

# Hvordan lærer man bedst?

JAN IVAN HANSEN, Herlufsholm Skole & Gods og OLE G. TERNEY, BioNyt Videnskabens Verden

En uddybet, 19 siders udgave af denne artikel, som hedder ”Ineffektive og effektive studieteknikker samt hukommelsens betydning for læring – med særlig fokus på fagene biologi og kemi, men med betydning for alle fag”, kan downloades som pdf-fil fra [lmfk.dk](http://lmfk.dk) – Klik på LMFK-bladet, artikler, blad 3/2018.



## Hukommelse og læring

Mange elever har svært ved at huske det stof, de arbejder med, læser eller bliver undervist i. De glemmer hurtigt. Årsagerne hertil er mange. Vi vil blot nævne nogle få, men væsentlige: Eleverne kender ofte ikke til effektive studieteknikker, lærerne mangler ofte tid til, at de kan arbejde tilstrækkeligt grundigt i klasserne med de ambitiøse læreplaners utallige læringsmål. Og sidst – men ikke mindst – selv om vores lærebøger på mange måder er rigtig gode, så giver de som hovedregel ikke læserne nok redskaber til at få det væsentligste indhold lagret solidt i langtidshukommelse som brugbar viden.

Hvis det vi arbejder med, læser eller bliver undervist i skal blive til brugbar viden, så skal det lagres i langtidshukommelsen. Hvis vi er uopmærksomme eller/og bruger ineffektive studieteknikker, så lagres stort set intet i langtidshukommelsen, men det meste glemmes i løbet af kort tid. Bare fordi vi forstår noget første gang, vi støder på det, så lagres det ikke per automatik i langtidshukommelsen. Det kræver en dybere bearbejdning.

## Dyb bearbejdning

Hvis vi skal huske noget i lang tid, så skal vi 1) sørge for bevidst at hæfte det nye vi skal huske fast til ”cues” eller ”huskekroge”, som gør, at vi kan genkalde det, dvs. hente det frem igen fra ”hukommelseslageret”, når som helst vi ønsker det, 2) bearbejde det nye så det bliver mere meningsfyldt, forståeligt og struktureret (dvs. finde et mønster), 3) forsøge at genkalde det nye (hente det igen fra hukommelsen) med jævne mellemrum, og 4) anvende det nye så tit som muligt.

Disse strategier vil forstærke hukommelsessporene i hjernen. Problemet er, at strategierne kræver en indsats og frem for alt tid, som kan være en mangelvare i en fortravlet skole, som vil for mange ting i løbet af for kort tid.

## Helt konkret

De studieteknikker, som den kognitive forskning kan dokumentere virker bedst, bygger blandt andet på testeffekten/genkaldelseffekten, fordelingseffekten, generativ læring og TIL SIDST – men ikke mindst – udvidet indkodning/elaborering.

Hvis vi bliver testet eller tester os selv via quizspørgsmål/tjekspørgsmål, hvor vi forsøger at svare så godt vi kan, ud fra vores hukommelse (ingen hjælpemidler bruges) – og svarene følges op med passende feedback – så forstærkes langtidshukommelsen for det stof, som vi testes i. Ved test virker det bedre, at man selv skal formulere sine svar (altså bruger generativ læring, se senere) end hvis man kan vælge mellem svarmuligheder, hvor man blot skal genkende noget som indlært, som det fx ses ved multiple choice test.

Der er altså tale om, at man bruger testeffekten/genkaldelseffekten som et redskab til at forstærke læringen – IKKE som et redskab til at slå nogen i hovedet med eller stemple folk som dumme.

En tekstlæsningsmetode som udnytter testeffekten og feedback kaldes for 3 gange–



R-metoden. Læseren arbejder sig igennem små afsnit af testen, afsnit for afsnit, efter dette princip:

- **Read** (læs afsnittet),
- **Recall** (test dig selv: luk bogen og prøv at genfortælle hvad du har læst, ud fra hukommelsen),
- **Reread** (feedback: læs afsnittet igen, for du har måske glemt noget vigtigt eller husket forkert).

Hvis vi IKKE prøver på at proppe så meget som muligt ind i knolden på én gang eller i løbet af kort tid, men fordeler læringssessioner, læsning, repetitioner m.m. over længere tid, så husker vi bedre, fordi vi udnytter fordelingseffektens positive indvirkning på langtidshukommelsen. Årsagen er formentlig, at ”det midlertidige hukommelseslager”, hippocampus, kun kan lagre mindre mængder af informationer ad gangen. – Og hippocampus overfører en begrænset mængde informationer til ”det store hukommelseslager”, som udgøres af hjernebarken – lidt efter lidt. Hjernens fordøjelse af informationer kræver altså tid og pauser (fx søvn).

Ved generativ læring skal man selv have arbejdstøjet på. Man prøver på selv at løse opgaver og problemer, så godt man kan. Man ANSTRENGER sig for at nå så langt, som man nu magter. Med passende feedback giver dette en langt bedre stimulering af langtidshukommelsen, end hvis man hurtigt slår ud med arme og vil have løsningerne serveret på et sølvfad.

# VIDENSKABSHISTORIE

## FRA STENO MUSEET

**Steno Museets Venner** har udgivet e-bogen **René Descartes og hans Geometri**.

Bogen rummer en oversættelse af 1. bind af Descartes' værk, *La Géométrie*, suppleret med en biografi og en matematikhistorisk perspektivering. Desuden er Pappos' problem belyst med gennemregnede eksempler, hvilket gør bogen velegnet til gymnasiets SRO- og SRP-opgaver.

E-bog i A4-format, 65 sider, vejl. udsalgspris 80 kr.  
Bogen kan købes på [smv.ebog.dk](http://smv.ebog.dk) samt hos net-boghandlere.

**Steno Museet** åbner to nye videnskabshistoriske udstillinger i efteråret. 'Det nysgerrige menneske - på opdagelse i en usynlig verden' og 'Videnskab er lidenskab'. Læs mere på vores hjemmeside.

STENO MUSEET • C. F. Møllers Allé 2  
8000 Aarhus C • T: 8715 5415  
[www.sciencemuseerne.dk](http://www.sciencemuseerne.dk)

**SCIENCE**  
**MUSEERNE**  
AARHUS UNIVERSITET



Gratis adgang til Steno Museet for LMFKs medlemmer samt én ledsager. Desuden gives 10 kr. i rabat på planetariebilletter.

Ved udvidet indkodning/elaborering prøver man på at skabe mere struktur, forståelse og mening i det nye man skal lære, bl.a. ved at forbinde det nye til noget, som man allerede husker og forstår. Herved huskes det nye meget bedre.

Mnemoteknikker/hukommelsesteknikker er en udgave af udvidet indkodning/elaborering, som sætter fuld gas på kreativiteten. Læs mere om hukommelse, læring og husketeknik i vores 2 bøger i husketeknik-serien.

### Hvad man fx ikke skal gøre

Rigtig mange flittige elever bruger "studieteknikker". Dem de bruger er desværre som oftest ineffektive og meget tidskrævende. Men tiden er ikke godt anvendt. Fx bruger mange passiv genlæsning, hvor de læser den samme tekst, igen og igen og igen, på fuldstændig samme måde. Der går ikke lang tid, før at det meste af det læste er glemt igen. Hvorfor? Formentlig fordi der ikke sker en dybere bearbejdning af det læste.

### Udvalgte kilder

Brown, Peter C, Mark A. McDaniel & Roediger III, Henry L., *Make it stick: The Science of Successful Learning*, The Belknap Press of Harvard University Press, 2014.

Brown er forfatter, mens Roediger og McDaniel er psykologiprofessorer ved Washington University, St. Louis og regnes blandt de førende autoriteter inden for læringsteori. Bogen giver en præcis opsummering af, hvad der skal til for at det, vi skal lære, hænger godt fast i hukommelsen. Vi mener, at bogen er så god og vigtig, at den burde indgå i uddannelse af alle undervisere.

Hansen, Jan Ivan & Terney, Ole: *Lær "gymnasieKEMI" vha. MNEMOTEKNIK*. En grundbog for elever & lærere. Bog nr. 1 printversion 2 i husketeknikserien, SAXO, 2018.

I bogen giver vi en generel indføring i hukommelse, læring og studieteknik. Vi har

særlig fokus på, hvordan man kan bruge husketeknik til at lære kemi, som ellers er vanskeligt at huske, medmindre man har meget tid til rådighed – og det er jo sjældent tilfældet. Vi giver også nogle eksempler på anvendelse af husketeknik i biologi.

Hansen, Jan Ivan & Terney, Ole: *Noter til kemi C – hjælp til at forstå og huske kernestoffet*. Med husketeknikker og andre hukommelsesfremmende tiltag. Bog nr. 2 udg. 2 i husketeknikserien. SAXO, 2018.

Bogen er noter, der er skrevet til Helge Myginds, Ole V. Nielsens & Vibeke Axelsens bog *Basiskemi C*, Haase & Søn's Forlag, 1. udgave. Noterne benytter sig af testeffekt (via quizspørgsmål), udvidet indkodning/elaborering (via forklaringer som gør kemien lettere at forstå, og husketeknikker som gør det lettere at huske kemien), fordelingseffekt (via ANKI flashcards) og generativ læring (via links til interaktive opgaver). Noterne dækker kernestoffet i kemi C.

# Ineffektive og effektive studieteknikker samt hukommelsens betydning for læring – med særlig fokus på fagene biologi og kemi, men med betydning for alle fag. VERSION 3

Af gymnasielærer Jan Ivan Hansen & biolog/videnskabsjournalist Ole G. Terney.

Jan Ivan Hansen er cand.scient. i biologi-kemi, gymnasielærer og underviser også i studieteknik og mnemoteknik.

Ole G. Terney er biolog, videnskabsjournalist, foredragsholder og meget mere. Ole udgiver tidsskriftet BioNyt Videnskabens Verden: <http://bionyt.dk/>. Ole underviser ligeledes i studie- og mnemoteknik.

## Et resumé

(som med fordel kan bruges til eleverne. Særligt interessere elever kan læse hele artiklen)

Hvad skal du ikke gøre, men i stedet gøre og hvorfor - for at lære kemi/biologi?

## Lektielæsning

Du skal ikke bare læse lektien hurtigt igennem og så lukke bogen. Så kan du stort set ikke huske noget, for der er alt for mange detaljer i teksten. Du skal fx bruge *3 gange-R-læsemetoden*, når du læser lektier. Den består af 3 trin:

1. **Read:** Læs et lille afsnit af teksten.
2. **Retrieve** eller **Recall:** Luk bogen og prøv at teste dig selv: hvad kan jeg huske af det, jeg har læst? Altså genfortæl eller *recité*r for dig selv! Tal højt hvis det hjælper dig! Husk at du både skal øve dig i at huske det vigtigste i testen og forklaringer af illustrationer (figurer, tabeller). Du bruger nu *testeffekten* positive indvirkning på hukommelsen.
3. **Reread:** Genlæs afsnittet - for måske har du husket forkert.

Arbejd dig igennem teksten - afsnit for afsnit - via de ovenstående 3 trin. Så husker du lektien bedre.

**Eller:** Læs teksten/lektien for at finde svar på quizspørgsmål/tjekspørgsmål, som nogle gange udleveres til lektien. Læs én side ad gangen og besvar de tilhørende spørgsmål. Test dig selv i om du kan huske svarene. Øv dig indtil du umiddelbart kan svarene udenad, og gå så videre til næste side i bogen og besvar de næste spørgsmål – igen: øv dig i at huske svarene/test dig selv. På den måde husker du tingene bedre. Du har næppe tid til at skrive svarene ned.

Opgaver: Du vil tit få en opgave for som lektie. Det er vigtig, at du prøver på at løse opgaven, også selv om du måske ikke kan finde ud af det hele. Prøv at løse så meget du kan, og giv ikke hurtigt op (kaldes for "*generativ læring*"). I timen gennemgår vi opgaven, og hvis du har gjort, hvad du kan, hjemmefra, så forstår du og husker tingene bedre, når vi gennemgår opgaven i skolen.



Du kan ikke multitasking: Din hjerne kan kun koncentrere sig 100% om én ting ad gangen. Hvis du har gang i alt muligt andet, imens du laver lektier - fx fjernsynet kører, din mobiltelefon bimler og bamler med beskeder, som du lige skal tjekke og svare på og lignende – så tager det for det første meget længere tid at lave lektierne, og du kan ikke huske ret meget af det, du arbejder med. Hvorfor? At lagre ting solidt i hukommelsen kræver 100% koncentration!



Nogle elever tager noter, når de laver lektier og skriver næsten hele bogen af. Det tager alt for lang tid og er ikke specielt effektivt i forhold til de ovenstående metoder. Så lad være med det.

#### Notatskrivning som er egnet til *test-dig-selv-metoden/quiz-dig-selv-metoden*

Du indretter dine *noter* på denne måde: På toppen af første side skriver du datoen, faget (fx kemi), navn på bog/sidenumre og emnet, som *noterne* dækker og evt. navn på foredragsholderen. Lav en venstre kolonne, som bruges til at stille korte *tjekspørgsmål/quiz-dig-selv-spørgsmål*, som passer til indholdet i notatfeltet. I højre kolonne, notatfeltet, laves selve noterne, dvs. de korte svar til tjekspørgsmålene. Skriv kun det væsentlige ned! Sæt nummer på alle notesider, så du kan finde rundt i rækkefølgen.

<i>Dato:</i>	<i>Fag:</i>	<i>Bog:</i>	<i>Sidenumre:</i>
<i>Emnet:</i>		<i>Foredragsholder:</i>	
<i>Tjekspørgsmål</i>	<i>Notatfelt</i>		

Når man skal lære sine noter, så bruger man *tjekspørgsmålene* i venstre kolonne og quizzer sig selv for at udnytte *testeffektens* positive indvirkning på *langtidshukommelsen*.

Tavlenoter indrettes også efter dette princip.

#### Forberedelse til prøver

Mange elever venter til sidste øjeblik med at læse hele stoffet op til prøven – idet de forsøger at proppe en masse ind i knolden på én gang (laver "*sammenpresset studeren*" (*cramming* på engelsk)). Det virker sjældent ret godt, for det meste af stoffet placeres kun i *korttidshukommelsen* og glemmes hurtigt igen.

Mange elever tror, at hvis de læser teksten mange gange igennem på samme måde (kaldes for "*passiv genlæsning eller passiv repetition*". På engelsk *massed practice*), så husker de tingene meget

bedre. Men de læser bare linjerne, uden at de bearbejder stoffet dybere, og meget af stoffet glemmes hurtigt igen, på trods af at det har taget ret lang tid at læse det mange gange.

I stedet skal du i gang med forberedelserne i god tid, og tage en passende portion af stoffet hver dag, fordelt over flere dage, indtil du har arbejdet dig igennem stoffet og kan det (du bruger den såkaldte *fordelingseffekt*). Du repeterer læsestoffet ved at teste dig selv i, hvad du kan huske ud fra tjekspørgsmålene/quizspørgsmålene (du skal ikke bare *genlæse* stoffet. Det er *passiv repetition*). De ting, du har glemt, skal du øve dig i, indtil du kan huske dem igen. Eller i stedet for at bruge quiz, skal du lære stoffet igen via *3 gange-R-læsemetoden*. - Og du skal øve dig i at løse opgaver.

Man kan også bruge *testeffekten* ved repetition af gamle opgaver. Du ser på opgavens formulering og tænker over, hvordan du vil løse opgaven (du bruger også *generativ læring*. Se senere). Hold dig til principper, for du har måske ikke tid til at "*genregne*" alle opgaver. Så tjekker du løsningerne i dine noter og genlærer på den måde opgaveløsning mere effektivt, end hvis du bare med det samme kaste dig over at læse opgaveløsningerne (det er jo *passiv genlæsning*, som ikke virker så godt).

#### Udvidet indkodning/elaborering & mnemoteknik/husketeknik

Hvis man skal øge sandsynligheden for at noget ny information bliver overført til *langtidshukommelsen*, så skal man prøve på at gøre det nye, man skal huske, mere meningsfuldt og forbinde det til noget man husker i forvejen. Det er uddybet på side 12 til 16.

#### **Formålet med artiklen**

At:

- forklare om effektive studieteknikker og hvordan de virker samt forklare, hvad man ikke skal gøre. Med effektive studieteknikker menes teknikker, som så vidt muligt placerer det materiale der arbejdes med i *langtidshukommelsen*<sup>1</sup>
- komme med nogle forslag til hvordan vores lærebøger og undervisningen kan indrettes, så eleverne bedre kan huske det, de arbejder med og undervises i

#### **Typiske, men ineffektive læringsstrategier som elever ofte benytter sig af:**

##### 1) Sammenpresset studeren (på engelsk: *cramming*)

Du prøver på at proppe så meget som muligt ind i hovedet på én gang eller i løbet af kort tid. Fx lige inden du skal til prøve eller eksamen. Problemet er, at det meste af stoffet som hovedregel kun placeres i *korttidshukommelsen*<sup>2</sup> og derfor glemmes hurtigt.

Årsag? Hjerneområdet *hippocampus*, som udgør "*det midlertidige hukommelseslager*", kan kun rumme en mindre mængde informationer ad gangen. *Hippocampus* skal bruge relativt meget tid og en del pauser (fx andre aktiviteter og søvn) til at overføre informationerne, lidt efter lidt, til "*det store hukommelseslager*", som udgøres af *hjernebarken*. At *hippocampus* overfører informationer

---

<sup>1</sup> *Langtidshukommelsen* er det hukommelsessystem, som rummer den viden og forståelse, som du kan huske i lang tid - måske hele livet. Lagerkapaciteten er meget stor.

<sup>2</sup> *Korttidshukommelsen (øjeblikshukommelsen)* fastholder typisk kun 4 til 7 informationer, og kun i ca. 15-20 sekunder (måske i op til et par minutter). Den giver os evnen til at huske nogle få ting kortvarigt - uden at vi bearbejder det nærmere.



til *langtidshukommelsen*, i mindre portioner, fordelt over længere tid, udnytter man ved *fordelingseffekten*. Se senere.

## 2) Genstuderen/repetition ved passiv genlæsning

At læse teksten forfra igen, igen og igen på samme måde (på engelsk: *massed practice*) er en meget udbredt metode blandt flittige elever. De genstuderer og repeterer stoffet ved *passiv genlæsning*. "Passiv" fordi de bare læser linjerne, uden at de bearbejder stoffet dybere. Som en af de førende hukommelsesforskere, professor Roediger, siger: "Den mest populære og udbredte strategi til at forsøge at huske godt er at genlæse teksten. Men vores grundige og årelange forskning viser tydeligt, at test betyder langt mere end flere gange læsning for, hvor godt man husker. Man kan godt klare sig gennem en prøve, dagen efter man kun har læst, men man kan ikke huske særlig meget en uge senere, og det er jo ikke så smart," sagde Henry L. Roediger III, da han tidligere i 2017 holdt oplæg om sin forskning på en konference i Boston i USA.<sup>3</sup>



Årsag? For at placere informationer i *langtidshukommelsen*, så de kan kaldes frem igen – dvs. at man kan huske det, man har læst eller er blevet undervist i – kræves der en *udvidet indkodning* og/eller gentagne forsøg på *aktiv genkaldelse* fordelt over tid (se senere). *Passiv genlæsning* svarer til at fylde benzin (informationer) på en bil, men der er hul tanken (hjernen), og det meste af benzinen (informationen) løber bare ud på jorden. Vha. effektive studieteknikker kan de fleste huller i tanken lappes.

## 3) Skrive-næsten-hele-bogen-af-metoden

Er en meget tidskrævende metode, hvor bogen stort set kopieres, når den meget flittige elev er ved at arbejde sig selv halvt ihjel med notatskrivning. Selvom de elever som Jan har talt med, der bruger *skrive-næsten-hele-bogen-af-metoden*, ofte klarer sig godt til prøver så er der mindre tidskrævende og mere effektive metoder at lære stoffet på. Se senere.

Årsag? Hjernen bearbejder ikke stoffet godt nok, når man bare sidder og "robotagtigt" skriver bogen af – uden dybere bearbejdning. Det svarer lidt til det, vi skrev om *passiv genlæsning*. Dog sker der ved skrivearbejdet nogen bearbejdning af stoffet – især hvis noterne er taget i hånden fremfor tastaturarbejde på en PC, iPad eller lignende – så stoffet sidder ofte bedre fast end ved *passiv genlæsning*.

Gammeldags skrivearbejde med blyant/kuglepen stimulerer nemlig hjernen bedre<sup>4</sup>. Når man skriver noter fra en bog eller tavle, så er man jo nødt til midlertidigt at opbevare ord og korte sætninger i



<sup>3</sup> Hoffmann, Thomas, journalist ved videnskab.dk, 29. maj, 2017: <https://videnskab.dk/kultur-samfund/saadan-husker-du-bedst-dit-pensum-ogsaa-til-eksamen>

<sup>4</sup> Engstrøm, Laura, journalist ved Gymnasieskolen, 2. september, 2016: <https://gymnasieskolen.dk/skrive-noter-i-haanden-er-bedre-indlaeringen-0>

*arbejdshukommelsen*<sup>5</sup> ind til sætningen er skrevet ned, hvorefter næste ord/sætning huskes midlertidigt og nedskrives. Dvs. der sker en slags *genkaldelse*, hvilket stimulerer hukommelsen (se senere).

#### 4) Manglende fokus og opmærksomhed

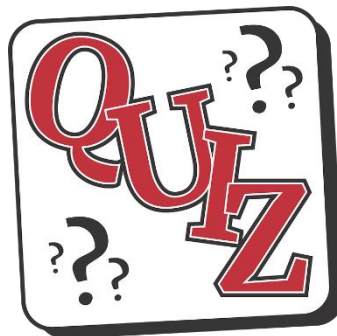
Hvis vi ikke er opmærksomme, så lagres intet i *korttidshukommelsen/øjeblikshukommelsen* og derfor heller ikke i resten af hukommelsessystemerne, idet *korttidshukommelsen (øjeblikshukommelsen)* er den "*flaskehals*", hvorigennem al information skal passere, for at vi får en chance for at huske det. Vær god ved din *korttidshukommelse* og *opmærksomhed*, kære elev, - og sluk telefonen, sluk fjernsynet eller hvad du ellers har gang i, imens du laver skolearbejde, og lær noget! Vores hjerne kan kun koncentrere sig 100% om én ting ad gangen.

### Effektive studiemetoder

Hvad man skal gøre for at lære stoffet på mere effektive måder, vil vi fortælle om i det følgende. Vi vil dog starte med at slå fast, at der IKKE findes lette metoder – kun mere effektive metoder end det der er beskrevet i det foregående afsnit.

#### 1) Testeffekten/genkaldelseeffekten med feedback herunder 3 gange-R-læsemetoden

Når man tager en test og virkelig anstrenger sig for at svare på spørgsmålene og løse opgaverne, med udgangspunkt i det man kan grave frem fra sin hukommelse (og selvfølgelig ikke bruger hjælpemidler: bøger, internettet, noter o.lign.), så *genaktiveres* og forstærkes *hukommelsessporene* i hjernen. Den aktive afsøgning af din hukommelse forstærker altså *langtidshukommelsen* for det stof, du testes i. Især når der gives *feedback*, således at de punkter som testen viser er svage, bliver styrket ved den efterfølgende læringsindsats i timerne og/eller ved hjemmearbejde.



Hvordan udnytter man *testeffekten* i skolen? Svaret vil vi dele i A) Hvordan udnytter man som elev *testeffekten*? B) Hvordan udnytter man som lærer *testeffektens* positive indvirkning på elevernes *langtidshukommelse* via din tilrettelæggelse af timerne? C) Hvordan kan *testeffekten* udnyttes i lærebøgerne?

Ad A) Hvordan udnytter man som elev *testeffekten*?

- Stil spørgsmål til teksten/bogen, dvs. quiz dig selv i lektien eller besvar lærerens quizspørgsmål

Desværre er det jo som hovedregel sådan, at gymnasiebøgerne IKKE har testspørgsmål, der løbende tester læserens hukommelse ift. de vigtigste begreber, teorier, figurer/illustrationer og pointer i teksten. Hvad gør du så, som elev? Du stiller spørgsmål til dig selv – quizzet dig selv – når du læser

<sup>5</sup> *Arbejdshukommelsen* arbejder bevidst med information. *Arbejdshukommelsen* er din tænkehat, din problemknuser. Den er god til at kombinere ting, holde overblik, tænke og løse opgaver, men den husker kun ting i forholdsvis kort tid og kan ikke huske så mange ting på en gang.

en tekst. Dvs. du nedskriver tjekspørgsmål til dig selv, imens du læser, og når du har læst siden færdig, så quizzer du dig selv i spørgsmålene, idet du prøver på at svare - selvfølgelig uden at du ser i bogen, så snyder du jo dig selv for *testeffekten*. Du skal også huske at teste dig selv i, om du kan huske forklaringerne på de illustrationer, der er i bogen. Læg din hånd over den forklarende illustrationstekst, og test dig selv: Kan jeg forklare den kemi/biologi, der er vist i illustrationen? Hvis der er ting, du har glemt eller er i tvivl om, så skal du tjekke/læse svarene i bogen, lukke bogen igen og prøve på at *genkalde* dig de manglende svar. Sådan arbejder du dig igennem bogen, side efter side. Du gemmer selvfølgelig alle dine tjekspørgsmål, idet de skal bruges i forbindelse med repetition (hvor du igen bruger *test-dig-selv-metoden*).

Man bør som lærer gennemgå *test-dig-selv-i-lektien metoden* med udgangspunkt i nogle sider i den lærebog, man bruger i undervisningen, så eleverne får metoden ind under huden.

Hvis læreren har overskud til det, kan læreren lave quizspørgsmål til lektierne og udlevere dem til eleverne, så de kan udnytte *testeffekten* ved deres lektielæsning. Når det er læreren, som laver quizspørgsmålene til lektierne, så vil det tydeliggøre de faglige krav, fremfor det er eleverne, som skal vurdere eller gætte, hvad der er vigtig og hvad der er mindre vigtig, evt. er uvæsentligt. Arbejdet med at lave quizspørgsmålene kan gøres nemmere ved at faggruppen deles om arbejdet.

Man kan også bruge *testeffekten* ved repetition af gamle opgaver. Du ser på opgavens formulering og tænker over, hvordan du vil løse opgaven (du bruger også *generativ læring*. Se senere). Hold dig til principper, for du har måske ikke tid til at "*genregne*" alle opgaver. Så tjekker du løsningerne i dine noter og genlærer på den måde opgaveløsning mere effektivt, end hvis du bare med det samme kaste dig over at læse opgaveløsningerne (det er jo *passiv genlæsning*, som ikke virker så godt).

Ad B) Hvordan udnytter du som lærer testeffektens positive indvirkning på elevernes langtidshukommelse via din tilrettelæggelse af timerne?

Nu er det velkendt, at danske gymnasieelever ofte ikke læser lektier, pga. alle mulige årsager. Så lærerne kan jo forsøge sig frem med undervisningsdifferentiering:

- De elever som ikke har læst (det vil typisk være et flertal i klassen) læser lektien i starten af timen, og læser for at finde svar på de tjek-/quizspørgsmål, som læreren har udleveret til lektien. – Og eleverne øver sig selvfølgelig også i at huske svarene; de tester sig selv. Eller de kan bruge *peer learning* (dvs. makkerlæring), hvor de på skift tester hinanden i par/små grupper.
- De elever som har læst, kan gå direkte i gang med at quizze sig selv i den læste lektie med udgangspunkt i lærerens quizspørgsmål. Eller igen; de kan bruge *peer learning*, hvor de på skift tester hinanden i par/små grupper i den læste lektie.
- Resten af timen kan fx bruges på at der arbejdes med spørgsmål/opgaver, som trænger dybere ned i lektiens substans og/eller særligt vanskelige ting eller andre usikkerheder kan gennemgås og afklares sammen med læreren.

Vi forestiller os ikke, der er tid til, at eleverne nedskriver svar til disse *quiz-dig-selv-i-lektien* spørgsmål. Hverken i timen eller hjemmefra. Spørgsmålene bruges kun til at fokusere



lektielæsningen imod *testeffekten*. Men det kan være at særligt flittige/hurtige elever vælger at nedskrive svarene. De kan med fordel indrette noterne som beskrevet i næste afsnit. Hvis eleverne har gode erfaringer med, at de lærer bedst *”fra hånden ind i hjernen”*, så kan de fx skrive korte svar til quizspørgsmålene i forbindelse med eksamenslæsningen, da der er bedre tid i læseferien. Igen er det vigtigt, at eleverne så vidt muligt prøver på selv at formulere svarene, for at udnytte *den generative effekt* (se senere), fremfor at de bare skriver af fra bogen.

Når der er tid, så bør gammelt stof repeteres vha. *test-dig-selv-metoden*. Læs mere senere under *fordelingseffekten*.

### C) Hvordan kan *testeffekten* udnyttes i lærebøgerne?

Hvis lærebøgerne stiller quizspørgsmål til alle de vigtigste ting, så vil det tydeliggøre de faglige krav for eleverne, og samtidigt udnyttes *testeffektens* positive indvirkning på *langtidshukommelsen*. Det er præcis hvad vi har gjort i bog nr. 2 i husketeknikserien: *”Noter til kemi C – hjælp til at forstå og HUSKE kernestoffet”*. Venstre kolonne i bogen har quizspørgsmål til teksten & illustrationer. Højre kolonne er selve bogens tekst og illustrationer. Eleven skal læse én side ad gangen, dække højre kolonne til og teste viden og forståelse vha. spørgsmålene i venstre kolonne. Du kan du få adgang til at smagsprøve af bogen. Se kildelisten.

Ligeledes vil det hjælpe eleverne til at huske de faglige begreber endnu bedre, hvis bøgerne – ud over de løbende tjekspørgsmål på alle bogens sider - også indeholder et minileksikon eller en ordliste over alle fagudtryk. Minileksikon/ordlisten bør være indrettet, så den kan udnytte *testeffekten*: I venstre kolonne er fagudtrykket og i højre en kort forklaring. Når eleverne øver sig i ordene, så skal de dække højre kolonne af, og quizze sig selv for at udnytte *testeffekten*.

### 2) Notatskrivning som er egnet til test-dig-selv-metoden/quiz-dig-selv-metoden

Som elev bør du indrette dine *noter* på denne måde: På toppen af første side skriver du datoen, faget (fx kemi), navn på bog/sidenumre og emnet, som *noterne* dækker og evt. navn på foredragsholderen. Lav en venstre kolonne, som bruges til at stille korte *tjekspørgsmål/quiz-dig-selv-spørgsmål*, som passer til indholdet i notatfeltet. I højre kolonne, notatfeltet, laves selve noterne, dvs. de korte svar til tjekspørgsmålene. Skriv kun det væsentlige ned! Sæt nummer på alle notesider, så du kan finde rundt i rækkefølgen.

<i>Dato:</i> <i>Emnet:</i>	<i>Fag:</i>	<i>Bog:</i> <i>Foredragsholder:</i>	<i>Sidenumre:</i>
<i>Tjekspørgsmål</i>	<i>Notatfelt</i>		

Alle tavlenoter indrettes også efter overstående princip. Dels for eksemplets skyld, så eleverne tydeligt kan se hvordan man gør, dels fordi deres noter fra tavlen så kan bruges til at udnytte *testeffekten*. Se foregående afsnit.

Når man skal lære sine noter, så bruger man *tjekspørgsmålene* i venstre kolonne og quizzer sig selv for at udnytte *testeffektens* positive indvirkning på *langtidshukommelsen*.

### 3 gange-R-læsemetoden



Det er en tekstlæsningsmetode, som sikrer at en større del af det læste huskes, fordi man udnytter *testeffekten*. Den består af 3 trin:

**Read:** Læs et lille afsnit af teksten.

**Retrieve** eller **Recall:** Luk bogen og prøv at teste dig selv: hvad kan jeg huske af det, jeg har læst? Altså genfortæl eller *recitér* for dig selv! Tal højt hvis det hjælper dig!

**Reread:** Genlæs afsnittet - for måske har du husket forkert.

Arbejd dig igennem teksten - afsnit for afsnit - via de ovenstående 3 trin. Du bør nok, som tommelfingerregel, bruge halvdelen af den tid du bruger til at arbejde med en tekst på læsning og den anden halvdel på *recitation/test dig selv* og *genlæsning*. Jo mere der er, som skal huskes udenad i en tekst, jo større del af studietiden skal bruges til *recitation/test dig selv*.

Man bør som lærer gennemgå *3 gange-R-læsemetoden* med udgangspunkt i nogle sider i den lærebog, man bruger i undervisningen, så eleverne får metoden ind under huden.

Vores erfaring med metoden er, at kun få elever bruger den til daglig lektielæsning, fordi metoden kræver noget mere tid og den er besværlig. Men en del elever bruger den under eksamenslæsningen med et godt udbytte. Så lær eleverne *3 gange-R-læsemetoden*. Så er det op til dem at vælge, hvornår de bruger den. Det er vores anbefaling.

### 3) Fordelingseffekten

Helt tilbage for over 130 år siden beskrev psykologen Hermann Ebbinghaus *glemselskurven*. I løbet af et døgn glemmes typisk hovedparten af det stof, som vi kun er blevet præsenteret for én gang. Cirka 70 % glemmes, hvis det er urelateret materiale – altså materiale som vi IKKE kan relatere til noget, som vi husker i forvejen. Efter det første døgn flader *glemselskurven* ud og de sidste 30% glemmes langsomt. Men læren er klar: Vi bliver nødt til at gøre noget for at bremse glemslen. Også her var Ebbinghaus først på banen, idet han viste, at *fordeling af studiesessioner* over tid (på engelsk: *spacing effect*) fremfor at blive *presset sammen* tidsmæssigt (på engelsk: *massed study* eller *cramming*) reducerer glemslen en hel del<sup>6</sup>.

---

<sup>6</sup> *Make it stick: The Science of Successful Learning* side 28. Simon Nørby: *Udbytterig læring: Om tre faktorer der beforder langtidshukommelse*. PÆDAGOGISK PSYKOLOGISK TIDSSKRIFT. Bind 51, nr. 5/6 - 2014, side 70-73.

Hvordan udnytter man som elev *fordelingseffekten*? Og hvorfor virker fordelingseffekten positivt på *langtidshukommelsen*?

Fordel studietiden over flere studiesessioner, og *repetér* tit vha. *test-dig-selv-metoden*. Prøv ikke på at proppe alt ind i hovedet i én studiesession. Antag at man har en vis mængde tid til at lære noget materiale. Skal man studere i en lang periode eller skal man fordele studietiden over flere korte perioder? Hvis der fx er 5 timer til at studere materialet i, så kan man enten bruge én 5 timers session til at studere materialet eller man kan sprede studiet ud over én time hver dag i 5 dage. Al forskning tyder på, at spredning af studietiden i mindre og flere sessioner er klart bedre for *langtidshukommelsen*, end hvis det hele læses på én gang. Det samme gælder for repetition af stof; "*mange gange lidt er bedre end en stor omgang meget*". Brug *fordelingsprincippet*, hvis du læser op til prøver eller eksamen. Kom i gang i god tid og vent ikke til aftenen inden prøven!

Hvordan udnytter man som lærer fordelingseffekten?

Hvis vi følger lærebøgernes logik, så behandler hvert kapitel hvert sit emne. Der er ikke meget emneoverlap. Og læser man en lærebog med klassen fra A til Z, så når man ikke at vende ret meget tilbage til de gamle emner. Der er stort set ingen *fordeling af læringen*. Man genbesøger ikke gamle emner ret meget, men har travlt med at nå de forskellige emner, ét efter ét. Lærebøgernes logik er altså typisk "*massed practice*" – dvs. *det at arbejde med den samme emne, igen og igen i løbet af kort tid og så vender man ikke tilbage til det igen* - hvilket ikke er særligt godt for *langtidshukommelsen*.

Hvad kan vi lærere så gøre? Vi kan fx lade være med at afslutte emnerne helt, og så komme tilbage til dem senere, repetere det gamle stof via *quizzet* og opgaver, og så læse emnet færdigt. Så har vi da forsøgt at lave lidt *fordelt praksis*. Hvis man i kemi skal lære om ioner og ionforbindelser, kan man fx lære om simple ioner først og så gå over til at lære om stofmængdeberegninger (m-M-n- og n-V-C-sammenhængene). Herefter kan man afslutte læren om ioner (sammensatte ioner, fælningsreaktioner m.m.) og mængdeberegninger (masse-mol-skema-beregninger), idet man først repeterer det gamle stof om simple ioner og mængdeberegninger (m-M-n- og n-V-C-sammenhængene) vha. *quizzet* og opgaver. I biologi kan man fx tage første del af fysiologien og så gå videre til første del af genetikken. Herefter kan man afslutte sidste del fysiologien og genetikken, idet man først repeterer det gamle fysiologi- og genetikstof vha. *quizzet* og opgaver.

Hvis man repeterer gamle emner så tit som muligt vha. *quizzet* og flere opgaver, så udnytter man *fordelingseffektens* og *testeffektens* positive indvirkning på *langtidshukommelsen*.

Hvor lang tid skal der gå inden man repeterer og hvor lang tid skal *fordelt praksis* sprede sig over?



Som Ebbinghaus viste for over 130 år siden, så glemmer man mest i løbet af det første døgn. Så for at modvirke den stejle del af *glemselskurven*, bør man repetere første gang, vha. *test-dig-selv-metoden*, efter en nats søvn. Således refereres der i bogen *Make It Stick* på side 30-31 til et berømt forsøg med tretusind 6. klasses elever i staten Iowa, som viste at jo længere tid, der gik fra eleverne havde læst en artikel, til de tog den

første test, jo mere havde de glemt.

I bogen *Make It Stick* skriver de yderligere, at der skal gå så lang tid efter den første test/repetition, at man bliver lidt rusten i stoffet – noget glemsel skal nå at sætte ind, så man skal anstrenge sig for at huske det gamle stof. Det må ikke føles for nemt. Men der må ikke gå så lang tid, at man er nødt til at lære næsten alt forfra, fordi man stort set intet kan huske fra tidligere.<sup>7</sup> Ligeledes skrives der i bogen, at forsøg viser, at jo flere gange man testes – fordelt over tid – jo mindre glemsel er der. Moralen er, at læreren bør teste eleverne i lektien i den efterfølgende time (altså der er én nats søvn imellem lektielæsning og test), fx vha. *test-dig-selv-metoden*, og herefter skal man repetere gammelt stof vha. *quizmetoden* så tit som det er muligt<sup>8</sup>.

Hukommelsesmæssige årsager til ovenstående anbefalinger? En første hurtig test udnytter *testeffekten* til at modvirke den meget stejle del af *glemselskurven*. Når noget glemsel er sat ind imellem de efterfølgende test, er man nødt til at anstrenge sig ekstra for at huske svarene ved quizzene. Anstrengelsen ved at prøve på at genkalde sig informationer fra *langtidshukommelsen* forstærker *hukommessporene* yderligere, vel og mærke når der også gives passende *feedback*, så eventuelle svagheder udbedres.

Hvordan kan fordelingseffekten udnyttes ved indretning af vores lærebøger?

Man kan fx indlægge repetitionsopgaver og repetitionsquizzes i kapitel 1, som repeterer det vigtigste stof fra grundskolens undervisning. Tilsvarende kan repetitionsopgaver og repetitionsquizzes i senere kapitler bruges til at repetere det vigtigste af det gamle stof fra tidligere kapitler. Så udnytter man både *fordelingseffekten* og *testeffektens* positive indvirkning på *langtidshukommelsen*.

I vores bog nr. 2 i husketeknik-serien udnytter vi *fordelingseffekten*, idet der til bogen hører ANKI-



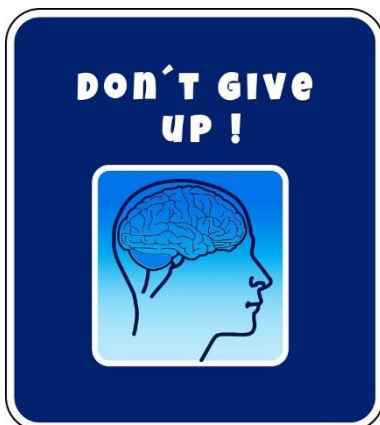
filer med quizspørgsmål/*flash cards* til alle kapitlerne. ANKI er et gratis *flash card* program, som har en indbygget algoritme, som minder eleverne om hvornår de skal repetere de ting, som *flash card* quizzene viser, de har svært ved at huske. Du kan få adgang til vores *flash cards* til bog nr. 2 i husketeknik-serien her: <http://bionyt.dk/huskkemi/bilag2/>

Det kræver at du downloader ANKI programmet for at åbne vores *flash cards*. Brug linket på vores webside. Programmet kan både downloades til PC og din smartphone.

<sup>7</sup> *Make it stick: The Science of Successful Learning* side 63-64.

<sup>8</sup> Hvor tid man kan repetere gammelt stof vha. *quizmetoden* begrænses i praksis voldsomt af, at 1) vi har ikke nok timer til rådighed i fagene til, at vi kan være specielt grundige – for så når vi ikke pensummet, og 2) elevernes tid er også ret begrænset set i forhold til alt det skolearbejde de har. Så eleverne har kun begrænset tid til at repetere gammelt stof på egen hånd. Mere om denne problematik senere.

#### 4) Generativ læring



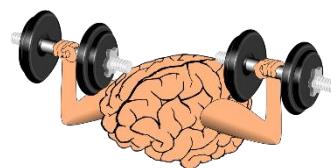
*Generativ læring* er en proces, hvor du skal være den aktive i din læreproces. Du skal selv generere/skabe svarene fremfor, at du får dem foræret. Du skal anstrenge dig for at finde løsninger på opgaver og problemer. Måske finder du frem til svaret/løsningen – måske ikke – men du skal prøve og kæmpe, det bedste du har lært. Kombineret med passende *feedback* vil anstrengelsesprocessen forbedre din forståelse og *langtidshukommelse*.

Årsag? *Generativ læring* virker formentlig godt på *langtidshukommelsen*, fordi det involverer anstrengelse. Når vi selv skal formulere os, tænke os om, selv finde på løsninger og svar, så afsøger vi vores hjerne for informationer, som vi kan bruge i den

kreative proces. Vi søger vidt og bredt i "*hjerneboksen*" – og kommer måske helt ud i krogene og "*fjerner spindelvævet*" - for at *genkalde* os brugbar viden, informationer og forståelse fra vores *langtidshukommelse*. Disse *genkaldelsesprocesser* forstærker *hukommelsessporene* i hjernen – også selv om vi måske ikke kommer helt i mål med opgaven og måske laver nogle fejl undervejs<sup>9</sup>. Vi husker de ting bedre, som vi selv har knoklet med at lave, fremfor at vi bare har fået svarene foræret. Det gratis, lette, ubesværede svar giver ikke megen hjernegymnastik, vel?

I praksis betyder det fx, at

- eleverne arbejder med selv at formulere sig, fremfor at få formuleringerne foræret. Det kan fx ske i form af "*tænkeskrivning*", hvor eleverne i slutningen af timen skal sammenskrive hvad de har lært, ud fra hukommelsen. Eller de skriver en lille opgave om et gammelt emne, igen ud fra hukommelsen. Anstrengelsen ved at *genkalde* sig noget fra hukommelsen forstærker jo *langtidshukommelsen*. Hvis eleverne er blanke, og ikke rigtigt kan huske noget af det gamle emne, så skal de quizze sig selv i gamle noter og opgaver og på den måde genlære stoffet, fremfor bare at genlæse stoffet, da det som sagt er bedre for *langtidshukommelsen* at bruge *aktiv genkaldelse* (fx quiz). Måske kan quizspørgsmålene trigge noget viden, som eleverne ellers tror de har glemt. Ofte er det jo sådan, at tingene ligger gemt i hukommelsen, men vi kan ikke komme i tanke om det. Hukommelsen mangler nemlig "*huskekroge, stikord og trædesten*" eller "*cues*" som det hedder på engelsk, der kan trigge/genaktivere det rustne hukommelsesspor i hjernen. Hvis eleverne har glemt så meget af det gamle stof, at de er nødt til at starte forfra, så er det bedre for hukommelsen, at de prøver at læse stoffet vha. *3 gange-R-metoden* fremfor bare at lave "*passiv genlæsning*".



<sup>9</sup> Opgaver skal selvfølgelig altid følges op af passende *feedback*, så der ikke sker fejllæring. Men eleverne skal ikke være bange for at prøve på at løse en opgave, så godt de overhovedet magter. - Også selv om de måske ikke finder det korrekte svar. Processen har alligevel en positiv effekt på hukommelsen.

- eleverne selv prøver på at løse opgaver i kemi eller besvare arbejdsspørgsmål i biologi – fremfor at de efter 5 sekunder slår ud med armene og forlanger at få løsninger og svar foræret.
- eleverne på skift laver fremlæggelser af dele af lektien for klassen eller i par/grupper. Disse fremlæggelser skal være så selvstændige som muligt. Et talepapir med få stikord kan benyttes som støtte, men det dur ikke, at eleverne læser op fra bogen eller fra tætskrevne noter. De skal som en del af deres forberedelse have brugt *test-dig-selv-metoden*, så de kan deres ting stort set udenad.



På Washington University i St. Louis skal alle fysikstuderende have prøvet på at løse et antal opgaver hjemmefra inden fysiktimen, hvor opgaverne så gennemgås. Det giver anledning til protester fra en del studerende, som mener at fysikprofessorerne får løn for at lære de studerende løsningerne, i stedet for at de studerende selv skal sidde og knokle med opgaverne, og måske – måske ikke nå frem til de korrekte løsninger og svar. Men fysikprofessorerne prøver netop bevist at udnytte den positive effekt, som *generativ læring* har på *langtidshukommelsen*.

Så kære kollegaer, måske skal vi overveje at give eleverne flere hjemmeopgaver (og så skære ned på antal sider eleverne skal læse) - for at udnytte den *generative effekt*, som forsøg på opgaveløsning skaber?

Hvordan står det så til med anvendelsen af *generativ læring* i vores gymnasielærebøger?

I kemi ser det generelt fint ud, fordi bøgerne typisk har mange opgaver af varierende sværhedsgrader. I biologibøgerne ser det generelt ikke for godt ud med den *generative læring*. Der er meget sjældent opgaver eller arbejdsspørgsmål. Her er et punkt, hvor biologibøgerne klart kan forbedres!

##### 5) Udvidet indkodning/elaborering & mnemoteknik/husketeknik



Hvis man skal øge sandsynligheden for at ny information bliver overført til *langtidshukommelsen*, så skal man prøve på at gøre det nye mere meningsfuldt og forbinde det til noget man husker i forvejen. Dette kaldes for *udvidet indkodning* eller *elaborering*. Som der skrives i bogen *Make It Stick* på side 76: "*There's virtually no limit to how much learning we can remember as long as we relate it to what we already know. In fact, because new learning depends on prior learning, the more we learn, the more*

*possible connections we create for further learning.*"

Simon Nørby giver et kemisk eksempel på ovenstående, som naturligt fører os over i *mnemoteknik*: "*Et typisk problem i uddannelsessystemet er fx, at studerende opfatter megen viden som arbitrær og intetsigende, fordi de ikke relaterer denne viden til, hvad de ved i forvejen. Når de gør det, ved at foretage udvidet bearbejdning, kan de få lettere adgang til viden, der ved første øjekast forekom*



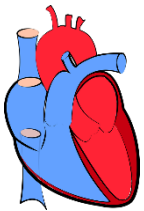
meningsløs. Fx kan man indkode den molekylære form af ethanol (alkohol) ved at sammenligne denne med den velkendte form på en hund, og kan erindre førstnævnte ved at tænke på sidstnævnte.”<sup>10</sup>

#### Mnemoteknik er udvidet indkodning/elaborering ”på steroider”

I mnemoteknik maksimerer man sin kreativitet og bearbejder (processerer) det nye, man skal huske, ved at tilføje noget gammelt/kendt til det nye på en meningsfuld måde. *Elaboreringen* bruges som ”trigger”, ”stikord” og ”bindeled”, der bringer andre data/informationer/viden fra *langtidshukommelsen* ind i *arbejdshukommelsens* bevidsthed. Således skaber sammensmeltningen af det nye med det gamle/kendte et mere holdbart og tilgængeligt *hukommelsesspor* i hjernen. Dvs. du husker det nye bedre og kan genkalde det (komme i tanke om det), når du ønsker det.



Vi tager lige nogle eksempler på konkrete husketeknikker, som kan hjælpe elever til at huske noget, som en del ellers har svært ved at huske i kemi og biologi:



Vi tager først simple husketips, dvs. sammenkædning af kendte ord med de nye begreber, som skal læres. Fx starter **arterier** og **afsted** begge med ”a”, mens **vener** og **vender** starter med stavelsen ”ven”. Dvs. man kan bruge denne huskeremse til at huske forskel på arterier og vener: ”**arterierne sender blodet afsted fra hjertet, mens i vener vender blodet tilbage til hjertet**”.

Natrium/kalium-pumpen pumper 3 Na<sup>+</sup>-ioner UD af cellen, hver gang den pumper 2 K<sup>+</sup>-ioner IND i cellen. Husk det: Der er 3 symboler i Na<sup>+</sup> (**N, a, +**) og tre bogstaver i det engelske ord for ud; ”**OUT**”. Der er 2 symboler i K<sup>+</sup> (**K, +**) og to bogstaver i det engelske ord for ind; ”**IN**”.

**Hoved**grupperne i det periodiske system er de høje søjler, som er et hoved højere end **under**grupperne (undermålerne, dvs. de lave søjler).

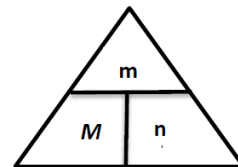
**Glykogen** er **glukose**kæder og er et kulhydrat, mens glukagon er **hormon**. Det roder mange elever rundt i. De fleste elever ved at glukose er et kulhydrat, og fordi glyko rimer på gluko husker de nu, at glykogen også er et kulhydrat. Glukagon er selvfølgelig et hormon, da begge har endelsen ”on”.

**Maltose** er kulhydrat, mens maltase er enzymet, der **aser og maser** [enzymer har endelse ”ase”] med at omsætter maltose [kulhydrater har ofte endelse ”ose”, fordi ”du **oser** rundet i slikbutikken for at fylde fredagsslikposen”].

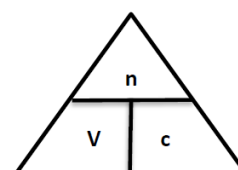
<sup>10</sup> Simon Nørby: *Udbytterig læring: Om tre faktorer der befordrer langtidshukommelse*. PÆDAGOGISK PSYKOLOGISK TIDSSKRIFT. Bind 51, nr. 5/6 - 2014, side 70. Nu er Simon Nørbys eksempel med ethanolmolekylet kemisk set ret så banalt. Men det beskrevne princip kan bruges til at huske komplicerede molekylers strukturformler. Læs mere om hvordan du kan gøre i bog nr. 1 i husketeknik-serien.

Nu ser vi på huskeremser og rim. Rim og remser kan give mening/struktur til materiale, der ikke i sig selv er meningsfuldt. F.eks. giver melodi og mønstre mere mening og struktur til det, som man skal huske - og så huskes det bedre. Regnetrekanten til mængdeberegninger kan opstilles vha. rimene:

- 1) "lille **m**åge flyver **n**emt over **M**ountain". Dette giver lille m for oven, og n og M for neden i regnetrekanten.

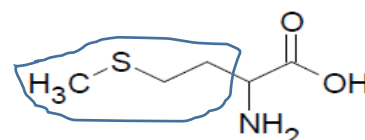


- 2) "numse over **W**c". Dvs. n er over V·c i regnetrekanten – ligesom når du sidder på wc.



Til sidst: Få-det-til-at-ligne-noget-kendt-metoden. Metoden bruges fx til at huske vanskelige strukturformler i kemi. Mange molekyler har ikke systematiske navne eller/og har komplekse strukturformler. Det gør det svært at huske både navn og formel, men på universitetsniveau skal man jo kunne mange af disse vanvittige molekyler udenad. Det kan jo også være, at kemilæreren eller nogle af de særligt interesserede elever synes det kunne være sjovt eller ligefrem formålstjenligt at kunne nogle af de svære molekyler i hovedet? Hvad gør vi så, hvis vi ikke har tid til at øve i en uendelighed indtil molekylet er brændt fast i *langtidshukommelsen*? Vi skaber mere mening i struktur og navn og forbinder til noget, som vi husker i forvejen. Vi ser på 3 molekyler som har en stigende sværhedsgrad:

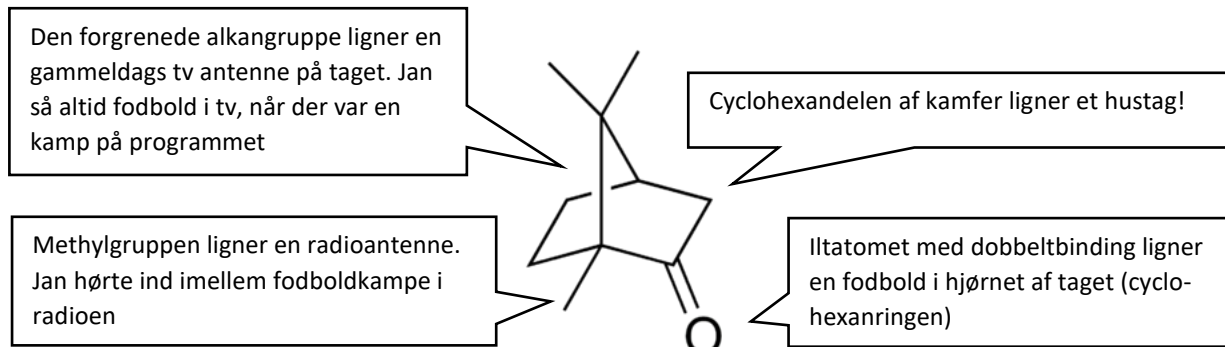
Tag fx aminosyren methionin. Navnet siger stort set intet om radikalgruppens opbygning. Men stavelsen "thio", som indgår i navnet meth**th**ionin, betyder svovl, og der er svovl i radikalgruppen. Så langt så godt. Radikalgruppen (med blå ring omkring) ligner faktisk et M som i **M**ethionin. At svovlatomet sidder til venstre og ikke til højre, huskes på at sinister betyder venstre på latin. Metoden kan bruges til at huske samtlige 20 aminosyrer udenad. Læs hvordan i bog 1 i husketeknik-serien.



Vi ser på et lidt vanskeligere molekyle end methionin - nemlig kamfer. Den måde Jan husker molekylets strukturformel på, omfatter varme barndoms minder og følelser<sup>11</sup>, idet kamfermolekylets stuktur forbindes med fodbold, som Jan spillede i barndoms- og ungdomsårene. Jan smurte kamfer på benene for at kunne holde varmen i de korte bukser i efterårssæsonen. – Og mange af strukturerne i kamfermolekylet kan forbindes yderligere med fodbold. Se den nedenstående tegning på næste side:

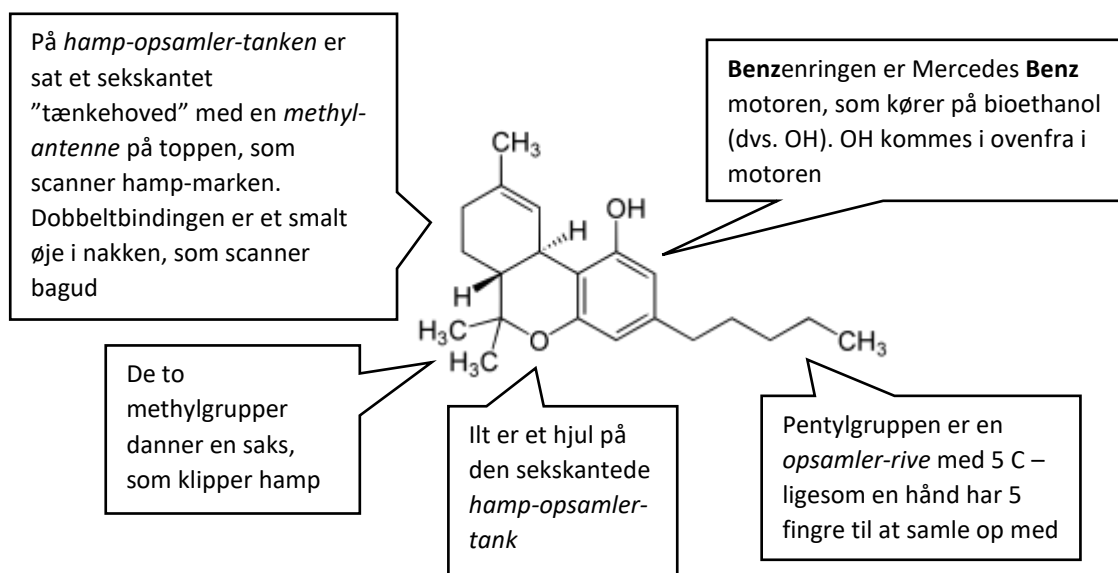


<sup>11</sup> Følelser forstærker *langtidshukommelsen*!



Vi tager til sidst et ret så vanskeligt molekyle, nemlig THC (TetraHydroCannabinol). "TetraHydro" antyder, at der er 4 (tetra) hydrocarbongrupper (CH-grupper) i molekylet, og endelsen "ol" tyder på, at der er én "ol" gruppe (OH) i. Men ellers har THC en struktur, hvor man ikke kan tænke sig frem til detaljerne ud fra navnet. Løsning:

Man stikker en "huskefortælling" sammen, som giver *udvidet indkodning*. Det er ikke sikkert, at vores forslag giver 100% i dit hoved, kære læser, men vi håber, at du kan se princippet. Vi forestiller os, at molekylet ligner en selvkørende, automatiseret *hamp-høst-maskine*! Hamp associeres altså med THC.



Det vanskeligste molekyle Jan p.t. har lært vha. få-det-til-at-ligne-noget-kendt-metoden er hæmgruppen fra hæmoglobin.

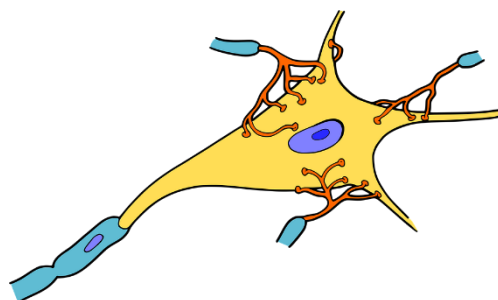
Der findes andre metoder i husketeknik. Læs om dem i vores bøger, se kilderne.

Hvorfor virker husketeknik?

Det skriver vi en del om i vores bøger i husketeknik-serien, men forklarer lige et par ting, idet vi overgiver ordet til professor Jakob Balslev Sørensen:

*"Hjernen indeholder 80-90 milliarder nerveceller, som er forbundet med hinanden ved hjælp af kontaktpunkter, kaldet synapser. Når vi lærer noget, er det synapserne, der styrkes i en proces kaldet langtidspotentiering.*

*Denne proces medfører, at grupper af nerveceller begynder at synkronisere deres elektriske aktivitet – de bliver simpelthen aktive samtidigt. Det er en strukturel*



*ændring, der sker i synapserne, men med funktionelle konsekvenser. Man regner med, at en sådan gruppe af synkroniserede nerveceller svarer til et bestemt hukommelsesspor – et såkaldt engram. Informationen ligger gemt i hjernen i form af synapserne, og når vi genkalder os et minde, aktiverer vi hele gruppen af nerveceller igen. Selvom hjernen har mange nerveceller, så har den langt fra nok til at alle engrammer kan have deres egne cellegrupper. I stedet er den enkelte nervecelle indblandet i flere forskellige engrammer. Det giver mulighed for association: Hvis man ser et billede af en kronhjort ved en sø, kommer man måske til at tænke på sin farmors hus, hvor der hang sådan et billede, og derfra tænker man måske på den stegte kylling, farmor altid serverede"<sup>12</sup>.*

**Hallo!!!!** Association er en meget anvendt metode i husketeknik. Det er tæt forbundet med udvidet indkodning. Ved association/udvidet indkodning kobles tingene sammen. Det ene minde fører naturligt til det andet minde via associationskæden, idet engrammerne "fælles sammen" i et stadig større netværk via en dominoeffekt. Mnemoteknik leverer "cues", stikord, huskekroge eller trædesten, som kobler ting sammen. Det nye huskes vha. det vi allerede husker.

Når eleven fx skal huske, at glykogen er et kulhydrat og glukagon er et hormon – og ikke omvendt – så virker mnemoteknikken "glykogen rimer på glukose (et kulhydrat) og glukagon rimer på hormon" som en brobygger til langtids hukommelsen, og limer tingene sammen, så de kan huske korrekt.

Når man fx skal huske strukturformlen for kamfer, så ligger der allerede engrammer for disse ting i Jans langtids hukommelse: udseendet af et hus med tv- og radioantenne, hvordan et hustag og en fodbold ser ud, navnet kamfer, osv. Huskefortællingen, som Jan fandt på om kamfer og fodbold, virker som en brobygger, der kobler kamfers strukturformel fast til de informationer, som allerede lå i langtids hukommelsen. Jan fik på denne måde placeret strukturformlen for kamfer i langtids hukommelsen via en slags dominoeffekt.

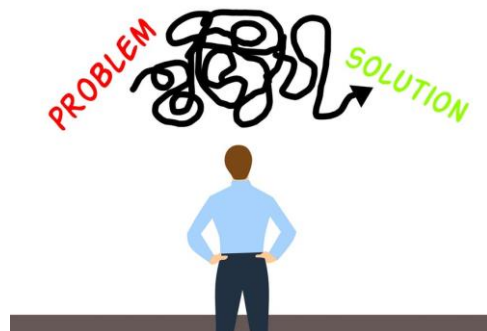
---

<sup>12</sup> Stange, Mie, journalist ved bladet *Ingeniøren* formidler svar fra Jakob Balslev Sørensen, professor på Københavns Universitet, Institut for Neurovidenskab, 2. juni, 2018: <https://ing.dk/artikel/spoerg-scientariet-hvordan-fungerer-hukommelsen-212198>

## Udfordringer ved implementering af effektive studieteknikker og et hukommelsesbaseret læringssyn

Det er ikke altid nemt at få elever og studerende til at bruge effektive studieteknikker af flere forskellige årsager som fx:

- Det tager tid at lære disse teknikker. Især kræver det tid at lære eleverne *mnemoteknik* og få dem til at bruge det. Tid er generelt noget, som vi i forvejen ikke har nok af i fagene - set i forhold til de ambitiøse læreplaners krav og gennemsnitselevens *indlæringskurve*. Hovedparten af tiden i timerne går jo ofte med elevernes *forståelsesarbejde*. Det levner ikke megen tid til at arbejde med de teknikker, vi har beskrevet i artiklen. De elever som prøver på at lave alt deres skolearbejde kommer nemt op på en arbejdsuge på 50 til 60 timer, ja nogle gange mere. Det er jo ikke ligefrem befordrende for, at de kaster sig over endnu mere tidskrævende studieteknikker, selv om de får at vide, at de er mere effektive.
  - Vanens magt er stor. Forfatterne til bogen *Make It Stick* beretter flere gange om, at selv efter at studerende har deltaget i forsøg, som viser at de kan lære bedre, hvis de bruger de "nye" studieteknikker, så falder de hurtigt tilbage til de gamle og kendte, men ineffektive metoder.
  - Der er mange *fordomme* imod det at huske. Disse fordomme trives også blandt elever og visse meningsdannere: "*At huske er ubrugelig udenadslære, det er kun vigtig at forstå, hvis der er noget, jeg ikke ved, så kan jeg jo bare slå det op, undervisningen skal have fokus på højere læringsaktiviteter, mængden af ny viden er meget hurtigt voksende, så det kan det ikke svare sig at lære en masse i hovedet, for det er jo alligevel lavet om i morgen .... og andet tilsvarende vrøvl*".
- Nogle elever er skeptiske fra start af og har svært ved at gå ind i *husketeknik* med åbent sind, mens andre elever (især dem, der hurtigt forstår at bruge teknikkerne og oplever, at de virker) er meget positive.



Derfor anbefaler bogen *Make It Stick*, at læreren prøver på at forklare dette for eleverne, da det kan være en vej til at reducere modstanden imod de nye teknikker:

- hvordan hukommelsen fungerer,
- at den viden og forståelse der ligger i *langtidshukommelsen* er afgørende for, at man kan tilegne sig ny viden og forståelse,
- hvorfor nogle studieteknikker er bedre end andre

## Anvendte og anbefalede kilder

Balslev, Jesper, ph.d-stipendiat, interviewes af journalist Malene Romme-Mølby i bladet Gymnasieskolen: <https://gymnasieskolen.dk/forsker-stor-it-satsning-har-ikke-givet-bedre-laering> og hør evt. også denne podcast med Jesper, som interviewes af videnskabsjournalisten Lone Frank: <https://www.radio24syv.dk/programmer/24-spoergsmaal-til-professoren/15842205/er-skoleborn-ofre-for-en-stor-digitaliseringslogn>

Jesper Balslev forsker i digital læring og konkluderer, at mange landes store it-satsning i skolerne ikke har båret frugt (inklusiv DK). Jo mere it der bruges i klasserummet, jo mindre lærer eleverne. På trods af dette fortsætter mange lande, også Danmark, i samme ufrugtbare spor. Meget interessant podcast. Hør den!

Brown, Peter C, Mark A. McDaniel & Roediger III, Henry L.: *Make it stick: The Science of Successful Learning*. The Belknap Press of HARVARD UNIVERSITY PRESS, 2014.

Brown er forfatter, mens Roediger og McDaniel er psykologiprofessorer ved Washington University, St. Louis og regnes blandt de førende autoriteter inden for læringsteori. Bogen giver en præcis opsummering af, hvad der skal til for at det, vi skal lære, hænger godt fast i hukommelsen. Vi mener, at bogen er så god og vigtig, at den burde indgå i uddannelse af alle undervisere. **Lad os også bruge bogen til at mane et almindeligt postulat i jorden:**

Side 29-30: *“Forget memorization, many commenters argued; education should be about high-order skills.*

*Hmmm. If memorization is irrelevant to complex problem solving, don’t tell your neurosurgeon. The frustration many people felt toward standardized, dipstick test given for the sole purpose of measuring learning is understandable, but it steers us away from appreciating one of the most potent learning tools available to us. Pitting the learning of basic knowledge against the development of creative thinking is a false choice. Both need to be cultivated. The stronger one’s knowledge about the subject at hand, the more nuance one’s creativity can be in addressing a new problem. Just as knowledge amounts to little without the exercise of ingenuity and imagination, creativity absent a sturdy foundation of knowledge builds a shaky house.”* Citat slut.

Christensen, Ulrik Juul interviewes af videnskabsjournalisten Lone Frank:

<https://www.radio24syv.dk/programmer/24-spoergsmaal-til-professoren/20920355/nar-computeren-bliver-laerer-direktor-i-area9-og>

Ulrik Juul Christensen er direktør i firmaet Area9, som udvikler avancerede e-læringsprogrammer, der faktisk forbedrer brugernes indlæring markant! Ulrik regnes som en af de førende eksperter i verden inden for læringsteknologi. Meget interessant podcast. Hør den!

Engstrøm, Laura, journalist ved Gymnasieskolen, 2. september, 2016:

<https://gymnasieskolen.dk/skrive-noter-i-haanden-er-bedre-indlaeringen-0>

Hansen, Jan Ivan & Terney, Ole: *Lær “gymnasieKEMI” vha. MNEMOTEKNIK. En grundbog for elever & lærere. Bog nr. 1 printversion 2 i husketeknik-serien*. SAXO, 2018.

Køb bogen via dette link: <https://www.saxo.com/dk/laer-gymnasiekemi-vha-mnemoteknik-en-grundbog-for-elever-laerere-printversion-2-jan-ivan-hansenole-g-terney-paperback-9788740960051>

I bogen giver vi en generel indføring i hukommelse, læring og studieteknik. Vi har særlig fokus på, hvordan man kan bruge husketeknik til at lære kemi, som ellers er vanskeligt at huske, medmindre man har meget tid til rådighed – og det er jo sjældent tilfældet. Vi giver også nogle eksempler på anvendelse af husketeknik i biologi.

Hansen, Jan Ivan & Terney, Ole: *Noter til kemi C – hjælp til at forstå og huske kernestoffet. Med husketeknikker og andre hukommelsesfremmende tiltag. Bog nr. 2 udg. 2 i husketeknik-serien*. SAXO, 2018.

Køb bogen via dette link: <https://www.saxo.com/dk/noter-til-kemi-c-2-udgave-jan-ivan-hansenole-g-terney-paperback-9788740952490>



Bogen er noter, der er skrevet til Helge Myginds, Ole V. Nielsens & Vibeke Axelsens bog *Basiskemi C*. Haase & Søns Forlag, 1. udgave. Noterne benytter sig af *testeffekt* (via quizspørgsmål), *udvidet indkodning/elaborering* (via forklaringer som gør kemien lettere at forstå, og husketeknikker som gør det lettere at huske kemien), *fordelingseffekt* (via ANKI flashcards) og *generativ læring* (via links til interaktive opgaver). Noterne dækker kernestoffet i kemi C. Du kan få adgang til en smagsprøve af bog nr. 2 i husketeknikserien via dette link: <http://bionyt.dk/huskkemi/bilag2/Version%20%20-%20Appetitvækker%20til%20NOTER%20TIL%20KEMI%20C,%202.%20UDGAVE,%20Jan%20Ivan%20Hansen%20&%20Ole%20G.%20Terney.pdf>

Hoffmann, Thomas, journalist ved videnskab.dk, 29. maj, 2017: <https://videnskab.dk/kultur-samfund/saadan-husker-du-bedst-dit-pensum-ogsaa-til-eksamen>

Nørby, Simon: *Udbytterig læring: Om tre faktorer der beforder langtidshukommelse*. PÆDAGOGISK PSYKOLOGISK TIDSSKRIFT. Bind 51, nr. 5/6 - 2014, side 67-79.

Simon Nørby er lektor ved DPU, Aarhus Universitet, og er en af de relativt få pædagogiske forskere i DK, som beskæftiger sig med sammenhængen imellem hukommelse og læring. God artikel!

Poulsen, Sten Clod: *Tilegnelse af boglige fagkundskaber*. MetaConsult Forlag, 2006.

Steen har baggrund i en pædagogisk forskerkarriere og arbejder også som udviklingskonsulent i skoler og uddannelsesinstitutioner i Danmark. Bogen giver en meget grundig indføring i læring med særlig fokus på hukommelsens betydning for læreprocesser. Bogen kan anbefales til alle, som interesserer sig for sammenhæng mellem læring og hukommelse.

Poulsen, Sten Clod, fremragende kronik: <https://politiken.dk/debat/art5597500/Undskyld-vi-tog-fejl>.

Kronikken handler om hvad der er gået galt i den danske skole og hvad vi bør ændre.

Stage, Mie (journalist) formidler svar fra Jakob Balslev Sørensen, professor på Københavns Universitet, Institut for Neurovidenskab, om hukommelsen fra en læser i netudgaven af bladet *Ingeniøren*: <https://ing.dk/artikel/spoerg-scientariet-hvordan-fungerer-hukommelsen-212198>

En meget fin artikel om hukommelsen.