos professionelle musikere viser sig at spille en betydelig rolle i forbindelse med udførelse af kognitive opgaver inden for "mental rotation" (Sluming et al., 2007). Der er altså tale om, at et hjernebarksområde, der traditionelt betragtes som specifikt relateret til sprog, hos mennesker med en speciel træning (og dermed opbygning af specielle ASer) også finder anvendelse i forbindelse med mentale opgaver inden for helt andre former for informationsbearbejdning. Et andet, men relateret eksempel er den lingvistiske teori fremsat af Boye og Harder (fx Boye & Harder, 2012). På basis af kognitive og lingvistiske undersøgelser argumenteres der her for, at aspekter ved grammatik (altså processer, der traditionelt ville blive betragtet som dele af et "sprogmodul" (fx Hauser et al., 2002)) er baseret på informationsbearbejdninger, som er identiske med de, der ligger bag perceptuel skelnen mellem "forgrund" og "baggrund". Igangværende forskning ser nærmere på de såvel kognitive som neurale mekanismer bag netop disse overlap. Der foreligger imidlertid allerede såvel lingvistiske (fx Rosenberg et al., 1985) som scanningsbaserede (fx Kristensen et al., 2012) fund, der understøtter, at delvist overlappende netværk bearbejder information inden for henholdsvis lingvistiske og non-lingvistiske processer.

I pædagogisk sammenhæng indebærer de overlappende ASer og eksistensen af AMer, at træning inden for et kognitivt domæne kan have vidtgående følger for tilegnelsen af evner inden for, hvad der traditionelt betragtes som andre kognitive domæner. Fx vil træning inden for bestemte dimensioner af perception – skelnen mellem forgrund og baggrund – muligvis kunne have indflydelse på tilegnelsen af i det mindste visse grammatiske processer.

Implikationerne af dette kan findes både inden for den almindelige uddannelsessektor og i forbindelse med optræning af hjerneskadede patienter. I forbindelse med patientoptræning kender vi allerede eksempler på, at mens en specifik træning af det, der er gået tabt, kun i ringe eller intet omfang har succes, kan træningsprocedurer inden for, hvad der overfladisk betragtes er helt andre områder, føre til en mere succesfuld genoptræning. Dette er fx tilfældet ved

optræning af patienter ramt af den form for opmærksomhedstab, der betegnes hemispatiel neglect (fx Schenkerberg et al., 1980). Her er der kun ringe eller ingen succes i forbindelse med mere specifik opmærksomhedstræning, hvorimod en træning, der anvender såkaldte prismebriller til at ændre det visuelle input, i højere grad fører til succes (se fx Frassinetti et al., 2002; Rossetti et al., 1998; Wilms & Mogensen, 2011).

Et nyt samspil mellem pædagogik og hjerneforskning

Fremtiden vil vise, i hvor høj grad REF-modellens nye syn på den erfaringsafhængige reorganisering af såvel hjernens forbindelsesmønstre som de kognitive processer kan få specifikke følger for pædagogisk praksis også uden for hjerne-skadeområdet. Men i modsætning til mange af de tilfælde, hvor hjerneforskningen udelukkende kan tilføje en viden om neurale processer relateret til mentale aktiviteter, pædagogikken og/eller psykologien allerede har kortlagt, er der i forbindelse med den her beskrevne forskning og model tale om mere nyskabende tilgange, som potentielt kan skabe inspiration og parallel forskning inden for pædagogikkens områder. Optimalt vil en mere tværgående pædagogik, der er mindre bundet til de traditionelle kognitive grænsedragninger både kunne fremme de undervisningsmæssige muligheder og give et forskningsmæssigt input, der kan være komplementært til den neurale forskning, som kort er skitseret ovenfor.

Også grænsedragningen mellem "domænerne" pædagogik og hjerneforskning kan forhåbentligt krydses med frugtbart resultat. Og måske kan hjerneforskningen i fremtiden i højere grad bidrage til nyskabelse inden for pædagogikkens områder.

Referencer

- Abrams**, T.W. & **Kandel**, E.R. (1988). Is contiguity detection in classical conditioning a system or a cellular property? Learning in *Aplysia* suggests a possible molecular site. I: *Trends in Neurosciences* vol. 11, s. 128-135.
- Amunts**, K., **Schlaug**, G., **Jancke**, L., **Steinmetz**, H., **Schleicher**, A., **Dabringhaus**, A. & **Zilles**, K. (1997). Motor cortex and hand motor skills: structural compliance in the human brain. I: *Human Brain Mapping* vol. 5, s. 206-215.
- Ansaldò**, A.I. & **Arguin**, M. (2003). The recovery from aphasia depends on both the left and right hemispheres: three longitudinal case studies on the dynamics of language function after aphasia. I: *Brain and Language* vol. 87, s. 177-178.

- Ansaldò, A.I., Arguin, M. & Lecours, A.R.** (2002). The contribution of the right cerebral hemisphere to the recovery from aphasia: a single longitudinal case study. I: *Brain and Language* vol. 82, s. 206-222.
- Antonini, A., Fagiolini, M. & Stryker, M.P.** (1999). Anatomical correlates of functional plasticity in mouse visual cortex. I: *Journal of Neuroscience* vol. 19, s. 4388-4406.
- Baumgaertner, A., Schraknepper, V. & Saur, D.** (2005). Differential recovery of aphasia and apraxia of speech in an adolescent after infarction of the left frontal lobe: longitudinal behavioral and fMRI data. I: *Brain and Language* vol. 95, s. 211-212.
- Berardi, N., Pizzorusso, T. & Maffei, L.** (2004). Extracellular matrix and visual cortical plasticity: Freeing the synapse. I: *Neuron* vol. 44, s. 905-908.
- Boye, K. & Harder, P.** (2012). A usage-based theory of grammatical status and grammaticalization. I: *Language* vol. 88, s. 1-44.
- Cook, D.G. & Carew, T.J.** (1989). Operant conditioning of head-waving in *Aplysia*. III. Cellular analysis of possible reinforcement pathways. I: *Journal of Neuroscience* vol. 9, s. 3115-3122.
- Corbetta, M., Kincade, J.M., Ollinger, J.M., McAvoy, M.P. & Shulman, G.L.** (2000). Voluntary orienting is dissociated from target detection in human posterior parietal cortex. I: *Nature Neuroscience* vol. 3, s. 292-297.
- Crosson, B., Moore, A.B., McGregor, K.M., Chang, Y-L., Benjamin, M., Gopinath, K., Sherod, M.E., Wierenga, C.E., Peck, K.K., Briggs, R.W., Rothi, L.J.G. & White, K.D.** (2009). Regional changes in word-production laterality after a naming treatment designed to produce a rightward shift in frontal activity. I: *Brain and Language* vol. 111, s. 73-85.
- Draganski, B., Gaser, C., Busch, V., Schuierer, G., Bogdahn, U. & May, A.** (2004). Changes in grey matter induced by training. I: *Nature* vol. 427, s. 311-312.
- Draganski, B., Gaser, C., Kempermann, G., Kuhn, H.G., Winkler, J., Büchel, C. & May, A.** (2006). Temporal and spatial dynamics of brain structure changes during extensive learning. I: *Journal of Neuroscience* vol. 26, s. 6314-6317.
- Driemeyer, J., Boyke, J., Gaser, C., Büchel, C. & May, A.** (2008). Changes in gray matter induced by learning – revisited. I: *PLoS ONE* vol. 3(7), s.e2669.
- Fodor, J.** (2000). *The mind doesn't work that way: The scope and limits of computational psychology*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Frassinetti, F., Angeli, V., Meneghello, F., Avanzi, S. & Ladavas, E.** (2002). Long-lasting amelioration of visuospatial neglect by prism adaptation. I: *Brain* vol. 125, s. 608-623.

- Geschwind, N.** (1976). Language and cerebral dominance. I: Chase, T.N. (Ed.) *Nervous system: Vol. 2. The clinical neurosciences*. New York: Raven Press, s. 433-439.
- Hauser, M.D., Chomsky, N. & Fitch, W.C.** (2002). The language faculty: What is it, who has it, and how did it evolve? I: *Science* vol. 298, s. 1569-1579.
- Hopfinger, J.B., Buonocore, M.H. & Mangun, G.R.** (2000). The neural mechanisms of top-down attentional control. I: *Nature Neuroscience* vol. 3, s. 284-291.
- Hubel, D.H. & Wiesel, T.N.** (1965). Binocular interaction in striate cortex kittens reared with artificial squint. I: *Journal of Neurophysiology* vol. 28, s. 1041-1059.
- Kandel, E.R., Abrams, T., Bernier, L., Carew, T.J., Hawkins, R.D. & Schwartz, J.H.** (1983). Classical conditioning and sensitization share aspects of the same molecular cascade in *Aplysia*. I: *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology* vol. 48, s. 821-830.
- Knudsen, E.I.** (1998). Capacity for plasticity in the adult owl auditory system expanded by juvenile experience. I: *Science* vol. 279, s. 1531-1533.
- Knudsen, E.I.** (2002). Instructed learning in the auditory localization pathway of the barn owl. I: *Nature* vol, 417, s 322-328.
- Kristensen, L.B., Wang, L., Petersson, K.M., & Hagoort, P.** (2012). The interface between language and attention: Prosodic focus marking recruits a general attention network in spoken language comprehension. I: *Cerebral Cortex* doi: 10.1093/cercor/bhs164.
- Maguire, E.A., Frackowiak, R.S.J. & Frith, C.D.** (1997). Recalling routes around London: activation of the right hippocampus in taxi drivers. I: *Journal of Neuroscience* vol. 17, s. 7103-7110.
- Maguire, E.A., Gadian, D.G., Johnsrude, I.S., Good, C.D., Ashburner, J., Frackowiak, R.S.J. & Frith, C.D.** (2000). Navigation-related structural change in the hippocampi of taxi drivers. I: *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* vol. 97, s. 4398-4403.
- McGee, A.W., Yang, Y., Fischer, Q.S., Daw, N.W. & Strittmatter, S.M.** (2005). Experience-driven plasticity of visual cortex limited by myelin and Nogo receptor. I: *Science* vol. 309, s. 2222-2226.
- Meinzer, M., Fleisch, T., Breitenstein, C., Wienbruch, C., Elbert, T. & Rockstroh, B.** (2008). Functional re-recruitment of dysfunctional brain areas predicts language recovery in chronic aphasia. I: *NeuroImage* vol. 39, s. 2038-2046.
- Mogensen, J.** (2011a). Almost unlimited potentials of a limited neural plasticity: Levels of plasticity in development and reorganization of the injured brain. I: *Journal of Consciousness Studies* vol. 18, s. 13-45.

- Mogensen, J.** (2011b). Animal models in neuroscience. I: Hau, J. & Schapiro, S.J. (Eds.) *Handbook of laboratory animal science. Third Edition, Volume II. Animal models*. Boca Raton, FL: CRC Press LLC, s. 47-73.
- Mogensen, J.** (2011c). Reorganization in the injured brain: implications for studies of the neural substrate of cognition. I: *Frontiers in Psychology* vol. 2:7, s. 1-10.
- Mogensen, J.** (2012a). Cognitive recovery and rehabilitation after brain injury: mechanisms, challenges and support. I: Agrawal, A. (Ed.), *Brain injury – functional aspects, rehabilitation and prevention*. Rijeka, Croatia: InTech, s. 121-150.
- Mogensen, J.** (2012b). Reorganization of Elementary Functions (REF) after brain injury: Implications for the therapeutic interventions and prognosis of brain injured patients suffering cognitive impairments. I: Schäfer, A.J. & Müller, J. (Eds.), *Brain damage: causes, management and prognosis*. Hauppauge, NY: Nova Science Publishers, Inc., s. 1-40.
- Mogensen, J. & Jørgensen, O.S.** (1987). Protein changes in the rat's prefrontal and "infero-temporal" cortex after exposure to visual problems. I: *Pharmacology, Biochemistry & Behavior* vol. 26, s. 89-94.
- Mogensen, J. & Malá, H.** (2009). Post-traumatic functional recovery and reorganization in animal models. A theoretical and methodological challenge. I: *Scandinavian Journal of Psychology* vol. 50, s. 561-573.
- Mogensen, J., Jørgensen, O.S. & Divac, I.** (1982). Synaptic proteins in frontal and control brain regions of rats after exposure to spatial problems. I: *Behavioural Brain Research* vol. 5, s. 375-386.
- Mogensen, J., Pedersen, S.L. & Jørgensen, O.S.** (1994). Electroconvulsive stimulations, learning, and protein changes in the rat brain. I: *Pharmacology, Biochemistry & Behavior* vol. 47, s. 647-657.
- Mogensen, J., Christensen, L.H., Johansson, A., Wörtwein, G., Bang, L.E. & Holm, S.** (2002). Place learning in scopolamine treated rats: the roles of distal cues and catecholaminergic mediation. I: *Neurobiology of Learning and Memory* vol. 78, s. 139-166.
- Mogensen, J., Wörtwein, G., Plenge, P. & Møllerup, E.T.** (2003). Serotonin, locomotion, exploration, and place recall in the rat. I: *Pharmacology, Biochemistry & Behavior* vol. 75, s. 381-395.
- Mogensen, J., Lauritsen, K.T., Elvertorp, S., Hasman, A., Moustgaard, A. & Wörtwein, G.** (2004a). Place learning and object recognition by rats subjected to transection of the fimbria-fornix and/or ablation of the prefrontal cortex. I: *Brain Research Bulletin* vol. 63, s. 217-236.

- Mogensen, J., Miskowiak, K., Sørensen, T.A., Lind, C.T., Olsen, N.V., Springborg, J.B. & Malá, H. (2004b).** Erythropoietin improves place learning in fimbria-fornix transected rats and modifies the search pattern of normal rats. I: *Pharmacology, Biochemistry & Behavior* vol. 77, s. 381-390.
- Mogensen, J., Moustgaard, A., Khan, U., Wörtwein, G. & Nielsen, K.S. (2005).** Egocentric spatial orientation in a water maze by rats subjected to transection of the fimbria-fornix and/or ablation of the prefrontal cortex. I: *Brain Research Bulletin* vol. 65, s. 41-58.
- Mogensen, J., Hjortkjær, J., Ibervang, K.L., Stedal, K. & Malá, H. (2007).** Prefrontal cortex and hippocampus in posttraumatic functional recovery: Spatial delayed alternation by rats subjected to transection of the fimbria-fornix and/or ablation of the prefrontal cortex. I: *Brain Research Bulletin* vol. 73, s. 86-95.
- Mogensen, J., Boyd, M.H., Nielsen, M.D., Kristensen, R.S. & Malá, H. (2008a).** Erythropoietin improves spatial delayed alternation in a Tmaze in rats subjected to ablation of the prefrontal cortex. I: *Brain Research Bulletin* vol. 77, s. 1-7.
- Mogensen, J., Jensen, C., Kingod, S.C., Hansen, A., Larsen, J.A.R. & Malá, H. (2008b).** Erythropoietin improves spatial delayed alternation in a T-maze in fimbria-fornix transected rats. I: *Behavioural Brain Research* vol. 186, s. 215-221.
- Naeser, M. & Hayward, R. (1978).** Lesion localization in aphasia with cranial computed tomography and the Boston Diagnostic Aphasia Exam. I: *Neurology* vol. 28, s. 545-551.
- Parker, D.B. (1986).** A comparison of algorithms for neuron-like cells. I: Denker, J. (Ed.), *Proceedings of the second annual conference on neural networks for computing, proceedings* vol. 151. New York: American Institute of Physics; s. 327-332.
- Perani, D., Cappa, S.F., Tettamanti, M., Rosa, M., Scifo, P., Miozzo, A., Basso, A. & Fazio, F. (2003).** A fMRI study of word retrieval in aphasia. I: *Brain and Language* vol. 85, s. 357-368.
- Pinker, S. (1999).** *How the mind works*. London: Penguin Books.
- Pizzorusso, T., Medini, P., Berardi, N., Chierzi, S., Fawcett, J.W. & Maffei, L. (2002).** Reactivation of ocular dominance plasticity in the adult visual cortex. I: *Science* vol. 298, s. 1248-1251.
- Rosenberg, B., Zurif, E., Brownell, H., Garrett, M., & Bradley, D. (1985).** Grammatical class effects in relation to normal and aphasic sentence processing. I: *Brain and Language* vol. 26, s. 287-303.

- Rossetti, Y., Rode, G., Pisella, L., Farne, A., Li, L., Boisson, D. & Perenin, M.T.** (1998). Prism adaptation to a rightward optical deviation rehabilitates left hemispatial neglect. I: *Nature* vol. 395, s. 166-169.
- Rumelhart, D. & McClelland, J.** (1986). *Parallel distributed processing*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Schenk, T.** (2006). An allocentric rather than perceptual deficit in patient D.F. I: *Nature Neuroscience* vol. 9, s. 1369-1370.
- Schenkerberg, T., Bradford, D.C. & Ajax, E.T.** (1980). Line bisection and unilateral visual neglect in patients with neurologic impairment. I: *Neurology* vol. 30, s. 509-518.
- Shatz, C.J. & Stryker, M.P.** (1978) Ocular dominance in layer IV of the cat's visual cortex and the effects of monocular deprivation. I: *Journal of Physiology* vol. 281, s. 267-283.
- Sluming, V., Barrick, T., Howard, M., Cezayirli, E., Mayers, A. & Roberts, N.** (2002). Voxel-based morphometry reveals increased gray matter density in Broca's area in male symphony orchestra musicians. I: *NeuroImage* vol. 17, s. 1613-1622.
- Sluming, V., Brooks, J., Howard, M., Downes, J.J. & Roberts, N.** (2007). Broca's area supports enhanced visuospatial cognition in orchestral musicians. I: *Journal of Neuroscience* vol. 27, s. 3799-3806.
- Specht, K., Zahn, R., Willmes, K., Weis, S., Holtel, C., Krause, B.J., Herzog, H. & Huber, W.** (2009). Joint independent component analysis of structural and functional images reveals complex patterns of functional reorganisation in stroke aphasia. I: *NeuroImage* vol. 47, s. 2057-2063.
- Szaflarski, J.P., Eaton, K., Ball, A.L., Banks, C., Vannest, J., Allendorfer, J.B., Page, S. & Holland, S.K.** (2011). Poststroke aphasia recovery assessed with functional magnetic resonance imaging and a picture identification task. I: *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases* vol. 20, s. 336-345.
- Thomas, C., Altenmüller, E., Marckmann, G., Kahrs, J. & Dichgans, J.** (1997). Language processing in aphasia: changes in lateralization patterns during recovery reflect cerebral plasticity in adults. I: *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology* vol. 102, s. 86-97.
- Thompson, C.K., den Ouden, D-B., Bonakdarpour, B., Garibaldi, K. & Parrish, T.B.** (2010). Neural plasticity and treatment-induced recovery of sentence processing in agrammatism. I: *Neuropsychologia* vol. 48, s. 3211-3227.
- Thulborn, K.R., Carpenter, P.A. & Just, M.A.** (1999). Plasticity of language-related brain function during recovery from stroke. I: *Stroke* vol. 30, s. 749-754.
- Werbos, P.J.** (1994). *The roots of backpropagation: From ordered derivatives to neural networks and political forecasting*. New York: John Wiley & Sons.

Werker, J.F. & Tees, R.C. (1984). Cross-language speech perception: evidence for perceptual reorganization during the first year of life. I: *Infant Behavior and Development* vol. 7, s. 49-63.

Wiesel, T.N. & Hubel, D.H. (1965). Extent of recovery from the effects of visual deprivation in kittens, I: *Journal of Neurophysiology* vol. 28, s. 1060-1072.

Wilms, I. & Mogensen, J. (2011). Dissimilar outcomes of apparently similar procedures as a challenge to clinical neurorehabilitation and basic research – when the same is not the same. I: *NeuroRehabilitation* vol. 29, s. 221-227.

English summary

The input from neuroscience to pedagogics has so far mostly been clarifications regarding the neural substrate of processes already studied by psychology and/or pedagogics. While being important contributions to the understanding of the brain such research provides little or no novel knowledge within pedagogics. Presently, however, research into the neural and cognitive mechanisms enabling cognitive functional recovery after acquired brain injury has the potential of providing more unexpected pedagogic insights. The REF (Reorganization of Elementary Functions) model has grown out of such research. The REF-model has primarily been developed to describe neural and cognitive reorganizations associated with posttraumatic functional recovery. What the REF-model describes, however, is also processes associated with the acquisition of knowledge and skills in the intact individual – thus being relevant to pedagogics. The model, for instance, emphasizes the need for pedagogics to bridge the divide between institution-based teaching situations and the real-life situations in which what has been taught is to be utilized. And not the least: the REF-model points to unexpected overlaps between the neural and cognitive mechanisms behind what is traditionally seen as separate cognitive domains. Thus it is emphasized that teaching within one cognitive domain may significantly improve the student's abilities within what is traditionally seen as entirely different domains.

Keywords:

REF-modellen; hjerneskade; reorganisering; hjerneorganisation; moduler; netværk; generalisering; funktionslokalisering; funktionel genopretning; kognition.

Hukommelsessystemer og oplevelseslæring

Hvordan forvandler hjernen episoder til semantisk viden?

Andreas Lieberoth

Abstract

Der har længe manglet udveksling imellem hukommelsesforskning og didaktik, selvom de to felter har så oplagte forbindelser. De seneste 30 års scannerdata afslører klare forskelle på behandlingen af oplevelser og abstrakt information i hjernen, men også at disse væves sammen til et mere meningsorienteret hele over tid. Her drøftes disse fund med særligt fokus på den episodiske hukommelses rolle i læring, inkl. hvordan refleksionsteknikker fra oplevelseslæringstraditionen formentligt understøtter både semantisering af erfaringer og konsolidering af selvbiografisk viden.

Hasle Bakker, lidt uden for Aarhus:

Fire ottendeklassere sidder stille i det høje græs nogle meter afsides fra klassekammeraterne. Alle har hovedtelefoner på, forbundet til mobiltelefoner med specialbygget lyd- og lokationssoftware. Det er 2022, lyder fortællingen, og naturen i Danmark er angrebet af en farlig virus. Alle lytter - nogle fnisende, nogle skeptiske, nogle allerede helt opslugte - til stemmen i deres ører:

"Velkommen kære udvalgte. Mit navn er Max Larsen, og jeg forsker indenfor mikrobiologi og økologi, og så er jeg leder af dette forskningsprojekt. Jeg vil personligt vejlede jer gennem ekspeditionen. Tidligere fund tyder på, at det er jer, fremtidens generation, der kan - og skal - finde nøglen til naturens overlevelse!"

De fire 14-årige ser på hinanden. Hvad er det her for noget?

"Kan I lige trykke på "1" på jeres mobiler, så jeg kan se, om de virker...?"

De trykker pligtskyldigt på de udleverede telefoner. Ingenting. De er forvirrede.

[Lyd af interferens]

"...Hvorfor trykker de ikke...? der sker jo ikke noget her...!"

[Max tror at de har mistet forbindelsen, og tager et andet telefonopkald i mellemtiden. Det er en vigtig advarsel om noget dystert ude i skoven.]

Gruppen skal udforske Hasle Bakker med særligt fokus på jordbunden. De skotter lidt nervøse til det omkringliggende naturområde, som de lige har fået at vide er farligt på én eller anden måde.

Med ét rejser de sig, og begynder at gå ned ad en sti ...

Hvad skal vi med oplevelser i undervisningen? De er selvfølgelig spændende og giver nye måder at lære på. Et andet svar er imidlertid at de aktiverer en anderledes og ældre slags hukommelse: Det episodiske system, der er beregnet til at lagre og genopleve dine oplevelser i verden. Hukommelsesforskning er et felt, der åbenlyst har en masse at sige om læring, men sjovt nok har der ikke været den store udveksling imellem de to felter. Scenen ovenfor er taget fra det mobile audiodrama "De Udvalgte" (i.e. Hansen, Kortbek, & Grønbæk, 2008; Lieberoth & Hansen, 2011), som bryder skoledagens fokus på bøger, faktaviden og procesuelle færdigheder og aktiverer elevernes ældgamle evne til at lagre oplevelser fra nye omgivelser. Eleverne skal stadig lave masser af naturvidenskabelige undersøgelser, som de sikkert har gjort før, men modsat de fleste andre skoledage vil denne blive husket.

Allerede for 100 år siden efterlyste John Dewey (1913) og William James (1899) interessante fagoplevelser i den sorte skole, hvor man lærte ved at læse, lytte, eftergøre, og gentage igen og igen. Vi ved nu, at erindringsværdige knager for læring aktiverer vores "episodiske" hukommelse, som ellers ikke kommer meget ud at lege i matematiktimen, mens fakta havner i semantiske videnslagre.

Forskere har længe (cf. Milner, 1962; Squire, 1984; Tulving, 1972) ment, at der findes flere forskellige former for hukommelse i hjernen, men med få undtagelser (Knapp, 2007; Lieberoth & Hansen, 2011; Martin, 1993; Stolpe & Bjorklund, 2012) er arbejdet med denne rige kognitive forskellighed i dog ikke brugt indenfor læringsvidenskaberne. Stoleskolen er fortsat en overvejende semantisk institution.

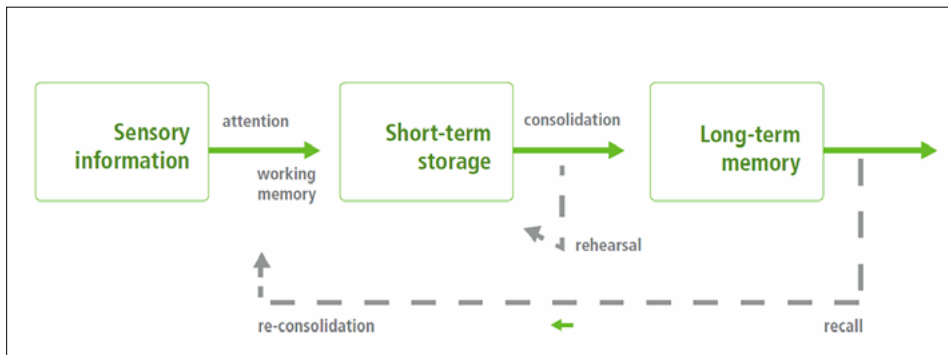
Denne artikel samler op på scannerdata om hjernens behandling af hhv. episodisk, selvbiografisk og semantisk hukommelse fra de sidste 30 år (Binder, Desai, Graves, & Conant, 2009; Gilboa, 2004; Northoff et al., 2006; Schacter & Wagner, 1999), og beskriver hvordan disse ændrer sig over tid (Tetzlaff, Kolodziejcki, Markelic, & Wörgötter, 2012; Winocur & Moscovitch, 2011; Chun & Johnson, 2011; Nadel, Hupbach, Gomez, & Newman-Smith, 2012). Kapitlet fokuserer på det kognitivt neurovidenskabsniveau. Frem for at cirkle om læring i praksis følger logikken her den basale præmis, at øget fornemmelse for hjernens meget forskellige bearbejdelse af oplevelser og fakta kan berige vores forståelse af de måder, skoleelever tilegner sig viden over et skoleår bestående af både repetitive stoleskoledage (Schank, 2011; Schilhab, Petersen, Sørensen, & Gerlach, 2007) og oplevelser udenfor de traditionelle klasserum. Hukommelsens formater og forvandlingsprocesser skal altså ses som én dimension i en bredere integrativ forståelse af læringsbaner, der spreder sig ud over mange livskontekster (som pr. Dreier, 2003; Nielsen, 2008). I denne forståelse kan det være nyttigt at påtage sig blikket fra en bestemt forskningsposition for at belyse ét af mange elementer (Tønnesvang, 2004), velvidende at der er brug for forskellige metoder og fænomnologiske "zoom-niveauer" i helheden.

Litteraturen om oplevelseslæring har allerede fremført gode og praktiske argumenter for, hvordan man bruger oplevelser som en byggesten til dyb naturlig læring (cf. hhv. Moon, 2004; Schank, 2011). Ved at dele nye oplysninger kan hjernevidenskaben være med til at beskrive, hvad det er, der sker i forvandlingen fra erfaring til faglig viden. Da den moderne skole særligt har fokus på indlæring og reproduktion af, hvad der i hukommelsesforskningen forstås som semantisk indhold (dvs. konkret viden som f.eks. hvad en biotop er for noget, og hvilket år tyskerne invaderede), bliver det nemlig særligt interessant at spekulere lidt over, hvordan hjernen også betjener sig af andre former for hukommelse med selvrelevant, tidslig og rumlig kontekst i højsædet, og hvordan vi kan indrette læringsforløb til at kapitalisere bedre på nye situationer.

Fra arbejdshukommelse til langtidslagring

Didaktikkens mål er, at praktiske eller kognitive modifikationer skal sidde fast, så de senere kan bruges i praksis (Dreier, 2003; Schank, 2011). Derfor er adgangen til hukommelsens dyb også et evigt tilbagevendende problem. Da kognitionspsykologiens måske vigtigste stamfader Hermann Ebbinghaus tilbage i 1800-tallet begyndte at teste sin egen hukommelse, opdagede han et nærmest lineært forfald i antallet af nonsensord, han kunne huske over et par dage, hvorefter kurven syntes at flade ud. Dét blev startskuddet til den moderne hukommelsestradition, der skelner imellem arbejds-, korttids- og langtidshukommelse (se fig. 1). I løbet af det 20. århundrede tegnede der sig en unitær model, ifølge hvilken indtryk først fanger vores opmærksomhed, og dernæst rummes i nogle ustabile midlertidige hukommelsesformer, før de får en chance for at blive langtidslagrede. Bevidst repetition af information i arbejdshukommelsens "læsserampe" hører f.eks. til én af de første bevidste læringsstrategier børn opdager (cf. Richards, 2003). Korttidshukommelsen, der holder informationer i de første dage og minutter, mens de "konsolideres", er dog stadig et lidt uldent begreb. Det er nemlig først ved langtidslagring, at der sker fysiologiske ændringer i hjernen kendt som neural plasticitet – indtil da er forandringerne kun kemiske og elektriske (Tetzlaff et al., 2012).

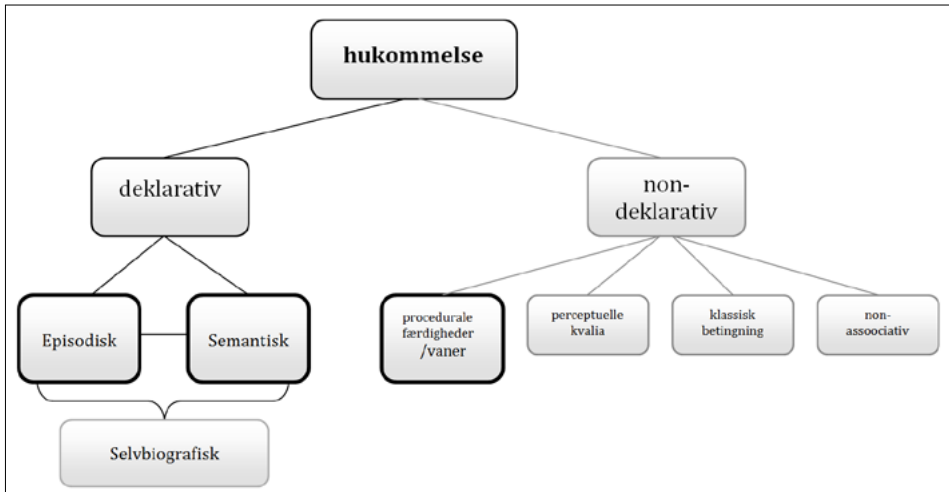
Man er efterhånden enige om, at hukommelsen dog ikke er en slags videokamera men derimod et avanceret arkivsystem, der rekonstruerer minder og informationer i kontekst af mange små bidder information lagret rundt om i hjernen. Som vi skal se, lader denne proces både til at være betinget af, hvor gammelt og velkonsolideret mindet er, og hvilke hukommelsessystemer der bidrager.



Figur 1. Dynamisk tidslinje for langtidshukommelse (Lieberoth & Hansen, 2011).

Hjernen huser flere hukommelsesformer

Forståelsen af hukommelsesprocesser ændrede sig radikalt fra det lineære korttids-langtidshukommelsessyn, da den canadiske hjerneforsker og psykolog Endel Tulving viste, at *episodisk* hukommelse er funktionelt forskellig fra *semantisk* (1972) og *procedural* (1983) hukommelse. Skellet byggede på den lidt ældre kontrast imellem *deklarativ* "vide at" (Milner, 1962) og *nondeklarativ* "viden hvordan" (Squire & Knowlton, 1994) (se fig. 2).



Figur 2. Hukommelsestræ - tilpasset fra Squire (1994, s. 826).

Tulving kendte allerede begrebet *semantisk* hukommelse som generel viden "om ting i verden" fra andres arbejde men udklækkede begrebet *episodiske* minder (1972), fordi viden ikke bare optræder akontekstuellet men ofte i tidlig og rumlig kontekst. Beviserne for adskillelsen som "mere end et nyttigt heuristisk skel indenfor én unitær hukommelse" (1984) fandt han ved at vise dissociation imellem patienter med semantisk frontotemporal demens, der plagedes af problemer med ord og andre med skader i den mediale temporallap (MTL), som havde problemer med at huske situationer men fin adgang til sprog og paratviden. Det viste, at der var tale om to forskellige processer i hjernen. Episodisk hukommelse er ofte blevet defineret som kapaciteten for mentale tidsrejser eller kontekstspecifik genkendelse med *autonoetisk* bevidsthed – følelsen af selv i tid og rum (Tulving, 1985a, 1993, 2002). Lidt poppet kunne man beskrive episodiske minder som små scener fra det personlige fotoalbum. I tidlige forsøg undersøgte Tulving f.eks. om folk kunne huske, at de havde set et bestemt ord ved et tidligere besøg i laboratoriet. Allerede i grundteorien antog Tulving, at lagringen ændrer sig efterhånden, som mennesket møder nye oplevelser og informationer (Tulving, 1985a). Han foreslog,

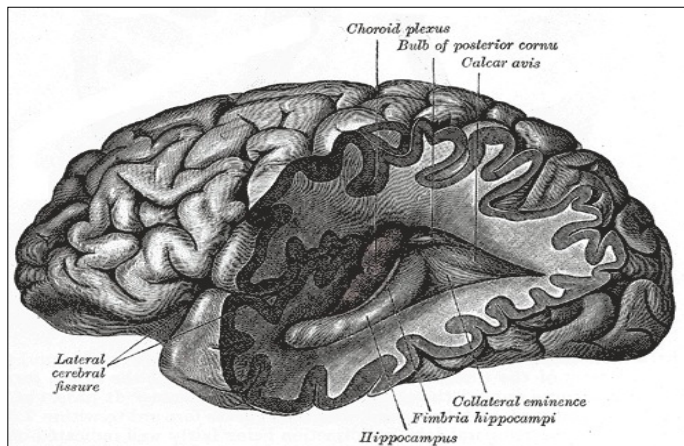
at *procedural* tilegnelse byggede på en indre simulation af handling, mens det i de deklarative formater var nok bare at se eller høre for at erhverve sig viden (1985b). I de første 20 år blev episodiske minder primært studeret i kontrollerede laboratorieeksperimenter, der mindede om Ebbinghaus' lænestølsforsøg, hvilket kan kritiseres for ikke at sige ret meget om hukommelse i virkelige liv (Neisser, 1978). Siden er selvbiografisk hukommelse derfor kommet til som et fjerde begreb (Conway, 2005; Harley & Reese, 1999), der i stedet for at opdele hukommelsen skarpt efter funktionelt format studerer vores samlede livshistorie og identitetsdannelse med både semantiske og episodiske komponenter.

Der var, i 2013, 4116 studier om episodisk hukommelse på PubMed alene, hvor størstedelen enten er dyrestudier, patientstudier eller undersøgelser med brug af hjernescannere. En kritisk masse som denne gør det muligt at foretage meta-analyser, hvor dataene samles i én kortlægning af f.eks. forskellen på episodisk og autobiografisk hukommelse i frontallapperne (Gilboa, 2004- se for neden). Vi kan bruge den slags datasamlinger til at overveje den episodiske hukommelses potentielle rolle i læring.

Før vi dykker ned i hjernen, skal det dog siges, at de fleste forskere er enige om, at det er for snævert at tænke i biologisk afsondrede "centre". I stedet kan man tale om, at hjernen består af semistabile systemer, der dynamisk rekrutterer funktionsspecifikke biologiske delelementer på kryds og tværs (Edelman & Tononi, 2001). Hjernen "lærer" forbindelsesmønstrene i tråd med Hebb's (1949) regel om at "neurons that fire together wire together"; jo hyppigere grupper af neuroner arbejder sammen, jo hurtigere og stærkere bliver forbindelserne imellem dem, og jo større er chancen for, at de rekrutterer hinanden i fremtiden. Vi deler dog alle sammen nogle overordnede strukturer som bl.a. de 5 lapper og organlignende subkortikale strukturer. Jo dybere man kommer, jo evolutionært ældre er de biologiske elementer også. Nogle ældgamle strukturer, som f.eks. den søhestelignende hippocampus, deler vi med andre arter fra chimpanser til blåmejser og komodoaraner (Brodin & Lundborg, 2003; Rattenborg & Martinez-Gonzalez, 2011), mens kun få arter har et neocortex (hjernebark), der helt kan måle sig med vores. Individets hjerneprocesser formes med andre ord i en blanding af artstræk, individuelle genetiske udtryk, og livslang læring – et samspil imellem genetisk, fenotypisk og neurodarwinistisk evolution (Edelman & Tononi, 2001). Tulvings opdeling passer ind i dette netværkssyn uden at lide den store teoretiske overlast - bl.a. fordi dynamiske netværk giver større fleksibilitet i måden, information kan gemmes og (gen)aktiveres på kryds og tværs og endda tillader "transport" af informationer til lagring et nyt sted i hjernen.

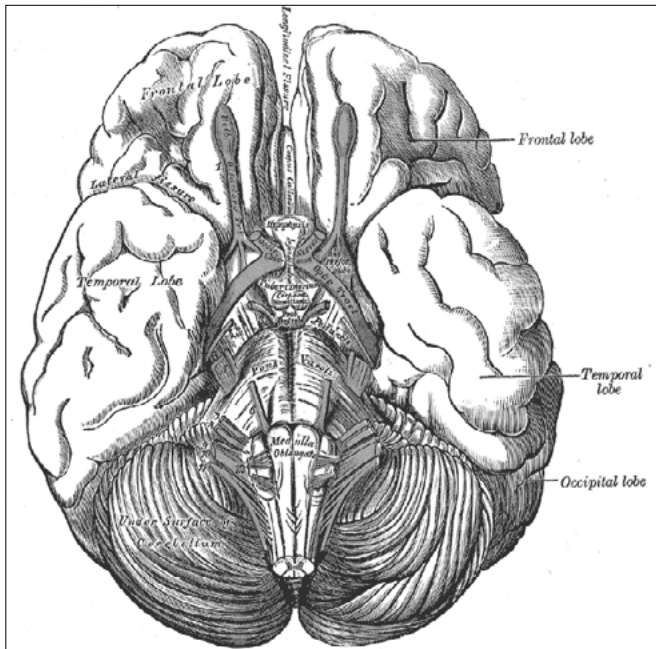
De episodiske og selvbiografiske hukommelsessystemer

Den episodiske hukommelses placering i hjernen er ikke noget stort mysterium. Rotte- og patientstudier har definitivt forbundet minder for rum og tid med den mediale temporallap (MTL) – et dybtsiddende cortexområde, der bl.a. omslutter den gamle hippocampus og har tætte arbejdsforbindelser til det prefrontale cortex' eksekutivfunktioner. (Eichenbaum, 2001; Milner, 1962). En lille interessant opdagelse er f.eks., at forskellige mejsearters relative hippocampusstørrelse varierer alt efter, hvor mange forskellige steder de gemmer mad til vinteren (Brodin & Lundborg, 2003). Neurovidenskaben viser altså, at det vi kender som episodisk-selvbiografisk hukommelse har rødder i dyrs helt basale livsvilkår, hvor bytte, farer og forplantning skal kunne spores rimeligt præcist i tid og rum. MTL og hippocampus gemmer dog ikke alle informationerne selv. De fungerer snarere som en slags kartotek for informationer, der egentligt findes i bl.a. de involverede sansesystemer, hvorfor man med et øje på hjernescanningslitteraturen ikke bør tænke på Tulvings teori som den *eneste* meningsfulde hukommelsesopdeling (Rubin, 2006).



Figur 3. Hippocampus og andre dybere strukturer (fra Gray's anatomy of the Human Body, 1918, public domain).

I et review af tidlige MRI- og PET-hjernescannerdata bemærkede Schacter & Wagner (1999), at episodisk indkodning og genkaldelse bruger nogenlunde de samme områder i den mediale temporallap med en lille tendens til, at indkodning finder sted i mere frontliggende dele og genkaldelse længere tilbage. Jo større behandlingskrav fra f.eks. nyhedsværdi eller aktiv tænkning, jo større aktivering ser man. Hvis der under indkodningen var stor bilateral eller venstresidet aktivering i en bakketop på temporallappens underside kaldet den parahippocampale gyrus, kunne det f.eks. korreleres med succes på senere hukommelsesprøver.



Figur 4. Hjernens lapper set nedefra (fra Gray's Anatomy of the Human Body, 1918, public domain)

Et nyere scannerdatareview (Gilboa, 2004) sammenlignede aktiveringer i det prefrontale cortex (den yderste del af frontallappen der særligt er forbundet med højere koordinering og bevidste funktioner) på tværs af episodiske og selvbiografiske minder. Lige her forstås episodiske minder som mere smalle informationer afgrænset i tid og rum (f.eks. at man har set det samme foto tidligere på dagen) og selvbiografi som livserindringer, der typisk har større narrativ meningsfylde og emotionel vægt.

De to typer genkaldelse deler mange aktiveringer, hvilket måske ikke overrasker, siden episodiske minder er en byggesten i det selvbiografiske hele (Conway, 2005), og begge kan genopleves livagtigt (Markowitsch & Staniloiu, 2011), men aktiveringsforskelle over tid antyder, at laboratorieepisodiske og selvbiografiske minder til gengæld adskilles i efterbehandlingen og den bevidste oplevelse. Der ses dog et relativt fravær af aktiviteter i det højre dorsolaterale område under selvbiografiske mindelser, hvilket kan skyldes, at området primært bruges til meget detaljeorienteret kontrol, når der f.eks. er usikkerhed om, hvorvidt man har set et billede før eller bare ét der ligner. Selvbiografiske minder er nemlig karakteriseret ved en stærk subjektiv følelse af sandhed – hvad William James kaldte "det velkendtes varme" (1912), hvor usikkerhed eller manglende konsistens overskygges af den overordnede mening. Det ventromediale prefrontalområde,

som fortrinsvist aktiveres i fuldgyldige selvbiografiske minder, kan være vigtigt for denne skråsikre følelse af "rigtighed i kontekst". Northoff og kolleger (2006) identificerede et helt netværk for selvrelevant tænkning i, hvad de kalder cortikale midterlinjestrukturer: Et areal der bl.a. inkluderer de prefrontale og mediale temporalregioner, vi allerede har stiftet bekendtskab med, foruden den mediale parietallap og lidt dybereliggende cingulate cortex. Netværket kan ifølge forfatterne forstås som en slags indre sansemodalitet, der tilføjer fornemmelser af ejerskab og tilstedeværelse i vores tankeprocesser. I denne proces tilføjes nogle af de centrale markører, der adskiller selvbiografiske minder fra "rå" episoder og skaber en bevidst selvfortælling i tid og rum. Der findes altså støtte i hjerneforskningen for, at man aktiverer ekstra kognitive dimensioner, når man indtænker den enkelte elevs følelse af selvrelevans og løbende identitetskonstruktion i relation til stoffet, men man bør måske også overveje, at den varme følelse af ejerskab øjensynligt undergraver den kritiske sans.

Det semantiske hukommelsessystem

Selvom semantik i høj grad hænger sammen med sproglig konceptualisering, dækker processerne over al deklarativ adgang til gemt viden om verden (Binder et al, 2009). Det bliver behandlet og lagret spredt i hjernen og inkluderer navnligt nyere cortikale områder, der f.eks. kan have meget specifikke indholdspræferencer for værktøj frem for levende væsner (e.g. Gerlach, Law, & Paulson, 2002).

Vi kan derfor skelne imellem "modale" og "amodale" områder – dvs. dem der laver specifik sanse- eller indholds-baseret behandling, og dem der går på tværs som støttende, organiserende og integrerende funktioner uanset "emne". Ligesom man ser særligt hårdt arbejde i hippocampus for at holde styr på trådene i minder, der senere huskes ekstra godt, er der større aktivering i særligt de amodale organiseringsområder ved effektiv indkodning (Chun & Johnson, 2011).

En metaanalyse af Binder, Desai, Graves, & Conant (2009) afslørede et netværk med hele 7 regioner, der på hver deres måde indgår i semantisk behandling med 68% af aktiveringerne i den venstre hemisfære og særligt meget i den lavere parietallap – et velkendt associationsområde, der er særligt veludviklet i mennesker og forbindes med integrationen af avanceret, ofte abstrakt, indhold. En af de aktiverede dele, bakkeformationen angular gyrus, findes stort set ikke i lavere primater, hvilket understreger, at det semantiske netværk står for særligt menneskelige kognitive evner. Lidt overraskende ser man til gengæld et samspil med det orbitofrontale cortex, der er berømt for integration imellem højere kognition og

hjernens ældgamle affektsystemer (Damasio, 1994), hvilket tyder på, at mening på et basalt niveau er forbundet med umiddelbare fight-or-flight-lignende responser (Ayer, 1986) og vores personlige følelser.

Givet sit naboskab til temporalappens mere dybt siddende episodiske områder og parietallappens associationsfunktioner er det muligt, at en klynge i temporalappen bestående af de ventromediale mid-fusiform og parahippocampale gyri tjener som et interface imellem semantiske og episodiske informationer. Bevægelsesmønstre for aktiveringer inde midt i hjernens nyere lag antyder en indkodningsmodel, der til at starte med beror på episodisk information for derefter at etablere semantisk lagring i andre områder.

Forskningen efter hjernescannerens udbredelse understøtter altså Tulvings skelnen imellem semantisk- og episodisk hukommelse. Vores daglige kognitive processer synes dog at findes et sted i gråzoneområdet imellem hukommelses-træets grene. Sammenlignet med den semantiske hukommelses store favntag er den episodiske hukommelse lokal, hurtig og fleksibel, men beregninger viser, at det ikke kan lade sig gøre at indkode hvert enkelt hukommelseselement eller oplevelse - og slet ikke i den relativt lille hippocampus. En gæt er, at vi reelt kun ville have plads til 10.000 fyldestgørende stykker information på denne måde. Til gengæld kan et distribueret hukommelsesnetværk, der løbende låner elementer fra semantiske associationsområder (fra simple visuelle vinkler, buer og bevægelser til overordnede koncepter som "ansigter" eller "pungdyr") jonglere utrolige mængder viden (Ralph, 2011).

Fra oplevelser til integreret viden

Det ovenstående er sådan set ikke ny viden men kan være interessant i overvejelsen af, hvordan vi lærer fra oplevelser. Til gengæld er der nyt at hente i hukommelsesformaternes samspil over tid – friske data antyder nemlig, at vores semantiske videnslagre i høj grad bygger på en episodisk grundvold.

Kliniske studier af glemsel (Greenberg & Verfaellie, 2010) viser funktionel udveksling imellem semantiske og episodiske hukommelsesprocesser igennem hele livet. Alzheimers-patienter lider primært på episodisk hukommelse og har foruden generelle kognitive problemer derfor svært ved at få ny selvbiografisk viden. Patienter med semantisk demens er derimod fortrinsvis plaget af problemer med at omtale og genkende ting i verden, som f.eks. et kålhoved, og hele kategorier, f.eks. grøntsager (Saffran & Schwartz, 1994). Studier over tid tyder på, at selvbiografisk

hukommelse i disse demenspatienter lider i takt med, at semantiske problemer forværres, hvilket støtter teorien om, at selvbiografisk hukommelse består af både semantiske og episodiske elementer, og at episodiske minder taber indhold ved manglende adgang til informationer fra det semantiske system. Følger man denne tankegang, kan Alzheimerpatienter, hvis mediale temporallap og frontale områder har taget skade, kun erhverve ny semantisk viden via langsomme og mindre fleksible neocortikale plasticitetsprocesser. På baggrund af disse og andre data slutter Greenberg & Verfaellie (2010), at episodisk hukommelse både faciliterer erhvervelsen af ny semantisk viden og den følgende konsolidering, samtidigt med at intakt semantisk viden kan udgøre stilladsering for nye episodiske eller selvbiografiske minder. Man kan spekulere over, om den "tunge cortikale rute" til semantisk lagring også er den eneste vej, i de mange hverdagssituationer hvor ny skolelæring erhverves i fraværet af en meningsfuld episodisk kontekst.

Den første hukommelseslignende effekt i hjernen opstår i princippet så snart et neuron modtager et kemisk signal. Derefter er det i en hastigt forfaldende stund mere tilbøjelig til at reagere, hvilket konstituerer en meget lille potentiel bit information i hjernens store hele (Tetzlaff et al., 2012). Arbejdshukommelse kan på denne måde fastholde bidder af konkret indhold på en tidsskala fra millisekunder til minutter ved at etablere loops imellem grupper af neuroner. Korttidshukommelse synes til gengæld at komme af kortvarig synaptisk plasticitet, der fastholder forbindelser på en tidsskala fra minutter til dage¹. Langtidshukommelsens lagring fra dage til år fungerer både ved synaptisk og strukturel plasticitet (Tetzlaff et al., 2012). Det vil sige, at ændringerne ikke kun sker i de umiddelbart involverede neuroner men som konsolidering på tværs af spredte systemer (Winocur & Moscovitch, 2011) som f.eks. den endnu lidt mystiske forvandlingsrejse fra hippocampus til hjernebarken. Ud fra studier der viser, at demenspatienter har relativt intakt hukommelse fra de tidlige livsperioder, har man troet, at indhold er "i sikkerhed" for glemsel og almindelige slags hukommelsestab, når det først nåede stabil langtidslagring. Nyere forskning viser dog, at langtidshukommelsen også kan forandres (McIntyre, McGaugh, & Williams, 2012; Nadel et al., 2012; Winocur & Moscovitch, 2011). Man siger, at minder løbende kan "rekonsolideres", hvilket muligvis foregår ved, at genkaldelsen i en ny kontekst genetablerer allerede gemte hukommelsesspors plasticitet (Nadel et al., 2012). Bl.a. er der lavet eksperimenter med skabelse af falsk hukommelse, hvor det viser sig, at misinformation (som f.eks. at nævne fejlagtige detaljer om et videoklip forsøgspersonen så et par uger tidligere) virker bedre, hvis det oprindelige minde kort tid forinden er blevet genaktiveret og dermed atter behandlingsparat, som var det tilbage i korttidshukommelsens mere flygtige form (Winocur & Moscovitch, 2011).

Hippocampus' tidlige rolle i semantisk viden

En særligt interessant nyudvikling er, at viden øjensynligt bevæger sig fra episodisk og kontekstafhængig karakter til et mere semantisk format (Binder et al., 2009), hvilket bekræfter tidligere kognitionsforskeres gæt på, at viden udgør generaliserede rester af oplevelser (Baddeley, 1988). En livlig diskussion går dog fortsat på hippocampus' forskellige rolle i kort- og langtidsbinding, og hvad der evt. måtte ske med informationer i hippocampus og MTL efterhånden som, de semantiseres og lagres i cortex.

I ét syn indeholder hippocampus ikke ret meget indhold – mere relationer i en slags episodisk-selvbiografisk indholdsfortegnelse (Chun & Johnson, 2011; Eichenbaum, 2001). Parietale regioner tænkes at have en lignende funktion for mere kompliceret semantik. Større aktivitet i begge områder under erhvervelse af nye informationer er i hvert fald forbundet med bedre evner til senere at grave indholdet frem igen.

Transformationsteorien (Winocur & Moscovitch, 2011) foreslår i stedet, at generelle informationer gemt i minder med tiden udledes til andre områder, hvor de antager en mere "semantiseret" form, men at hippocampus altid er involveret i "sande" episodiske minder. Rotteeksperimenter støtter idéen om, at minder er afhængige af hippocampus så længe, de er kontekstbestemte men kan løsrives og dermed blive mere generelle. Teorien argumenterer for, at selvbiografiske minder der hyppigt italesættes over middagsbordet (eller bare lever op til velkendte skemaer) bliver mere semantiske (ibid., se også Middleton & Brown, 2005), mens ikke-øvede begivenheder bevarer en rå episodisk dimension. Dette bekræftes ved nylige studier, der ganske rigtigt har vist, at individuelle minder gradvist udviser mindre hippocampusafhængighed over en time til en uge, hvorefter der er øget temporal og frontal aktivitet (Winocur & Moscovitch, 2011). Større hippocampusaktivitet ved genkaldelse er også korreleret med rigdom i den episodiske genkaldelsesoplevelse, mens strukturer som den ydre temporallap og frontale regioner har en lignende relation til mere semantiserede oplevelser (Chun & Johnson, 2011).

Nok ved vi stadig ikke præcist, hvordan semantiseringen af episodiske minder foregår i hjernen, men de fleste er efterhånden enige om, at en del af udskillel- sesprocessen finder sted, når vi sover, og måske endda når vi bare lader tankerne vandre. Scannerstudier viser, at spontane aktiveringer på tværs af bl.a. hippocampus i passive perioder efter indkodning er forbundet med god senere genkaldelse

(Nadel et al., 2012; Spreng, Mar, & Kim, 2009). Der er altså grund til at sikre, at skoleelever får rolige tænkepauser og en god nats søvn. Måske er det slet ikke så dumt at lade dem kigge lidt ud af vinduet i ny og næ? Hvis det ikke er nok, tilbyder reflekterende oplevelseslæring også nogle tekniker, der måske stemmer overens med vores hjernebillede af episoder og semantisering.

Konsekvenser for undervisning med oplevelser

Hukommelsens kognitive neurovidenskab understreger, at viden ikke må ses som et statisk produkt men som en proces med flere entiteter, der spiller sammen. Allerede Tulving legede med tanken om, at det episodiske er den mest basale form for bevidst hukommelse, hvilket i sigens natur gør oplevelseslæring til en evolutionært oldgammel læringsform – nu med en unik menneskelig semantisk overbygning. Veludførte læringsforløb giver os mulighed for at tappe potentialet i denne magtfulde gamle mekanisme. Her følger nogle hypoteser om, hvordan dette kan lade sig gøre i praksis.

Ved hjælp af redskaber som reflekterende skrivning og dialog fokuserer oplevelseslæringstraditionen (f.eks. Kolb, 1984; Moon, 2004; Schön, 1987) i tråd med den konstruktivistiske læringstanke¹ på nye oplevelsers evne til at udfordre og modificere eksisterende kognitive strukturer. Reflekterende læring fordrer, at den lærende påtager sig et meningssøgende metakognitivt perspektiv i et ønske om at forstå nye udfordrende eller ustrukturerede læringsmuligheder på et dybere niveau (Moon, 2010). Forløbene kan være planlagte og fyldt med hjælpemidler, men alle små snoninger skal undervejs ses som potentielle læringsoplevelser, og efterfølgende arbejder man på at skabe mening i forhold til f.eks. kursusmål.

Selvom Tulvings model ikke bruges i oplevelseslæringslitteraturen, opstilles der direkte målsætninger om noget, der ligner semantisering. Individuel og social refleksion bruges nemlig til at forvandle "eksperientiel og tavs viden til disciplineret eksplicit viden, [hvilket kræver] forbindelsen af eksisterende viden til en analyse af relationen imellem øjeblikkets erfaring og fremtidig handling." (McAlpine & Weston, 2002 i Moon, 2010, s. 81). Samtale og andre slags reformuleringer leder med andre ord, i neurovidenskabelige termer, til semantisering og konsolidering af den flygtige episodiske hukommelse.

Det kan meget vel tænkes, at bevidst parallel behandling – f.eks. ved aktivt at mindes, analysere, italesætte og skabe repræsentationer – bidrager til semantiserings- og konsolideringsprocessen ved at etablere behandlingsforbindelser

¹ Det konstruktivistiske læringssyn er andetsteds (Entwistle & Walker, 2002) succesfuldt blevet oversat til Edelman & Tononis (2001) dynamiske netværkssyn på hjernen.

imellem relevante neuronklynger i både episodiske og semantiske systemer (Edelman & Tononi, 2001). Den eksplicite refleksion med flere systemer i spil gør det endda muligt at tilføje ekstra elementer som f.eks. ord for fænomener, man kun har oplevet sanseligt eller episodiske snapshots af senere led i læringsbanen som f.eks. forklarende diagrammer efterfølgende tegnet på tavlen. Dette støttes navnlig af fund, der viser, at man husker bedre, hvis der var bevidst fokus på mening i oplevelsesøjeblikket, end hvis man koncentrerede sig om f.eks. fysiske kendetegn (Blaxton, 1989). Der er også virkelighedsnær opbakning at hente i den store pulje af litteratur om, hvordan social forhandling af oplevelser i praksisfællesskaber og familier synes at forme senere genkaldelse (Middleton & Brown, 2005; Winocur & Moscovitch, 2011), og at dette foregår helt naturligt i kulturen. Her mødes neurovidenskabelige data altså med socialkonstruktivismen (Berger & Luckmann, 1966). Det er f.eks. opmuntrende, at forældre på museer viser sig at have en intuitiv forståelse for rollen som samtalepartner med evne for fælles forhandling af interessant viden, uanset om de selv har relevant domænekendskab (Callanan & Braswell, 2006).

Episodiske minder kan her ses som en socialt tilgængelig "knage" for at udøve reflekterende praksis (Moon, 2004), uanset om oplevelserne er mange, små og flygtige eller mindeværdige selvbiografiske nøgleepisoder. Hvis man kan indfange kerneelementerne fra et læringsforløb i specifikke episoder, bliver det muligt at tale om dem. Den narrative terapi bruger den samme teknik til fælles meningsdannelse med spring imellem nøgleepisoder, metaforer og tematiske mønstre i klientens selvfortælling (McAdams, 2001; White, 2007). Teknikker som plenum-samtaler, reflekterende makkerdialog, skabelsen af varige repræsentationer som noter, fotokollager og diagrammer og blogging over dage og uger er formentlig alle sammen effektive veje til neural hukommelses(re)konsolidering og samtidigt en løftestang for overførslen imellem forskellige hukommelsesformater - fra non-deklarative til deklarative samt navnlig fra episodisk til semantisk.

Oplevelseslæringslitteraturen er godt nok fuld af metoder til at tilrettelægge formelle kurser, men læringsbaner er, som Ole Dreier har påpeget, sjældent kontinuerlige og velordnede – de er rodede og staccatoagtige og skal kunne samles op på nye steder, til andre tider. Ofte genoptages afbrudte læringsprocesser kun, fordi en aktuell hændelse får os til huske (Dreier, 2003). Udflugter og udstillinger i unikt tid og rum tilbyder særligt effektive episodiske knager, siden de som oftest involverer helt nye sanseindtryk og små aha-oplevelser, der pirrer det episodiske systems sans for behandlingsværdig nyhedsværdi. Knageoplevelser muliggør spontane genkaldelser (Berntsen, 2010) og kan starte en nyttig hukommelses-

proces kaldet "chaining" (Mace, 2007): En kædereaktion på tværs af hukommelsesformaterne der tillader os at dykke ned i minderne ved hjælp af Tulvings mentale tidsrejser (2002) og komme op til overfladen med viden og informationer, vi ellers havde glemt og endda gøre praktiske associationer vi ikke havde tænkt over dengang.

I praksis som lærer kan det derfor være uvurderligt at have noget meningsfuldt at huske sammen, som f.eks. et overraskende og legende første møde med "jordbundsundersøgelser". En god "bench-mark lesson" (DiSessa & Minstrell, 1998) af denne art skaber en frimodig tilgang til emnet og gør det muligt senere at etablere allegoriske forbindelser til mere abstrakt stof eller genvække et positivt minde, når der er udfordringer, eleven har svært ved ("det er ligesom...", "kan du huske da...").

Endelig understøtter hjernens tilsyneladende præference for selvrelevante informationer idéen om, at "det fleksive selv ikke må forstås som en fastlåst og isoleret entitet, men som en kontekstbestemt og indlejret proces" (Northhoff et al, 2006, 441). Vores selvbiografi indeholder flere forskellige selvfortællinger, som f.eks. "den kompetente fagmand", og overordnede kapitler, som "den sommer jeg lærte at score damer". Opblødningen af den faste stoleskoleformel kan være med til at få andre selvdimensioner end lige skoleeleven "i tale" og give nogle episodiske adgangsknager, der rummer elevens eget perspektiv ud over skolekonteksten (Hedegaard, 2009). Da mestring inklusive undervisning, strabadser og fejltagelser udgør en central identitetsdimension (Lave & Wenger, 1991; McAdams, 2001, 2011; Nielsen, 2008) og optræder i de fleste kulturelle livsskemaer (Zaragoza Scherman, in press), har gode undervisere en unik mulighed for at skrive sig selv, deres læringsforløb og de færdigheder, de tilbyder ind i selvbiografien. Når hjernen her tilføjer den metamodale oplevelse af selvrelevans, sker det ikke bare til afkoblede episodiske minder bundet til én læringsoplevelse. Nej, det velkendtes varme skaber en bredere selvbiografisk viden om, "det kan jeg".

Den forførende hjernevidenskab

Hjernevidenskabelige data kan lede til spændende nye hypoteser om, hvordan læring foregår, som vi så må lade teste i praksis. Brugsparate hjerneråd er dog stadig primært en vare, der leveres af populærformidlere i jagten på bibliotekspenge og foredragskunder, men som får forskere (f.eks. Geake, 2008; Johnson Thornton, 2011; Lieberoth, 2013) til at trække i bremsen. Vi forstår ganske enkelt ikke hjernen ret godt til trods for al den populære begejstring og slet ikke godt

nok til at sælge "brain based learning". Hjernescanningsdata er også begrænsede på en masse måder – f.eks. er børns resultater ofte meget anderledes end voksnes, og individuelle hjerner forandrer sig plastisk i respons på alt fra indtryk til skader, så man kan ikke over én kam reducere tankeprocesser til bestemte "centre". Alle praksisfelter vil dog have en bid af neurokagen og helst som klare operationelle opskrifter med overlap til teorier man kender snarere end tørre forsøgsresultater med smal anvendelighed og læssevis af metodiske forbehold, som hjerneforskere er tryggest ved det. Den største udfordring for mødet imellem hjerneforskningen og praktiske felter som didaktik er derfor, at man i forsøget på at følge med de appetitlige svar på populærhylderne hurtigt kommer til at lave et "bait and switch" tryllenummer, hvor man først fremviser en masse videnskabeligt udseende hjernestof for derefter at tale om ting, der i sagens natur ligger meget langt udenfor neurovidenskabens autoritetsområde. Det er derfor vigtigt at understrege, at der i artikler som denne er tale om undersøttelser af uhyre komplekst stof i formidlingens navn, og at anvendelsesafsnittet om oplevelseslæring beror på rene spekulationer.

Diskussion

Med den ovenstående kritik for øje har målet primært været at præsentere neurovidenskabelige teorier om semantisk og episodisk hukommelse for læsere, der ikke måtte være bekendt med dem og se lidt nærmere på de nyeste data med oplevelseslæringen som linse.

Systemerne har hver deres fordele. Det episodiske system er særligt vigtigt i begyndelsen af hjernens behandling. Det hjælper den lærende med at orientere sig efter nye indtryk og placere dem i kontekst. Det semantiske system står for langt mere generel behandling og adopterer øjensynligt indhold fra episoderne, hvis den fornødne efterbehandling – semantiseringen – finder sted. Endelig opstår selvbiografisk tænkning som en kombination af de to, der sætter minder ind i livsfortællingen. Konklusionen må primært være, at vi som lærere, forskere og undervisningsdesignere skal være opmærksomme på, at hjernen kan hhv. lagre og rekonstruere minder af mange kanaler, og at megen bearbejdning sker udenfor den kontrollerede læringssammenhæng. Teknikker som f.eks. oplevelseslæringens refleksionsredskaber kan forstås som en vej til at styre naturlige neurale fænomener som semantisering og konsolidering i retning af den enkeltes læringsmål.

Sprogets fremtrædende plads i oplevelseslæringens værktøjskasse giver dog ikke bare de semantiske systemer en privilegeret plads i klasseværelset – det bidrager

direkte til mere eller mindre fælles semantisering af tavs eller episodisk forankret viden på en måde, der bringer mindelser til socialkonstruktionismens grundlæggende tankesæt (Berger & Luckmann, 1966) men også potentielt udviser autenticiteten af den enkeltes oplevelser. Det kan man så tænke lidt kritisk over.

Selvom episoderne kan ses som situationer, hvor det non-deklarative kommer op til overfladen, og hvor der opstår særlig opmærksomhed i forbindelse med f.eks. information, der strider mod eksisterende kognitive strukturer (Moon, 2004; Piaget, 1974; Schank & Abelson, 1977; Schank, 2011), kan man også argumentere for, at fokuset på deklarativ viden underkender betydningen af praktisk og tavs viden (som pr. Schilhab, 2013) – den non-deklarative side af hukommelsestræet. Uddannelse handler ikke blot om at lære og italesætte viden men ubesværet at kunne følge processuelle mønstre for f.eks. matematisk problemløsning (at lave operationer i et dividerestykke i den korrekte rækkefølge) eller indgå flydende i sygeplejepraksis. Denne forbindelse må være genstand for en senere udredning.

Endelig åbner denne artikel flere spørgsmål end den besvarer. Hvad betyder hukommelseskodningen over tid for den måde, vi tilrettelægger kurser og taler med skoleelever om stoffet? Kan det bedre betale sig at arbejde med et "episodisk sprog" tidligt for derefter gradvist at gå over i mere semantiske italesættelser? Og i givet fald, hvor længe er det episodiske mest vigtigt? Og hvordan kan man evt. hjælpe med konsolidering/semantisering igennem samtalen og klasseværelsespraksis? For at kunne besvare den type spørgsmål har vi brug for at lukke gabet imellem laboratoriemetoder og deltagende forskning i virkelighedens lærings-tilbud (for et eksempel, se Lieberoth & Hansen, 2011). Indtil da må relationerne bestå af hypoteser.

Konklusion

Skolebørn der kun bliver præsenteret for kontekstløs abstrakt viden må døje med nogle af de samme hukommelsesudfordringer som Alzheimerpatienter, der af biologiske snarere end praktiske årsager ikke kan forme viden med det episodiske systems mellemkomst. Problemet er det samme, som Dewey (1913) og James (1899) udpegede for 100 år siden, men nu ved vi lidt mere om nogle af de hjerneprocesser, der stikker under.

Siden vi ikke kan få direkte adgang til hjernen, må vi vende os imod sociale strategier. En vigtig rolle for læreren eller undervisningsdesigneren er derfor at sikre både udbuddet og behandlingen af nøgleoplevelser ved bl.a. at hjælpe eleverne

med kollaborativt og reflekterende at oversætte imellem de forskellige hukommelsesformer. Den gode lærer skaber ikke bare gode læringsepisoder men faciliterer bevægelsen fra afkoblede episoder til meningsfuld viden for livet.

Referencer

- Ayer, A.J.** (1986). Language, Truth and Logic. I: *Philosophy* vol. 20, suppl, p. 81.
- Baddeley, A.** (1988). Cognitive psychology and human memory. I: *Trends in Neurosciences*, vol. 11, nr. 4, s. 0–5. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0166223688901452>.
- Berger, P., & Luckmann, T.** (1966). The social construction of reality - a treatise in the sociology of knowledge. London: Penguin.
- Berntsen, D.** (2010). The Unbidden Past: Involuntary Autobiographical Memories as a Basic Mode of Remembering. *Current Directions in Psychological Science*, 19, 138–142. doi:10.1177/0963721410370301.
- Binder, J.R., Desai, R.H., Graves, W.W., & Conant, L.L.** (2009). Where is the semantic system? A critical review and meta-analysis of 120 functional neuroimaging studies. I: *Cerebral cortex* (New York, N.Y. : 1991) vol. 19, nr. 12, s. 2767–96. doi:10.1093/cercor/bhp055
- Blaxton, T.A.** (1989). Investigating dissociations among memory measures: Support for a transfer-appropriate processing framework. I: *Journal Of Experimental Psychology. Learning Memory And Cognition* vol. 15, s. 657–668. doi:10.1037//0278-7393.15.4.657.
- Brodin, A., & Lundborg, K.** (2003). Is hippocampal volume affected by specialization for food hoarding in birds? I: *Proceedings. Biological sciences / The Royal Society* vol. 270, nr. 1524, s. 1555–63. doi:10.1098/rspb.2003.2413.
- Callanan, M.A., & Braswell, G.** (2006). Parent-child conversations about science ant literacy - links between formal and informal learning. In Z. Bekerman, N.C. Burbules, D. Silberman-Keller, & (Counterpoints vol 249) (Eds.), *Learning in places - the informal education reader* (pp. 123–137). New York: Peter Lang Publishing.
- Chun, M.M., & Johnson, M.K.** (2011). Memory: enduring traces of perceptual and reflective attention. I: *Neuron* vol. 72, nr. 4, s. 520–35. doi:10.1016/j.neuron.2011.10.026.
- Conway, M.A.** (2005). Memory and the Self. I: *Journal of Memory and Language* vol. 53, nr. 4, s. 594–628. Retrieved from <http://www.eric.ed.gov/ERICWebPortal/detail?accno=EJ724271>

- Damasio, A.** (1994). *Descartes' error: emotion, reason and the human brain*. London: Vintage.
- Dewey, J.** (1913). *Interest and effort in education*. Boston: Houghton Mifflin Company.
- DiSessa, A.A., & Minstrell, J.** (1998). Cultivating conceptual change with benchmark lessons. In *Thinking practices*, J.G. Greeno, ed., Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates (pp. 155–187.).
- Dreier, O.** (2003). Learning in personal trajectories of participation. In N. Stephenson, L.H., R. Radtke, & J.H. Stam (Eds.), *Theoretical psychology: Critical ...* (pp. 1–10). Concord, Canada: Captus University Publications. Retrieved from <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=in+title:Learning+in+Personal+Trajectories+of+Participation#0>
- Edelman, G.M., & Tononi, G.** (2001). *A universe of consciousness*. London: Penguin.
- Eichenbaum, H.** (2001). *The Cognitive Neuroscience of Memory: An Introduction*. New York: Oxford University Press.
- Entwistle, N., & Walker, P.** (2002). Strategic alertness and expanded awareness within sophisticated concepts of teaching. In N. Hativa & P. Goodyear (Eds.), *Teacher thinking, beliefs and knowledge in higher education* (pp. 15–39). Kluwer Academic Publishers.
- Geake, J.** (2008). Neuromythologies in education. *Educational Research*, 50, 123–133. doi:10.1080/00131880802082518.
- Gerlach, C., Law, I., & Paulson, O.B.** (2002). When Action Turns into Words. Activation of Motor-Based Knowledge during Categorization of Manipulable Objects. I: *Journal of cognitive neuroscience* vol. 14, nr. 8, s. 1230–1239.
- Gilboa, A.** (2004). Autobiographical and episodic memory – one and the same? Evidence from prefrontal activation in neuroimaging studies. *Neuropsychologia*, 42(10), 1336–49. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2004.02.014.
- Greenberg, D.L., & Verfaellie, M.** (2010). Interdependence of episodic and semantic memory: evidence from neuropsychology. I: *Journal of the International Neuropsychological Society : JINS*, vol. 16, nr. 5, s. 748–53. doi:10.1017/S1355617710000676.
- Hansen, F.A., Kortbek, K.J., & Grønbaek, K.** (2008). Mobile Urban Drama – Setting the Stage with Location Based Technologies. In *Proceedings of 1st Joint Int. Conf. on Interactive Digital Storytelling*. (pp. 20–31). Erfurt, Germany: Springer Berlin Heidelberg.
- Harley, K., & Reese, E.** (1999). Origins of Autobiographical Memory. I: *Developmental Psychology* vol. 35, nr. 5, s. 1338–1348. Retrieved from <http://www.eric.ed.gov/ERICWebPortal/detail?accno=EJ595690>.

- Hebb, D.O.** (1949). *The Organization of Behavior: A Neuropsychological Theory*. *Science Education* (Vol. 44, p. 335). doi:10.2307/1418888.
- Hedegaard, M.** (2009). Children's Development from a Cultural-Historical Approach: Children's Activity in Everyday Local Settings as Foundation for Their Development. I: *Mind, Culture and Activity* vol. 16, s. 64–82. doi:10.1080/10749030802477374.
- James, W.** (1912). *Essays in radical empiricism* (2003rd ed.). Mineola: Dover Publishing.
- Johnson Thornton, D.** (2011). *Brain culture- neuroscience and the popular media*. Newark NJ: Rutgers University Press.
- Knapp, D.** (2007). A Longitudinal Analysis of an Out-of-School Science Experience. *School Science and Mathematics*, 107(2), 44. Retrieved from <http://www.eric.ed.gov/ERICWebPortal/detail?accno=EJ763056>.
- Kolb, D.** (1984). *Experiential learning as the science of learning and development*. Eagle-Wood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Lave, J., & Wenger, E.** (1991). Situated learning: Legitimate peripheral participation. I: *Learning in doing* vol. 95, s. 138). doi:10.2307/2804509.
- Lieberoth, A.** (2013). Forført af hjernen? Lær at skelne vrøvl fra videnskab i populærhjerneforskningens vidunderlige verden. I: *Psykologisk Set*, s. 89.
- Lieberoth, A., & Hansen, F.** (2011). Can Autobiographical Memories Create Better Learning? The Case of a Scary Game. In D. Gouscos & M. Meimaris (Eds.), *Proceedings of ECGBL 2011. The 5th European Conference on Games Based Learning* (pp. 350–357). Retrieved from <http://forskningbasen.deff.dk/Share.external?sp=S36a1f62f-6fe6-45b7-9c60-c7f003465575&sp=Sau>.
- Mace, J.H.** (2007). Does involuntary remembering occur during voluntary remembering? In *Involuntary memory* (pp. 50–67).
- Markowitsch, H.J., & Staniloiu, A.** (2011). Memory, auto-noetic consciousness, and the self. I: *Consciousness and cognition* vol. 20, nr. 1, s. 16–39. doi:10.1016/j.concog.2010.09.005.
- Martin, J.** (1993). Episodic Memory: A Neglected Phenomenon in the Psychology of Education. I: *Educational Psychologist* vol. 28, s. 169–183. doi:10.1207/s15326985ep2802_5.
- McAdams, D.P.** (2001). The Psychology of Life Stories. I: *Review of General Psychology* vol. 5, s. 100–122.
- McAdams, D.P.** (2011). The Redemptive Self : Generativity and the Stories Americans Live. I: *Research in Human Development*, s. 37–41.
- McIntyre, C.K., McGaugh, J.L., & Williams, C.L.** (2012). Interacting brain systems modulate memory consolidation. I: *Neuroscience and biobehavioral reviews* vol. 36, nr. 7, s. 1750–62. doi:10.1016/j.neubiorev.2011.11.001.

- Middleton, D., & Brown, S.D.** (2005). *The Social Psychology of Experience – Studies in Remembering and Forgetting*. London: Sage.
- Milner, B.** (1962). Les troubles de la mémoire accompagnant des lésions hippocampiques bilatérales. I: *Physiologic de l'Hippocampe*, s. 257–272.
- Moon, J.A.** (2004). *A handbook of reflective and experiential learning - theory and practice*. Oxon: RoutledgeFalmer.
- Nadel, L., Hupbach, A., Gomez, R., & Newman-Smith, K.** (2012). Memory formation, consolidation and transformation. I: *Neuroscience and biobehavioral reviews* vol. 36, nr. 7, s.1640–5. doi:10.1016/j.neubiorev.2012.03.001.
- Neisser, U.** (1978). Memory: What are the important questions?
- Nielsen, K.N.** (2008). Learning, Trajectories of Participation and Social Practice. *Outlines. Critical Practice Studies*, 22–36. Retrieved from <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Learning+,+Trajectories+of+Participation+and+Social+Practice#0>.
- Northoff, G., Heinzl, A., de Greck, M., Bempohl, F., Dobrowolny, H., & Panksepp, J.** (2006). Self-referential processing in our brain--a meta-analysis of imaging studies on the self. I: *NeuroImage* vol. 31, nr. 1, s. 440–57. doi:10.1016/j.neuroimage.2005.12.002
- Piaget, J.** (1974). *Biology and knowledge: an essay on the relations between organic regulations and cognitive processes*. Chicago: University of Chicago Press.
- Ralph, M.A.L.** (2011). Neural basis of memory. In: H. Duffau (Ed.), (pp. 145–154). Wien: Springer.
- Rattenborg, N.C., & Martinez-Gonzalez, D.** (2011). A bird-brain view of episodic memory. I: *Behavioural brain research* vol. 222, nr. 1, s. 236–45. doi:10.1016/j.bbr.2011.03.030.
- Richards, R.G.** (2003). *The Source for Learning & Memory Strategies*. LinguSystems, Inc., 3100 4th Ave., East Moline, IL 61244-9700 (\$41.95). Tel: 800-776-4332 (Toll Free); TDD: 800-933-8331 (Toll Free); Fax: 800-577-4555 (Toll Free); e-mail: service@linguistysystems.com; Web site: <http://www.linguistysystems.com>. Retrieved from <http://www.eric.ed.gov/ERICWebPortal/detail?accno=ED480292>
- Roepstorff, A., & Frith, C.** (2012). Neuroanthropology or simply anthropology? Going experimental as method, as object of study, and as research aesthetic. I: *Anthropological Theory* vol. 12, nr. 1, s.101–111. doi:10.1177/1463499612436467.
- Rubin, D.C.** (2006). The Basic-Systems Model of Episodic Memory. I: *Perspectives on Psychological Science* vol. 1, nr. 4, s. 277–311. doi:10.1111/j.1745-6916.2006.00017.x.

- Saffran**, E.M., & Schwartz, M.F. (1994). Of cabbages and things: Semantic memory from a neuropsychological perspective – A tutorial review. In *Attention and performance XV Conscious and nonconscious information processing* (Vol. 25, pp. 507–536).
- Schacter**, D.L., & Wagner, a D. (1999). Medial temporal lobe activations in fMRI and PET studies of episodic encoding and retrieval. I: *Hippocampus* vol. 9, nr. 1, s. 7–24. doi:10.1002/(SICI)1098-1063(1999)9:1<7::AID-HIPO2>3.0.CO;2-K.
- Schank**, R.C. (2011). *Teaching minds - how cognitive science can save our schools*. New York: Teachers college press.
- Schank**, R.C., & Abelson, R.P. (1977). *Scripts, plans, goals and understanding: An inquiry into human knowledge structures*. Scripts plans goals and understanding An inquiry into human knowledge structures (Vol. 2, p. 248).
- Schilhab**, T.S.S. (2013). Derived embodiment and imaginative capacities in interactional expertise. I: *Phenomenology and the Cognitive Sciences* vol. 12, nr. 2, s. 309–325.
- Schilhab**, T.S.S., Petersen, A.M.K., Sørensen, L.B., & Gerlach, C. (2007). *Skolen i skoven – Hjerne, krop og læring i naturen*. Copenhagen: Danmarks Pædagogiske Universitetsforlag.
- Schön**, D.M. (1987). *Educating the reflective practitioner*. San Fransisco: Jossey-Bass.
- Spreng**, R.N., Mar, R.A., & Kim, A.S.N. (2009). The common neural basis of autobiographical memory, prospection, navigation, theory of mind, and the default mode: a quantitative meta-analysis. *Journal of cognitive neuroscience*, 21(3), 489–510. doi:10.1162/jocn.2008.21029
- Squire**, L.R. (1984). *Nondeclarative Memory: Multiple Brain Systems Supporting Learning*, 4(3).
- Squire**, L.R., & Knowlton, B. (1994). Memory, hippocampus, and brain systems. I: *Memory* vol. 57, s. 825–837. Retrieved from <http://doi.apa.org/psycinfo/1994-98810-053>.
- Stolpe**, K., & Bjorklund, L. (2012). Seeing the Wood for the Trees: Applying the Dual-Memory System Model to Investigate Expert Teachers' Observational Skills in Natural Ecological Learning Environments. I: *International Journal of Science Education* vol. 34, nr. 1, s. 101–125. Retrieved from <http://www.eric.ed.gov/ERICWebPortal/detail?accno=EJ952554>
- Tetzlaff**, C., Kolodziejcki, C., Markelic, I., & Wörgötter, F. (2012). Time scales of memory, learning, and plasticity. I: *Biological cybernetics* vol. 106, nr. 11-12, s. 715–26. doi:10.1007/s00422-012-0529-z
- Tønnesvang**, J. (2004). Integrativ tænkning og psykologisk forskningsmetodik. *Psyke og Logos*, 25(2).

- Tulving, E.** (1972). Episodic and Semantic Memory. In E. Tulving & W. Donaldson (Eds.), *Organization of memory*. New York: Academic Press. Retrieved from http://web.media.mit.edu/~jorkin/generals/papers/Tulving_memory.pdf
- Tulving, E.** (1985a). Memory and consciousness. I: *Canadian Psychology/Psychologie Canadienne* vol. 26, nr. 1, s.1–12. Retrieved from <http://psycnet.apa.org/journals/cap/26/1/1/>
- Tulving, E.** (1985b). How many memory systems are there? I: *American Psychologist* vol. 40, nr. 4, s. 385–398. Retrieved from <http://psycnet.apa.org/journals/amp/40/4/385/>
- Tulving, E.** (1993). What is episodic memory? I: *Current Directions in Psychological Science* vol. 2, nr. 3, s. 67–70.
- Tulving, E.** (2002). Episodic memory: from mind to brain. I: *Annual review of psychology* vol. 53, s. 1–25. Retrieved from <http://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.psych.53.100901.135114>
- White, M.** (2007). Maps of narrative practice. I: *Psychiatric Services* vol. 59, s. 122. doi:10.1176/appi.ps.59.8.941.
- William, J.** (1899). Talks to teachers on psychology and to students on some of life's ideals (2001st ed.). New York.: Dover.
- Winocur, G., & Moscovitch, M.** (2011). Memory transformation and systems consolidation. I: *Journal of the International Neuropsychological Society : JINS* vol. 17, nr. 5, s. 766–80. doi:10.1017/S1355617711000683.
- Zaragoza Scherman, A.** (n.d.). Cultural life script theory and the reminiscence bump: A reanalysis of seven studies across cultures. I: *Nordic psychology*, (in review).

English summary

There has been precious little exchange between the cognitive neuroscience of memory and the learning sciences. 30 years of functional neuroimaging has unequivocally demonstrated dissociations between episodic and semantic memory systems. Recent studies have however hinted, that information contained in episodic experiences is gradually transformed to a more semantic format, where our cognitive systems rely more on general knowledge for reconstruction of autobiographical memories. Since it is thought that episodic memory system is especially important in meetings with new information, existing techniques like the reflection tools used in experiential learning might have a direct impact on processes of semantization and memory consolidation, as well as positioning core episodes as anchors for future reactivation of lifelong learning trajectories.

Keywords

Hjernen; episodisk hukommelse; semantisk hukommelse; selvbiografisk hukommelse; semantisering; oplevelseslæring; tværformatskonsolidering.

Biologiske 'bottom-up' processer og begrebsdannelse

Theresa Schilhab

Abstract

Ubevidste (bottom-up) processer har stor indflydelse på kognition. Neurovidenskabelig empiri især indenfor feltet 'Grounded cognition' har i stigende grad demonstreret, at kognition er perceptuelt, multimodalt og ikke mindst sansemotorisk funderet, helt i tråd med evolutionære forklaringer af hvad kognition er. Hvis kognition især er evolutionært og funktionelt bestemt, hvilken betydning har det så for dannelse af begreber og viden? Bottom-up tilgangen har relevans især i sammenhænge, hvor direkte oplevelser og erfaringer udnyttes til at styrke indlæringen, som f.eks. i udeskole. Formålet med denne artikel er derfor at skitsere 'Grounded cognition' og denne begrebsrammes relevans for pædagogisk forskning. Men den biologiske bottom-up vinkel kan tilsyneladende ikke stå alene. Det viser diskussionen om, hvordan begreber kan virke 'top-down' på perceptioner. Afdækning af hvornår og hvordan bottom-up og top-down processer interagerer er af afgørende betydning for en dybere forståelse af kognitionens og læringens natur.

Introduktion

Menneskets biologi bliver ikke skænket mange tanker i pædagogiske kredse. Måske fordi påstande om et biologisk fundament først og fremmest associeres med

utålelig reduktionisme, hvor menneskets handlinger og forestillinger forklares med bestemte gener¹ (Brenner, 2003). Denne artikel handler om, at biologien manifesterer sig langt mere sofistikeret og integreret i det vi lærer, end påstanden om generne antyder. Inddragelse af den evolutionære og funktionelle begrebsramme kan derfor tilbyde pædagogikken en mere nuanceret forståelse af kognition og læring, der ligger langt fra naiv biologisme (Schilhab & Emmeche, 2010).

Feltet 'Grounded cognition' (GC) er en paraplybetegnelse for nye kognitive teorier med vægt på situeret og kropslig kognition, der oftest i hovedparten er ikke-bevidste (e.g. Shapiro, 2011). Sådanne teorier anser organismens livsnødvendige interaktion med, og nervesystemets kontinuerlige følsomhed overfor omgivelserne som altafgørende for kognition (se Maturana og Varela, 1988; Godfrey-Smith, 2002) - endda også for højere former for kognition som læringsmønstre og erindringer (Deacon, 2012). At ubevidste (bottom-up) processer har stor indflydelse på kognition understøttes af de seneste 10-15 års neurovidenskab, der i stigende grad har demonstreret, at kognition er perceptuelt, multimodalt og ikke mindst sansemotorisk funderet (Barsalou, 2010)². I denne artikel er formålet at redegøre for GC. Fokus er på begrebsdannelse for at vise, at den evolutionære og funktionelle begrebsramme, via detailbeskrivelser af især automatiske bottom-up processer bag vores sprogindlæring, kan bidrage til pædagogisk forskning. Bottom-up tilgangen har relevans især i sammenhænge, hvor direkte oplevelser og erfaringer udnyttes til at styrke indlæringen - som f.eks. i udeskole (se f.eks. Schilhab, Petersen, Sørensen & Gerlach, 2007). Men den biologiske bottom-up vinkel kan tilsyneladende ikke stå alene. Det viser diskussionen om, hvordan begreber kan virke 'top-down' på perceptioner og ændre hastigheden, hvormed vi neuralt processerer f.eks. farveoplevelser.

Så selvom læring og kognition i høj grad er et bottom-up anliggende, spiller top-down processer en ligeså væsentlig rolle. Afdækning af hvornår og hvordan bottom-up og top-down processer interagerer er af betydning for at forstå kognitionens og læringens natur.

1 For en ikke-deterministisk udlægning og diskussion af biologien, se Schilhab & Emmeche (2010).

2 Her følger jeg Barsalou (2010) og definerer bottom-up processer som processer, der er koblet til sansemodaliteter og perception. Bottom-up processer finder ikke nødvendigvis sted udenfor bevidstheden, men diskussionen om bevidsthedens status i læringsprocesser er omfangsrig og inddrages kun i beskedent omfang i anden del af denne artikel.

Kognition er også biologi

Kognition er knyttet til liv, fordi liv er at opretholde sig selv i udveksling med omgivelser- og kognition bidrager til, at dette realiseres (Godfrey-Smith, 2002). I biologisk forstand er kognition først og fremmest evnen til at opfatte signaler som stedfortrædere for andre signaler, i omverdenen eller internt, med betydning for organismen. Bakterien *E. coli* kan f.eks. genkende det såkaldt 'aktive sted' på et suktermolekyle, f.eks. glukose (Vázquez-Ibar m. fl., 2004), fordi sukkeret er af betydning for bakteriens næringstilstand (Stjernfelt, 2012). Da verden er sådan indrettet, at det aktive sted altid, eller næsten altid, er koblet til det brugbare suktermolekyle, er det tilstrækkeligt for bakterien at være følsom overfor blot en lille del af fødekilden og ikke overfor f.eks. overfladestrukturen af hele molekylet. Denne evne til at associere tegn i omgivelserne (det aktive sted) med et mønster (suktermolekylet) udstikker handlemuligheder for bakterien, uden at den skal investere for meget energi. Forudsigelse på baggrund af tegn (og dermed kognition) leverer på den måde en mere hensigtsmæssig adfærd³ (Hoffmeyer, 2012a).

Organismer er såkaldt autopoetiske størrelser med selvopholdelsesdrift⁴. Autopoiesis er et vilkår ved liv, der kræver konstant adgang til fødekilder, så de energikrævende celleprocesser til f.eks. vedligeholdelse af membraner, transport af stoffer, opretholdelse af bestemte temperaturer og surhedsgrad i celledriften, udskillelse af affaldsstoffer osv., kan foregå. Kognitionens funktion er at styrke selvreguleringen, dvs. at optimere udnyttelsen af det brugbare, der findes i omverdenen og sky det, der truer. Kognitionsprocesser står derfor i tæt forbindelse med de mange idiosynkratiske mere fysiologiske delprocesser, der sikrer, at organismen fortsat holder sig i live. Kognition er altså sammenvævet med resten af organismen og giver mening udelukkende som bidrag til dens funktionelle opretholdelse⁵.

Med Deacon's ord (kap. 15, afsn. 4, øv.)⁶:

"Brains are organs which evolved to support whole organism functions that are critical to persistence and reproduction. They are not arbitrary, general-purpose, information-processing devices. Everything about them grows out of, and

3 Mønster skal her forstås som et gentagent sammenfald af begivenheder (tegn), hvoraf enkeltdele kan fremstå som tegn, der typisk henviser til helheden bag.

4 Autopoiesis blev introduceret af Maturana & Varela (e.g. 1998, s. 48): "What is distinctive about them, however, is that their organization is such that their only product is themselves, with no separation between producer and product. The being and doing of an autopoietic unity are inseparable, and this is their specific mode of organization".

5 Intentionalitet og selvopretholdelse, der kendetegner det levende, bliver af Deacon omtalt som 'intentionalitet' (2012).

6 Se desuden anmeldelse af Deacons bog af Nepper-Larsen, dette nummer, s. 121.

is organized to work in, service of the organism and the teleodynamic processes that constitute it. Animal physiology is organized around the maintenance of certain core self-preservation functions on which all else depends. Critical variables — such as constant oxygenation, availability of nutrients, elimination of waste products, maintenance of body temperature within a certain range, and so forth — all must be maintained, or no other processes are possible. Sensory specializations, motor capabilities, basic drives, learning biases, emotional response patterns, and even the structure of our memories are ultimately organized with respect to how they support these critical core variables.”

Afhængigheden af omverdenen har medført udviklingen af evner til at overskue og forudsige mønstre, som øger muligheden for overlevelse. Antallet af mulige mønstre er imidlertid umådelig stort, bl.a. fordi de forandrer sig over tid. Ifølge Sheets-Johnstone (2007, s. 290):

“...no matter what the particular world (Umwelt) in which an animal lives, it is not an unchanging world. Hence, whatever the animal, its movement cannot be absolutely programmed such that, for example, at all times its particular speed and direction of movement, its every impulse and stirring, its every pause and stillness, run automatically on something akin to a lifetime tape. Consider, for example, an earthworm, its body pressed against the earth as it crawls along, or a beetle walking along the ground. In each case, the immediate environment is tangibly inconsistent; it has topological and textural irregularities - bumps here, smoothness there, moisture here, hardness there, and so on. Both earthworm and beetle must adjust kinetically to what they find in the immediate moment.”

Afsøgningen af omgivelserne for mulige mønstre afspejles også i den høje grad af følsomhed, der bl.a. manifesterer sig som neural aktivitet, som selv grebet om en kaffekop igangsætter (Cashman, 2008, s. 51):

“When I hold a cup of hot coffee in my hand, my finger pads are physically made to curve in an iconic match to the curvature of the cup. Certain nerve endings embedded in the finger pads are triggered by this change of shape in the pads. At the same time, the skin of these finger pads is warming up because of the transfer of the heat (speed of molecules) from the porcelain cup to the fingers. Other specific neurons, that are unaffected by shape, are sensitive to changes of heat in the fingers. They are triggered to fire by the warming of the fingers. If, in addition, I squeeze the hand on the cup, still other neurons in the finger pads, and in the joints of the hand are triggered in response to the increased pressure”.

I det autopoetiske system er følsomheden for forandringer i omverden integreret med følsomhed for eget respons på denne omverden⁷. Det er forudsætningen for systemets fortsatte eksistens. Stimuleringer er aldrig afsondrede entiteter men altid integrerede som en del af begivenheder. De kan derfor sætte respons i gang, der normalt ville være blevet udløst af andre stimuli (processen bag omtales ofte som betingning, e.g. Byrne, 1995). Den mønstergenkende organisme behøver blot en flig af mønstret for at kunne erkende mønstret (se Hesslow, 2012)⁸ og justerer kontinuerligt - som i grebet om kaffekoppen - sin adfærd i forhold til mønstret. På den måde 'peger' den pågældende stimulering, som den fremstår i nuet, på andre fænomener, som den derved er 'stedfortræder' for. Hoffmeyer skriver (2012b, s. 107):

"Vi må forstå, at kilden til viden ikke er en sansemekanik, men en sansesemiotik: Verden fremstår ikke for os som en hob af neutrale 'fakta', men som en fristende og skræmmende mangfoldighed af betydninger. Æblets røde farve betyder, at det er modent, barnets gråd, at det behøver omsorg. Kun lidt efter lidt kan vi på basis af denne verden af betydninger ordne begreberne intellektuelt og sprogligt, så de bliver til viden."

'Grounded cognition' og 'situeret conceptualization'

Den biologiske begrundelse for kognition er ikke bare principielt interessant. Det sidste tiårs hastigt voksende antal studier indenfor hjerneforskning og kognitiv neurovidenskab støtter den biologiske forklaring af vidensprocesser som primært 'grounded', dvs. som kropslige og situeret (e.g. Barsalou, 2010). Ifølge GC er al viden lejet kropsligt. Selv boglig viden som styrkes gennem formel skoleuddannelse, og som typisk deles sprogligt (denne viden omtales også som semantisk, eksplicit, diskursiv og bevidst). Det skyldes, at sansemotoriske erfaringer spiller en central rolle for den enkeltes dannelse af begreber og senere brug af sprog (Gallesse & Lakoff, 2005; Barsalou, 2008; Glenberg m.fl., 2008). Forklaringen er, at når vi lærer sproget, har vi samtidig adgang via sanserne til de konkrete fænomener og begivenheder, som sproget henviser til (Schilhab, 2011a). Den samtidige aktive- ring på adfærdsniveau manifesterer sig som neurale associationer, der optræder i såkaldte ensembler (e.g. Pulvermüller, 2011). Det betyder, at det neurale korrelat, repræsentationen på neuralt niveau, består dels af processer bag de sproglige udtryk, sprogbehandlingen, lydene, artikulationen osv., dels de processer, der ligger bag den sansemotoriske oplevelse (Pulvermüller, 2005). Det er processer, som vi oftest ikke er os bevidste (ikke oplever), da de ikke er centrum for vores

⁷ Gælder dog ikke alle organismer. F.eks. er intern monitorering ikke så sandsynlig hos *E. coli*.

⁸ Se, f.eks. s. 74: "...the preparatory stages of a behavioural response can elicit sensory activity that resembles the activity that would normally be caused by the completed overt behaviour."

bevidste fokus, men som vi alligevel lagrer i det pågældende ensemble, fordi vi er modtagelige for dem (e.g. Gallese, 2003, Hesslow, 2002).

Når et barn lærer f.eks. udtrykket 'banan' at kende, vil det typisk samtidig blive præsenteret for en virkelig banan, og de associerede konkrete sanseoplevelser (e.g. Glenberg m.fl., 2008; Pecher m.fl., 2011). Begrebet banan bliver dermed repræsenteret multimodalt perceptuelt og sprogligt (hvilket jo også indebærer auditive og visuelle processer).

De områder der er aktive, når barnet senere hører 'banan' i en samtale, vil på grund af associationerne til sansemotoriske præsentationer, da bananbegrebet blev 'grundlagt', også omfatte sansemotoriske områder. Det er bl.a. blevet vist i billeddannelsesstudier af de aktive hjerneområder under læsning af begrebet kanel (og det fysiske fravær af kanel, González m.fl., 2006). Sproget får således mening gennem en såkaldt genoplevelse (simulation) af situationer, der er blevet kategoriseret ved den pågældende oplevelse (Barsalou m. fl., 2003; Boulenger, Hauk & Pulvermüller, 2009; Pulvermüller, 2005). Begreber er i stand til at udløse simulationer af tidligere erfaringer, som udtrykkene er associeret med. Det understøttes af forsøg af Bargh, Chen & Burrows, (1996), hvor forsøgspersoner blev sat til at konstruere egentlige sætninger ud fra en større usystematisk arrangeret mængde ord. På tværs af opgaverne optrådte ord som 'bekymret', 'gammel', 'ensom', 'rynker', 'bingo', og 'grå'. Påvirkningen fik forsøgspersonerne til ubevidst at associere gamle mennesker med den effekt, at de selv gik krumbøjede fra forsøgslokalet (se dog også Doyen, Klein, Pichon, & Cleeremans, 2012). Tilsvarende blev studerende udsat for opgaver, hvor enten høflighed med ordene 'respekt', 'tålmodighed', 'betænksomhed' og 'eftergivende' eller uforskammethed med ordene 'dristig', 'aggressiv', 'forstyrre' og 'afbryde' var gennemgående tema. Den studerende blev desuden instrueret om at tale med forsøgslederen efter afsluttet test. Ubekendt for forsøgspersonerne befandt forsøgslederen sig i en iscenesat samtale, der skulle teste den studerendes sindsstemning. De studerende der var blevet udsat for 'høflighedstesten' afbrød aldrig samtaler, selvom de fortsatte langt ud over 10 min, hvorimod studerende der var blevet udsat for uforskammethedsassociationerne i gennemsnit afbrød efter 5 min⁹.

Det er den systematiske samaktivitet i den ene 'banan' (eller kanel)-oplevelse efter den anden, som også samtidig bliver associeret med det sproglige 'håndtag' for oplevelserne (Schilhab, 2013), der er årsag til simulationseffekten. Barsalou kalder

9 Det er en vigtig pointe, at der for de omtalte studier gælder, at de ubevidste påvirkninger kun har effekt, hvis de forbliver u-erkendte. Bliver de først erkendt, kan folk ved hjælp af top-down kontrol (e.g. bevidsthed) korrigere for påvirkningen (e.g. Nosek, 2007; Beilock, 2009).

processen bag for 'situated conceptualization' (SC) (Barsalou, 2003; 2009). SC er ikke alene vigtig for den sproglindlæring, der retter sig mod konkrete genstande og virkelige begivenheder. Ifølge Barsalou spiller SC også en rolle for begrebsliggørelsen af egenskaber ved genstande, introspektive følelser, relationer og handlinger (2009).

Empiriske data

Simulation og SC er blevet påvist i både adfærds-, og billeddannelsesstudier. F.eks. viser adfærdsstudier, hvor forsøgspersoner skal svare ja eller nej på spørgsmålet om, hvorvidt en sætning som f.eks. 'luk skabet' er meningsfuld, at reaktionshastigheden (RT) kan moduleres ved at lade forsøgspersonerne bevæge hånden i retning ind mod eller væk fra kroppen under besvarelsen (Glenberg & Kashack, 2002). I forsøget skal forsøgspersonerne enten skubbe eller trække et håndtag. Hvis de skal skubbe håndtaget, matcher det den implicite retning, som sætningen refererer til. Hvis de skal trække i håndtaget, er der ikke kongruens mellem den, der fremgår af sætningen og den forsøgspersonen udfører. Ved kongruens nedsættes RT og indikerer dermed, at korrelatet bag den sproglige mening i alt fald overlapper med korrelatet for den sansemotoriske opgave. At forstå meningen med en sætning er således at simulere hvad, der ville være tilfældet, hvis sætningen var sand. Denne simulation bygger på tidligere erfaringer.

Sammenhængen mellem RT og simulation af sætningsindholdet er også blevet påvist i f.eks. Zwaan m.fl. (2002), Pecher, Zeelenberg, & Barsalou (2003), Markman & Brendl (2005), Glenberg, m.fl. (2008) og Myung, Blumstein & Sedivy (2006), ligesom kongruens mellem sætningers betydningsindhold og eksterne stimuli, som f.eks. et billede af en ørn på rede og sætningen 'ørnen ligger på reden', er årsag til nedsat RT (Glenberg & Kaschak, 2002, se også Borghi, Glenberg & Kaschack, 2004). Også resultater fra billeddannelsesstudier understøtter påstanden om, at vi simulerer, hvad der er tilfældet, når vi tilskriver mening til sætninger. Goldberg, Perfetti & Schneider (2006) viste f.eks., at forsøgspersoner, der skal vurdere fysiske egenskaber som lugt, farve, tekstur osv. ved genstande, har aktivitet i de tilhørende sansemotoriske områder (se også Hauk, 2004). Sansemotorisk forankring af sprog understøttes også af fMRI undersøgelser af hjerneaktiviteten under brug af nye metaforer. Bl.a. viser studier, at det engelske udtryk "kicking the bucket", som metaforisk kunne oversættes med 'at stille træskoene', først bliver forstået i sin bogstavelige betydning – 'at sparke til spanden' (se Raposo, Moss, Stamatakis, & Tyler, 2009; Glucksberg, 2003; Rapp, et al., 2004; se dog også Chatterjee (2010) og Chen, Widick & Chatterjee (2012).

Hjerneforskningsresultaterne, der påviser sammenfald i det neurale korrelat bag perceptuelle oplevelser og diskursiv viden, får støtte fra en bred vifte af kognitionsstudier - f.eks. i studier af forholdet mellem vurderinger af andres professionelle egenskaber og haptiske oplevelser (Ackerman, Nocera & Bargh 2010), af vurdering af andres personlighed og oplevelsen af kulde og varme (Williams & Bargh, 2008; Zhong & Leonardelli, 2008; Bargh & Zalev, 2011). I et studie af Schnall m. fl. (2008) blev den perceptuelle oplevelse af afsky (der normalt udløses af oplevelsen af opkast, sår, rådne kød, slim og maddiker, der typisk signalerer forestående infektionsfare, se Curtis, Aunger & Rabie, 2004) koblet til evnen til at fælde moralske domme. Jo mere afsky, der ved hjælp af afskyvækkende lugte blev induceret (uden at forsøgspersonerne var bevidste om det), jo mere fordømmelse udløste de handlinger, der skulle vurderes.

Men det er ikke kun perceptioner, der simuleres. Simulationsteorien er også blevet understøttet af kognitionsstudier, der viser, at mentale tilstandes betydningsindhold matcher oplevelsen associeret med konkrete handlinger. Et studie af Li, Wei og Soman (2010) viser f.eks., at den fysiske forsegling af en emotionelt ladet stimulus - i en konvolut - reducerer den associerede perception af den negative oplevelse af det emotionelle indhold. Forsøgspersonerne blev bedt om at genkalde sig og beskrive en nylig beslutning, de havde fortrudt. Herefter blev en delgruppe anmodet om at lægge deres beskrivelse i en kuvert og alle deltagere bedt om at vurdere graden af tristhed, som den fortrudte beslutning efterlod hos dem. De, der havde forsegle historien og besvarelsen i en kuvert, vurderede sig selv som signifikant mindre triste, end de der blot havde samlet besvarelsen med en clips (se også Glenberg m.fl. 2005).

Grounded cognition har implikationer for læring

Med hovedvægten lagt på detaljerede sansemotoriske, kropslige og situerede mekanismer som årsag til kognition og med overvældende støtte i forskelligartede empiriske undersøgelser har GC implikationer for formel læring. Det gælder f.eks. i leveringen af forklaringer på, hvordan brugen af direkte oplevelser i undervisningen virker (Schilhab, 2011; Glenberg, 2008). Spørgsmålet om vigtigheden og omfanget af bottom-up processer i begrebslig viden er relevant i diskussionen om klasseundervisning versus udeskole (Schilhab, m. fl. 2007; Schilhab, 2011; Bentzen, m. fl., 2009) men også for noget så fjernt som overvejelser om virkningen af terapihaver (Corazon, Schilhab & Stigsdottir, 2011) og friluftsliv.

Undersøgelser viser således, at trænedede 'american football' eksperter har signifikant lavere RT end novicer, når de skal svare på, om betydningen af en sætning, som f.eks. 'the trainer saw the offensive lineman protect the quarterback', er sammenfaldende med et billede af situationen (Holt & Beilock, 2006). Studiet indikerer, at perceptuel erfaring med begivenheder i omgivelserne, eksempelvis gennem direkte kropslige erfaringer (football-træning), kan bidrage til, at processeringshastigheden under semantiske og eksplicite tests (som f.eks. om en sætning passer sammen med et billede) øges. Hvad ligger bag denne effekt? En nærliggende forklaring er, at den perceptuelle indlæring styrker det neurale korrelat, dvs. at det neurale ensemble er bedre forankret ved at aktivere flere forskellige områder. Den lavere RT (øget processeringshastighed) antyder, at den polymodale forankring øger accessibiliteten af hukommelsen. På samme måde som at begrebet 'banan' eller 'kanel' kan udløse genoplevelser af virkelige bananer, stimuleres associerede områder i hjernen, når man betragter en banan. Den visuelle sansning (perception) af bananen fører til (er et tegn for, som vi diskuterede i indledningen), at det motoriske system simulerer grebet om, skrælningen og ikke mindst spisningen af bananen, mens lugte- og smagssansen simulerer duften og smagsoplevelsen som følge af tidligere erfaringer med bananer (Pecher, Boot & Van Dantzig, 2011).

Den mangesidede samtidige læring falder lige for at udnytte i udeskolen (Schilhab, 2009). Naturen taler i et 'direkte' sprog (bottom-up) til vores læringskapacitet ved at stimulere mange læringskanaler på samme tid¹⁰. Vi får både lugte, synsindtryk, kropsaktivitet, lydoplevelser og ikke-bevidste komplekse sansninger, når vi lærer i naturen. I udeundervisningen er der dermed også bedre mulighed for at udnytte sammenhængen mellem det, der læres, og det den pågældende læring skal anvendes på, fordi læringen ofte indbefatter konkrete arbejdsopgaver og inddrager virkelige genstande, der kan optræde som 'materielle ankre' (Hutchins, 2005), ligesom helhedslæringen har karakter af oplevelser (se Lieberoth, 2013, dette nummer s. 59).

Kan bottom-up processer stå alene?

Men der er grund til at undersøge, i hvor høj grad bottom-up processer kan stå alene. Ifølge SC er det den samtidige aktivitet i bestemte neuroner under samtidig sproglig stimulation, der ved repetition etablerer og vedligeholder associationen imellem begreb og sansemotorisk aktivitet. SC hævder således implicit, at sproglig

¹⁰ Al læring er jo i og for sig perceptuelt forankret. Det betyder f.eks. en hel del hvilken 'læseplatform', elever benytter sig af, når de sidder i den traditionelle skole (se Mangan, 2013, dette nummer s. 11). I denne sammenhæng er fokus på systematisk udnyttelse af relevante perceptioner i undervisningen.

mening først og fremmest opstår på grundlag af en neural bottom-up aktivitet. Det er den samtidige, udefra påtrykte aktivering af bestemte neurale ensembler, f.eks. repræsenterende forskellige sansemodaliteter, der udgør det neurale korrelat. Vægten er således primært på automatiske processer (neurale ensembler etableres, fordi der sker en samaktivering) uden involvering af eksekutive funktioner og bevidst kontrol (f.eks. Gallese, 2003).

Spørgsmålet er imidlertid, hvilken rolle bevidsthed spiller. Det er ubetvivleligt, at mange påvirkninger, hvis neurale korrelat på grund af samaktivering ender med at indgå i det pågældende ensemble, optræder på subliminalt niveau (se f.eks. Scheckley & Bell, 2006). Det er sandsynligvis også forklaringen på situeret kognition. Når dykkere, der har indlært lister med vilkårligt valgte ord enten siddende på land eller neddykket på havbunden, får testet deres hukommelse, husker de bedst under vilkår, der er sammenlignelige med vilkårene under indlæringsfasen (Godden & Baddeley, 1975; se også Radvansky m.fl., 2011).

Barsalou skriver imidlertid, at etableringen af et ensemble under SC afhænger af selektiv opmærksomhed (2009, p. 1282):

"...a simulator develops for any component of experience that attention selects repeatedly...When attention focuses repeatedly on a type of object in experience, such as bicycle, a simulator develops for it. Analogously, if attention focuses repeatedly on an action (pedalling), introspection (happiness) or relation (mesh) simulators develop to represent them as well. ...because selective attention is open ended, a simulator develops for any component of experience selected repeatedly."

Opmærksomhed synes altså at være en forudsætning for etableringen af de neurale ensembler, der siden bruges i off-line simulationer, som når vi husker tilbage (dvs. uden at den perceptuelt relevante stimulering er til stede) (Wilson, 2002). Denne opfattelse går i alt fald tilsyneladende på tværs af den grundlæggende GC-præmis, at læring primært er styret af bottom-up processer, og at neurale ensembler består af korrelater for både erkendte og ikke-erkendte tilstande (Scheckley & Bell, 2006).

Har graden af opmærksomhed under indlæringen så betydning for, i hvilket omfang læringen siden hen kan genkaldes?

Pearson m.fl. (2013) skriver (s. 7):

" First of all an image can be created directly from immediate perceptual information. For example, someone can look at a picture of a horse, create a mental image

of the picture in their mind, and then maintain this mental image as they look away or close their eyes. Second, an image can be created entirely from previously stored information held in long-term memory. For example, someone can hear the word "horse" and then create mental imagery based on their previous experience of what a horse looks like."

Her indgår den perceptuelle aktivering både som led i on-line oplevelsen og i off-line oplevelsen realiseret af både korttidshukommelsen (når man lukker øjnene) og langtidshukommelsen (i erindringen om 'hest'). Simulationer af tidligere erfaringer bliver i stigende grad netop sat i forbindelse med deklarativ (bevidst) hukommelse (Hassabis m.fl., 2007; Schachter, Addis, & Buckner, 2007; Hesslow, 2012) og kobles til forestillingsevnen (e.g. Moulton & Kosslyn, 2009). Men det er her uklart, hvilke bottom-up stimuli, der er tilgængelige for forestillingsbillederne og hvorfor. Det er f.eks. kendt, at ikke al bottom-up aktivitet, som perciperes (f.eks. den subliminale), når det bevidste fokus (e.g. Cohen m. fl., 2012; Kouider & Dehaene, 2007).

Man kan også rejse spørgsmålet om, hvorvidt perceptioner forbundet med direkte oplevelser har kausal indvirkning på viden på en måde, der viser sig f.eks. sprogligt udover den periode, hvor vi får etableret sproget.

Når børn lærer begrebet 'kop' at kende, bliver de typisk samtidig sansemotorisk og perceptuelt stimuleret af en virkelig kop. Det betyder, at begreber skabes på basis af flerstrengt perceptuel (muligvis ikke-bevidst) erfaring. Ifølge 'the Indexical Hypothesis' ('IH'-hypotesen) kræver sprogindlæring, at begreber kobles til deres konkrete repræsentationer, dvs. de forstås og erindres 'indeksikalt' (Glenberg, 1997; Glenberg & Robertson, 2000). Det er centralt for IH, at barnets fysiske interaktion (såkaldt aktivitets-baserede læringsstrategi) faciliterer sprogindlæring. Det kan bl.a. udnyttes i praksis, når børn skal lære at læse (f.eks. Glenberg m.fl., 2011; Glenberg, 2008). Få studier har dog undersøgt førskolebørns aktivitets-baserede strategier til facilitering af hukommelse og disse sammenligner typisk hukommelse om historier med og uden manipulation af historie-relevante objekter (e.g. Marley m.fl., 2011), hvor manipulation fremmer hukommelsen. Men spørgsmålet er, om man kan skelne mellem gode og mindre gode aktivitets-baserede strategier til facilitering af hukommelse hos førskole-elever. Er skærm-aktivitet f.eks. lige så brugbart som helkropsaktivitet, når førskolebørn erhverver ny viden?

En anden ting er, at når neurovidenskabelige studier viser, at diskursiv viden er sansemotorisk og perceptuelt funderet, gælder det primært for enkeltbegreber

for konkrete genstande. Så i hvilket omfang kan SC gøre rede for abstrakt viden, der ikke lader sig percipere. Undervisning i geologiske isboringer på Grønland, Napoleonskrige og livet på dinosaurernes tid er viden, som vi ikke selv har eller kan have oplevet (Collins, 2011). Hvordan kan vi forklare erhvervelse af viden, som ikke er selvoplevet indenfor rammerne af SC? Selinger (2003) foreslår, at en uspecificeret form for 'ekstrapolation' af kropslige erfaringer ligger til grund for abstrakt viden. Lakoff og Johnson (1980) har givet denne ekstrapolation konkret form, idet de argumenterer for, at sproglig viden om abstrakte fænomener bygger på konkrete oplevelser gennem brug af metaforer (se også Williams m. fl., 2009). Det er dog uklart hvilke kognitive processer bag f.eks. den perceptuelle oplevelse af at rejse, der kan forklare sprogbrugeres forståelse af 'ægteskab', der som fænomen er uden sammenlignelige perceptuelle kvaliteter (eksemplet er hentet fra omtalte metafor-teori). Se dog også WAT- hypotesen ('Words-as-tools') for en anden udlægning af embodiment i begrebsdannelse (e.g. Borghi m. fl., 2011).

Et bud, der til dels tilfredsstillende rammer bag SC, er, at den kognitive proces, der knytter begrebet ægteskab til den perceptuelle oplevelse, ikke som i den direkte oplevelse (f.eks. med banan) sker bottom-up men i selve den kommunikative akt (Schilhab, 2011; se Schilhab, 2012 om 'derived embodiment'). Ifølge 'derived embodiment'-hypotesen hviler viden om fænomener, man ikke selv har sanset, på dels samtalepartnerens evne til gennem sproget at fremkalde relevante perceptuelle oplevelser hos sprogbrugeren, dels den enkelte sprogbrugers evne til at gribe (gøre sig bevidst om) oplevelserne knyttet til de kendte sproglige udtryk. Mekanisme bag den kropslige forankring af begreber for ikke-oplevede genstande udgøres således af den sproglige udveksling og samtalepartnerens evne til at bruge konkrete forestillingsegne udtryk som trædesten for forståelsen af ikke-perciperede genstande. Forudsætningen for derived embodiment er tidligere oplevelser, der skaber muligheden for dannelse af mentale repræsentationer ud fra den sproglige beskrivelse (Smallwood, McSpadden, & Schooler, 2008), og teorien understøttes af læseundersøgelser af sammenhængen mellem konkrete beskrivelser og hukommelse (Sadoski m. fl., 1990; Sadoski & Paivio, 2004). I den fase hvor sproglindlæringen angår det, der ikke samtidig perciperes (f.eks. abstrakte genstande, som 'demokrati' eller 'frihed'), bliver det helt tydeligt, at erhvervelse af diskursiv viden er afhængig af aktiv medvirken fra en samtalepartner. Dette fællesskab er ikke blot udtrykt i sproget men gennem selve den mekanisme, som det abstrakte skal læres gennem.

Sproget virker 'top-down'

Samtalen og ikke mindst samtalepartneres betydning for viden må således ikke undervurderes. Når legitim viden ikke altid opnås gennem direkte oplevelser, må den fås på andre måder, f.eks. gennem langvarig socialisering i et sprogfællesskab som såkaldt 'interaktionel viden' (Collins & Evans, 2002; Collins 2004). Interaktionel viden, som den der findes hos videnskabsjournalisten, der f.eks. formidler fysik, opnås altså udelukkende sprogligt og ikke som 'kontributorisk viden' gennem direkte erfaring med et genstandsområde, som en fysiker indenfor feltet besidder (Collins, 2004). Ifølge Collins (2011) adskiller interaktionel viden ('journalistviden') sig ikke sprogligt fra praktikerens kontributoriske viden ('fysikerviden') (Collins, 2004; 2011). Erfarne interaktionelle eksperter 'falder' ind i diskursen og ræsonnerer adækvat og ikke-signifikant forskelligt fra praksiseksperterne. Interaktionel ekspertise er blevet empirisk påvist i såkaldte 'imitation games' (Collins m. fl., 2006), hvor praksiseksperters sprogligt udtrykte viden sammenlignes med ikke-praksiseksperters, der 'kun' har den sproglige erfaring. Imitation games undersøger således diskursiv viden, sådan som den optræder i samtaler (se også Schilhab m.fl., 2010). Med det niveau som udgangspunkt kan viden, ifølge Collins, ikke være perceptuelt og sansemotorisk konstitueret men derimod bundet op på sproglig praksis. Synspunktet er beslægtet med Sapir-Whorf hypotesen om lingvistisk relativitet (e.g. Casasanto, 2008). Her er det sproget og den diskursive praksis, som ikke bare influerer men konstruerer sprogbrugerens perceptuelle oplevelser (e.g. Regier & Kay, 2009).

Sapir-Whorf

Diskussionen om hvorvidt sproget påvirker vores perceptioner har traditionelt været delt i to. Tilhængere af den ene position, relativisterne, ser sproget som afgørende for, hvad der giver sig for os i verden, mens den anden position, universalisterne, ser vores perceptioner som årsag til oplevelsen af verden (e.g. Regier & Kay, 2009). Debatten har især været ført om farvesprog og farveoplevelser, bl.a. fordi der findes empiri til støtte for begge påstande. F.eks. viser studier, hvor forsøgspersoner betragter et kryds omkranset af kvadrater i samme farve bortset fra én, og derpå skal vurdere om den afvigende firkant optræder i højre eller venstre side af skærmen, at RT afhænger af, om farveforskellene også findes begrebsligt. Når skellet er grøn/blå og ikke blot mørk/lys af f.eks. grøn, nedsættes hastigheden, hvormed forsøgspersonerne svarer. Effekten omtales som 'Categorical Perception' - CP. At forholdet er sprogligt begrundet, er desuden understøttet af, at effekten kun optræder, når den afvigende firkant forekommer i højre side. Forklaringen

er, at højre side af det visuelle felt er forbundet til venstre hjernehalvdel, hvor sprogaktivering hos flertallet findes. Effekten er også fundet med andre visuelle kontraster, som hunde- versus kattesilhuetter. Imidlertid er disse resultater problematiseret af, at førsproglige børn antageligt også viser tegn på CP effekter. Men her er effekten vendt om. Tilsyneladende viser førsproglige børn størst perceptuel aktivitet i venstre side af synsfeltet. Adfærdsstudierne følges op af fMRI studier og EEG, der viser aktivitet i både højre og venstre hemisfære - men kun signifikant CP i venstre. Påstanden, om at farver i sig selv, dvs. bottom-up, er bestemmende for vores perceptioner kommer til gengæld fra studier, der viser, at hukommelsen om bestemte farver er privilegeret, som om vi har særlige forudsætninger for at opfatte og erindre bestemte farver.

Ifølge Roberson og Hanley (2007) viser Himba-talere (sprog fra Namibia) dog ikke tegn på perception af farver, der ikke findes begrebsligt, som f.eks. mellem grøn og blå. I modsætning hertil viser russisk-talende forskel i neural processing af lys blå ('goluboy') og mørkere blå ('siniy') som er unik for russisk og ikke findes på f.eks. engelsk (Winawer, m. fl., 2007). I det pågældende studie var russisk-talende forsøgspersoner således hurtigere til at skelne farver, som tilhørte forskellige kategorier (den ene siniy og den anden goluboy) end farver, der tilhørte samme begrebslige kategori (begge tilhørte siniy eller goluboy). Tilsyneladende var de diskriminatoriske forbedringer følsomme overfor forstyrrelser fra samtidige verbale, men ikke rumlige opgaver, hvilket indikerer, at lingvistiske repræsentationer er involveret i farvevurderingen. I et studie af Kwok m.fl. (2011) er det desuden blevet vist, at eksperimentelt induceret ny verbal skelnen mellem konkrete fænomener har indflydelse på perceptuelle processer. Her blev forsøgspersonerne eksponeret for nye 'non-sense' begreber (meningsløse brudstykker af mandarin, som f.eks.: áng, sòng, duan og ken) for at skabe nye farvekategorier (to nuancer af blå og to nuancer af grøn). Træningen varede to timer og simulerede processuelt, hvordan børn og voksne lærer nye begreb-objekt associationer. Farverne var visuelt men ikke sprogligt skelnelige (der var ikke farvebegreber tilknyttet). Forsøgspersonerne blev testet på tre måder. I 'lytten' blev de auditivt eksponeret for det nye navn, mens de betragtede den tilsvarende farve. I 'navngivning' blev forsøgspersonerne bedt om at benævne den præsenterede farve, mens de modtog feed-back. I 'matching' opgaven blev forsøgspersonerne bedt om at vurdere, om den lyd, de blev præsenteret for svarede til farven på skærmen. Efter en time og 48 minutter, fordelt på tre dage, sås signifikante forandringer i den del af hjernen (område V2/3), som er involveret i farveperception.

Forsøget understøtter dermed påstanden om, at den sproglige udpegning i visse tilfælde skaber perceptuelle distinktioner top-down.

Konklusion

Neurovidenskabelige undersøgelser demonstrerer i stadig flere resultater, at den tidligste dannelse af begreber er forankret i det konkrete gennem direkte oplevelser med omverdenen. Det betyder, at vores sproglindlæring tilsyneladende stimuleres bottom-up. Det giver forhåbninger om muligheden af aktivt at udnytte perceptuelle oplevelser til at forankre også boglig viden. Der synes dog at opstå problemer med at forklare begrebsdannelse alene ud fra udefra påtrykte påvirkninger fra konkrete genstande. Vi bliver nemlig nødt til at supplere bottom-up forklaringen med flere forklaringer, der kan redegøre for bl.a. den senere indlæring af såkaldt abstrakte og ikke-selvoplevede genstande, fænomener og begivenheder. De giver anledning til begrebsdannelse, selvom de ikke kan gøres til genstand for sansning.

Det samme gælder spørgsmålet om bevidsthedens rolle. Biologisk set giver bottom-up processer kun mening, fordi organismer også er styret af top-down processer, i det omfang de også omfatter organismens perspektiv, som bl.a. er koblet til bevidst opmærksomhed og styring. Man kan derfor argumentere for, at kognition biologisk set også er et udslag af 'top-down' processer, som skyldes organismens perspektiv qua autopoetisk system (e.g. Maturana & Varela, 1998).

Ikke mindst undersøgelser, der viser, at begreber kan have betydning for farveperceptioner, understreger, at læring på samme tid er under indflydelse af både bottom-up og top-down processer. Her er det begrebet, der hjælper den lærende med den neurale kategorisering. Top-down processerne sætter således et lille spørgsmålstegn ved den ukritiske lovprisning af virkningen af udeundervisning i den forstand, at udeskoleundervisning nok virker men ikke på den helt enkle 'bottom-up' facon, som mange tillægger den. I lyset af ovenstående er der meget, der taler for, at udeskoleundervisning udnyttes mere effektivt, hvis virkningen af top-down processer indtænkes, f.eks. gennem 'italesættelse' og 'sprogliggørelse' af perceptioner og oplevelser (Winkielman & Schooler, 2011). Afdækning af hvornår og hvordan bottom-up og top-down processer interagerer er derfor af stor betydning for forståelsen af kognitionens og læringens natur.

Referencer

- Ackerman, J.M., Nocera, C.C., & Bargh, J.A.** (2010). Incidental haptic sensations influence social judgments and decisions. I: *Science* vol. 328, s. 1712-1715.
- Bargh, J.A., Chen, M., & Burrows, L.** (1996). Automaticity of social behavior: Direct effects of trait construct and stereotype activation on action. I: *Journal of Personality and Social Psychology* vol. 71, nr. 2, s. 230-244.
- Bargh, J.A., & Zalev, I.** (2011). The substitutability of physical and social warmth in daily life. I: *Emotion*. doi: 10.1037/a0023527.
- Barsalou, L.W.** (2003). Abstraction in perceptual symbol systems. I: *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B* vol. 358, s. 1177-1187.
- Barsalou, L.W.** (2008). Grounded cognition. I: *Annual Review of Psychology* vol. 59, s. 617-645.
- Barsalou, L.W.** (2009). Simulation, situated conceptualization, and prediction. I: *Phil. Trans. R. Soc. B* vol. 364, s. 1281-1289.
- Barsalou, L.W.** (2010). Grounded Cognition: Past, Present, and Future. I: *Topics in Cognitive Science* vol. 2, nr. 4, s. 716-724.
- Beilock, S.** (2010). Choke: What the secrets of the brain reveal about getting it right when you have to. New York: Free Press.
- Bentsen, P., Mygind, E. & Randrup, T.B.** (2009). Towards an understanding of udeskole: education outside the classroom in a Danish context, Education 3-13. I: *International Journal of Primary, Elementary and Early Years Education* vol. 37, nr. 1, s. 29-44.
- Borghi, A.M., Flumini, A., Cimatti, F., Marocco, D., & Scorolli, C.** (2011). Manipulating objects and telling words: a study on concrete and abstract words acquisition. I: *Frontiers in Psychology* vol. 2, s. 1-14.
- Boulenger, V., Hauk, O., & Pulvermüller, F.** (2009). Grasping ideas with the motor system: Semantic somatotopy in idiom comprehension. I: *Cerebral Cortex*, vol. 19, s. 1905-1914.
- Brenner, S.** (2003). Nature's gift to science. I: *ChemBioChem* vol. 4, s. 683-687.
- Byrne, R.** (1995). *The Thinking Ape: Evolutionary origins of intelligence*. Oxford: Oxford University Press.
- Casasanto, D.** (2008). Who's Afraid of the Big Bad Whorf? Cross-linguistic Differences in Temporal Language and Thought. I: *Language Learning* vol. 58, s. 63-79.
- Cashman, T.** (2008). What connects the map to the territory. I: J. Hoffmeyer (Red.), *A legacy for living systems*. Gregory Bateson as precursor for biosemiotics (ss. 45-58). Copenhagen: Springer.

- Chatterjee, A.** (2010). Disembodying cognition. I: *Language and Cognition* vol. 2, nr. 1, s. 79-116.
- Chen, E., Widick, P., & Chatterjee, A.** (2008). Functional-anatomical organization of predicate metaphor processing. I: *Brain & Language* vol. 107, s. 194-202.
- Cohen, M., A. Cavanagh, P., Chun, M. & Nakayama, K.** (2012). The attentional requirements of consciousness. I: *Cell* vol. 16, nr. 8, s. 411- 417.
- Collins, H.** (2004). Interactional expertise as a third kind of knowledge. I: *Phenomenology and the Cognitive Sciences* vol. 3, s. 125-143.
- Collins, H.** (2010). *Tacit and Explicit Knowledge*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Collins, H.M., & Evans, R.** (2007). *Rethinking expertise*. Chicago: University of Chicago Press.
- Collins, H., Evans, R., Ribeiro, R., & Hall, M.** (2006). Experiments with Interactional Expertise. I: *Studies in History and Philosophy of Science* vol. 37, nr. a, s. 656-674.
- Corazon, S.Z., Schilhab, T., & Stigsdottir, U.** (2011). Developing the therapeutic potential of embodied cognition and metaphors in nature-based therapy: lessons from theory to practice. I: *Journal of Adventure Education and Outdoor Learning* vol. 11, nr. 2, s. 161-171.
- Curtis, V., Aunger, R., & Rabie, T.** (2004). Evidence that disgust evolved to protect from risk of disease. I: *Proceedings of the Royal Society London B.* (suppl.) vol. 271, s. S131-S133.
- Deacon, T.W.** (2012). *Incomplete Nature: How Mind Emerged from Matter*. W. W. Norton. (e-book).
- Doyen, S., Klein, O., Pichon, C.-L., & Cleeremans, A.** (2012). Behavioral Priming: It's all in the mind, but whose mind? I: *PLOS* vol. 7, nr. 1, s. e29081-e29089.
- Gallese, V.** (2003). The Roots of Empathy: The Shared Manifold Hypothesis and the Neural Basis of Intersubjectivity. I: *Psychopathology* vol. 36, s. 171-180.
- Gallese, V., & Lakoff, G.** (2005). The brain's concepts: the role of the sensory-motor system in conceptual knowledge. I: *Cognitive Neuropsychology* vol. 22, nr. 3/4, s. 455-479.
- Glenberg, A.M.** (1997). What memory is for? I: *Behavioral and Brain Sciences* vol. 20, s. 1-55.
- Glenberg, A.M.** (2008). Embodiment for education. I: P. Calvo & T. Gomila (Eds.), *Handbook of cognitive science. An embodied approach* (pp. 355-372). Amsterdam: Elsevier.
- Glenberg, A.M., & Robertson, D.A.** (2000). Symbol grounding and meaning: A comparison of highdimensional and embodied theories of meaning. I: *Journal of Memory & Language* vol. 43, s. 379-401.

- Glenberg, A.M., & Kashack, M.P.** (2002). Grounding language in action. I: *Psychonomic Bulletin & Review*, vol. 9, nr. 3, s. 558-565.
- Glenberg, A.M., Havas, D., Becker, R., & Rinck, M.** (2005). Grounding Language in Bodily States: The Case for Emotion. I: R. Zwaan and D. Pecher (Eds.) *The grounding of cognition: The role of perception and action in memory, language, and thinking* (pp. 115-128). Cambridge: Cambridge University Press.
- Glenberg, A.M., Sato, M., Cattaneo, L., Riggio, L., Palumbo, D., & Buccino, G.** (2008). Processing abstract language modulates motor system activity. I: *Quarterly Journal of Experimental Psychology* vol. 61, nr. 6, s. 905-919.
- Glenberg, A.M., Goldberg, A.B. & Zhu, X.** (2011). Improving early reading comprehension using embodied CAI. I: *Instruction Science* vol. 39, s. 27-39.
- Glucksberg, S.** (2003). The psycholinguistics of metaphor. I: *Trends in Cognitive Sciences* vol. 7, nr. 2, s. 92-96.
- Godden, D.R., & Baddeley, A.D.** (1975). Context-dependent memory in two natural environments: on land and underwater. I: *British Journal of Psychology* vol. 66, nr. 6, s. 325-331.
- Godfrey-Smith, P.** (2002). Environmental complexity, signal detection, and the evolution of cognition. I: M. Bekoff, C. Allen & G.M. Burghardt (Eds.), *The Cognitive Animal*, (pp. 135-149). Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology.
- Goldberg, R.F., Perfetti, C.A., & Schneider, W.** (2006). Perceptual knowledge retrieval activates sensory brain regions. I: *The Journal of Neuroscience* vol. 26, nr. 18, s. 4917-4921.
- González, J., Barros-Loscertales, A., Pulvermüller, F., Meseguer, V., Sanjuán, A., Belloch, V., & Ávila, C.** (2006). Reading cinnamon activates olfactory brain regions. I: *NeuroImage* vol. 32, s. 906-912.
- Hauk, O.** (2004). Somatotopic representation of action words in human motor and premotor cortex. I: *Neuron* vol. 41, nr. 2, s. 301-307.
- Hesslow, G.** (2002). Conscious thought as simulation of behaviour and perception. I: *Trends in Cognitive Sciences* vol. 6, s. 242-247.
- Hesslow, G.** (2012) Current status of the simulation theory of cognition. I: *Brain Research* vol. 1428, s. 71-79.
- Hoffmeyer, J.** (2012a). The natural history of intentionality. A biosemiotic approach. In T. Schilhab, F. Stjernfelt & T. Deacon (Eds.), *The symbolic species evolved* (pp. 97-116). Dordrecht: Springer.
- Hoffmeyer, J.** (2012b). *Overfladens dyb. Da kroppen blev psykisk*. København: Ries Forlag.

- Holt, L.E., & Beilock, S.L.** (2006). Expertise and its embodiment: Examining the impact of sensorimotor skill expertise on the representation of action-related text. I: *Psychonomic Bulletin and Review* vol. 13, nr. 4, s. 694-701.
- Hutchins, E.** (2005). Material anchors for conceptual blends. I: *Journal of Pragmatics* vol. 37, s. 1555-1577.
- Kwok, V., SZhendong, N., Kay, P., Zhou, K., Mo, L., Zhen, J., Kwok-Fai, S. Li, H.T.** (2011). Learning new color names produces rapid increase in gray matter in the intact adult cortex. I: *Proceedings of the National Academy Sciences*. doi: 19.1073/pnas.11032117108
- Lakoff, G. & Johnson, M.** (1980). *Metaphors we live by*. Chicago: Chicago University Press
- Li, X., Wei, L., & Soman, D.** (2010). Sealing the Emotions Genie: The Effects of Physical Enclosure on Psychological Closure. I: *Psychological Science* vol. 21, nr. 8, s. 1047-1050.
- Markman, A.B., & Brendl, C.M.** (2005). Constraining theories of embodied cognition. I: *Psychological Science* vol. 16, nr. 1, s. 6-10.
- Maturana, H.R., & Varela, F.J.** (1998). *The tree of knowledge. The biological roots of human understanding*. Boston: Shambala.
- Myung, J.-y., Blumstein, S.E., & Sedivy, J.C.** (2006). Playing on the typewriter, typing on the piano: manipulation knowledge of objects. I: *Cognition* vol. 98, s. 223-243.
- Nosek, B.A.** (2007). Implicit-Explicit Relations. I: *Current Directions in Psychological Science* vol. 16, nr. 2, s. 65-69.
- Pearson, D.G., Deepröse, C., Wallace-Hadrill, S.M.A., Heyes, S.B., & Holmes, E.A.** (2013). Assessing mental imagery in clinical psychology: A review of imagery measures and a guiding framework. I: *Clinical Psychology Review* vol. 33, s. 1-23.
- Pecher, D., Zeelenberg, R., & Barsalou, L.W.** (2003). Verifying different-modality properties for concepts produces switching costs. I: *Psychological Science* vol. 14, nr. 2, s. 119-124.
- Pecher, D., Boot, I., & Van Dantzig, S.** (2011). Abstract concepts: Sensory-motor grounding, metaphors, and beyond. I: B. Ross (Ed.). *The Psychology of learning and motivation*, 54 (pp. 217-248). Burlington: Academic Press.
- Pulvermüller, F.** (2005). Brain mechanism linking language and action. I: *Nature* vol. 6, s. 576-582.
- Pulvermüller, F.** (2011). Meaning and the brain: The neurosemantics of referential, interactive and combinatorial knowledge. I: *Journal of Neurolinguistics*. doi: 10.1016/j.jneuroling.2011.03004

- Radvansky, G.A., Krawietz, S.A. & Tamplin, A.K.** (2011). Walking through doorways causes forgetting: Further explorations. I: *The Quarterly Journal of Experimental Psychology* vol. 64, nr. 8, s. 1632-1645.
- Raposo, A., Moss, H.E., Stamatakis, E.A., & Tyler, L.K.** (2009). Modulation of motor and premotor cortices by actions, action words and action sentences. I: *Neuropsychologia* vol. 47, s. 388-396.
- Rapp, A.M., Leube, D.T., Erb, M., Grodd, W. & Kircher, T.T.** (2004). Neural correlates of metaphor processing. I: *Cognitive Brain Research* vol. 20, nr. 3, s. 395-402.
- Regier, T. & Kay, P.** (2009). Language, thought, and color: Whorf was half right. I: *Trends in Cognitive Sciences* vol. 13, nr. 10, s. 439-446.
- Roberson, D., & Hanley, J.R.** (2007). Color vision: Color categories vary with language after all. I: *Current Biology* vol. 17, nr. 17, s. R605-607.
- Sadoski, M., Goetz, E.T., Olivarez Jr., A., Lee, S., & Roberts, N.M.** (1990). Imagination in story reading: The role of imagery, verbal recall, story analysis, and processing levels. I: *Journal of Reading Behavior* vol. 22, s. 55-70.
- Sadoski, M & Paivio, A.** (2004). A dual coding theoretical model of reading. I: R.B. Ruddell & N. J. Unrau (Eds.), *Theoretical models and processes of reading* (5th ed.) (1329-1362). Newark, DE: International Reading Association.
- Schilhab, T.** (2013). Situeret kognition og biologi. I: *Kognition og pædagogik* vol. 23, nr. 88, s. 6-19.
- Schilhab, T.** (2011a). Det konkrete menneske - biologiens aftryk i kognition og sprogtilegnelse. I: *Kognition og Pædagogik* vol. 81, s. 71-81.
- Schilhab, T.** (2011b). Derived embodiment and imaginative capacities in interactional expertise. I: *Phenomenology and the Cognitive Sciences* vol. 12, s. 309-325.
- Schilhab, T.** (2011c). Bio-logiske refleksioner i læring og viden. Net-publikation. Udeskole.dk <http://www.udeskole.dk/site/57/777/>
- Schilhab, T. & Emmeche, C.** (2010). Biologisk med lille eller stort b: Opgør med naturens diktatur. I: *Pedagogisk Profil* vol. 17, nr. 3, s. 20-26.
- Schilhab, T, Fridgeirsdottir, G, & Allerup, P.** (2010). The midwife case: do they "walk the talk"? I: *Phenomenology and the Cognitive Sciences* vol. 9, nr. 1, s. 1568-1572.
- Schilhab, T.S.S., Petersen, A-M. K., Sørensen, L.D. & Gerlach, C.** (2007). Skolen i skoven. Hjerne, krop og læring i naturen. København: Danmarks Pædagogiske Universitetsforlag.
- Schnall, S., Haidt, J., Clore, G. L., & Jordan, A.H.** (2008). Disgust as embodied moral judgment. I: *Personal Social Psychological Bulletin* vol. 34, nr. 8, s. 1096-1109.

- Selinger, E.** (2003). The necessity of embodiment: the Dreyfus- Collins debate. I: *Philosophy Today* vol. 47, s. 266-279.
- Shapiro, L.A.** (2011). *Embodied Cognition*. New York: Routledge.
- Sheckley, B.G., & Bell, S.** (2006). Experience, consciousness, and learning: Implications for instruction. I: *New directions for adult and continuing education*, vol. 110, s. 43-52.
- Sheets-Johnstone, M.** (2007). Consciousness: A Natural History. I: *Synthesis Philosophica* vol. 44, nr. 2, s. 283-299.
- Smallwood, J., McSpadden, M., & Schooler, J. W.** (2008). When attention matters: the curious incident of the wandering mind. I: *Memory & Cognition* vol. 36, nr. 6, s. 1144-1150.
- Vázquez-Ibar, J. L., Guan, I., Weinglass, A. B., Verner, G., Gordillo, R. & Kaback, H.R.** (2004). Sugar Recognition by the Lactose Permease of *Escherichia coli*. I: *Journal of Biological Chemistry* vol. 279, s. 49214-49221.
- Wilson, M.** (2002). Six views on embodied cognition. I: *Psychonomic Bulletin & Review* vol. 9, nr. 4, s. 625-635.
- Williams, L.E., Huang, J.Y., and Bargh, J.A.** (2009). The scaffolded mind: higher mental processes are grounded in early experience of the physical world. I: *European Journal of Social Psychology* vol. 39, s. 1257-1267.
- Williams, L.E., & Bargh, J.A.** (2008). Experiencing physical warmth promotes interpersonal warmth. I: *Science* vol. 322, nr. 5901, s. 606-607.
- Winawer, J., Witthoft, N., Frank, M.C., Wu, L., Wade, A.R., & Boroditsky, L.** (2007). Russian blues reveal effects of language on color discrimination. I: *PNAS* vol. 104, nr. 19, s. 7780-7785.
- Winkielman, P. & Schooler, J.W.** (2011). Splitting consciousness: Unconscious, conscious and metaconscious processes in social cognition. I: *European Journal of Social Psychology* vol. 22, s. 1-35.
- Zwaan, R.A., Stanfield, R.A., & Yaxley, R.H.** (2002). Language comprehenders mentally represent the shapes of objects. I: *Psychological Science* vol. 13, nr. 2, s. 168-171.
- Zhong, C.-B., & Leonardelli, G.J.** (2008). Cold and lonely: Does social exclusion literally feel cold? I: *Psychological Science* vol. 19, nr. 9, s. 838-42.

English summary

In this paper, I argue that concepts and theories within the 'Grounded Cognition' (GC) paradigm in cognitive science are relevant and highly applicable also to the science of education. Since the GC paradigm is characterized by an emphasis on the biological nature of the mechanisms that underlie cognition, i.e. how our body and central nervous system interacts with the outside world via sensory and motor structures, apparently outdoor learning offers natural learning settings that include varied and affecting stimulations.

Natural learning settings are characterized by the use of bottom-up processes i.e. direct perception of concrete phenomena and therefore resemble the acquisition of language in relevant ways. Thus, bottom-up processes to a great extent determine how and what concepts / semantic knowledge can be acquired through learning. In addition, however, top-down processes involving conceptual knowledge that has already been acquired, will influence what will be perceived and learned via the bottom-up mechanisms. Identification of how and when bottom-up and top-down processes interact, is important for understanding cognition and learning. To the extent that outdoor learning depends on bottom-up processes, outdoor learning is likely to evoke stronger and more coherent learning. However, insofar as efficient learning might involve top-down processes including conscious control of memorized experiences, sharing in conversation might improve the resulting outcome.

Keywords:

Grounded cognition; simulation; 'derived-embodiment'; bottom-up; top-down; udeskole.

Læring set fra et funktionelt perspektiv

Nogle overvejelser om forskning i læring¹

Oliver Kauffmann

Abstract

Der findes mange forskellige perspektiver på læring. Indenfor såvel social-, human- som naturvidenskab gives der teorier om læring, som traditionelt adskiller sig fra hinanden ved de metoder, der anvendes, og ved forskelle med hensyn til hvad der er genstand for studie. I artiklen peges på muligheden for at anskue læring fra en funktionel synsvinkel: på tværs af traditionelle videnskabelige skel peges der på et funktionelt perspektiv, som kan tjene som en abstrakt model for studie af læring, der synes at gøre ellers iøjnefaldende forskelle mellem videnskabelige perspektiver irrelevant. Polanyis undersøgelse af tavs viden og læring via en 'fra-til struktur' der nuancerer en traditionel analyse af intentionalitet, er et eksempel, som illustrerer et sådant funktionelt perspektiv.

Indledning

Denne artikel har baggrund i en velkendt problemstilling, der har en lang forhistorie, og som inden for læringsforskning nærmest har fået karakter af et skisma indenfor de seneste 10-15 år: Er det indenfor naturvidenskaben, eller snarere fra

¹ Jeg takker hermed redaktøren for gode kommentarer og forslag til forbedringer, og erkender, at jeg ikke har kunnet imødekomme alle. En anonym referees kommentarer var til gengæld stort set uanvendelige.

et humanistisk eller socialvidenskabeligt perspektiv, at vi bedst kan opnå forståelse af læring? Et meget nærliggende og oplagt svar er, at de alle, men ud fra forskellige metoder, bidrager. Problemet er, at disse perspektiver ofte leverer uforenelige, eller vanskeligt forenelige svar på spørgsmålet om, hvordan mennesket skal beskrives og forstås. Da der samtidig kan peges på frugtbar teoriudvikling i forhold til læring indenfor alle tre hovedvidenskaber, synes det derfor umuligt at opretholde troen på, at der skulle kunne gives et fælles perspektiv for udforskning af læring. Alligevel vil jeg forsøge at indkredse, hvad jeg vil kalde *et funktionelt syn på læring*, der ofte implicit er til stede på tværs og trods af de så åbenlyse metodiske og teoretiske forskelle, man finder i læringsforskning. Sagt på en lidt anden måde hævder jeg, at traditionelle skismaer mellem metodiske tilgange til læring somme tider kan vise sig at være blot tilsyneladende, eller i det mindste mindre 'fundamentale', for så vidt der kan peges på eksistensen af et potentielt brobyggende *funktionelt perspektiv* på læring. Hvori består dette perspektiv?

Et funktionelt perspektiv er et perspektiv, hvor spørgsmål vedrørende læring kun giver mening at rejse og besvare på baggrund af en *helheds organiserede virke*, det være sig enkeltindivider, praksisfællesskaber eller andre systemiske enheder, der enten selv kan beskrives som lærende, eller rummer elementer, som lærer. Med andre ord er der tale om et metaperspektiv på læring, der søger at forstå læring ved at fokusere på et ganske bestemt konstitutivt, om end abstrakt forhold: funktionaliteten af systemiske enheder. Et sådant perspektiv kan måske bidrage til at flytte fokus væk fra traditionelt opregnede forskelle, såsom ontologiske forhold, skellet mellem kvantitative/kvalitative metoder og uforeneligheden af 1. og 3. persons perspektiverne, der jævnlige peges på i læringsforskning, og som jo typisk understøtter den traditionelle antagelse om såvel forskelligheden som den principielle uforenelighed af 'de tre hovedvidenskaber'. Mit sigte er derimod at argumentere for muligheden for at se og studere læring ud fra en 'forenelighed' – kompatibilitet – gennem et funktionelt perspektiv.

Til trods for åbenlyse forskellige og tilsyneladende uforenelige metoder i videnskaberne udforskning af læring og – i forlængelse heraf – meget forskellige svar på, hvorledes læring nærmere teoretisk kan beskrives, så gives der et potentielt frugtbart integrerende funktionelt perspektiv, hvorudfra læring også kan ses.

Et skisma i læringsforskning

Hvad karakteriserer – *ceteris paribus* – læring som genstand for naturvidenskabelig udforskning? Læring fra et naturvidenskabeligt perspektiv undersøges

typisk ud fra en organismes hjerne, krop og/eller adfærd, under anvendelse af en bred vifte af metoder fra bl.a. kognitiv neurovidenskab, neurobiologi og adfærdsforskning. Metoder, der traditionelt er henvist til at undersøge krop, adfærd og hjerne og forbindelserne herimellem fra et 3. persons perspektiv, dvs. som 'genstande', hvor dels subjektets/organismens erfaringsperspektiv ikke er afgørende og fokus er korrelationer eller kausale forbindelser mellem sagforhold på et beskrivelses- og forklaringsniveau, der er sub-individuelt: Det omhandler strukturer og egenskaber, der ikke direkte adresserer individet, og som sådan heller ikke afspejler dagligsproglige, 'folkepsykologiske' beskrivelser, men derimod omhandler sagforhold *i* eller *ved* individer, som for eksempel egenskaber ved centralnervesystemet. Et tydeligt eksempel herpå er naturvidenskabelige udforskninger af lærings forbindelse til *hukommelse*, der sommetider har karakter af, at *udtrykkene* 'læring' og 'hukommelse' anvendes, som om de refererer til et og det samme (se f.eks. Howard-Jones 2010).

Udgangspunktet for en naturvidenskabelig tilgang til relationer mellem læring og hukommelse reflekterer til dels en dagligdags 'folkepsykologisk' forståelse af os selv som lærende individer, for så vidt 'det at lære' jo også er forbundet med at huske, det vil sige over tid at erhverve, besidde og være i stand til at bruge/genkalde sig diverse færdigheder henholdsvis sagforhold. Men selve de tilgrundliggende neurale forhold udtrykkes i fysiologiske mekanismer og knyttes til specifikke anatomiske strukturer (se f.eks. Squire 2004), der er dagligsproget og folkepsykologien helt fremmed. Dette kan illustreres af et 'velkendt' eksempel på et empirisk studie af læring i relation til hukommelse: En undersøgelse af, hvorledes en gruppe taxachaufførers kendskab til Londons gadenet ('deklarativ hukommelse') som forudsætning for deres visuo-motoriske færdigheder i at kunne 'finde rundt' i byen, hænger sammen med de hippocampale strukturer i hjernen. Resultaterne tyder på, at variation af den posteriore del af hippocampus' størrelse er en funktion af den læring, der kommer til udtryk som chaufførernes øgede spatiale erfaring (Maguire et al. 2000). Et opfølgende studie synes endvidere at vise, at denne variation i hippocampus ikke kan tilskrives stress, eller de egenbevægelser, som chaufførerne udfører, hvilket kunne være en alternativ forklaring (Maguire et al. 2006). De ændringer i hippocampus, der finder sted, antages igen at være betinget af fysiologiske ændringer i fyringsmønstret i de synaptiske forbindelser mellem neuronerne, hvad der også betegnes som disse forbindelsers *plasticitet* (se f.eks. Mogensen 2011). En sådan synaptisk plasticitet menes at være nødvendig for at læring kan finde sted.

De relevante neurovidenskabelige resultater, på baggrund af hvilke der med en vis grad af teoretisk usikkerhed kan anvendes subpersonale termer, som indgår i vores forklaringer og forudsigelser på personalt niveau, ligger imidlertid fjernt fra vores dagligdags (folkepsykologiske) mestring af begreber som 'læring', 'viden' og 'hukommelse', der relativt problemfrit, i betydningen 'teori-uafhængigt', kan tilskrives og anvendes om personer, eksemplificeret i det ikke-videnskabelige sprog. I dette udtrykker vi og forstår meningen med sætningsudtryk som "vi har lært at cykle", "vi ved, hvordan man tæller til 10", "kan du huske, hvad du skulle købe hos købmanden?", og "Jeg kan genkalde mig duften fra det solvarme træ, som vores sommerhus er bygget af".

På hvilken måde adskiller social- og humanvidenskabelige perspektiver på læring sig fra naturvidenskabelige tilgange? Jeg mener, at der er ét afgørende kendetegn på forskellen. Det er naturligvis ikke det forhold, at der er tale om teoretiske termer, som er afgørende. Alle videnskaber betjener sig af teoretiske termer og modeller, der kan ligge meget langt fra dagligsprogets vokabular, hvilket er et almindeligt træk ved videnskaben, for så vidt enhver videnskab søger at beskrive eller forklare fænomener på en måde, som netop går ud over vores dagligdags forståelse. For at opnå en sådan mere omfattende, i betydningen mere nuanceret beskrivelse eller dækkende forklaring, indfører vi nye teoretiske termer, der i kraft af vores teoretiske baggrundsantagelser og modeller hjælper os til en rigere forståelse af virkeligheden. Begreber som 'tingsliggørelse' 'subjektivering', 'intentionalitet', og 'autopoiesis' er til eksempel teoretiske termer, som er fjernt fra dagligsproget, og som alle spiller vigtige roller for henholdsvis social læringsteori (f.eks. Wenger 1998), poststrukturalistisk inspireret læringsteori (f.eks. Davies et al. 2001), fænomenologisk læringsteori (f.eks. Uljéns 1998) og systemteoretisk læringsforståelse (Luhmann 1997).

Det er heller ikke det forhold, at der er tale om analyser eller forklaringer, som inddrager subpersonale forhold, der i sig selv gør en afgørende forskel mellem natur- og andre videnskaber. Eksistensen af tavs viden og magt i form af kulturelt overleverede vaner, viden og diskursive kategorier – hvad enten der er tale om interpersonalt distribuerede (Wittgenstein 1953; Bourdieu 1994) eller intrapersonalt forankrede fænomener (Polanyi 1966) – er legio i flere human- og socialvidenskabelige læringsopfattelser.

Det, der derimod (*ceteris paribus*) adskiller social- og humanvidenskabelige tilgange til læring fra naturvidenskabelige, er, at de analyser, beskrivelser eller forklaringer, der optræder i de to førstnævnte, alle har en forbindelse til forhold,

der har med *mening* at gøre, som beskrivelser af synaptiske forbindelser og neurale korrelater ikke har. Naturvidenskabens tradition for at udforske vores krop, kroppens nervesystem og vores adfærd fra et 3. persons perspektiv hænger sammen hermed. Derved anskues disse 'forskningsgenstande' principielt løst fra kropslige og adfærdsmæssige erfaringer, altså fra det 1. persons perspektiv – det oplevelsesmæssige perspektiv – vi alle har på os selv, vores krop og vores omverden. Omvendt har human- og socialvidenskabelige perspektiver på læring i reglen indoptaget eller ligefrem metodologisk fuldstændig antaget dette 1. persons perspektiv i deres udforskning af læring. Uanset hvor langt væk fra dagligsproget og den folkepsykologiske forståelse af læring human- og socialvidenskabelige læringstermer bevæger sig, er der stadig tale om termer, der indfanger forhold, som vedrører *meningsfuld aktivitet*, hvilket netop understøttes metodisk gennem anvendelse af data, der vedrører informantens *meningsfulde erfaringer*. Uanset om der anvendes interviews, feltstudier i form af deltagerobservation, poststrukturalistisk informerede eller eksplicit fænomenologisk inspirerede metodiske tilgange, er det således en grundlæggende tanke indenfor human- og socialvidenskabelige studier af læring, at denne klasse af fænomener ikke kan studeres uafhængigt af individers meningsfulde erfaringer. Dette er ikke overraskende, al den stund begge disse videnskabelige hovedområder beskæftiger sig med *kulturelle* fænomener og ikke med *naturlige* sådanne. Derved er der også angivet den afgørende forskel på en naturvidenskabelig og en human/socialvidenskabelig forståelse af læring.

Skismaet består således i, at de perspektiver på læring, der drøftes indenfor naturvidenskab, egentlig ikke har direkte forbindelse til lærende subjekters meningsfulde erfaringer, i modsætning til de bud på læring, der drøftes indenfor social- og humanvidenskab. Men givet, at dette er korrekt, gør det så det ene perspektiv mere adækvat end det andet? Forudsat, som nævnt, at der tages udgangspunkt i det samme læringsfænomen, kan det synes problematisk, at de to perspektiver når til så forskellige teoridannelser. Er (i) det ene perspektiv mere rigtigt end det andet – hvorfor sidstnævnte i det mindste principielt må kunne reduceres til det førstnævnte? Er der (ii) måske snarere tale om en inkompatibilitet? Og (iii), kan vi i så fald 'videnskabeligt leve med' en sådan inkonsistens?

Hvis læseren her indvender, at påpegningen af et skisma mellem de to grundsyn på læring ikke er korrekt, idet selve skellet mellem 'natur' og 'kultur' er forfejlet, tilslutter jeg mig i en vis forstand denne kritik: Jeg skrev jo også, at der *tilsyneladende* er en forskel på spil, og mit ærinde er netop at vise, at der er et perspektiv hvorfra dette skisma mellem naturvidenskabelige og ikke-naturvidenskabelige teorier om læring lejlighedsvis kan ophæves: at det blot er *tilsyneladende*. Inden

jeg præciserer mit bud på dette funktionelle perspektiv, vil jeg kort opholde mig ved to traditionelle - men ontologisk fejlagtige - bud på, hvordan skismaet kan ophæves.

Kan det ene læringsperspektiv reduceres til det andet?

Der eksisterer et par klassiske *ontologiske* 'figurer', som søger at ophæve skellet mellem natur- og ikke-naturvidenskabelige forståelser af mennesket. De eksemplificerer hvert deres bud på hvorfor det ene, henholdsvis det andet, perspektiv er mere fundamentalt end det modsatte. Den ene ontologiske figur reducerer kultur til natur ved at hævde, at kulturen grundlæggende er natur. Den anden figur reducerer omvendt natur til kultur ved at hævde, at naturen dybest set er besjælet, af åndelig natur, eller i det mindste må forstås som meningsfuld. Det traditionelle problem om forholdet mellem sjæl og legeme, bevidsthed og hjerne, kultur og natur opløses, idet det hævdes, at legemet, hjernen eller naturen som sådan er besjælet, har bevidsthed eller rummer mening. Der er mange variationer over dette tema. Jesper Hoffmeyers (2012) er et eksempel på dette. Psykens rolle er at bringe os selv ind i verden, og verden ind i os. Kroppenes overflader er de steder, hvor vi konkret kommer i forbindelse med verden. Men for Hoffmeyer er der først tale om en egentlig brugergrænseflade – et interface – og dermed om *psyke*, når omverdenen gennem kroppens interaktion får *betydning* for en organisme. Med brod vendt mod den snævert genorienterede del af biologien, argumenterer Hoffmeyer for, at selv meget simple organismers lærende adfærd ikke *kun* kan forstås ud fra en genetisk eller blind sansemekanisk tankegang, men til dels må forstås som en *meningsfuld* reaktion på omverdenen. Rundormen *Caenorhabditis elegans*' evne til at gå i en slags dvale hvis den 'bliver sultet' og snyltehvepsen *Micropplitis mediators* tillærte evne til gennem majsplanters luftformige sporstoffer ved majsjarve-angreb at opspore disse planter og lægge æg i larverne (som derefter bliver spist op indefra af hvepselarverne), er eksempler på meningsfulde udnyttelser af og tilpasninger til omgivelserne. Når noget har betydning, er der *tegn* på spil, som bærer denne betydning. Og tegnet *er* for Hoffmeyer den eneste mulige fundamentale 'enhed', ud fra hvilken vi kan opløse problemet om krop og psyke. Derfor må vi udvikle en *biosemiotik*, som anerkender, at livet er gennemsyret af tegnprocesser, fremfører Hoffmeyer. Tegnprocesser, der sikrer kommunikation på celleniveau og organniveau, tegnprocesser, som sikrer integration af disse enheder på organisme/person-niveau, og tegnprocesser, der regulerer flere individer, når de indgår i et socialt felt.

For mig at se er problemet med en sådan reduktion af natur til kultur, at det bliver svært at se, hvorledes man undgår at mening, udlægning, forståelse – dimensioner, der er uløseligt forbundet med det bevidste 1. persons perspektiv, som hører til på individniveauet – i en vis forstand 'spredes' til subpersonale niveauer, som f.eks. celleniveau eller organniveau. Måske kan det umiddelbart lyde mere plausibelt at tale om 'tegn' på disse niveauer, men nissen i form af en fortolker af tegnet, flytter med: Dvs. noget, der (i det mindste) i *denne* forstand agerer som subjekt, der gennem meningsfulde erfaringer udlægger verden. Men igen: giver det mening at tale om, at der finder en tolkning sted i celler og organer?² For mig at se kan dette risikere at blive en eksemplifikation af den type 'kategorifejltagelse' (Ryle, 1949), som Jonathan Bennett og Peter Hacker (2003) i andre sammenhænge mener at kunne påvise i en række neurovidenskabelige teorier om hjernen, når det f.eks. siges, at "hjernen husker", "hjernen tænker", "hjernen beslutter", "hjernen lærer" og "hjernen ved". En kategorifejltagelse, idet vi kun om individer siger, at de husker, beslutter, lærer og ved noget. Mentale prædikater 'glider af' på det subpersonale niveau, for nu at bruge et udtryk fra Ludwig Wittgenstein (1953). I argumentationsteori er det en type logisk fejlslutning, der karakteriseres som "at slutte fra helhed til del", altså at tro, at egenskaber, som tilskrives *en helhed* som f.eks. et system eller en person, også kan tilskrives *dele ved helheden*, som f.eks. tilstande eller begivenheder.

Dette er paradoksalt i relation til Hoffmeyer, fordi fejlslutningen i Bennett & Hackers læsning hænger nøje sammen med reduktive opfattelser, der forsøger at forklare det mentale, psyken, sjælen, bevidstheden som noget materielt, altså ontologiske opfattelser, der i min terminologi reducerer kultur til natur, snarere end natur til kultur! Dette viser imidlertid også, at såvel reduktioner fra natur til kultur, som den modsatte vej – altså fra kultur til natur – kan risikere at være problematiske, hvis de ikke respekterer de sproglige egenarter, der karakteriserer beskrivelsesniveauer *på*, henholdsvis *under* det personale niveau. Altså det skel mellem *personalt/subpersonalt*, jeg omtalte i eksemplet med en naturvidenskabelig

2 Man kan hertil spørge, om man ikke blot skal forstå tolkning som en metafor, som redaktøren af indeværende nummer af *Cursiv* på Hoffmeyers vegne her har indvendt overfor mig? Men hertil kan anføres, at Hoffmeyer pointerer, at "kun tegnprocesserne omspænder modstandslost såvel den biokemiske som den sociale virkelighed" (Hoffmeyer, 2012: 156), hvilket er hans begrundelse for at lade tegnet være det afgørende 'atom' i forståelsen af både natur og kultur gennem en (hvad han ønsker bliver en kommende) biosemiotik. Med andre ord er der ikke nogen principiel forskel mellem tegn som studeres af en sprogvidenskab, og tegn, som studeres af en langt mere omfattende biosemiotik: "At tegnvidenskab, semiotik, i Vesteuropa normalt er blevet anset for at være et anliggende for sprogvidenskab, skyldes ikke tegnprocessernes dybere væsen, men historiske tilfældigheder" (Hoffmeyer, 2012: 154). Så hvis tegn ikke grundlæggende adskiller sig på kultur og naturniveau, er det svært at se hvorfor en antagelse om en tilhørende fortolkning ikke også optræder i den samme betydning heraf på begge niveauer.

undersøgelse af forholdet mellem læring og hukommelse gennem beskrivelsen af udviklingen af de synaptiske forbindelser i hippocampus.

Er de to læringsperspektiver inkompatible?

I et forsøg på at besvare spørgsmålet, om hvorvidt et naturvidenskabeligt perspektiv på læring altid er inkompatibelt med et socialt-/humanvidenskabeligt perspektiv, er det værd at opholde sig ved en metodediskussion indenfor lærings-teori, der har klare paralleller: diskussionen af det eksplicit sociale perspektiv versus det kognitive perspektiv – som på sin side igen har paralleller tilbage til diskussionen mellem den behaviouristiske læringsteori og den kognitive psykologi. Set fra et socialt perspektiv på læring anses det nu om dage vanemæssigt som værende både ensidigt og fejlagtigt at studere menneskets læreprocesser som passiv *indlæring*. Hvordan skal det forstås? Et menneske indgår under opvæksten og som voksen konstant og aktivt i et dynamisk, meningsgivende samspil med omgivelser og medmennesker, træder ind og ud af sociale, herunder diskursive fællesskaber, hvorigennem det udvikler sin identitet (jvnf. f.eks. Wenger 1998).

Denne tankegang er således i overensstemmelse med den forståelse og metodiske tilgang til læring, der pointerer læringsfænomenets sammenhæng med *meningsfulde erfaringer*. De sociale forhold har afgørende betydning for, at individet udvikler dets færdigheder og opnår kompetencer, hvilket en kognitiv opfattelse af læring, som fokuserer på *indlæring* forstået som informationsbearbejdning ud fra den grundlæggende (kognitivistiske) forestilling om tænkning som symbolmanipulation (se f.eks. Kauffmann 2013b), overser. Indlæring underforstås her som en passiv foreteelse, der handler om *kontekstuaafhængig* overførsel af information fra en person til en anden, en proces, der fra en institutionel og didaktisk synsvinkel ofte forbindes med skole- og undervisningsformer, som ikke animerer elever til andet end ukritisk udenadslære ved skolepulten. John Deweys læringsteoretiske og reformpædagogiske overvejelser om en tæt forbindelse mellem teoretisk til-lært stof og elevens praktiske afprøvning gennem problemløsning, er et klassisk eksempel på et tidligt opgør med en sådan passiv forståelse af læring samt med de institutionelle rammer, der traditionelt understøtter den, hvad enten dette sidste sker im- eller eksplicit. Sagt lidt anderledes, kan Deweys perspektiv på både læring og pædagogik ses som en forløber for de opgør med idéen om uddannelse, der ser pædagogens rolle i at bibringe eleven kompetencer af skolastisk form: dvs. som principielt propositionelt specificérbar viden og regelbaserede færdigheder (jvnf. f.eks. Wackerhausen 1997).

Igennem det 20. århundrede er det blevet tydeligt, at mange læringsteoretikere har demonstreret relevansen af et socialt perspektiv, der netop viser begrænsningen i den kognitive læringsforståelses begreb om læring som en passiv form for *indlæring*. Så hvor er skismaet mellem det sociale og det kognitive perspektiv henne? Hvorfor har det sociale perspektiv ikke vundet og fortrængt det kognitive perspektiv som et blot historisk stadie? Det er der flere grunde til. Skismaet mellem det sociale og det kognitive perspektiv eksisterer blandt andet fordi indlæring f.eks. i form af simpel 'klassisk' betingning ikke er ophørt med at eksistere (!), og dels fordi der i mangfoldige læringsituationer udover socialt betingede kontekstuelle forhold fortsat er elementer af kundskabstilegnelse ved læring, der bedst kan beskrives som dekontekstuelle: Der er simpelthen elementer, der gentager sig fra situation til situation, som ikke kan beskrives kontekstuel, hvilket snarere er i overensstemmelse med en kognitiv læringsopfattelse, end det sociale perspektiv på læring (Sfard 1998). Sfard mener ligefrem, at de to perspektiver, som hun karakteriserer gennem metaforerne 'erhvervelse' ('acquisition') versus 'deltagelse' ('participation') er *inkompatible*; de er komplementære, ganske som fysiologi og psykologi er det som bud på beskrivelser af et og det samme: mennesket. Det sociale og det kognitive perspektiv på læring er ikke forenelige, men sammen giver de ifølge Sfard et mere komplet billede af læring. Men med en sådan pluralistisk indstilling til de to perspektiver på læring, overser Sfard det forhold, at der er elementer i de *forklaringer* af læring, som det kognitive perspektiv fremsætter, som *understøtter* det sociale perspektiv og vice versa. Det, jeg sigter til, kommer til udtryk ved at anlægge et *funktionelt* perspektiv på læring.

Et funktionelt perspektiv på læring

Findes der en samlende metafor for de natur- human og samfundvidenskabelige bestræbelser på at forstå læring? Kan det lade sig gøre at overskride det skel, som Sfard gennem tilegnelse/deltager dikotomien anså for komplementært, ved at anlægge et perspektiv, der både tilgodeser det videnskabelige mangefold af måder, hvorpå læring studeres, samtidig med, at dette perspektiv leverer en fællesnævner?

Når vi beskriver et organs funktion, er der en række træk, vi lader ude af betragtning. Tag hjertet som eksempel. Et spørgsmål om hjertets funktion drejer sig om, hvad det gør i forhold til organismens overordnede 'virksomhed'. Vi er ud fra dette perspektiv principielt ikke interesserede i, hvad et konkret hjerte 'som sådan' er opbygget af, lige som vi ikke er interesseret i de processer, der finder sted i et konkret hjerte (f.eks. det stofskifte, der konstant finder sted i hjertets væv),

desuagtet det forhold, at disse processer er nødvendige for, at et konkret (dvs. i tid og rum eksisterende), kødeligt hjerte kan opretholde sin funktion: at pumpe blod rundt i en organisme. Derimod er vi optaget af noget mere overordnet, noget abstrakt: Hvad hjertet gør, hvilken rolle det spiller for en organisme. Dette spørgsmål handler snarere om 'hvorfor' end 'hvordan', og dets abstrakte karakter beror netop på, at der ikke spørges til bestemte hjerter 'i tid og rum', men *ethvert* hjerte – hjertet som sådan. Omvendt: I det omfang, spørgsmål til konkrete processer stilles ud fra en baggrundsforståelse af eksistensen af en (abstrakt) funktion, kan man tale om tilstedeværelsen af et funktionelt perspektiv, som metodisk og ontologisk forskellige konkrete undersøgelser kan dele.

Overført til læringsregi betyder dette, at metodisk og ontologisk 'uforenelige' tilgange til læring kan vise sig at være delagtige i det samme funktionelle perspektiv, for så vidt undersøgelser af (konkrete) 'neurale mekanismer', 'kognitive strukturer', 'adgangsbetingelser for praksisfællesskaber', 'læringsstile', 'diskurser', 'affektive økonomier', 'materialiteter' osv. osv. er konstituerede af en bagvedliggende, utematiseret antagelse om systemets (individets/praksisfællesskabets/organisationens) funktion. Non-deklarative læringsformer såsom ikke-associativ læring i form af reflekser, betingning, priming, proceduralt indlærte færdigheder eller deklarative hukommelsesformer, er kun forståelige på baggrund af et *funktionelt* perspektiv på den hele organisme, hvor vi i en abstrakt forstand kan se dem som virksomme i forhold til organismens meningsfulde interaktion med sine omgivelser. Netop ud fra et funktionelt perspektiv er de neurale systemer, der i konkret ontologisk forstand ligger til grund for vores forskellige evner til at lære, ikke 'blinde', dvs. kan ikke studeres isoleret i forhold til de bevidste erfaringer, vi systemisk betragtet kender fra vores 1. persons perspektiv. Selv om vi ikke har bevidst adgang til selve de neurale mekanismer, der f.eks. ligger til grund for vores arbejdshukommelse, når vi fastholder en melodistump i bevidstheden, er det en implicit antagelse, uden hvilken et isoleret studie af disse processer ikke ville give nogen mening, at disse mekanismer er *funktionelt betydningsfulde* i forhold til de meningsfyldte erfaringer, vores bevidsthed rummer. I denne forstand man kan sige, at vi ud fra et naturvidenskabeligt perspektiv på læring er henvist til at prøve at aflukke naturen hemmeligheder i form af strukturer, relationer og mekanismer, der spiller funktionelle roller i forhold til de mentale fænomener, vi kender som meningsfulde erfaringer.

Distinktionen mellem en ontologisk og epistemisk synsvinkel er her central. De neurale mekanismer, der på subpersonalt niveau understøtter og i *ontologisk*

forstand måske ligefrem er konstitutive for mentale fænomener³, er funktionelle, for så vidt vores studier af dem i *epistemisk* – dvs. erkendemæssig – forstand er betinget af funktioner, vi finder på beskrivelsesniveauer højere oppe, og som uløseligt er knyttet til organismers meningsfulde adfærd. Neurale mekanismer vedrørende læring har således kun betydning, hvis de 'tjener et højere' formål – hvilket ikke er det samme som at tilskrive disse processer et telos i sig selv – dette ville være en illegitim overskridelse af skellet mellem natur og kultur.

Spørgsmålet om, hvorvidt man kan tilskrive funktionelle betydninger til subpersonale læringsmekanismer 'i sig selv' er forkert stillet. I naturvidenskaben studeres processer, som traditionelt anses for at være uden mening. (Det er i øvrigt ikke mindst denne opfattelse, som Hoffmeyer forsøger at gøre op med gennem sit biosemiotiske projekt). Men i stedet for at ville overskride skellet mellem natur og kultur ved at anvende kategorier såsom mening, bevidsthed, tolkning og forståelse indenfor begge domæner, ser jeg 'funktionalitet' som et begreb, der i forhold til læring overskrider dette skel, men uden at vi tvinges til at postulere funktionalitet i form af et telos som noget reelt værende: Funktionaliteten eksisterer ikke i en *ontologisk* forstand. I stedet er der som nævnt tale om en *epistemisk* kategori: I lyset af *kendskab til* og delagtighed i læringsfænomener, som på sin side blot er en delmængde af vores meningsfulde aktivitet, kan vi give os til at lede efter og se neurale fænomener som havende betydning for læring. Dette medfører også, at selv om det neurale niveau i *ontologisk* forstand muligvis er fundamentalt i forhold til en organismes højere mentale fænomener, er dette ikke en 'trussel' overfor studiet af læring på systemisk højere niveau: Ontologisk fundamentale niveauer har betydning for så vidt de netop anskues i erkendelsen af systemisk set 'højere' formål: Organismens indgåen i læringsammenhænge. Med andre ord er de funktionelle aspekter ved læring, der kommer til udtryk i vores bevidste, intenderede læring, og som humanistiske og sociale tilgange til læring på hver deres måde udforsker, ikke blot understøttet af neurale mekanismer, vi ikke har adgang til, men disse 'mekanismer' har på sin side kun deres funktionelle betydning, for så vidt de ses på baggrund af højere mentale funktioner.

Tilsvarende gælder for de læringsmekanismer, der ikke har korresponderende 'manifestationer' på bevidst niveau, såsom ikke-associative læringsformer ('instinkter'), perceptuel læring og forskellige former for tavs viden, at også disse har funktioner og dermed betydning, selv om organismen ikke gennem bevidstheden har adgang hertil. Disse 'funktionelle betydninger' er momentant eller principielt

3 Et forhold, der drøftes indenfor det problemkompleks, der benævnes 'det psyko-fysiske problem'; se f.eks. (Warner & Szubka, 1994).

kognitivt utilgængelige for personen. Adgangen hertil er indirekte; der er tale om et perspektiv på læring gennem 'funktionalitet', forstået som en abstrakt kategori, hvorigennem læring systematisk kan studeres. Et andet udtryk for det, der systematisk studeres gennem en abstrakt kategori er 'videnskab', og et synonym for 'abstrakt kategori' kan somme tider være 'videnskabelig model': med andre ord er der tale om en model for et videnskabeligt perspektiv på læring.

Hvordan manifesterer dette funktionelle perspektiv sig så? Dels som en epistemisk metaforudsætning for overhovedet at studere læring – og dels som et perspektiv der selv kan anvendes i studiet af læring. Lad mig i forhold til sidstnævnte til slut give et eksempel på, hvorledes det egentlig allerede optræder i læringslitteraturen.

Polanyis funktionelle perspektiv på tavs viden og læring

Ifølge Michael Polanyi (Polanyi 1958; Polanyi 1966) er vores eksplicite, og altså bevidste opfattelse af og læring om af et emne, betinget af tavs viden, som vi til dels har adgang til gennem kropslige pejlemærker eller 'clues'. 'Tavs viden' er imidlertid for Polanyi ikke noget som er 'i' subjektet, altså noget der kan forstås med anvendelsen af en art beholder-metafor. Som lærende og perciperende indgår en organisme i en dynamisk interaktion med sine omgivelser og 'medorganismer' – læringssamfundet. Tavs viden manifesterer sig bl.a. som kropslige 'pejlemærker', hvor disse har en *funktionel* rolle for den bevidste, perciperende læren. Erkendelse ses uløseligt forbundet med læring som en proces. Det bør således også pointeres, at Polanyi anvender udtrykket 'tacit knowing', og ikke 'tacit knowledge'. Tag det klassiske eksempel med en blind, som benytter sig af en stok (Polanyi, 1961: 462). En blind person, der er trænet i at bruge sin stok, registrerer ikke bevidst de forskellige indtryk, han modtager i håndfladen fra stokken, når han navigerer. De er 'tavse'. Men det er alligevel *via* disse indtryk, at han er bevidst om de stimuli i omverdenen, som han lærer om. Maurice Merleau-Ponty anvender også dette eksempel til at illustrere den samme pointe (Merleau-Ponty, 1962: 143). Med en metafor beskriver Polanyi den blindes læring/erkendelse som en 'fra-til proces': *fra* disse indtryk og *til* det, vi eksplicit erfarer (Polanyi, 1965: 802). *Fra* fornemmelserne i håndfladen når den blinde med sin stok *til* sin bevidste erfaring af verden. Han 'ser' verden på baggrund af noget andet, som han også har et kendskab til, om end dette ikke er eksplicit givet, før han retter sin opmærksomhed mod disse indtryk, og bliver bevidst om dem. I systematisk henseende mener Polanyi, at hans analyse af tavs videns funktionelle relation til bevidstheden ligger i forlængelse af og forbedrer 1800-talsfilosoffen Franz

Brentanos analyse af bevidsthedens 'rettethed', dens *intentionalitet* (jvnf. Brentano 1874). Bevidstheden er ikke blot *om* noget, men har netop denne rettethed i kraft af sine rødder i den kropslige, tavse viden, den kommer *fra*. Og ifølge Polanyi er der mange forskellige kropsfornemmelser, der indgår i den proces, som den perceptuelle læring om omverdenen består i.

Der hvor Polanyis analyse af læringens og perceptionens tavse grund for alvor overskrider Brentanos opfattelse af intentionalitet, er imidlertid med påpegingen af, at der også eksisterer kropslige holdepunkter, som spiller en rolle for læring, uden at vi dog nogen sinde kan blive bevidste om dem, og sprogligt kan give udtryk for dem. I modsætning til situationen med den blinde, der kan fokusere sin opmærksomhed på sine taktile fornemmelser af stokken i håndfladen, giver Polanyi et eksempel på et forsøg med såkaldt biofeedback, hvori forsøgspersonerne på baggrund af en sensitivitet overfor ganske svage muskelbevægelser bliver i stand til at lære at styre og forudsige lydene fra en højttaler, der er korreleret med disse muskelbevægelser gennem en forstærkning af deres elektriske output. F.eks. kan forsøgspersonerne lære at undgå lyde, som de finder ubehagelige (Hefferline m.fl., 1959). Imidlertid er forsøgspersonerne ikke i stand til at sige, hvordan de lærer dette. I Polanyis udlægning er dette et eksempel på, at der kan indgå en implicit sensitivitet – en tavs viden – om kropslige 'clues', som en betingelse for at lære, men hvor denne videns-relation ikke selv kan få adgang til bevidstheden. Polanyi gør således opmærksom på, at der er mangfoldige processer i vort centralnervesystem, som vi hverken har eller kan få bevidst adgang til, men som spiller en rolle for, at vi lærer og opnår erkendelse. Gennem en funktionel beskrivelse af perception og læring formår Polanyi at inkludere såvel intentionalitet, – som traditionelt i humanvidenskaberne (qua fænomenologiske bidrag til forståelsen heraf) henføres til og studeres ud fra 1. persons perspektivet – samtidig med, at han søger at udvide forståelsen heraf ved at inkludere henvisninger til neurale processer, som vi er afskåret fra at kende. I denne forstand eksemplificerer Polanyi den kompatibilitet mellem natur- og humanvidenskab via et funktionelt perspektiv på læring, som jeg har argumenteret for. For et tilsvarende eksempel på en funktionel analyse, der illustrerer kompatibilitet mellem et social- og et (tilnærmelsesvis) naturvidenskabeligt perspektiv på læring via begrebet 'adgang' som epistemisk funktionel kategori, se (Kauffmann 2013a).

Konklusion

Min konklusion er, at social- og humanvidenskabelige perspektiver på læring intet har at 'bekymre sig over' i forhold til f.eks. neurobiologiske undersøgelser af de tilgrundliggende mekanismer for forskellige læringsformer og omvendt. I en vis forstand er der tale om såvel inkompatibilitet som kompatibilitet: Stærkt divergerende overordnede videnskabelige perspektiver, deres åbenlyse forskelle mht. metoder og genstandsfelter til trods, kan hver på deres særlige måde bidrage til udforskningen af læring, samtidig med at de kan dele et overordnet, abstrakt funktionelt perspektiv på *hvorfor* organismer, individer og fællesskaber lærer. I *præcis* denne (og måske *kun* i denne) forstand trækker de på samme hammel.

Referencer

- Bennett, M.R. & Hacker, P.** (2003). *Philosophical Foundations of Neuroscience*. London: Routledge.
- Bourdieu, P.** (1994). *Af praktiske grunde: omkring teorien om menneskelig handlen*. København: Hans Reitzels Forlag.
- Brentano, F.** (1874). *Psychologie vom empirischen Standpunkt*. Hamburg: Felix Meiner Verlag [1973].
- Davies, B., Dormer, S., Gannon, S., Laws, C., Lenz-Taguchi, H., McCann, H., & Rocco, S.** (2001). Becoming schoolgirls: The ambivalent project of subjectification. I: *Gender and Education* vol. 13, nr. 2, s. 167-182.
- Hefferline, R.F., Keenan, B. & Harford, R.A.** (1959). Escape and avoidance conditioning in human subjects without their observation of the response. *Science* vol. 130, nr. 3385, s. 1338-1339.
- Hoffmeyer, J.** (2012). *Overfladens dyb. Da kroppen blev psykisk*. København: Forlaget Ries.
- Howard-Jones, P.** (2010). *Introducing Neuroeducational Research. Neuroscience, education and the brain from contexts to practice*. London: Routledge.
- Kauffmann, O.** (2013a). Den lærende bevidsthed: Socialt, kognitivt eller kropsligt situeret? In O. Kauffmann & G. Christensen (red.): *Situeret kognition og læring*. Temanummer af *Kognition og pædagogik* vol. 88, s. 32-46.
- Kauffmann, O.** (2013b). Kognitive læringsteorier. I: Qvortrup, A., & Wiberg, M. (Eds.). (2013). *Læringsteori og didaktik*. København: Hans Reitzels Forlag, kapitel 4.
- Luhmann, N.** (1997). *Iagttagelse og paradoks. Essays om autopoietiske systemer*. København: Gyldendal.

- Maguire, E.A., Gadian, D.G., Johnsrude, I.S., Good, C. D., Ashburner, J., Frackowiak, R.S.J., & Frith, C.D.** (2000). Navigation-related structural change in the hippocampi of taxi drivers. I: *Proc Natl Acad Sci USA* vol. 97, s. 4398–4403.
- Maguire, E.A., Wollett, K., & Spiers, H.J.** (2006). London taxi-drivers and bus-drivers: A structural MRI study and neuropsychological analysis. I: *Hippocampus* vol. 16, s. 1091-1101.
- Merleau-Ponty, M.** (1962). *Phenomenology of Perception*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Mogensen, J.** (2011). Almost unlimited potential of a limited neural plasticity. I: *Journal of Consciousness Studies* vol. 18, nr. 7/8, s. 13-45.
- Polanyi, M.** (1958). *Personal Knowledge. Towards a Post-Critical Philosophy*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Polanyi, M.** (1961). Knowing and being. *Mind* vol. 70, s. 458-470.
- Polanyi, M.** (1965). The structure of consciousness. *Brain* vol. 88, s. 799-810.
- Polanyi, M.** (1966). *The Tacit Dimension* Chicago: The University of Chicago Press.
- Ryle, G.** (1949). *The Concept of Mind*. London: Hutchinson's University Library.
- Sfard, A.** (1998). On two metaphors for learning and the dangers of choosing just one. I: *Educational Researcher* vol. 27, nr. 2, s. 4-13.
- Squire, L.** (2004). Memory systems of the brain: A brief history and current perspective. I: *Neurobiology of Learning and Memory* vol. 82, s. 171–177.
- Uljéns, M.** (1989). *Fenomenografi – forskning om uppfattningar*. Lund: Studentlitteratur.
- Wenger, E.** (1998). *Communities of Practice. Learning, Meaning, and Identity*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Wackerhausen, S.** (1997). The scholastic paradigm and apprenticeship. I: *Nordisk Pedagogik* vol. 17, nr. 3, s. 195-203.
- Warner, R. & Szubka, T.** (1994). *The Mind-Body Problem. A Guide to the Current Debate*. London: Blackwell.
- Wittgenstein, L.** (1953). *Philosophical Investigations*. London: Blackwell.

English summary

A plethora of theoretical perspectives on learning exist. The various sciences can be distinguished by their different methods and objects of study. In this paper I suggest a possible stance from which the standard incompatibilities between a number of learning theories across the divisions between humanities, social sciences and natural sciences occasionally can be overcome. By adopting an abstract model according to which learning is a functional property of whole systems, some progress might be achieved along this path. Michael Polanyi's analysis of tacit knowing and learning, in terms of the functional 'from-to' structure of intentionality, might be seen as an exemplification of this functional perspective, which – in an epistemic sense – bridges the gap between 'meaning' (a notion exclusively applied within studies of the humanities and the social sciences) and neural structures of the human brain.

Keywords:

Læring; funktionalitet; system; videnskab.

En boganmeldelse

'Den ufuldendte natur'

– tanker om foranderlighed, ikke-reduktionisme og begrænsning, inspireret af Terrence Deacons værk *Incomplete Nature* (2012)

Steen Nepper Larsen

"...der **Mensch** — das **noch nicht festgestellte Tier...**"

Friedrich Nietzsche: *Jenseits von Gut und Böse*, 1886, # 62

"What is absent matters, and yet our current understanding of the physical universe suggests that it should not."

Terrence Deacon: *Incomplete Nature*, 2012, p. 3.

Jeg er ikke biolog men har stor respekt for biologisk sagkundskab og for ikke-reduktionistisk videnskabsteori, der ikke blot skaber furore og tvist inden for naturvidenskaberne men også formår at oplyse, udfordre og inspirere human- og samfundsvidenskaberne.

Inden for pædagogikkens teoretiske fagfelt gør vi os med den tyske filosof Peter Sloterdijks ord øvelsesantropologiske tanker om menneskelivet anskuet som en livslang anden fødsel (jf. *Du mußt dein Leben ändern*. Über *Anthropotechnik*,

Suhrkamp, Frankfurt am Main, 2009¹. Vi er 'produkter' af evolutionen; men vores natur finder aldrig sin endelige form, da vi lærer, udvikler og øver os hele livet. Biologi og socialitet, *nature* og *nurture* hvirvles ind i og åbner sig for hinanden; men hvad skal vi egentlig forstå ved begrebet natur, hvis vi ikke ønsker at forstå det og den som noget givet, dvs. ikke blot som et banalt begreb og en fikseret genstand? Spørgsmålet er både filosofisk anmassende og fundamentalt for den biologiske forskning og fagvidenskab; men de svar, der måtte kunne gives, har væsentlige implikationer for 'det pædagogiske'.

Denne artikel vil ikke forme sig som en egentlig anmeldelse af eller systematisk gennemgang af Terrence Deacons nyeste, tanketætte og øjenåbnende bog *Incomplete Nature. How Mind Emerged from Matter* (W.W. Norton & Company, New York/London 2012, 602 p.), for det ville simpelt hen sprænge dette tidsskrifts rammer. Jeg vil heller ikke vove mig ud i at vurdere, om det lykkes Deacon at løse gåden om, hvordan bevidstheden opstod². I stedet vil jeg fremdrage nogle få men centrale pointer og argumenter fra det rige værk.

Deacon er professor i biologisk antropologi og neurovidenskab på University of California, Berkeley, og har tidligere skrevet *The Symbolic Species. The Co-Evolution of Language and The Human Brain* (Penguin Press, New York 1997).

Et ikke-reduktionistisk syn på mennesket

Stik imod reduktionistiske videnskabelige forestillinger og gen-centristiske fordomme skriver han, at "genes aren't like assembly instructions or computer programs" (p. 69). På samme side slår han også fast, at selvom det er meget udbredt at opfatte DNA "as though it contains the equivalent of a blueprint for building a body or else a program or set of construction instructions, this modern variant of preformationism is a considerable oversimplification. It ignores the information ultimately embodied in the elaborate patterns of interaction among cells and how these affect which genes get expressed."

-
- 1 Jf. Larsen, Steen Nepper (2009). Menneskets livslange anden fødsel. Peter Sloterdijks sfærologi og filosofiske antropologi. I *Vagant* nr.1; Larsen, Steen Nepper (2009). Mennesket er dømt til at øve sig. Kronik i *Information*, 29.8.; Larsen, Steen Nepper (2011). Tanker om det lærende dyr og den urene pædagogik. I Brinkmann, Tanggaard og Aastrup Rømer (red.), *Uren pædagogik*, Aarhus: Klim; Larsen, Steen Nepper (2013 *in press*). At ville noget med nogen – kritiske tanker om pædagogisk arbejde i kontrolsamfundet. I Tanggaard, Brinkmann og Aastrup Rømer (red.), *Uren pædagogik II*. Aarhus: Klim; Larsen, Steen Nepper (2013). Hovmod. *Unge pædagoger* (Bidrag til særnummer om de syv dødsynder og det pædagogiske).
 - 2 Deacon præciserer selv, at undertitlen på bogen ikke er helt præcis. Faktisk skulle der have stået: "How Mind Emerged from Constraints on Matter".

Deacon advarer os imod at tro, at generne indeholder masterplanen for organismens udvikling, egenskaber og adfærd, og afviser at de skulle være teleologiske (formålsrettede, autonomt agerende og sandhedsbærende) maskiner, "containing information, signaling molecules, receptor sites, and so on..." (p. 83). Vi må afholde os fra at tilskrive egenskaber, der ligner computer-algoritmer eller overordnede styringsprincipper til de biologiske DNA-molekyler. Disse komplekse 'ansamlinger' lader sig slet ikke reducere (ned) til at være sammensat af simple byggeblokke, og Deacon præciserer, at det ikke er afdækket, hvorledes DNA-sekvenser ændrer sig "in a particular systemic context", og at de "may even change if that context changes over the course of a lifetime or across generations" (p. 86)³. Deacon pointerer også, at "DNA does not autonomously replicate itself; nor does a given DNA sequence have the intrinsic property of aiding its own replication..." (p. 131). Igen og igen fremhæver han kontekstafhængighedens betydning.

Mennesker er ikke udelukkende produkter af deres gener eller for den sags skyld af deres hjerner (neuroner, synapser m.v.). Den menneskelige biologi er intimt forbundet med omverdenen. Dertil kommer, at vaner og erfaringer sætter deres præg på hjernens fysik og kemi. "The general properties by which we assess the similarities and differences among the diverse phenomena of our experience (e.g., pattern and order) are a consequence of the interaction between habits of our brain and habits of the world" (p. 202). De mentale kategorier kan derfor ikke fyldestgørende, endsige udelukkende, forklares ved hjælp af fysiske og kemiske processer i hjernen.

Hvis mennesket reduceres til sine gener, foretages der en idealiserende forsimpning og en dårlig form for naturalisering. Ønsker om at opnå en skråsikkerhed i omgangen med og forståelse af naturen synes at være et symptom på, at når nu så meget står til forhandling og forekommer vanskeligt gennemskueligt inden for samfundet, i den offentlige tanketrafik og den videnskabelige strid, så ville det nu være ganske dejligt, hvis vi i det mindste og én gang for alle kunne slå noget fast med syvtommersøm om den menneskelige natur. Men denne håbefulde sikkerhedsgivende drøm er en illusion, proklamerer Deacon, og meget taler for, at han har ret.

Ligesom der er radikal forskel på syntaks og grammatik inden for sprogvidenskab, så er der forskel på den relativt simple logik og 'syntaks', der måtte gælde for gener, og den langt mere komplekse 'semantik', de indgår i. Der kan ikke

³ I denne sammenhæng er der desværre ikke plads til at komme ind på epigenetikens seneste landvindinger.

sluttes direkte fra grammatiske regler til skønheden i et digt. Der er ingen direkte kongevej fra formelle staveregler og tegnsætningsoversigter til betydningen af et litterært kunstværk. På samme måde er der ingen direkte farbar eller en gang for alle allerede kendt vej fra DNA-sekvenser, gener, neuroner og synapser eller lignende privilegerede biologiske kandidater til 'det menneskelige'. Mening kan heller ikke reduceres til en neural begivenhed i hjernen; der skal mere til for at konstituere mening: "The meaning of a sentence... is not even the buzz of neuronal events that take place in your brain as you read them" (p. 1).

Natur

Hvad forstår Deacon så ved natur? Deacons teoretiske *oeuvre* går i rette med ethvert epistemologisk projekt, der måtte tro, det kan udlægge væren (ontologien) ved at rekruttere til 'lavere' former. Naturen er foranderlig og aldrig skabt på én færdig facon. Den er i sine komplekse udtryk og i sin formvariation hverken komplet eller perfekt, endsige et kausalt resultat eller en addition af noget 'simpelt'. 'Natur' synes at være et ord, vi sætter på noget, vi skal observere og forstå som noget foreliggende og dermed noget 'objektivt' – men begrebet natur er ladet med sin egen variationsbredde og historicitet. Natur er således også altid naturhistorie og 'noget', der altid-allerede er ved at blive til noget andet. Om naturen må vi således sige, at vi ikke har set det sidste, og at der altid er mere at komme efter.

Med Deacons ord må de dynamiske tilblivelsesprocesser i naturen forstås således: "...that what emerges in new levels of dynamics is not any new fundamental law of physics or any singularity in the causal connectedness of physical phenomenon, but rather the possibility of new form of work, and thus new ways to achieve what would not otherwise occur spontaneously. In other words, with the emergence of new forms of works, the causal organization of the world changes fundamentally, even though the basic laws of nature remain the same" (p. 369). Angående disse "emergent processes" påpeger Deacon, at der er "no limit to higher order forms of teleodynamic processes. /.../ This is the essence of emergence, and the creative explosion it unleashes" (p. 370).

Den fundamentale afhængighed af basale processer i naturen (fx fysiske og kemiske processer, organismens stofskifte) må ses som en mulighedsbetingelse for, men ikke som en årsag til, tilsynkomsten og eksistensen af mere avancerede former for liv (fx den individuelle bevidsthed og social-kognitive processer). Der er tale om en dynamisk ontologisk afhængighed, der er principielt ikke-reduktionistisk og ikke kan omskrives til kausalitetskæder. Kort sagt kan det

'avancerede' liv ikke forklares som en direkte effekt af det 'ikke avancerede' liv. Der gør sig ikke en simpel kausalitetslogik gældende fra de lavere til de højere niveauer (p. 424-425).

I den pædagogiske verden falder Deacons naturbegreb på et tørt sted. Selvom tidens løsen ifølge den engelske sociolog Nikolas Rose synes at være *screen and intervene*⁴, er det et umuligt forehavende at forsøge at scanne sig frem til den rette individuelle læringsstilsprofil og i sidste instans at ville naturalisere didaktikken⁵. På den anden side må vi forstå humane læreprocesser som integrale dele af en evolutionær proces, der ændrer den humane natur. De erfaringer, vi gør os som levende og lærende art, sætter sig i vores natur. Vi går i skole med hele kroppen og ikke kun med den 'byld', der sidder på halsen.

Evolution

I sine forsøg på at formulere et generelt princip for livets udfoldelse fremhæver Deacon begrebet *constraint* som et unikt princip. *Constraint* kan oversættes til indskrænkning, restriktion, ufrihed og begrænsning, og dette negative modstandsbegreb spiller en afgørende rolle overalt i naturen. En central formulering lyder: "Evolution is not imposed design, but progressive constraint" (p. 426). Hverken den religiøst funderede uvidenskabelige 'teori' om *intelligent design* eller en standardvidenskabelig fortælling om de positive muligheders omslag i nødvendige og kvalitative evolutionære spring har gyldighed, ifølge Deacon.

En fuldt orkestreret forklaring på sammenhængen mellem evolution og *constraints* findes på p. 435: "The evolution of life has led to many levels of radical and unprecedented higher-order teleodynamic phenomena, including mental phenomena." Forudsætningen er, at "the critical dynamical constraints" på de lavere niveauer kan blive opfanget og bevaret. "Each new change will modify existing constraints...". Genetikken og de molekylære informations udbredelse sker ikke blot gradvist. Processen blev bragt "to a whole new level" (ibid.). Det nye, der sker, kan ikke forstås som en ren effekt af det, der var der før.

I den forbindelse må information forstås som "transmission of constraints" (p. 436). DNA er en "adaptation" og ikke nøglen til at forstå livet. "Calling it the 'secret of life' is thus hyperbole. And considering genetic information to be the

4 Rose, Nikolas (2010). Screen and Intervene: Governing Risky Brains. I: *History of the Human Sciences, Special Issue on the new brain sciences* ol. 23, nr. 1.

5 Se Larsen, Steen Nepper (2012). Videnspolitiske slagsmål i en naturaliseringstid. I *Vagant* nr.1; Larsen, Steen Nepper (2012). Naturvitenskapelig propaganda. I *Aftenposten*, 22.3.

defining character of life is also a bit hasty" (p. 437). Udtrykt med en spidsformulering af Deacon: "In life, DNA molecules do not provide information about other replicas of themselves, but rather about the molecular dynamics of the cell in relation to its likely environmental milieu. And yet many theories of the origin of life are based on the assumption that molecular replication is a sufficient defining property of living information" (p. 440). DNA er med andre ord noget tilblevet, ikke noget givet, forårsagende og oprindeligt igangsættende. "*It is an evolutionary derived feature, and not a primitive one.* This also suggests that we should be able to trace an evolutionary path from a pre-DNA world to a post-DNA world, from protolife to life" (p. 441).

Disse reservationer er meget væsentlige at ventilere i den pædagogiske verden. Ligesom der ikke er noget, der hedder elevens altforklarlige DNA eller hjerne, er der ikke noget, der hedder undervisningens, læreprocessernes eller pædagogikkens sande DNA. Hjerner handler ikke på egen hånd. De er ikke beslutningstagere. Dertil kommer, at samtidens op- og overskruede evidensforhåbninger hviler på illusionær grund⁶, og at de manifesterede krav, om at al undervisning skal bero på *best practice*, må betragtes med flere gran salt i lyset af Deacons indsigter.

Constraints – om betydningen af begrænsninger og fravær

Fraværsbegrebet *constraint* forlenes med mange egenskaber, stor semantisk betydningsvidde og evolutionær forklaringskraft i værket *Incomplete Nature*: "Constraints are what is not there but could have been, irrespective of whether this is registered by any act of observation" (p. 192). Med *constraints* som noget, der ikke er, men kunne have været – men også som noget der spiller en afgørende rolle ved ikke at være, har Deacon konstrueret et helgarderende og altforklarende begreb, der så sige på en ganske finurlig facon både *ikke er* og *er*. Deacon fremhæver "intrinsic" constraints, som "the property of being restricted or being less variable than possible" (p. 193), og han stiller det fundamentale spørgsmål: "How can something not there be the cause of anything?" (p. 45) Og svarer at det levende ikke skabes af intet men af noget, der havde "a quality of unprecedented discontinuity" (p. 144).

Begrebet *constraint* ligner et frugtbart videnskabsteoretisk 'benspænd' snarere end en metafysisk og sikkerhedsgivende konstruktion. Den monoteistisk-kristne

⁶ Se Larsen, Steen Nepper (2011). Der er ingen evidens for evidens: refleksioner omkring en magtfuld illusion. I *Dansk pædagogisk Tidsskrift* nr.1.

tanke og overbevisning om Guds evne til at skabe alt ud af intet (*creatio ex nihilo*) har ingen gang på jorden; men det har en begrænsnings- og fraværstænkning derimod, lyder det fra Deacon.

Deacon omfortolker begrebet entropi ved at koble det direkte til begrebet "constraints": "Rather than order or disorder /.../ I suggest that we begin to think of entropy as a measure of constraint. An increase in entropy is a decrease in constraint, and vice versa" (p. 228). "We can /.../ describe the increase in entropy as a decrease in constraints, and the second law can be restated as follows: In any given interaction, the global level of constraint can only decrease" (p. 229).

Selvorganiserende morfodynamiske processer opbygger "constraints" (p. 238). Constraints er en "precondition for work" ..., og "...the maintenance, reconstruction, and reproduction of dynamical constraints is a core characteristic of life (p. 262). Organismer nedbryder og opbygger "constraints" (p. 263, se også p. 315). Eksistensen af "constraint" på "movement" er meget vigtig for at forstå "notions of causality" (p. 328). "Constraints don't do work, but they are scaffolding upon which the capacity to do work depends" (p. 419).

Livet er blevet til via processer, der afspejler "the effects of deep historical contingencies that may no longer be existent in the present context" – og som er "so convoluted, divergent and idiosyncratic", så de trodser og udfordrer ("defy") "compact algorithmic description" (p. 267). Selv de simpleste former for liv (som fx bakterier) har teleologiske egenskaber; det savner de rent fysiske systemer (p. 277). Distinktionen mellem liv og ikke-liv er bærende for fremstillingen. Det samme er kontingensbetragtningerne, der bryder med tankerne om én simpel nødvendigheds- eller udviklingslogik i og for 'det hele'. Naturlige selektionsprocesser opstår ikke gennem naturlig selektion; det ville være et cirkulært argument. De første livslignende processer indtraf tilfældigt ("by chance alone", p. 291) i et miljø og en kontekst, der muliggjorde det; de havde ingen forfædre, de udviklede sig ikke.

Det konstitutive fravær kalder Deacon for *absential* (p. 23): "Absence has no components, and so it can't be reduced or eliminated. Or, to be a bit less cryptic: Constraints is the fact of possible states not being realized, and what is not realized is not subject to componential analysis" (p. 204). Således kan kilder til irreducibilitet formuleres som et slogan, bedyrer Deacon os. Fravær kan ikke elimineres; de må med- og indtænkes, når noget bliver til liv.

Forstår man *constraint* som ufrihed, kan menneskets 'naturlige' ufrihed ses som en drivfjeder for dets evolutionære udvikling og teknologiske opfindeevne. Mennesket kan ikke holde varmen uden tøj og huse i kolde egne. Det kan ikke flyve eller svømme over oceanerne, løbe hurtigt i dagevis eller nå hinanden med stemmens kraft på flere tusinde kilometres afstand. Alle disse *constraints* fører ad åre til opfindelse af så forskellige fænomener og krops- og tanke'forlængende' proteser som overfrakker, tag, brændeovne, lejligheder, slotte, flyvemaskiner, skibe, tog, biler, telefoner, computere og internettet. Men det særlige ved mennesket er, at menneskets ufrihed samtidig ganske paradoksalt og 'praktisk' er dets frihed. De ikke udelukkende instinktstyrede mennesker har utallige måder at forkæle hinanden på. Vi er født med overgennemsnitligt store hjerner og danner bånd mellem hinanden som sociale, politiske, kulturskabende, vi-sigende og koopererende dyr⁷. Med de hjerner vi er udstyret med, burde vi faktisk veje ca. 500 kg sammenlignet med de andre pattedyr. Vores yngelpleje tager meget lang tid, og vi har muligheder for at overraske hinanden og ikke mindst os selv hele livet igennem. Vi er ikke determineret til at handle og tænke på én måde og besidder stor semiotisk, fortolknings-, tanke- og bevægelsesmæssig frihed. Dertil kommer, som Deacon til overflod demonstrerede det i sit forrige storværk, *The Symbolic Species. The Co-Evolution of Language and The Human Brain* (1997), at menneskets evolution må forstås som en dynamisk vekselvirkning mellem sprogdudvikling (social og symbolbåren kommunikation) og hjernevækst- og forfinelse (neuroplasticitet).

Mennesket foreligger aldrig som 'ren' natur men altid i en historiseret, kulturaliseret, formgiven og selvkreeret version. Menneskenaturen er på sin vis altid 'natur-plus', og det er med en paradoks-formulering af filosofen Villy Sørensen menneskets natur altid at være mere, end det er fra naturens hånd.

At tænke en fraværspædagogik som en blanding af en aldrig-helt-transparent-pædagogik og endnu-ikke-pædagogik er en spændende udfordring i kølvandet på Deacons anslag. Der er meget, som læreren ikke ved og ikke kan se. Knytter eleverne overhovedet an til undervisningen? De psykiske systemer flyver under

7 Se også Sloterdijk, Peter (2004). *Sphärologie III. Schäume. Mesosphärologie*. Suhrkamp: Frankfurt am Main; Larsen, Steen Nepper (2013). Mennesket. En introduktion til filosofisk antropologi. I *Gjallerhorn* nr.16. Angående 'vi-kooperation' kan henvises til så forskellige værker som den franske filosof Nancy, Jean Luc (2000). *Being Singular* (opr. *Être singulier pluriel*, Paris 1996) og den amerikanske evolutionære antropolog og udviklingspsykolog Michael Tomasello værk, se fx Tomasello et al. (2009). *Why We Cooperate*. Cambridge: A Boston Review Book, The MIT Press. For en læsning og anvendelse af Nancys begreber 'on wheels' se Larsen, Steen Nepper (2012). The articulation of 'the we' in bicycle-riding. Phenomenological perspectives on social synchronization. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto (Portuguese Journal of Sports)*, Vol. 12, Nr. Supl., 09. - og for en kritisk diskussion af Tomasello, se: Larsen, Steen Nepper (2013 in press). Critical Notice: Michael Tomasello on the "prosocial" human animal. *Journal of sociology and social anthropology*.

eller over det sociale systems radar. Får dette undervisningsstof mon skelsættende betydning for dem i hele livets perspektiv? Det ved vi ikke som lærere. Dertil kommer, at studerende endnu ikke er dannede men kan blive det, om end dannelsesprocesser principielt aldrig nogensinde kan afsluttes. De lærende er endnu ikke vidende; men de kan måske blive det. Dannelse (*Bildung*) er meget mere end at spejle sig i forbilleder⁸. Tænkning, intellektuelt knofedt og engagement skal der til. Beundringsøvelser iværksættes. Decentrerings- og selvforglemmelsesprocesser hvorigennem verden bliver større. Verden vokser, og sproget får vinger. Den snerpede begærsøkonomi løber over sine bredder. Men i stedet for lærdomslyst kan det ske, at læreren møder gedigne *obstacles* og *hurdles* i form af elevernes afnaiviseringsulyst. Det er ikke altid rart eller ufarligt at blive klogere. Derudover gør det svære stof modstand. Dannelse handler simpelt hen om at orke at møde modstand. Fraværet af viden kan også virke dragende. At lære mere end fra hånden til munden er at tage livtag med det ukendte og ikke-tilstedeværende.

Information gør det ikke alene

"In our everyday lives, information is a necessity and a commodity" (p. 371). Vi lagrer information, jager, producerer, køber og sælger den. Videnskabsfolk kortlægger det humane genoms molekylære informationer, og der suser informationer rundt i kabler og trådløse netværk. Men begrebet information kan ikke løskobles fra spørgsmål om reference, mening og betydning. Hvis det alene reduceres til et fysisk fænomen, forsvinder "distinctions which are critical to identifying the fundamental features that characterize living and mental processes from other physical processes" (p. 372). Dette argument beror eksplicit på en fraværstænkning: "What matters in the case of information, and produces its distinctive physical consequences, is a relationship to something not there. Information is the archetypical absential concept" (p. 373). Således får informationer om kommende storme, aktiedyk eller nationale faremomenter (angreb udefra) indflydelse på adfærd og handlinger, selvom de tre scenarier endnu ikke er indtruffet – eller måske aldrig indtræffer. På lignende vis kan mere eller mindre sikre prognoser om arbejdsløshedsrisici, svage testresultater og manglende performance-kraft få indflydelse på universitetets fagudbud, intensiverede PISA-tests og større krav til de danske skoleelever. Hermed bliver 'ikke-noget' og kalkuleret fravær til styrende rationaler for uddannelsespolitik og uddannelsesinitiativer.

8 Jf. Larsen, Steen Nepper (2012). Dannelse – dannelséstænkningens idéhistorie og uomgængelige aktualitet. *Social Kritik*, nr.130; Larsen, Steen Nepper (2013). Dannelse og refleksivitet (interview med Thomas Ziehe). *Asterisk*, nr.10; også trykt i Ziehe, Thomas (2004). *Øer af intensitet i et hav af rutine*. Kbh.

Det at der altid mangler noget ("this something missing") har konsekvenser for vores handlinger og for de regulariteter og afvigelser, hvormed vi – og/eller levende organismer og processer i naturen - foretager "projection into the future" (p. 377). Deacon kobler nu begrebet *constraint* direkte på disse overvejelser: "...the constraint is both intrinsic and yet not located in the signal medium; it is rather a relationship between what is and what could have been its state at any given moment. A constraint is not an intrinsic property but a relational property, even if just in relation to what is possible" (p. 388). De relationelle fraværsbetragtninger kan også projicere en fremtidig kunne-have-været-bedre-logik ind i samtiden, så vi ændrer retning, før det er nødvendigt. Det kendes næsten kun alt for godt inden for den offentlige sektor, hvor reform-, moderniserings-, kontrol- og evalueringssiveren⁹ foruddiskonterer et muligt fravær og tilskriver det stor betydning i og for samtiden.

Deacon er på sporet af, hvorledes "not-quite-actualized, non-intrinsic relationships can /.../ play the central role in determining the initiation and form of physical work" (p. 373). Informationsbegrebets referentielle indhold og betydningsdimension må frem i lyset. Information er ikke blot et teknisk begreb og ikke identisk med en målestok for orden – ligesom tænkning ikke er synonym med "computation", og ikke enhver fysisk forskel kan opfattes, som havde den mentalistiske egenskaber (p. 374).

Deacon citerer sin kollega, biologen Stuart Kauffman, for følgende helt centrale kongenialt-teoretiske 'iagttagelse': "The first surprise is that it takes constraints on the release of energy to perform work, but it takes work to create constraints. The second surprise is that constraints are information and information is constraint" (p. 392; se også p. 398-399).

Det særlige ved livet er, at det kan fortolke. Det kan sten, olie og jern ikke. "Without interpretation a physical difference is just a physical difference, and calling these ubiquitous differences 'information' /.../ runs the risk of collapsing the distinction between information, matter and energy..." (p. 392-393). Information gør det ikke alene. Der skal fortolkes, som både biosemiotikere som Jesper Hoffmeyer og Claus Emmeche og cybersemiotikeren Søren Brier har påpeget¹⁰. Informationer er ikke udstan(d)sede entiteter men relationelle fænomener: "Because

⁹ Se fx Larsen, Steen Nepper (2004). Evalueringsfeber. *Dansk Sociologi*, nr.1.

¹⁰ Jf. Hoffmeyer, Jesper (2005). *Biosemiotik. En afhandling om livets tegn og tegnenes liv*. Charlottenlund: Forlaget Ries (anm. af Larsen, Steen Nepper (2005). *Dansk Sociologi*, nr.4); Brier, Søren (2008). *Cybersemiotics. Why Information is Not Enough!* Toronto: University of Toronto Press (anm. af Larsen, Steen Nepper (2009). *Kritik nr.192 & Cybernetics and Human Knowing #1-2*).

information is a relationship among levels of constraint generated by intrinsically unstable physical processes, it is also normative with respect to those processes. But constraint is a negative property, and thus neither something intrinsic nor determinate. This means it is intrinsically incomplete and fallible. Yet it is these very properties that make it evolvable and indefinitely refinable" (p. 418-419).

Fra stof til liv og fra liv til bevidsthed – to store spørgsmål

Deacon vender sig skarpt imod opfattelser, der 'lader' det biologiske med indre selvkørende eller mentalistisk-lignende egenskaber: "In whatever form it occurs, biological information is not an intrinsic attribute of that substrate". Således må vi passe på ikke at smugle "cryptic homuncular properties into our theories of evolutionary genetics" (p. 456). Gener handler ikke. De har ikke aktørstatus og er ikke suveræne, uafhængige førsteårsager.

Subjektivitet er ikke nødvendig betingelse for eller del af et selv: "...even organisms as simple as bacteria have properties that qualify them as selves, at least in a minimal sense..." (p. 466). "...self is not a simple physical property of bodies and brains, but rather a critical absential character, which is ultimately the locus of the reflexive individuation that creates the distinction from non-self" (p. 467). Alle mikroorganismer skelner, mellem det noget det er, og det noget det ikke er. Fraværet, af det det ikke er, får så at sige betydning for dets væren i verden, selvom det ikke har en egentlig bevidsthed. Skelneevner i 'det biologiske' og konstitutioner af selvet går forud for dannelsen af bevidsthed og subjektivitet. Men selvet har stort set været dømt ude i den biologiske diskurs, selvom "organisms aren't merely mechanisms that mimic teleological tendencies; they are entirely organized around a central goal-directedness, self-generation, and perpetuation" (p. 467).

Deacon pointerer, at vi må holde op med at behandle selvet som en eufemisme, men også at vi må lade være med kun at lade mennesket have patent på at have et selv. Før livet opstod på jorden for ca. 4 milliarder år siden, eksisterede der ikke noget sådant som et selv – formodentligt heller ikke noget andet steds i solsystemet, siger Deacon. Selvet kom ikke ind i verden med the Big-bang.

Hvordan blev livet til, og hvordan opstod bevidstheden? Forsøgene på at forstå de fundamentalt dragende og gådefulde overgange fra ikke-liv (dødt stof) til liv og fra levende organismer til bevidste eksistenser må drøftes i alle dele af

uddannelsessystemet¹¹. De teoretiske spekulationers bærende argumenter må gås efter i sømmene. Det er ikke nok med informationer, men heller ikke med vidtløftigheder. At være et nysgerrigt menneske er blandt andet ikke at vige tilbage fra at spørge til menneskets natur og tilblivelseshistorie. Mennesket er et dyr, der undrer sig, og til tider sker det systematisk, fx hver gang Terrence Deacon udgiver en ny bog.

11 Se Larsen, Steen Nepper (2012). Questions. I D. Favareau et al. (eds.), *A More Developed Sign. Interpreting the Work of Jesper Hoffmeyer*, Tartu Semiotics Library, nr 10. Hvis perioden siden Big-bang sættes til at vare ét døgn, så har menneskearten kun eksisteret ét sekund. Ganske svimlende og pædagogisk-inciterende i alle hjørner og på alle niveauer af uddannelsessystemet (jeg har prøvet... fra nul'te klasse på en lilleskole til et ph.d.-kursus) er det at luften tankerne om, at der var 23 timer 59 minutter og 59 sekunder, hvor vi ikke var her, og hvor der slet ikke var tænkt på os. Mennesket som *the crown of creation* (skabelsens højeste mål og egentlige mening) er sandt for dyden en *late-comer*. Til gengæld er vi bedre til at stille spørgsmål og undre os end plankton, flagermus og jerseykøer. Som fortolkere har vi stor semiotisk frihed. Vi kan ligefrem bestemme os for, at vi ikke gider at tænke. Noget sværere er det at bestemme sig for ikke at lære noget; thi læring sker bare, også bagom ryggen på os.

To boganmeldelser

'Choke' og 'Den oversvømmede hjerne'

Theresa Schilhab

Choke

Psykologen Sian Beilock, lektor på University of Chicago, er en førende ekspert indenfor forståelsen af menneskelige præstationer. I bogen '**Choke**' fra 2010 (udkommet på Free Press) beskriver og diskuterer hun, hvad der får mennesker under pres, som f.eks. studerende ved eksamen eller eliteidrætsudøvere i konkurrence, til at underpræstere. Titlen: 'Choke – What the secrets of the brain reveal about getting it right when you have to' lyder umiddelbart noget populærvidenskabelig og med hjernen som særligt fikspunkt.

Bogen er rent faktisk også spækket med primært neuro- og kognitionsvidenskabelig litteratur, der sætter fokus på samspillet mellem de mentale og senso-motoriske komponenter under forskellige typer præstationer. Det gør ikke nødvendigvis indholdet neurocentristisk. Beilock udtrykker indledningsvis saliggørende skepsis overfor hjerneforskning som leverandør af andet end supplerende datamateriale:

"...the fact of the matter is that a brain scan is just a brain scan. It provides information about neural activity, but doesn't on its own explain the complexity of human behaviour, including moods, motivations, intentions,

decision making, and anxiety. Brain data should ideally be seen as just one piece of the puzzle of human performance.”¹

Beilock udviser også (formentlig uden sammenhæng i øvrigt) afgørende skepsis overfor gyldigheden af tests i al almindelighed og deres pålidelighed som markør for folks faglige niveau i særdeleshed. Her trækker hun på neuropsykologiske erfaringer fra egen og andres forskning. Med forklaringer om hvordan andres og egne forventninger belaster netop det *kognitive* system, der er nødvendigt for at gennemføre en test, bliver det åbenlyst, at eksamen er et udskilningsløb for, hvor god man er til at håndtere akut stress, men ikke for den faglige indsigt. Men hvordan hænger forventninger og stress sammen?

Akut stress opstår i forbindelse med farefulde og angstprovokerende oplevelser. De øger mængden af adrenalin og kortisol i blodet og medfører en nedsat funktion af *arbejdshukommelsen* (og en bedre lagring i langtidshukommelsen) samtidig med øget sensorisk aktivitet (se f.eks. Al’Absi m.fl., 2002). Arbejdshukommelsen er den kognitive funktion vi bruger til f.eks. at huske en tilfældig række tal eller placeringen af genstande, der kun er blevet vist kortvarigt. Mange eksamenspræstationer er grundlæggende afhængige af arbejdshukommelsen, hvis kapacitet synes at korrelere både med læseevner og matematisk begavelse. Ligesom kapaciteten hænger sammen med vores evne til at handle hensigtsmæssigt i pressede situationer. Faktisk er netop indvirkningen af akut stress på arbejdshukommelsen blevet sat i forbindelse med dødsfald under faldskærmsudspring. I en undersøgelse af faldskærms-dødsulykker fra 1990’erne i USA, blev 11 procent klassificeret som ‘no pull’. Her havde udspringeren tilsyneladende aldrig forsøgt at udløse sin reserveskærm. Undersøgelser af faldskærmsudspringeres arbejdshukommelse umiddelbart før springet og netop efter landingen, viste en nedsættelse hos erfarne hoppere på 30 % og endda helt op til 45 % hos nybegyndere (Leach & Griffith, 2008).

Beilock beskriver, hvordan stress udløst af andres forventninger har samme skadelige effekt på præstationsevnen og er blevet påvist i situationer, hvor det forsøgspersonen frygter, er at bidrage til stereotypi-påstande om den gruppe vedkommende selv tilhører. I et forsøg hvor deltagerne fik målt deres IQ-niveau og samtidig fik at vide, at formålet var at afdække eventuelle raceforskelle, underpræsterede sorte amerikanere i forhold til hvide. Hvis formålet derimod blev forklaret i neutrale vendinger udeblev effekten. Samme resultat er opnået i forsøg med mænd og kvinder. Når deltagerne sammen med matematiktesten fik oplysninger om, at forsøget skulle afdække universitetsstuderendes præstationer,

1 Citatet optræder s. 41 i ‘Choke’.

præsterede mænd og kvinder ens. Men fik forsøgsdeltagerne derimod at vide, at formålet med forsøget var at afdække kønsforskelle, reagerede kvinderne med stress og reduceret arbejdshukommelseskapacitet.

Med blandt andet disse resultater går Beilock i kødet på påstanden om, at drenges og pigers præstationer i matematik skulle være biologisk begrundet.

Beilock angriber ikke kun testkulturen. Bogen rummer også et opbyggeligt kapitel om, hvilke modtræk der byder sig til, hvis man vil modvirke, at man fejler i de afgørende momenter på grund af stress. Rådene, der bl.a. omfatter bevidst distraktion af sin egen bevidsthed, 'outsourcing' af delelementer i en opgave til omverdenen f.eks. papir, psykologisk bearbejdning af egen selvopfattelse og fastholdelse af mere abstrakt mål i stedet for fokus på specifikke delelementer af en opgave, er lige relevante for den, der lider af eksamensangst, som for den, der paralyseres ved offentlige optrædener eller i konkurrencer.

Bogen er forholdsvis letlæst, selvom den har en righoldig referenceliste. Den tager ofte udgangspunkt i det anekdotiske, hvorfra de egentlige videnskabelige besvarelser derpå folder sig ud. Bogen formår derfor samtidig med at give en fin indføring i, hvordan og på hvilket niveau moderne neurovidenskab faktisk kan bidrage til udvikling af læringsteorier. Bl.a. fordi den er sig sine faglige begrænsninger bevidst.

Den oversvømmede hjerne

'**Den oversvømmede hjerne**' er fra 2008, udkommet på dansk på Akademisk Forlag, og skrevet af professor i kognitiv neurovidenskab ved Stockholm Universitet, Torkel Klingberg. Bogen er en fin pendant til Beilocks bog. Bogen handler, som undertitlen angiver, nemlig også om arbejdshukommelsen, men desuden om IQ og den stigende informationsmængde. Sidstnævnte udgør for så vidt det gennemgående tema, idet vi hurtigt introduceres til 'Lottes' arbejdsdag, der er righoldig på afbrydelser, for at få eksemplificeret, hvordan vores kognitive system udfordres af informationssamfundets støt stigende mængde information.

Med hverdagseksemplet, hvor Klingbergs beskriver, hvor meget Lotte kan rumme i sin opmærksomhed og i hvor høj grad hun bliver udfordret på sin kapacitet til at koncentrere sig, opdager vi, hvor belastende den moderne hverdag faktisk tager sig ud. I det åbne kontorlandskab, hvor mobiltelefoner brummer med tekstbeskeder, kolleger med konkrete opgaver taler og til tider anmoder om hjælp, e-mails

tikker ind og telefonen ringer, er det svært at få læst den bunke papirer, der truer på bordet. Lotte når langt fra al det hun bør, fordi det er en umulighed at samle sig om enkeltopgaver, når forstyrrelserne på den måde står i kø. Hvad gør Lottes hektiske hverdag principielt interessant?

(Over)belastningen af det kognitive system, er ikke alene relateret til kontorarbejdere som Lotte, men er et generelt fænomen. Med introduktionen af Facebook og andre sociale medier, som twitter og sms, er nye informationskilder dukket op. Ny forskning viser, at kvindelige amerikanske universitetsstuderende bruger mange timer om dagen på at sms'e; at netværke på internettet; lytte til musik eller se videoer. De beskriver det godt nok som multitasking, men forskerne fandt, måske ikke overraskende, en korrelation mellem stort forbrug af de sociale medier og dårlige akademiske resultater (se f.eks. Junco, 2012).

Det er oplagt, at det højnede mediebrug svækker mulighederne for fordybelse i en opgave, der kræver koncentration. De uudtømmelige muligheder for at blive afficeret af andres meddelelser eller oplysninger giver rig lejlighed til at overspringshandle, hver gang tankerne møder lidt modstand. Dertil kommer, at eksterne stimuleringer, som lyden eller den visuelle markering af en mail, eller pop-up vinduet i bunden af skærmen, der viser en opdatering på Facebook, lægger beslag på arbejdshukommelsen. Da tjenesterne tit starter samtidig med computeren, kræver det et aktivt fravalg at slukke for dem.

Klingberg bruger på den baggrund sin bog til at redegøre for spørgsmål om, hvad der sker i hjernen, når vi f.eks. forsøger at løse flere opgaver på én gang. Går det automatisk ud over kvaliteten, hvormed opgaven løses og i givet fald hvorfor? Han fortæller også om kontrolleret og stimulusbetinget opmærksomhed og om, hvad disse kognitive funktioner hver især bidrager med til vores mulighed for at lære. Det fører ham blandt andet til diskussioner af, hvad der karakteriserer børn med ADHD, hjernens plasticitet, hjernetræning, meditation og nytten af computerspil. Klingberg har selv forsket indgående i ADHD og har bl.a. udviklet træningsprogrammer til forbedring af ADHD-børns arbejdshukommelsespræstationer. Træningsopgaver som f.eks. at huske positioner i et felt bestående af fire gange fire kvadrater og klikke med musen, forbedrede elevernes evne til at huske typer af arbejdsopgaver, der ikke havde noget med computeren at gøre. F.eks. forbedredes deres evne til at huske en tilfældig rækkefølge af klodser udpeget af en psykolog helt op til tre måneder efter den intensive træning. Resultaterne viser, at man faktisk kan udvide grænserne for hjernens evne til at bearbejde information. Med sådanne forsøg håndgribeliggøres det, at undervisere i kraft af deres

metier besidder redskaber, der kan anvendes til at forme den lærende endda på fysiologisk - processuelt niveau.

Klingberg formidler godt og vidende om sin forskningsfelt. Teksten er spækket med henvisninger til teoretikeren og systematikeren, der gerne vil kigge Klingberg i kortene. Men bogen er også skrevet til den udenforstående læser, der ikke har vanskeligt ved at følge med, fordi det til tider svære stof bliver fortalt med omtanke for læserens forudsætninger. Bogen er forankret i neurovidenskab, men absolut god at blive klog af, hvis man interesserer sig for, hvordan mennesker lærer set fra det kognitive perspektiv og hvilke forudsætninger vi har for at tilpasse os den stadigt stigende informationsstrøm. Bogen burde derfor være at finde hos alle læringsteoretikere.

Referencer

- Al'Absi, M., Hugdahl, K. og Lavallo, W.R.** (2002). Adrenocortical stress responses and altered working memory performance. I: *Psychophysiology* vol. 39, s. 95–99.
- Junco, R.** (2012). Too much face and not enough books: The relationship between multiple indices of Facebook use and academic performance. I: *Computers in Human Behaviour* vol. 28, nr. 1, s. 187–198.
- Leach, J. & Griffith, R.** (2008). Restrictions in Working Memory Capacity during parachuting: A possible cause of 'No Pull' fatalities. I: *Applied Cognitive Psychology* vol. 22, s. 147–157.

Om forfatterne

**Theresa Schilhab**

Lektor, cand. scient, B.A., Ph.d.

Institut for Uddannelse og Pædagogik (DPU),
Aarhus Universitet

E-mail: tsc@dpu.dk.

www: <http://pure.au.dk/portal/da/tsc@dpu.dk>

**Anne Mangen**

Dr.art., Post-doc

Institutt for arkiv-, bibliotek- og informasjonsfag,
Fakultet for samfunnsfag,

Høgskolen i Oslo & Akershus,

E-mail: Anne.mangen@uis.no.

www: <http://stavanger.academia.edu/AnneMangen>

**Jesper Mogensen**

Professor

The Unit for Cognitive Neuroscience

Institut for Psykologi,

Københavns Universitet

E-mail: jesper.mogensen@psy.ku.dk.

www: <http://www.psy.ku.dk/ansatte/beskrivelse/?id=64816>



Andreas Lieberoth

Cand.mag, Ph.d. studerende
School of Business and Social Sciences,,
Department of psychology and behavioural sciences &
Interacting Minds Centre (IMC), Centre of Functionally
Integrative Neuroscience (CFIN) and Centre for Community
Driven Research (CODER)
Aarhus Universitet
E-mail: andreas@psy.au.dk.
www: <http://pure.au.dk/portal/da/andreas@psy.au.dk>



Oliver Kauffmann

Ph.d.
Institut for Uddannelse og Pædagogik (DPU),
Aarhus Universitet
E-mail: olka@dpu.dk.
www: <http://pure.au.dk/portal/da/olka@dpu.dk>



Steen Nepper Larsen

Lektor
Institut for Uddannelse og Pædagogik (DPU),
Aarhus Universitet
E-mail: stla@dpu.dk.
www: <http://pure.au.dk/portal/da/stla@dpu.dk>



ISSN: 1901-8878
ISBN: 978-87-7684-896-5