

---

# 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.

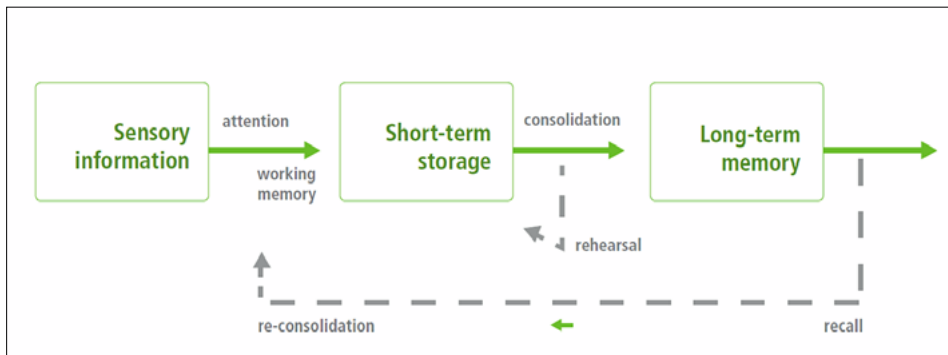
Denne artikel samler op på scannerdata om hjernens behandling af hhv. episodisk, selvbiografisk og semantisk hukommelse fra de sidste 30 år (Binder, Desai, Graves, & Conant, 2009; Gilboa, 2004; Northoff et al., 2006; Schacter & Wagner, 1999), og beskriver hvordan disse ændrer sig over tid (Tetzlaff, 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).

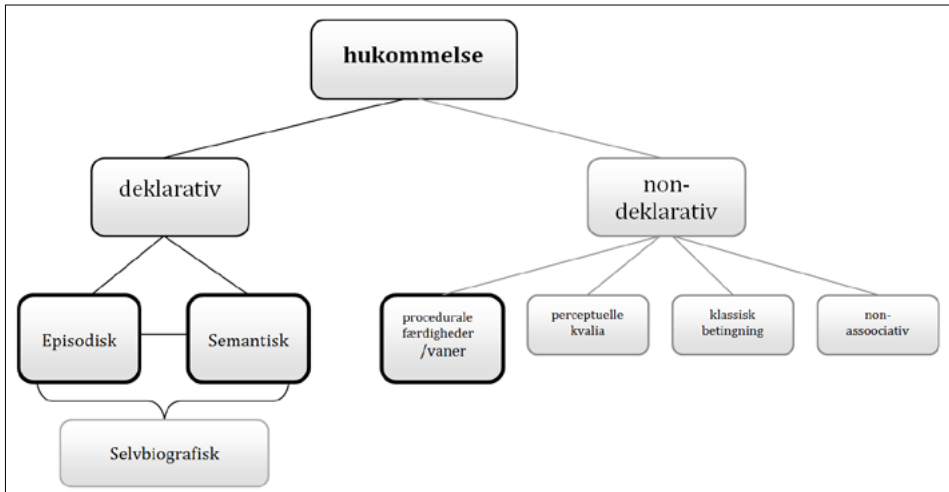
Man er efterhånden enige om, at hukommelsen dog ikke er en slags videokamera men derimod et avanceret arkivsystem, der rekonstruerer minder og informationer i kontekst af mange små bidder information lagret rundt om i hjernen. Som vi skal se, lader denne proces både til at være betinget af, hvor gammelt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

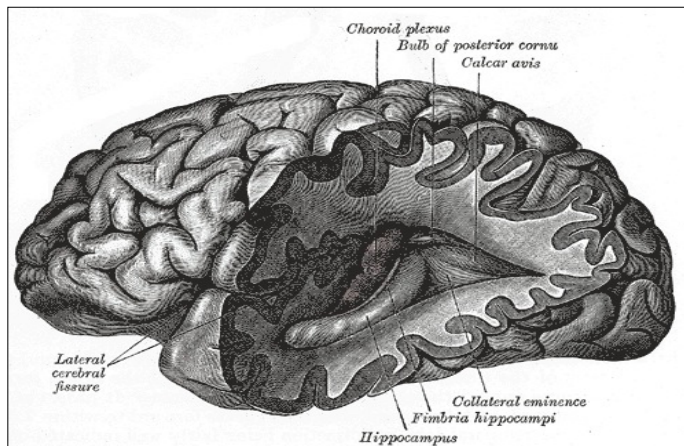
at *procedural* tilegnelse byggede på en indre simulation af handling, mens det i de deklarative formater var nok bare at se eller høre for at erhverve sig viden (1985b). I de første 20 år blev episodiske minder primært studeret i kontrollerede laboratorieeksperimenter, der mindede om Ebbinghaus' lænestølsforsøg, 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.

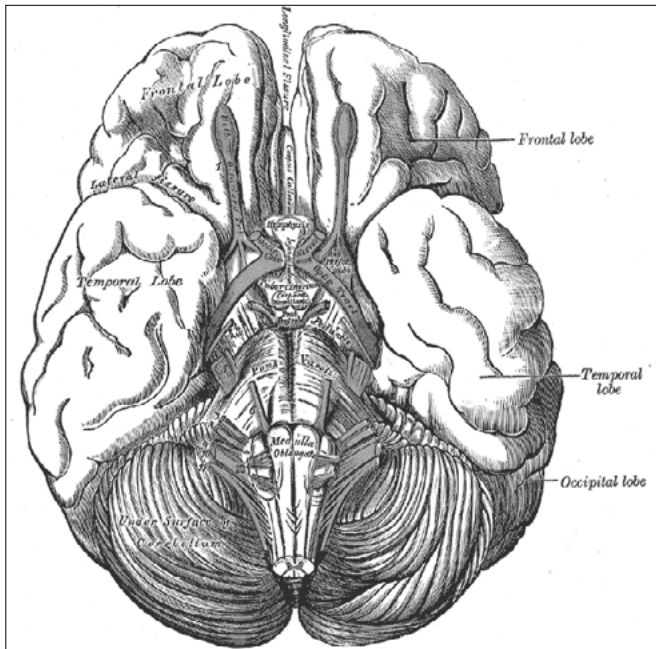
## De episodiske og selvbiografiske hukommelsessystemer

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 temporallapregioner, 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 dage<sup>1</sup>. 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 læringstanke<sup>1</sup> 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

<sup>1</sup> 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@linguistystems.com](mailto:service@linguistystems.com); Web site: <http://www.linguistystems.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](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.