Biografisk opdatering, juli 2007

Jeg er nu ansat som adjunkt på CVU Lillebælt, indenfor efter- videreuddannelsen, hvor mine hovedområder er AKT, specialundervisning, pædagogisk afdækning og ikke mindst anerkendende pædagogik. Se evt. mere om artikler og bøger på www.rkris.dk

Fortryk til artikel i fagtidsskriftet Kognition og pædagogik, marts 2002

Hukommelse, proces og pædagogik

Af
René Kristensen
Pædagogisk konsulent og forfatter

Læring er et komplekst begreb, der indeholder mange faktorer i et samspil. I denne forbindelse sætter forfatteren fokus på hukommelse og bearbejdningsprocesser, samt pædagogiske strategier, der kan udledes heraf.

Der redegøres for teorier om arbejdshukommelse og efterfølgende om Kosslyns og derefter Damasios forståelse af forarbejdning (processering) i hjernen. Ligeledes redegøres for Kanan og Hawkins' læringsteori som kobling til læring og erfaringsdannelse. Redegørelserne diskuteres i sammenhæng med en læringsteori, med henblik på at vurdere og samle stringente pædagogiske principper for læring og dermed hukommelsesdannelse.

Hukommelsen – historisk set

William James m.fl. præsenterede den første stadieteori, som opdelte hukommelsesprocessen i primær og sekundær hukommelse. Den primære hukommelse definerede han som det, der sker nu eller lige er sket og den sekundære svarede til det, der er gået forud.

Atkinson og Shiffrins udbyggede efterfølgende stadieteorien væsentligt i deres arbejde. Den videreudviklede model opdelte hukommelse i :

- det sensoriske register
- korttidshukommelsen
- langtidshukommelsen

Det sensoriske register blev testet til at vare under et sekund for den visuelle del og to sekunder for den auditive. Det visuelle register menes blandt andet at skulle kompensere for manglende visuelle informationer, mens vi blinker.
Korttidshukommelsen blev karakteriseret ved en begrænset spændvidde og en kortvarig opbevaring af oplysninger, hvilket blev beskrevet af Miller i en berømt artikel i

1956. Miller konkluderede at korttidshukommelsen lå relativt stabilt på 7 +/- 2 enheder, altså mellem 5 og 9 enheder som den mest almindelige spændvidde målt med en tal- eller bogstavspændvidde.
Det er korttidshukommelsen, Baddeley & Hitch senere kritiserede som utilstrækkelig til at forstå, hvordan vi husker og de begyndte derfor at udvikle begrebet arbejdshukommelse i stedet for korttidshukommelse.
Langtidshukommelsen forstås i stadiemodellen som et " langtidslager" til varig opbevaring af viden og erfaringer.
Modellen beskrev langtidshukommelsen som opdelt i en procedural hukommelse for færdigheder og en deklarativ hukommelse for vores paratviden.
Den deklarative hukommelse opdeltes dernæst yderligere i en episodisk hukommelse for personlige oplevelser og en semantisk hukommelse for mere generel viden
(A. Beck-Nielsen i Ringsmose, 2000).

Stadiemodellen antog, at al læring gik igennem korttidshukommelsen før lagring i langtidshukommelsen. Praksis viste imidlertid at patienter med fremadgribende amnesi, som rammer korttidshukommelsen, stadig kunne lære noget og at modellens lineære forståelse derfor ikke var nuanceret nok. Disse patienter lærte altså noget uden at kunne bruge korttidshukommelsen i modsætning til forståelsen i stadiemodellen.

Bearbejdet læring – en arbejdshukommelse
Vedligeholdelsesrepetition og bearbejdet repetition blev af Craik og Lockhart påvist som effektive veje til "dybdeprocessering" og lagring i langtidshukommelsen. Dette indikerede, at processerne, før lagring i langtidshukommelsen, indeholdt en bearbejdning og derfor måtte forstås mere dynamisk end den oprindelige stadiemodel.
Arbejdshukommelsesbegrebet blev derfor introduceret i 1974 af Baddeley & Hitch, som en konstruktiv kritik af stadieteorien.
De introducerede arbejdshukommelsen som et bredere og mere dynamisk begreb uden dermed helt at afvise stadiemodellen.
De beskrev en overordnet central eksekutivfunktion, som var suppleret af slavesystemer, indenfor de enkelte sansemodaliteter.
Korttidshukommelsen i stadiemodellen svarer nærmest til den fonologiske sløjfe i Baddeley og Hitch's model.

Den centrale eksekutivfunktion
Den centrale eksekutivfunktion blev i modellen lokaliseret som frontallapfunktioner parallelt med tilsvarende opmærksomhedsfunktioner.
De bedst beskrevne og formentlig også de vigtigste sløjfer er en visuel repetitionssløjfe, som vi bruger, når vi fremkalder et billede for " det indre blik" og en tilsvarende auditiv sløjfe - af Baddeley kaldet en fonologisk sløjfe. Hitch beskriver den i sin version som " *a phonemic responsebuffer, which is able to store a limited amount of speech-like material in a appropriate serial order".*
De øvrige sansemodaliteters slavesystemer er relativt uafhængige af hinanden og af den fonologiske sløjfe og det er derfor muligt at lære ad disse veje, selvom en specifik skade har ramt den fonologiske sløjfe!
Dette er endnu et argument imod stadieteoriens opfattelse af korttidshukommelsen som udelukkende karakteriseret ved spændvidde uden forståelse.

Baddeley anvendte Norman & Shallices teori om et styrende opmærksomhedssystem, der stod for bevidsthedskontrol og planlægning af opgaver ved beslutninger eller problemløsningssituationer, til at forsøge at forstå den centrale eksekutivfunktion som den styrende del af arbejdshukommelsen.

Bearbejdning og forståelse
Daneman & Carpenter forsøgte at måle kapaciteten i arbejdshukommelsen ved at lave tests, der både omfattede midlertidig lagring og komplekse beregninger af forskellig art, som derfor omfattede funktioner både i den centrale eksekutivfunktion og slavemodaliteternes sløjfer. Testen krævede altså bearbejdning og forståelse i hukommelsesprocessen i stedet for den mekaniske måling af spændvidden i korttidshukommelsen.
Der opstod store forskelle i forsøgspersonernes resultater, da den centrale executivfunktion på denne måde blev involveret i hukommelsesprocessen med overvejelser og vurderinger.
Stadiemodellen og beskrivelsen af arbejdshukommelsen har givet et skematisk billede af hvordan vi husker.
Tidligere forståelser af hukommelsens funktion har typisk været en sammenligning med en filmstrimmel , opbevaring i en kasse eller en lignende form for passiv opbevaring af viden.

Semantisk netværk
Vi ved nu at hukommelse dannes i meget dynamiske processer og i forsøgene på at afklare dynamikken i hjernens processer, er der skitseret netværksmodeller, der forsøger at forklare dynamikken i den semantiske hukommelse.
Ifølge Collins & Loftus er den semantiske hukommelse opbygget i et netværk baseret på afstand, som afspejler graden af associationer mellem de forskellige begreber. Aktivering af et ord eller et forestillingsbillede sætter et begrebs "knudepunkter" i gang, som spreder sig til de nærliggende områder. Der sker en priming af ord fra det nærliggende felt, som derfor frigøres hurtigere i en samtale om et emneområde.

Priming
Denne model giver en forståelse både af semantisk priming og priming som ubevidst hukommelse. Priming indebærer, at et ord eller begreb mobiliseres hurtigere i sammenhæng med begreber med associerede træk eller egenskaber.
Rød og postkasse er for de fleste i Danmark tæt associerede begreber. Rød og brandbil vil være tæt associerede ord for nogle ligesom rød og rose vil være det for andre.
Man har forsøgt at skabe kunstige neurale netværk for at afprøve teorierne, om processeringen, hvilket har givet andre overraskende synsvinkler.

PDP-modeller
Der er på computer skabt PDP-netværksmodeller, som skulle simulere de dynamiske processer i hjernen. Arbejdet med disse har problematiseret opdelingen af langtidshukommelsen i en semantisk og episodisk hukommelse.
Den viden, der er lagt i PDP-netværket kan nemlig være simultant tilgængelig for hele netværket på én gang ifølge McCleland & Rumelhart! Dette kan underbygge en

forståelse af hukommelse som et særdeles dynamisk fænomen, en løbende lærings- og bearbejdningsproces.
PDP-modellerne er udviklet ud fra Barletts schemata–teorier.
Et ubesvaret spørgsmål er ud fra disse forsøg, om hjernen rent faktisk har kapacitet til at afsøge al vores viden simultant? Er vi i stand til at tænke alle de løsningsforslag vi har på et problem på samme tid i stedet for serielt som en computer?
Jeg vil derfor se på nogle teoretiske bud på hjernens bearbejdning af informationer.

Forarbejdningsniveauer
Når en genstand skal huskes visuelt, sker der ifølge Kosslyn en bearbejdning på to planer. Han skelner i sit arbejde mellem informationsbærende strukturer og bearbejdende processer.
Kosslyn finder, at vi fremkalder forestillingsbilleder af serielt organiserede dele fra langtidshukommelsen.
Processen forestiller han sig er delt i tre grundlæggende dele:

- Fremkaldelse af indre billeder - det indre blik. (visuel repræsentation af informationer i langtidshukommelsen)
- Inspektion. Procedurer for vurdering og justering af billedet til justerede helheder.
- Transformation. Ændring af størrelse, "seervinkel", scanning og rotation af et givet objekt for det indre blik

Repræsentationer og strukturer
Professor Antonio Damasio, leder af neurologisk afdeling på Universitetet i Iowa, beskriver ligeledes en dynamisk procestænkning i bøgerne "Decartes' Error" og "The Feeling of what Happens".
Der er ifølge Damasio argumenteret overbevisende imod den meget brugte metafor for hukommelsen som en stor scene- eller en film med farver, lyd og duft . Han mener, at vi bearbejder og husker i meget opdelte, men komplekst forbundne kredsløb.

Den modulopdelte hjerne
Damasio påpeger således, **at "der ikke er nogen enkelt region i den menneskelige hjerne, der er udstyret til at processere, simultant, repræsentationer fra alle sansemodaliteter, der er aktive, når vi erfarer (experience) simultant, fx lyde, bevægelser, form, og farve i perfekt temporal og spatial registrering**."
(Damasio. 1995/2000, p 94).

Hjernen er altså ifølge Damasio et system af systemer. Der er mange grupper af celler med specifikke funktioner. De er samlet i små makro-kortikale regioner, hvor cellerne er intenst forbundet med hinanden. Her ud over er der kredsløb til subkortikale kerner af neuroner forbundet af synapser.
Nogle af disse lokale systemer er også forbundet sparsomt med hinanden, men hovedparten af neuronerne vil aldrig komme i kontakt med andre end de nærmest liggende celler ifølge denne teori.

Repræsentationer
Når vi husker noget eller lærer noget nyt, dannes der repræsentationer for såvel konkrete objekter som abstrakte begreber eller tanker.

Repræsentationer definerer Damasio som mentale billeder eller mønstre. **En repræsentation er lige så meget hjernens kreation som et produkt af en ydre virkelighed**. Byggestenene findes i hjernen, parat til at blive samlet.
Et image (mentalt billede) er udelukkende baseret på neural repræsentation, som viser sig i primær sensorisk kortex, der skaber en dynamisk kobling af relevante områder. Det visuelle område ligger eksempelvis i det primære visuelle kortex i occipitallappen. De dannede "forestillingsbilleder" styres af sensoriske receptorer ved ydre sansepåvirkning og/eller af dispositionelle repræsentationer i hjernens kortikale regioner og subkortikale kerner ved genkaldelse fra hukommelsen (Damasio 2000).

Image og dispositionsrum
Damasios teori arbejder således med to hovedfaktorer i bearbejdningen.
Image space, hvor alle "forestillingsbilleder/fremstillinger" af alle sansetyper kommer til udtryk.
Disposition space, som indeholder en vidensbase samt mekanismer til at genkalde og generere bevægelser, samt til at lette processering af forestillingsbilleder. Denne del er altid implicit modsat fremstillingerne i image space.
Dispositioner hjælper også med at viderebearbejde netop modtagne fremstillinger/indtryk og på et ubevidst plan at afpasse graden af opmærksomhed efter behov. Det samme gælder den modsatte proces med genkaldelse af lagrede repræsentationer.
Dispositioner er ifølge Damasio ikke opbevaret som ord eller konkrete billeder, som de semantiske modeller kan forlede os til at tro. Dispositional space skal forstås meget bredt og Damasio påpeger, at al læring, viden om ting og personer, begivenheder, relationer, færdigheder, biologiske reguleringer eller med andre ord al hukommelse fra fødslen og fremad med hele indholdet lagres som dispositioner. (Damasio 2000).

Forestillingsbillederne bearbejdes ifølge denne teori på tre forskellige niveauer:

- perceptuelle forestillingsbilleder (ud fra sansning af nye informationer)
- genkaldte forestillingsbilleder (genkende noget, hente noget, der er set før)
- rene forestillingsbilleder (abstraktion, at forestille sig noget uden forlæg).

Et afgørende og uløst spørgsmål for forskerne er, hvordan vi er i stand til at vælge, hvilke delinformationer, der hører sammen som en helhed ved genkaldelse eller lagring. Dette problem forklares ifølge Damasio mest sandsynligt som en slags tidslås (timelock) i en samtidighed af neural aktivitet i mange områder af hjernen, så dette på et ubevidst plan skaber en sammenhæng, der senere kan genkaldes som en helhed.
Image space i Damasios model kan sammenstilles med eksekutivfunktionen i teorien om arbejdshukommelsen.
Processer med global opmærksomhed og hukommelse finder Damasio velbeskrevet hos Goldman-Rakic m.fl., som siger, at disse aktiviteter styres i præfrontal kortex og i nogle limbiske systemstrukturer.
Opmærksomhed kan overordnet defineres som "at reagere på nye og fremmede input eller som det perceptuelle valg; styring af perceptionen imod udvalgte stimuli" (Vargason i Hilling & Kristensen. 1999)
Damasios argumentation kan derfor sidestilles med Baddeleys beskrivelse af den centrale executivfunktion som separat fra aktiviteterne i de enkelte sansemodaliteter.

Hukommelse og læringsprocesser
Læring kan ifølge Kandel og Hawkins deles op i explicitte og implicitte processer.
Den eksplicitte læring er bevidst og dermed hurtig. Den kan principielt være gennemført ved at vi har fået informationerne een gang. Den involverer associationer af simultane stimuli og tillader opbevaring af information om en enkelt begivenhed i tid og sted.

Implicit læring står i kontrast hertil. Den er ubevidst, langsom og den kræver mange gentagelser.
Der arbejdes i denne proces ofte med sekventielle stimuli og den processerer forudsigelige relationer mellem begivenheder. Denne form for læring kommer kun ubevidst til udtryk i forbedret handling, uden at man kan sige, hvad man har lært.
Denne form for læring i automatiserede processer opfattes som meget solid. Det indbefatter at skrive eller at køre cykel.
Ved intensiv træning sker der en fysisk udvidelse af de dele af hjernen, der arbejder med de pågældende aktiviteter. Der sker for eksempel en fysisk ændret repræsentation i de områder der repræsenterer den hånd, vi bruger mest.
Den implicitte læring svarer til indholdet i stadiemodellens procedurale hukommelse og dermed til en stor del af vores erfaringsdannelse og ubevidste læring.

Hukommelse og intelligenser
Damasio forståelse af hjernen som relativt opdelt efter sensoriske områder er i overensstemmelse med den modulspecifikke forståelse af hjernens opbygning bag Howard Gardners kulturbaserede intelligensbegreb.
Gardner definerer intelligens som et flydende begreb, der er meget kulturbundet, idet han i 1983 meget åbent definerer intelligens som evnen til at løse et problem eller skabe et produkt, der har værdi i mindst én given kultur.
Dette intelligensbegreb er svært at håndtere i praksis, men det skal nævnes i denne sammenhæng for at understrege, at der ses en overensstemmelse mellem Damasios teoridannelse om modulopdeling i hjernen og Gardners intelligensforståelse. En pædagogik baseret på Gardners teori må umiddelbart anses for stringent i forhold til Damasios teori.

Arbejdshukommelsen og procesteorierne
Arbejdshukommelsen kan ses som en videreudvikling af stadiemodellen. Den oprindelige model gav en forståelse af hukommelsen, som kunne bruges pædagogisk, men med begrebet arbejdshukommelse blev modellen langt mere åben og fleksibel. Damasio refererer da også til den i forbindelse med de nyeste processeringsteorier.

Arbejdshukommelsestests gjorde op med forestillingen om at spændvidden i korttidshukommelsen kunne sige noget særligt om folks hukommelse. Der er som beskrevet af Miller i 1956 en tendens til en relativt afgrænset spændvidde omkring 7 enheder hos alle og Daneman og Carpenter viste med deres forsøg, at de store variationer, der kunne forventes hos folk, afspejlede sig mere realistisk ved at checke med prøver, der krævede overvejelser og vurderinger.
Den amerikanske læringsteoretiker Ausubel påpeger også, at ”den vigtigste enkeltfaktor der influerer på læring er, hvad den lærende allerede ved”
(Ausubel 1968 in Illeris.2000).

Spreading activationmodellen" er pædagogisk interessant som baggrund for at opbygge semantisk viden. Den kan give ideer til systematisk opbygning af sprogligt undervisningsmateriale med udgangspunkt i kendt viden, uanset om PDP-modellernes antydning af et endnu mere kompliceret system er korrekt.
Kosslyn og Damasio arbejder begge med forskellige bearbejdningssniveauer i beskrivelsen af både at gemme og genkalde forestillingsbilleder. De understreger, at disse repræsentationer hverken opbevares som billeder eller ord, snarere som dispositioner, som vi ikke kan genkalde i oprindelig form, kun i bearbejdet udgave.

En uendelig hukommelse
Det er i denne sammenhæng interessant, at den russiske psykolog Luria har beskrevet en ung russer startende en gang i tyverne. S. (som Luria kaldte ham) havde en helt usædvanlig synæstetisk hukommelse, på det nærmeste uden grænser. Luria opgav at teste korttidshukommelsen, da han nåede de 70 enheder. S beskrev, at når han hørte stemmer eller lyde fremkaldte det "linier, slør og stænk". Han havde ikke nogen klar adskillelse mellem syn og hørelse, lugt eller smag. (Luria.1975).
Det kan overvejes, om S. har været i stand til at "se" det dybe processeringsniveau på grund af sin usædvanlige perceptions- og hukommelsesform og at dette derfor kunne underbygge teorien?!

Perceptionens mange veje
Kandal & Hawkins beskriver ud fra forsøg fire "stier" alene i visuel kortex. Dette underbygger teorien om parallelle dispositioner af data, som repræsentation af et forestillingsbillede. Vi opfatter separat dynamisk form, bevægelse, farver og former med farver.
Visuel perception er således meget opsplittet. Dette underbygges af konkrete eksempler på personer med specifik, total farveblindhed uden andre visuelle defekter og sågar folk, der er farveblinde i en del af synsfeltet.
Damasios teori om kortikale områder med intense indre forbindelser og svagere forbindelser til andre - altså specifik modulopbygning af hjernen, underbygges indirekte af de meget specifikke "stier", som her påvises specifikt for det visuelle center.
Der er her tale om en langt mere differentieret modulopbygning, end Gardner lægger op til med sin intelligensteori og det kan dermed også være med til at stille spørgsmål til det neurologiske grundlag for Gardners teori.

Emotioner og forarbejdning af informationer
Der kan skelnes mellem to forarbejdningsformer ved læring.
Den første form er den ubevidste viden, som umiddelbart har en sammenhæng med begrebet procedural hukommelse i stadieteorien. Den kan sammenlignes med og underbygge den emotionelle styring, som det limbiske system, via loops foretager i forhold til kortex ifølge LeDoux.
Emotioner kan forstås som videreudvikling af nødvendige biologiske reguleringsmekanismer. Amygdala kan således processere en frygtreaktion ud fra "rå data" inden bevidstheden træder til og analyserer faren.
På samme plan kan vi antage, at glæde fungerer som ubevidst såvel som bevidst motivationsfaktor.

Vi motiveres i den anden læringsform, den eksplicitte, også af både de grundlæggende følelser og blandingsfølelser. Blandingsfølelser kan være respekt, skamfuldhed, empati, sympati, misundelse m. fl.
Den eksplicitte læringsform er bevidst og kan tænkes sammen med den deklarative hukommelse i stadiemodellen. Emotioner er også i denne sammenhæng basale for læring. Vi ved, at frygt og usikkerhed kan hæmme læring og at positive følelser omvendt forstærker opmærksomhed og motivation.
Det kan også overvejes om emotioner har en betydning parallelt med Damasios tidslås som redskab til at afgrænse og fastholde en helhed i hukommelsesdannelsen. Duften i bedstemors køkken kan være et eksempel på en sådan emotionel priming.

Kvalificering af pædagogik
Mange års videnskabeligt arbejde med hukommelsesteorierne har givet mange brikker til det puslespil, der kan lægges om hjernens processering og hukommelsesdannelse. Udvikling af pædagogisk praksis i overensstemmelse med de mest etablerede teorier er med til at kvalificere pædagogikken. Ikke mindst, når genereret praksis samtidig bekræfter teorierne.

Pædagogiske principper
Renate & Geoffrey Caine har formuleret pædagogiske principper, som de har uddraget af en videnskabelig forståelse af hjernen. (Caine & Caine. 1997)
Her vurderes nogle af deres mest centrale principper (*kursiverede)* i forhold til de gennemgåede teorier, for at påpege nogle overordnede strategier for læring, specielt med fokus på hukommelsesdannelsen.

"Hjernen er et komplekst tilpassende (adaptive) system, en parallel processor".
Vi kan arbejde på to niveauer på én gang. Dette princip kan underbygges af, at de automatiserede handlinger, den procedurale hukommelse i teorien om arbejdshukommelsen, er en ubevidst viden. Den automatiserede viden kan derfor bearbejdes parallelt med højere kognitive aktiviteter. Det sker for eksempel, når vi kører bil og samtidig fører en samtale.
Forståelse vil kræve højere aktivitet i den centrale eksekutivfunktion. Automatisering af læseprocessen kombineret med læseforståelse er et eksempel herpå. Vi kan slutte heraf, at det er vigtigt, at børn får automatiseret mange processer effektivt, så der frigøres ressourcer til højere kognitive funktioner. **Dette kræver, at det er børnene og ikke læreren, der agerer.**
Det er også centralt for dannelse af hukommelse at undersøge, om der er kognitiv kapacitet hos en person til at gennemføre en given proces parallelt med en kun delvist automatiseret handling. Dette kan være tilfældet hvis læsningen er så belastende en proces at forståelsen mistes.
Der kan så arbejdes med bearbejdet og vedligeholdende repetition til at understøtte læringen.

Følelser er nødvendige for mønsterdannelse i læring ifølge Caine & Caine. Det stemmer overens med Damasios beskrivelse af loops fra de kognitive delområder til det limbiske system, der regulerer vore følelser.

Vi ved fra frygtreaktioner, at voldsomme oplevelser kan give livslang erindring, både positivt og negativt. Vi brænder os kun én gang på en kogeplade, før vi lærer af det. Emotioner påvirker vore valg og således også indlæringen, såvel bevidst som ubevidst. Angst og stress kan således reducere læring og hukommelsesdannelse, hvilket er et kendt fænomen i forbindelse med eksamen. Læring og hukommelsesdannelse forstærkes derfor af optimale emotionelle forhold i læringsprocessen.
Vor søgen efter mening er medfødt og instinktiv. Dette stemmer overens med den implicitte læring som en basal læring, som ifølge bl. a. Nørretranders starter længe inden vi har "villet det" med bevidstheden og er begyndt at rettet relevant opmærksomhed imod noget udvalgt.
Det er derfor heller ikke muligt at undlade at modtage stimuli. Vi kan ikke "undlade" at lære.
Læring involverer både fokuseret og perifer opmærksomhed. Der sker medindlæring også hvis fokus er et andet sted. Måske ikke direkte læring, men en læring, der ikke skal underkendes pædagogisk som en del af en "mesterlære". Den lille dreng, der følger en håndværker i arbejdet lærer næppe håndværket, men kan bagefter lave nogle attituder, der viser at rollemodellen er "afkodet". Sociale roller læres også delvist som perifer og ubevidst læring.

Læring omfatter både bevidste og ubevidste processer
Fokuseringen af opmærksomhed kan forstås som en del af den eksekutive funktion. Der sker løbende et bevidst valg om at fokusere i bearbejdningen, som er afgørende for læring.
Den ubevidste perceptionsproces foregår parallelt hermed.

Viden forstås og huskes bedst i en meningsfuld sammenhæng.
Dette underbygges af Damasios forståelse af repræsentation lokaliseret i forhold til de sensomotoriske områder. Disse repræsentationer dannes bedst med flest mulige elementer, gerne fordelt på forskellige kompetencer eller i Gardners terminologi, intelligenser.
Optimal læring er således baseret på følelsesmæssigt engagement og et bredt sensorisk grundlag for perceptionen. Med andre ord, jo flere cues til at fastholde viden og til at sætte en genkaldelse i gang fra den dybe processering i langtidshukommelsen, jo større er chancen også for at opnå et anvendelig og stabil viden.
Dette svarer også til effekten af bearbejdet (elaboreret) repetition.
Meningsfuld viden styrker eksplicit læring, fordi vi danner mønstre og dermed hukommelsesspor.
Vor hukommelse er ifølge Caine delt op i mindst to typer. (Den spatialt rumlige og den sekventielle med rækkefølger). Denne forståelse af hukommelse stemmer ikke overens med fx Kosslyn og Damasio, der mener, at vi gemmer alle repræsentationer som dispositioner, altså sekventielle rækkefølger. Vi genkalder derefter disse som rumligt spatiale forestillingsbilleder ud fra de principper, som Kosslyn har beskrevet. Men da uenigheden således ligger i forarbejdningsmåden, vil den ikke have betydning i forhold til de pædagogiske principper.

Hukommelse er livshistorie og identitet
"Hukommelse er afgørende for vores liv. Vi bruger vores fortid til at skabe vores egen, stærkt forenklede version af virkeligheden, som vi kan bruge til at forstå og forudsige

fremtiden og lære at håndtere den. Fortiden er en historie, vi fortæller om os selv og som er vores konstruktion af virkeligheden". Således udtaler lektor Jesper Mogensen fra Psykologisk institut på Københavns Universitet i Politiken i 98. Han fortsætter med en beskrivelse af at hjernen skal: *kunne vide og give os identitet og livshistorie*

Alle disse faktorer er afhængige af hukommelse. Den procedurale hukommelse for færdigheder er grundlæggende for de basale livsfunktioner.
Eksplicit viden er baseret på den semantiske hukommelse for faktaviden, som igen skaber grundlag for dannelse af ny hukommelse i form af ændrede repræsentationer.

Sidst, men ikke mindst er den episodiske hukommelse afgørende nødvendig for at give os en identitet, "sjæl" og en livshistorie. Et område, hvor det limbiske system spiller en stor rolle. Vi er afhængige af at eksistere for andre og at finde mening og forståelse som baggrund for yderligere erfarings- og dermed identitetsdannelse.

Opsummering
Læring og optimal hukommelsesdannelse kræver tryghed og motiverende omgivelser, der opfordrer til og giver mulighed for sammenhængende, meningsfyldt fordybelse.

I disse omgivelser skal den lærende være aktiv i sin informationsbearbejdning, idet dette skaber meningsfulde repræsentationer og internaliserede færdigheder.

Hukommelse skabes altså bedst ved aktiv læring i nær tilknytning til den virkelighed, ens viden eller erfaringer skal bruges i.
Læring må derfor individualiseres, gøres personlig, så fokus flyttes fra læreren som den handlende part imod den lærende, eleven, kursisten, som den agerende.
Handling kan for mange med fordel være efter mesterlæreprincippet, som understøtter ubevidst læring.

At blive gjort bevidst om sin egen læringsprofil, den bedste måde at lære på for netop denne person, er også et vigtigt pædagogisk princip på baggrund af hukommelses- og bearbejdningsteorierne. Især når den pædagogiske trend i dag på godt og ondt er "ansvar for egen læring".
Den personlige læringsprofil kan også ses som et udtryk for det vigtigste princip overhovedet for læring og hukommelsesdannelse:
Enhver hjerne og dermed enhver hukommelse er unik.

Litteratur

Baddeley, Allan. *Your memory. A user´s guide.* London*:* Pinguin Books, 1994.

Caine, Renate & Geoffrey Caine. *Unleashing the power of perceptual change. The potential of Brain-bases learning.* Virginia: ASCD. 1997.

Christiansen, Flemming og Niels Thorsen. "Hjernen". *Politiken* 1. januar 1998.

Damasio, Antonio. *Decartes' Error. Emotion, Reason and the Human Brain.*1994. New York: Quill, 2000.

Damasio, Antonio. *The feeling of what happens. Body, Emotion and the Making of Consciousness.* London: Vintage, 1999.

Eysenk, Michael.V. & Mark T. Keane. *Cognitive Psychology* 3rd edition. East Sussex: Psychologi Press, 1999.

Gade, Anders. *Hjerneprocesser. Kognition og neurovidenskab*. København: Frydenlund,1997.

Gleitman, Henry. *Psychology,* 4th edition. New York: Northon & Compagny, 1995.

Hart, Susan og Ida Møller. " Børn, neuropsykologi og udvikling"*. Kognition og pædagogik* marts 2001, p 22 – 43.

Hilling, Steen, *Hjerne og personlighed.* Jelling: Munkholm, 2000.

Hilling, Steen og René Kristensen. " Opmærksomhed. Et centralt problemfelt i pædagogisk afdækning". *Specialpædagogik* nr. 2, København,1999.

Illeris, Knud. *Læring*. København: Roskilde Universitetsforlag, 2000.

Kandel, Eric R & Robert D Hawkins "The Biological Basis of Learning and Individuality". *The Scientific American Book of the Brain.* Antonio Damasio. New York:Scientific American, 1999, p 139 –156.

Kruse, Emil. *Kvalitative forskningsmetoder i psykologi og beslægtede fag.* København*:* Dansk Psykologisk Forlag, 1999.

Kruse, Emil. *Kvantitative forskningsmetoder i psykologi og tilgrænsende fag.* København: Dansk Psykologisk Forlag, 2000.

LeDoux, Joseph E. "Emotion, Memory, and the Brain". *The Scientific American Book of the Brain.* Antonio Damasio. New York: Scientific American, 1999, p 105 - 118.

Luria, A. R. *En ikonisk hukommelse.* København: Nyt Nordisk Forlag Arnold Busck, 1975.

Miller,G.A. : "The magical number seven, plus minus 2 : some limits in our capacity for processing information". *Psychological review*, 1956, 63, 2, pp 81-97

Nørretranders, Tor. *Mærk verden. En beretning om bevidsthed.* København: Gyldendal,1991.

Richardson, John T.E. et. all. *Working memory and human kognition.* Oxford: Oxford University Press, 1996.

Ringsmose, Charlotte et al . *Hjerne og læring. Fra neuropsykologi til neuropædagogik*. Jelling: Munkholm, 2000.

Schacter, Daniel L. *Searching for memory.* New York: Basic Books, 1996.

Biografi

René Kristensen er pædagogisk konsulent for voksenundervisningen i Vejle Amt og underviser for ASV – Kolding og i perioder for DPU.
Forfatteren har tidligere skrevet en række artikler i fagtidsskriftet Specialpædagogik.
For yderligere oplysninger se: www.rkris.dk