

tidsskrift for psykologi - meditasjon -  
kultur - samfunn

# dyade

3/19

100 KR

## Hukommelse

En historie om hvordan  
hjernen fanger tiden

DYADE  
50 ÅR  
ACEM

TIDSAM 1104-03

03



9 770332 579048

RETURUKE 51



## LES OG SØK I DYADE

Har vi din e-postadresse?

Verden forandrer seg. I tillegg til papirutgaven vil alle abonnenter fra nå av motta Dyade i digital utgave.

Digitalutgaven er søkbar, lett å ta med seg overalt og kommer gjerne litt før papirutgaven.

Send din e-postadresse til [dyade@acem.no](mailto:dyade@acem.no)

## INNHold | HUKOMMELSE

### EN HISTORIE OM HVORDAN HJERNEN FANGER TIDEN

- |           |  |           |  |
|-----------|--|-----------|--|
| <b>2</b>  | Vi trenger minner for å forstå oss selv<br><i>Leder</i>  | <b>32</b> | Tidsopplevelsen varierer i meditasjon<br><i>- noen refleksjoner om hvorfor Are Holen og Svend Davanger</i> |
| <b>6</b>  | Om tidssansen, hørselssansen og andre sanser<br><i>- hvordan oppfatter vi tid? Svend Davanger</i>                    | <b>40</b> | Hva skjer når hjernen ikke lenger husker?<br><i>Svend Davanger</i>   |
| <b>20</b> | Oppdagelsen av hukommelse<br><i>- om Terje Lømo og en av de største oppdagelser i hjerneforskning Svend Davanger</i> | <b>52</b> | Carlo Rovelli om tid<br><i>Svend Davanger</i>  |
| <b>30</b> | Langtidspotensiering<br><i>- hukommelsens språk Svend Davanger</i>   | <b>54</b> | Det finnes ikke lenger noen retning<br><i>Carlo Rovelli</i>  |

DYADE 3 2019 ÅRGANG 51

Redaktør av dette nummer|Svend Davanger Redaksjon|Turid Suzanne Berg-Nielsen Rolf Brandrud Svend Davanger Eirik Jensen Dag Jenssen Halvor Eifring Vilde Haakensen Christopher Grøndahl Redaksjonsekretærer|Per Tonstad Sissel Roede Tonstad Grafisk form|Pollyanna von Knorring Foto forside|Svend Davanger Korrektur|Gunnhild Reistad Administrasjon|Acem sekretariat Redaksjonsråd|Ole Gjems-Onstad Carl Henrik Grøndahl Torbjørn Hobbel Are Holen Adresser|Postboks 2559 Solli, 0202 Oslo, Huitfeldtsgt. 49, 0253 Oslo Telefon|23 11 87 00 Bankgiro|6026 05 04048 Epost|dyade@acem.no Hjemmeside|dyade.no Trykk|UnitedPress Utkommer|4 ganger i året Abonnement for året 2019|kr 340 Løssalg|kr 100 ISSN|0332-5792 (trykt utgave) 0807-2736 (digital utgave) ISBN|978-82-91405-61-2 Dyade er medlem av Norsk Tidsskriftforening



Foto: Aimee Vogelsang - Unsplash

# Vi trenger minner for å forstå oss selv

Dyade har ikke som målsetning å følge etter trender i samfunnet, men snarere å drøfte dem, forstå dem. Denne gang er vårt tema tid og hukommelse. Man kan argumentere for at dette er vel ikke noen trend? I beste fall er det et av de evige temaer som alltid ligger der. Men kanskje er nesten ingen interessert i dette temaet uansett?

Vi gjorde derfor et søk på Google Trends, og sammenlignet antall søk verden over de siste 15 årene på de engelske søkeordene "time", "memory", "soccer", "climate" og "Game of Thrones". Interessen for fotball (soccer) er jo sterk og alltid tilstede, tenkte vi. Og interessen for klima er jo nå virkelig stor, og økende. TV-serien Game of Thrones har vært en virkelig klassiker i folks interesse i flere år.

Statistikken overrasket oss. Aller lavest interesse var det for klima. Klima-interessen hadde til og med hatt en noe dalende kurve gjennom flere år. Dernest kom TV-serien Game of Thrones, dobbelt så høy som klima-interessen. Men Game of Thrones startet først i 2011, så det blir litt urettferdig å sammenligne den interessen over hele 15 år. Hvis vi kun ser på årene fra 2011 fordobles interessen, så den slår hukommelse, men fortsatt ligger den under fotball for samme periode. Fotball er altså nest best for hele 15-års perioden, med hukommelse som nummer tre. Skyhøyt over interessen for alle de andre er interessen for tid. Og i motsetning til interesse for klimaet, har denne interessen hatt en stabil økning, faktisk en

fordobling. For hele perioden var interessen for tid 36 ganger høyere enn for klima.

Nå er det en liten fallgrube her. Dyade drøfter denne gang filosofiske, psykologiske, medisinske og meditative aspekter ved tid og hukommelse. Mens vi må kunne anta at svært mange av de som googler "tid" bare vil vite hva klokken er! Men allikevel, dette viser tross alt at tid er svært viktig for oss. Vi innretter livene våre etter tiden. Samtidig viser også tallene for hukommelse at interessen her er stor: Fire ganger så høy som for klima, og den kan måle seg med interessene for fotball og Game of Thrones.

Hukommelse dreier seg om fortiden. Men, som vi drøfter i dette nummeret, tyder forskning mer og mer på at hukommelse er en forutsetning for å oppleve tid i det hele tatt. Uansett, de to er uatskillelige. Uten hukommelse oppfatter vi ingen tid, og uten tid kan vi ikke ha hukommelse.

Hjerneforskning og psykologisk forskning viser i økende grad at "tid" ikke er et enhetlig, objektivt begrep. Snarere ser det ut til at vår opplevelse av tid er satt sammen av flere ulike typer tidsregistreringer i hjernen vår, som spenner over alt fra brøkdelen av et sekund til mange år. Disse ulike registreringene knytter vi sammen til ett begrep: Tid. Også innen moderne fysikk er tid et sammensatt begrep. Tid, sier fysikerne, vet vi ikke helt hva er. Men det er i hvert fall ganske forskjellig fra hvordan

## *Under meditasjon kan tidsopplevelsen skifte, fra irriterende langsom til veldig rask. Noen ganger er det som om tiden ikke eksisterer.*

vi mennesker synes å oppleve tid. Tid er ikke universelt, og går med ulik hastighet og ulik retning avhengig av hvor du er. Kommer du langt nok ned i størrelse og langt nok opp i detaljnivå, finnes ikke lenger tid.

I dette nummeret diskuterer vi først i hvilken grad tid er noe utenfor oss som vi sanser. Men, nei, det ser ikke ut til å være tilfelle. Tid er en følelse som skapes i hjernen. Dels en sirkulær tid som benytter seg av gjentakende fysiske hendelser som rettesnor, dels en lineær, rettlinjert tid hvor hippocampus i hjernen setter sammen en rekke av episodiske hendelser vi har opplevd til en fornemmelse av at hverdagen og livet strømmer langs en linje.

Vi diskuterer så hvordan hjernen lagrer minner, gjennom et fenomen kalt langtidspotensiering, LTP. Dette ble første gang sett og beskrevet av den norske hjerneforskeren Terje Lømo i 1966. Vi får innblikk i Lømos egen historie, frem mot hans hovedartikkel om LTP i 1973, skrevet sammen med engelskmannen Tim Bliss. Terje Lømo kan på et vis sammenlignes med noen av de store norske oppdagere, fra Leiv Eriksson, til Fridtjof Nansen og Roald Amundsen. Men der disse brøt fysiske grenser for hvor det var mulig å reise, brøt Lømo kunnskapsgrenser inn i hvordan hjernen fanger tiden, som minner.

Vi vet alle at opplevelsen av tid er nokså subjektiv. Vi kan føle at tiden går langsomt eller fort. Et av de stedene der denne effekten slår sterkest ut, er i meditasjonskammeret. Under utførelse av Acem-meditasjon kan tidsopplevelsen variere fra at vi synes den går irriterende langsomt, til at den synes å forløpe veldig raskt,

og til at den synes nesten å opphøre. Denne variasjonen i tidsopplevelse diskuteres i en egen artikkel der vi også ser på hvilke hjernemekanismer som kan ligge til grunn.

At hjernen er et organ som ser ut til å skape vår fornemmelse av tid, diskuterer vi også i en egen artikkel med fokus på hjernesykdommer hvor bortfall av tidsopplevelse er et dramatisk resultat. Igjen ser vi at opplevelsen av tid er knyttet til hukommelse.

Til slutt har vi vært meget heldige å få gjengi et kapittel fra fysikeren Carlo Rovellis bok om tid. Det er utfordrende stoff å lese, både fordi mange vil kunne føle at de fysiske perspektivene han skriver ut fra er uvante, men kanskje enda mer fordi han rokker ved våre vante måter å tenke om tiden og verden på. Dette er provoserende! Han konkluderer i dette kapitlet med at fysisk sett har tiden ingen retning, det er ikke forskjell på fortid og fremtid, den ene leder ikke til den andre. Når vi synes å oppleve det slik, er det bare fordi vi har et utydelig eller forstyrret perspektiv på verden. Dette er et like dramatisk nytt syn på verden for oss som det var for mennesker for fem hundre år siden å begynne å forstå at jorden ikke er flat, men formet som en stor kule som flyter omkring i verdensrommet rundt solen.



*Svend Davanger*



## *Pusteøvelse*

*Hvis du kommer langt nok ut  
får du se solen bare som en gnist  
i et sluknende bål  
hvis du kommer langt nok ut.*

*Hvis du kommer langt nok ut  
får du se hele Melkeveiens hjul  
rulle bort på veier av natt  
hvis du kommer langt nok ut.*

*Hvis du kommer langt nok ut  
får du se Universet selv,  
alle lysår-milliardenes summer av tid,  
bare som et lysglimt,  
like ensomt, like fjernt  
som juninattens stjerne  
hvis du kommer langt nok ut.*

*Og ennu, min venn,  
hvis du kommer langt nok ut  
er du bare ved begynnelsen*

*– til deg selv.*

*Rolf Jacobsen  
(Gyldendal, 1975)*



Foto: Erik Witsoe - Unsplash

# Om tidssansen, hørselssansen og andre sanser

## - hvordan oppfatter vi tid?

Tiden, tenker vi, er kanskje det mest objektive og universelle som finnes. Tiden går, uavhengig av alt annet. Hukommelsen er en menneskelig egenskap, den kan svikte, men tiden går uansett, i samme tempo, sekund for sekund, minutt for minutt, årtusen etter årtusen. Om så alt var tomt, om det ikke fantes levende vesener, fysiske objekter eller masse, ville tiden gå ubønnhørlig allikevel. Men er det virkelig slik? Om alle mann var døde, om alle land lå øde? Eller er tiden noe vi lager?

Hvis tiden er noe som finnes "der ute", som eksisterer eller forløper uavhengig av oss selv, hvordan får vi da vite om den? Hvordan merker vi den? Andre aspekter ved verden rundt oss klarer vi å få informasjon om gjennom våre sanser. Vi har fem, seks, eller syv sanser, avhengig av hvordan vi regner. La oss først se nærmere på hørselssansen, for å finne ut hvordan sansning av verden rundt oss egentlig foregår. Så kan vi deretter se om vår opplevelse av tid fungerer på samme måte.

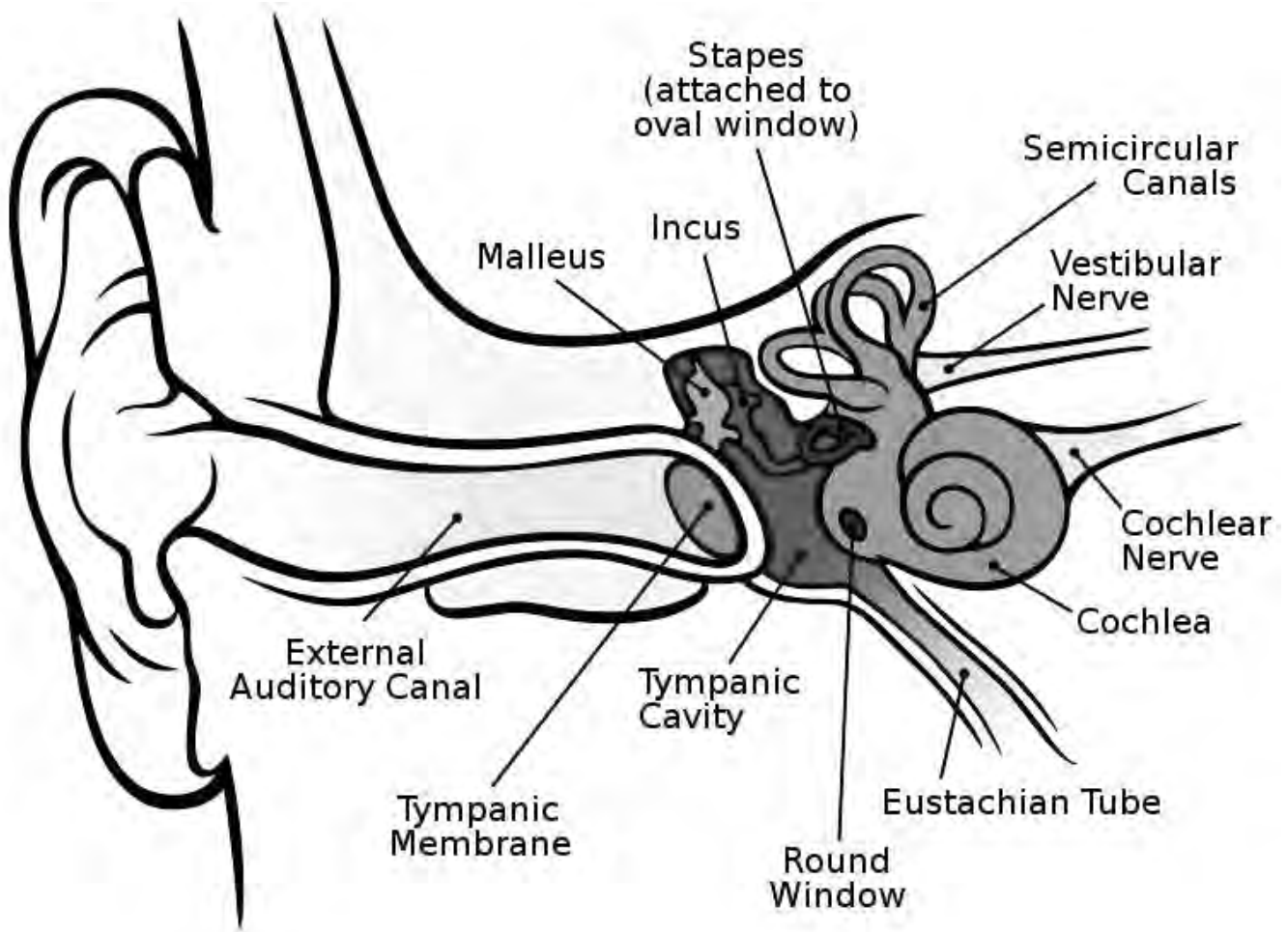
### LYD ER EN BEVISST FORNEMMELSE SOM OPPSTÅR I HJERNEN

*Hva er lyd?* Store Norske Leksikon (<https://snl.no/lyd>) er litt sammenblandet på dette: "Lyd er sanseinntrykk som vi kan sanse ved hjelp av

hørselen," sier leksikonet. Men i neste setning sier det noe annet: "Lyd er trykkvariasjoner (bølger) i luften." Ser du det? Leksikonet oppgir to helt forskjellige ting som lyd! Både at lyd er sanseinntrykk og at lyd er trykkbølger i luft. I dagligtale er dette helt greit, vi tenker at dette er to sider av samme sak. Men kanskje lurere vi oss selv?

Vi skal nå ut på en liten reise gjennom øret og hjernen for å forstå noen prinsipper for hvordan vi sanser lyd, og dermed også noen grunnleggende prinsipper for hvordan vi sanser verden rundt oss. Når vi har forstått dette, blir det lettere å se hvordan vår opplevelse av tid oppstår, og på hvilke måter den ikke oppstår.

Enten du hører tordenlyden skralle over landskapet en sensommer ettermiddag, eller du



Oversikt over øret, indre strukturer, som formidler trykkbølger fra luften. Merk at de tre små knoklene her er kalt malleus, incus og stapes, som tilsvarer de norske navnene hammeren, ambolten og stigbøylene.

Bildet er hentet fra boken *Cochlear Implant Research Updates*. Kap. 5: A Review of Stimulating Strategies for Cochlear Implants. CTM Choi & YH Lee. [[https://www.researchgate.net/publication/315572907\\_A\\_Review\\_of\\_Stimulating\\_Strategies\\_for\\_Cochlear\\_Implants/figures?lo=1](https://www.researchgate.net/publication/315572907_A_Review_of_Stimulating_Strategies_for_Cochlear_Implants/figures?lo=1)]

*Hvis tiden er noe som finnes "der ute", som eksisterer eller forløper uavhengig av oss selv, hvordan får vi da vite om den?*

hører sildringen av en liten fjellbekk på Hardangervidda, eller du er et barn som hører den stille godnatt-sangen til din mor, så starter det hele med at luften settes i vibrasjoner, svingninger, trykkbølger, av et fysisk objekt. Torden-lyd skapes av rask utvidelse av luften når lynet slår ned mot jorden, vannet i fjellbekken strømmer turbulent nedover, og morens stemmebånd vibrerer – uansett, trykkbølger brer seg gjennom luften og når etter kort tid frem til øret ditt. Luftens trykkbølger har en eksistens uavhengig av oss. Men hvis du, eller andre, ikke er til stede, blir det bare med trykkbølgene. Ingen lyd høres. La oss se på hva som skjer når de når frem til øret. Øret er en av de aller merkeligste strukturene i kroppen!

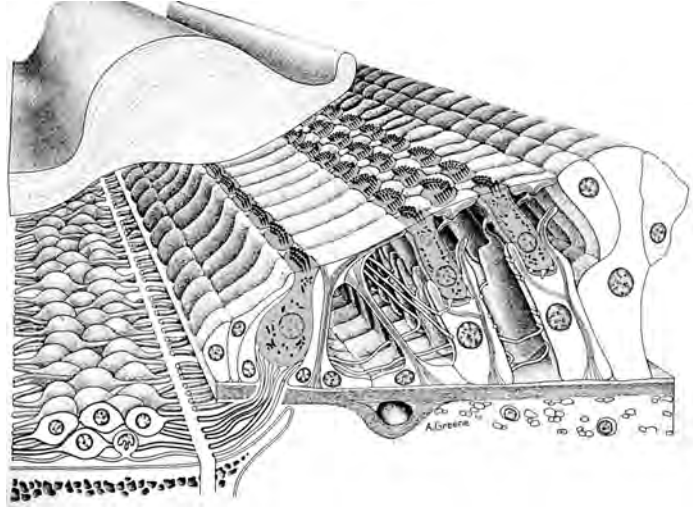
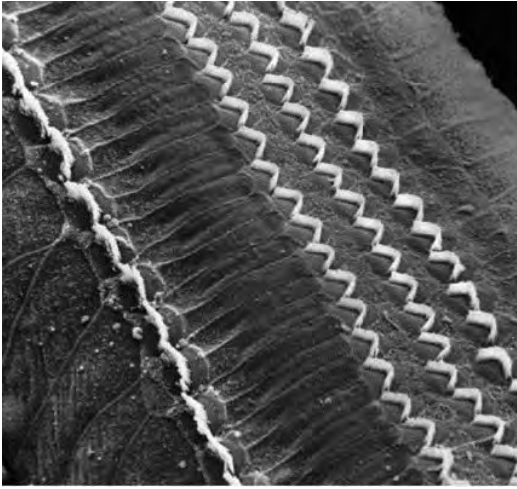
Trykkbølgene formidles gjennom luften i den ytre ørekanalen, inn til trommehinnen. Har du sett membranen på en basshøytaler noen gang? Man kan se at den vibrerer når den skaper lyd, dvs. når den setter luften i svingninger. Det er omvendt med trommehinnen. Her er det trykkbølgene i luften som setter trommehinnen i bevegelse, den begynner å vibrere i takt med trykkbølgene i luften. Rett innenfor trommehinnen sitter et mekanisk system av en kjede av tre bitte små knokler, hver av dem bare noen få millimeter i størrelse: *hammeren*, *ambolten* og *stigbøylene*. Trykkbølgene, eller vibrasjonene, overføres fra trommehinnen til disse knoklene, inntil den siste av dem slår mot et lite vindu inn mot et spiralformet rør kalt *sneglehuset*. I sneglehuset er det væske. Her skjer det samme atter en gang: Stigbøylene setter væsken i sneglehuset i svingninger, trykkbølgene brer seg videre i væsken.

Sneglehuset er altså en spiralformet tunnel. Kunne man rette den ut, ville den se ut som en slags lang trompet. Gjennom hele forløpet av denne tunnelen ligger det en streng som fungerer som et sanseapparat. Strengen består blant annet av små celler med hår på toppen, *hårceller*, omtrent som punkere med hanekam i demonstrasjonstog på rekke og rad nedover gaten. Trykkbølgene gjennom sneglehuset dytter på punkernes hanekam, bøyer hårene, omtrent som et vindpust som sveiper over dem gjennom gaten.

Så langt, gjennom hele denne kjeden av underlige budbringere, snakker vi ennå ikke om *lyd*. Vi snakker om vibrasjoner gjennom fysiske objekter. Det er ikke i seg selv lyd. Lyden har ikke oppstått ennå, i denne kjeden av hendelser. Neste trinn blir å følge denne kjeden av hendelser frem til lyd faktisk *høres*, eller oppstår.

Hårcellene, de små punkerne om du vil, har en avgjørende oppgave: De omdanner den fysiske bøyningen av hårene på toppen av cellen til en reaksjon der de frigjør signalmolekyler fra bunnen av cellen. Disse signalmolekylene aktiverer nerveceller som ligger tett inntil dem. Nervecellene sender så et nervesignal gjennom en lang utløper, eller nervefiber, innover til hjernen. Det er først når nervesignalene, gjennom en kjede av to-tre nerveceller, når frem til hørselsområdet i hjernebarken, at *lyd* oppstår.

Med lyd snakker jeg her om en sansefølelse, det som vi alle kan høre som en *subjektiv* oppfattelse av noe vi ikke kan forklare på annen måte enn med ordet lyd. Denne subjektive oppfattelsen av lyd oppstår først når elektriske og



Hårcellene i sneglehuset reagerer på trykkbølger. Illustrasjon fra Hearing Health & Technology Matters. Til venstre ses de hvite hårene øverst på hårcellene sett ovenfra. Til høyre en tegning av hvordan hårene bøyer seg. [<https://hearinghealth-matters.org/hearinginternational/files/2016/10/gen6.png>]

kjemiske nervesignaler når frem til nervecellene i hjernebarken. Slik sett finnes ikke lyd "der ute", ved lynnedslaget, ved fjellbekken eller i morens strupe. Lyden er noe som oppstår i vår bevissthet når nervecellene i hørselsområdet av hjernebarken blir aktivert.

Vi har en umiddelbar opplevelse av at sanseinntrykket vi hører, lyden, *kommer fra* lynnedslaget, fra fjellbekken, eller fra morens strupe. At lyden i vår bevissthet er en sann representasjon av det fysiske der ute. Men slik er det altså ikke.

#### LYDEN ER ET SUBJEKTIVT UTTRYKK SOM OPPSTÅR I HJERNEN

Lydfornemmelsen oppstår i vår bevissthet når nervecellene i hørselsbarken aktiveres.

På helt tilsvarende vis kan vi gå nøye gjennom øynene og synssansen og vise at det synsinntrykket, bildet, som oppstår i vår bevissthet når vi ser lynet, eller fjellbekken, eller moren, er noe helt annet og subjektivt i forhold til de lysbølger eller fotoner som når frem til øynene våre fra de objektene vi ser på. Sanseapparatene våre er laget for å være gode redskaper når vi skal navigere rundt i verden, de er ikke konstruert for å gi

et objektivt sant bilde av verden. Vi er sånn sett innelukket innenfor våre sanseapparater og hjerne, uten mulighet til å oppleve verden direkte.

De ulike sansene våre har noe felles. Hvert av dem har sitt eget sanseorgan, som er koblet til et område av hjernebarken der sansefornemmelsen oppstår. Synsområdet sitter lengst bak i bakhodelappen. Hørselsområdet sitter i tinninglappen. Følesansen sitter helt fremst i isselappen. Og så videre.

#### TILBAKE TIL TIDEN

La oss nå gå tilbake til tidssansen. Fungerer den på samme måte som hørselssansen for eksempel? Har vi et eget sanseorgan for tid? Har vi et eget tidsområde i hjernebarken? Se nå begynner vi å få problemer! Kanskje fordi tiden oppleves som så selvfølgelig og grunnleggende, tiden bare *er*, har hjerneforskerne først i den senere tid begynt å gi seg direkte i kast med tiden.

Enhver lærebok om hjernen har egne kapitler for hver av de vanlige sansene. De er relativt godt utforsket, og enhver medisiner-

student og lege kan forklare deg hvordan hørselsinntrykk oppstår. Mange leger og de fleste hjerneforskere kan også forklare deg en del om hukommelsen, hvordan den oppstår og lagres i hjernen.

Men tiden? Da blir de fleste hjerneforskere litt flakkende i blikket. Få lærebøker har kapitler om persepsjon av tid. Ingen har antagelig kapitler om sansning av tid. Først i det helt siste er tid i seg selv blitt et viktig tema innenfor hjerneforskningen. Enkelte hjerneforskere, som Marc Wittmann og Georg Northoff har de senere årene publisert bøker om hvordan vi opplever tid. Scientific American hadde en egen artikkel om hjernens biologiske klokke sommeren 2018. Nobelprisvinnerne May-Britt og Edvard Moser publiserte en artikkel i verdens ledende naturvitenskapelige tidsskrift, Nature, i september 2018. De ledende hjerneforskningstidsskriftene Trends in Neurosciences og Trends in Cognitive Sciences hadde egne spesialnummer om tid i oktober 2018. Samlet sett ser det likevel ut til at denne forskningen spriker, det er ikke umiddelbart lett å finne et samlende perspektiv på hvordan hjernen behandler tid, og på sammenhengen mellom tid og hukommelse. Jeg tror ikke de ulike delene av forskning om tid i hjernen står i motsetning til hverandre, men snarere at vi ennå ikke har tilstrekkelig forståelse til å samle dem til en helhet.

På ett vis er dette overraskende. Prosessering av tid er helt grunnleggende for hjernens funksjon. Som hjerneforskeren Marcus Raichle sa i et intervju i et tidligere nummer av Dyade: "The brain is in the prediction business!" Hjernen handler om å forutsi fremtiden. Til dette trenger den hukommelse, lagring av minner om fortiden, og persepsjon av tid. Vi bruker hukommelsen, og dermed hjernen, for å spå noe om fremtiden.

Hjernen behandler tid innenfor en skala fra brøkdelen av et sekund, til lenger enn et menneskeliv. Den raskeste tidsprosesseringen finner vi i tilknytning til kontroll av våre kroppsbe-

vegelser. Både lillehjernen og hjernestammen vil hele tiden gjøre justeringer av pågående bevegelser mens de er under utføring. Det vil si at hvis du jogger i skogen og trækker på en sten som blikket ditt ikke oppfattet, så kjenner du at du holder på å vrikke ankelen. I løpet av noen hundredels sekund klarer du å stramme musklene på sidene av leggen slik at du ikke knekker sammen i ankelen, og gjenoppretter balansen. Og mens du spretter opp og ned for hvert fraspark klarer fortsatt øynene dine å holde blikket klart og rolig festet på stien foran deg. Disse bevegelsene skyldes at lillehjernen og likevektsapparatet i det indre øret og hjernestammen signaliserer så raskt at de kan styre muskelaktivitet mens den er under utførelse. Vi har ikke selv her en bevisst opplevelse av at vi er nede på hundredeler av sekunder, men like fullt er det slik disse delene av hjernen arbeider.

I den andre enden av skalaen finner vi den delen av hjernebarken som ligger fremme rett bak pannebenet, prefrontal cortex. Den har evne til å tenke bevisst og langsiktig. En forelder, eller en leder for en organisasjon, bedrift eller et land, kan måtte tenke igjennom og ta avgjørelser på vegne av andre mennesker som vil være i live og aktive flere år etter at han eller hun selv er død. Her er tidsopplevelsen bevisst.

#### DET FINNES IKKE SANSEORGAN FOR TID

Der vi for eksempel har øyne og ører for å gjøre oss i stand til å se og høre, kjenner vi ikke til at det finnes tilsvarende sanseapparat for sansning av tid. Tiden, *slik vi fornemmer den*, må altså være noe som bare oppstår i hjernen, den kommer ikke til oss utenfra. Her er avstanden fra den fysiske virkelighet til subjektiv opplevelse om mulig enda større enn det vi så for sanser som hørsel og syn. Fysikere kan si en del om tid som fysisk begrep. Men vi kjenner ingen måte som denne fysiske tiden kan sanses. Vi har ikke noe sanseapparat for tid, vi har ikke ett bestemt "tidsområde" i hjernebarken. "We do not directly sense time," sier hjerneforskerne György

Buzsáki og Rodolfo Llinás fra New York University (Science, 2017). Likevel opplever vi tid. Hvordan?

Det ser ut til at det er to prinsipielle måter som tidsfølelsen oppstår i hjernen. Den ene er gjennom det som kalles *biologiske klokker*. Den andre er gjennom *hukommelsen*, ved at opplevde episoder, hendelser, lagres i hjernen. Den første brukes til å regulere ulike aktiviteter, som for eksempel søvn. Den foregår for det meste automatisk, uten klar bevissthet. Den andre er i mye større grad avhengig av at vi husker hendelser, hva som har skjedd, hvor det har skjedd, og når det har skjedd. Flere toneangivende forskere tror nå at vår bevisste oppfattelse av at tiden har gått er et produkt av at vi husker en serie eller sekvens eller rekkefølge av ytre hendelser. Denne sekvensen fremkaller hos oss en følelse av at tiden har gått.

Heller ikke fysikere har måleapparater som kan måle tid direkte. Det fysikere gjør, som alle oss andre, er å finne naturfenomener som ser ut til å oppstå regelmessig, og så bruke forekomsten av disse naturlige hendelsene som *korrelat* for tid. Men de er ikke tid i seg selv.

Den regelmessig forekommende hendelsen som er viktigst for oss alle i å skape en fornemmelse av tid, er jordens rotasjon rundt sin egen akse, som skaper dag og natt. Dagen starter idet solen kommer til syne over horisonten. Naturen våkner. Vi står opp og kommer i gang med det vi skal gjøre. Når solen forsvinner ned under horisonten om kvelden går vi til ro. Mørket kommer, verden synes å stilne. Det finnes steder i verden der butikker og restauranter er åpne døgnet rundt, for eksempel Manhattan eller Lahore, det finnes dyr som sover om dagen og er våkne om natten, men ikke desto mindre er natten stort sett en tid for hvile og restitusjon, og dagen en tid for arbeid og aktivitet. Til og med cellene i kroppen vår regulerer sin aktivitet rundt døgnets gjentakende gang.

Døgnet bruker vi også til å lage kortere biter av tid. Døgnet deles opp i 24 timer, 12 om

dagen og 12 om natten. Hver time deles opp i 60 minutter, hver av dem i 60 sekunder. Og vi bruker døgnet til å definere lengre perioder av tid: uker og måneder.

Et annet naturfenomen bruker vi til å lage enda lengre tidsperioder: Jordens gang rundt solen. Dette skaper årstider i naturen, for både planter og dyr og oss mennesker. En tid for såing, en tid for innhøsting. En tid for varme, en tid for kulde. Både vi mennesker, og naturen rundt oss, skifter våre aktiviteter rundt årets gang og årstidene.

#### KROPPENS INTERNE KLOKKER SKAPER SIRKULÆR TID

Sanseceller for lys, de såkalte staver og taper innerst i øyets netthinne, registrerer lys og sender denne høyst detaljerte informasjonen innover i hjernen til synsbarken, slik at vi kan se både ting og andre mennesker rundt oss. Likevel vil alle levende vesener organisere sin aktivitet rundt døgnets rytme, selv om de ikke kan se. Det som er mindre kjent, er at en annen type celler i netthinnen, enkelte *gangliaceller*, også registrerer lys. De danner ikke noe eksakt bilde av omgivelsene, men registrerer mer langsomt om det er lys eller ikke rundt oss, eller rettere sagt styrken på lyset. De sender ikke signaler til synsbarken, de har rett og slett ikke med synsansen å gjøre, men sender signaler til et bitte lite område midt inne på undersiden av hjernen: *nucleus suprachiasmaticus*, eller *suprachiasmatic nucleus* på engelsk, dersom du synes det er enklere! Den engelske versjonen har gitt opphav til forkortelsen SCN. SCN fungerer som en slags klokke for kroppen. Den skaper døgnets rytmer i kroppen. Sammen med konglekjertelen, *corpus pineale*, får den oss til å bli trette om kvelden og våkne om morgenen. Den samkjører oss, så å si, med verden rundt oss, med soloppgang og solnedgang, med jordens rotasjon rundt sin egen akse.

Kroppen har likevel en rekke celler som uavhengig av SCN registrerer tid, eller skaper



Foto: Kunj Parekh - Unsplash

## *Dette er en form for tid som ikke har noen begynnelse eller slutt.*

den, om du vil. Dette er celler som bruker den tid det tar å gjennomføre bestemte biokjemiske reaksjoner. Forskerne kaller disse reaksjonene for molekylære klokker. Disse reaksjonene tar som regel kortere tid enn et døgn, typisk noen sekunder. Hjerteslagene våre styres for eksempel av en liten gruppe celler i hjerteveggen som setter i gang et nytt hjerteslag omtrent hvert sekund. Du kan sammenligne disse molekylære klokkene med et timeglass. Det tar en viss tid før alle sandkornene i et timeglass har falt ned gjennom det trange hullet i glasset. Deretter snur du glasset den andre veien og sandkornene begynner å renne tilbake igjen. Slike molekylære timeglass finnes også i nerveceller i hjernen, og hjelper oss til å få begrep om intervaller av tid. For eksempel hvor lang tid du har sittet og ventet på tannlegekontoret, eller hvor lenge du snakket med din ektefelle på telefonen, eller hvor lang tid du tror det vil ta å sykle til din venn som bor i en annen del av byen.

Både hjernen og kroppen bruker altså naturfenomener, enten det er lysvariasjoner i naturen rundt oss gjennom døgnet, eller kjemiske reaksjoner inne i cellene våre, som klokker som styrer våre aktiviteter. "Brains are predictive devices and exploit the fact that recurrence is a fundamental property of the world around us," som György Buzsáki fra New York University har formulert det (Nature, 2013). Det vil si, vår fornemmelse av tid sanses ikke, den skapes av nerveceller i hjernen, men vi er likevel langt på vei avhengig av gjentagende fysiske fenomener for at tidsfølelsen skal oppstå i oss. Våre interne klokker som benytter seg av slike

gjentagende fysiske fenomener for å holde styr på tiden opererer altså etter et gjentakelsesprinsipp. Igjen og igjen og igjen skjer det samme fenomenet. Timeglasset snus for hver gang. Eller som en vanlig klokke, hvor viserne går rundt og rundt i et gjentagende mønster. Dette er en form for tid som ikke har noen begynnelse eller slutt. En evig sirkelbevegelse, uten forskjeller. Solen står opp, og går ned, i all evighet.

### MINNER OM HENDELSER FREMKALLER EN FORNEMMELSE AV LINEÆR TID

Men vi fornemmer også en annen form for tid. En tid der det er plass for unike hendelser, som ikke gjentar seg med streng regelmessighet, fra gang til gang. En tid der vi kan si: "Den gangen skjedde akkurat det!" Ikke før, ikke siden. Men den gangen.

Hver dag vi lever oppstår det episoder, hendelser, som er knyttet til et sted og en situasjon som vi selv tar del i og sanser og opplever. Slike episoder skaper minner. De lagres, gjennom langtidspotensering i nerveceller i hippocampus og hjernebarken, slik Terje Lømo oppdaget (se neste artikkel i dette nummeret). Mye tyder nå på at rekkefølgen, sekvensen, av slike hendelser og episoder også gir grunnlag for fornemmelse av tid. Husket tid. Opplevd tid. Men også tid som vi kan projisere fremover, inn i fremtiden. Igjen er det fenomener i verden rundt oss som gir grunnlag for tid. Men disse fenomenene er langt på vei unike, man kan skille dem fra hverandre, de har ikke en streng rytmesitet og gjentakelse som i den sirkulære tiden, men er snarere enkeltstående og oppstår med ulike



Foto: Aron Visuals - Unsplash

intervaller. Dette er en annen type tid.

Klokken ringer om morgenen. Du dusjer, spiser frokost. Reiser til jobben. Har møter. Telefonen ringer. Du setter deg til for å jobbe med et prosjekt. Sjefen kommer innom. Klokken viser til slutt at arbeidsdagen er slutt. Du reiser hjem igjen. Andre i familien er også hjemme, eller kommer hjem etter hvert. Dere lager middag. Spiser sammen. Ser på et program på TV. Snakker sammen. Du legger deg til slutt. Dagen er full av slike små eller store hendelser eller episoder, som lagres som minner av hippocampus i hjernen. *Denne sekvensen av hendelser skaper en fornemmelse av tid.* Dette er en tid som er kontinuerlig, som en linje gjennom verden, den går ikke i en gjentakende sirkel slik som de molekylære klokkene gjør. Vi kan kalle den lineær tid.

Sammenhengen mellom sekvenser av hendelser og forløpet av tid har blitt utforsket blant annet ved å sammenligne pasienter som har fått ødelagt sin hippocampus på begge sider av hjernen, med friske kontrollpersoner. Hippocampus er altså den delen av hjernen som er ansvarlig for lagring av episodiske minner. I en studie fra 2016 ledet av Larry Squire ved Universitetet i California ved San Diego ble forsøkspersoner tatt med på en spasertur gjennom universitetsområdet, etter en bestemt rute. Det var til sammen fem pasienter med ødelagt hippocampus og to grupper med kontrollpersoner, med syv og åtte personer i hver gruppe. Hver av deltagerne i studien gikk en tur på 25 minutter sammen med en ledsager gjennom universitetsområdet. På veien oppstod det til



sammen 11 små hendelser, planlagt av forskerne på forhånd, med for eksempel en kopp, en sykkellås, eller annet. Hver av disse hendelsene forekom alltid på samme tid og sted langs ruten, for hver av deltagerne. Etterpå måtte de svare på spørsmål om turen og hendelsene, det vil si den ene kontrollgruppen fikk disse spørsmålene først én måned etter turen. Denne kontrollgruppen, som fikk spørsmålene først etter en måned, husket kun i liten grad rekkefølgen av hendelsene, mens de som fikk spørsmålene straks etter turen husket rekkefølgen godt. Men pasientgruppen, med skadet hippocampus, husket rekkefølgen av hendelser enda dårligere enn den friske kontrollgruppen som fikk spørsmålene først etter en måned. Faktisk var det ingen sammenheng mellom den virkelige rekkefølgen av hendelser og den rekkefølgen

som hippocampus-pasientene oppga. Så hippocampus ser ut til å være nødvendig for å huske en sekvens av hendelser på en slik måte at den kan skape grunnlag for forløpet av opplevd tid.

En nyere studie fra 2018 i tidsskriftet *Nature*, av May-Britt og Edvard Moser, viser videre hvordan også nerveceller i den delen av hjernebarken som ligger like ved siden av hippocampus (entorhinal cortex) skaper en fornemmelse av tid ved å behandle sekvensen av episodiske minner.

#### HJERNEN FANGER TIDEN

Vi har nå sett hvordan tid ikke sanses direkte, slik vi for eksempel sanser lyd gjennom trykkløper i luften rundt oss. Snarere skapes vår fornemmelse av tid på ulike måter og ved hjelp av ulike celler i kroppen og hjernen. Dels vil



Foto: Brooke Campbell - Unsplash

regelmessig, syklisk forekommende biokjemiske reaksjoner i celler, eller jordens rotasjon rundt sin egen akse, gjøre tjeneste som klokker som styrer kroppens aktiviteter. Denne sirkulære klokketiden er som regel ubevisst. Dels vil minner som oppstår etter episodiske hendelser gjennom langtidspotensering i hippocampus fremkalle en mer bevisst opplevelse av at tiden løper, en lineær tid. Uten hippocampus flyter minner om hendelser rundt i sinnet, uten en bevisst følelse av at de er knyttet sammen gjennom en rekkefølge som gir oss en fornemmelse av en tid med en retning fremover.

Tenk deg da, at du er på tur i fjellet i august og hører tordenskrallene dundre over deg om formiddagen, senere har du spisepause ved siden av en sildrende fjellbekk, før du til slutt når frem til turisthytten sent på dagen hvor du

i kveldsstillheten hører stemmen til en mor som synger for barnet sitt. Disse tre opplevde hendelser eller episoder blir av din hippocampus knyttet sammen i en sekvens eller rekkefølge, slik at de ikke huskes bare hver for seg. I det øyeblikket skaper hjernen et opplevd forløp av tid, eller *fanger tiden*, om du vil.

*Det var aldrers morgen  
da intet var,  
hverken sand eller sjø  
eller svake bølger;  
jord fans ikke  
eller himmel over,  
det var Ginnunga gap  
og gras ingen steder.*

*Snorre, Edda*



Foto: Svend Davanger



Foto: Svend Davanger

# Oppdagelsen av hukommelse

## - om Terje Lømo og en av de største oppdagelser i hjerneforskning

En natt i 1966 sitter den unge legen Terje Lømo og stirrer på den svarte og grønne skjermen på et lite apparat i nevrofysiologisk laboratorium i en av de gamle, klassiske universitetsbygningene i Oslo sentrum. Han ser noe han ikke har sett før, noe helt nytt. Han ser det som senere blir kjent verden over som langtidspotensiering (LTP), dvs hvordan nerveceller klarer å “huske” en hendelse, eller “det cellulære grunnlaget for hukommelse”. I denne artikkelen skal vi se nærmere på Lømos bakgrunn, før han gjorde sin oppdagelse.

Observasjonen hans er litt på siden av hans egentlige doktorgradsprosjekt. Han tenker ikke der og da på at de registreringene han har gjort, fra hjernen til en kanin han har fått tak i hos en bonde oppe i dalene, er svaret på et gnagende spørsmål som har opptatt filosofer og forskere siden de gamle grekere: Hvordan er det vi mennesker klarer å huske ting? Hvordan bevarer vi minnet av hendelser som for lengst er forbi?

### TILFELDIGHETER LEDER LØMO INN I FORSKNING

“Chance events led me to a lifelong career in scientific research,” sier Lømo i en selvreflekterende artikkel i tidsskriftet *Acta Physiologica* i 2017. Et kort, konsist og dekkende utsagn. Han tar ikke munnen for full. Andre forskere ville vært fristet til å forklare hvordan de har vært drevet av en uselvvisk tørst etter kunnskap, el-

ler at de tidlig utviklet en intuitiv forståelse for viktige vitenskapelige problemstillinger som ledet dem mot store oppdagelser. Men Lømo sier at for hans del var dette tilfeldig. Det bare hadde seg slik, sier han, at han var på rett sted til rett tid. Da jeg besøkte Terje Lømo på Nesodden senhøstes 2018 for å snakke med ham om hans oppdagelse, hentet han meg på fergekaien i sin gamle Ford Mondeo. Hjemme i garasjen sto hans nye Tesla. Dette er ikke en mann som legger mye vekt på å imponere. Men kanskje var denne holdningen og selvpoppfattelsen viktig for at nettopp Terje Lømo fra Ålesund skulle gjøre det som mange mener er en av tidenes viktigste oppdagelser innen hjerneforskning.

La oss sette Lømos oppdagelse litt i perspektiv: I året 350 f.Kr. skrev Aristoteles en liten tekst som på engelsk har fått tittelen “On Memory and Reminiscence” (<http://classics.mit.edu/>

Aristotle/memory.html). Aristoteles diskuterer her tre ulike domener: fortiden, nåtiden og fremtiden. Fremtiden kan man bare tenke på og spekulere om som en mulighet, sier Aristoteles, nåtiden er til stede gjennom sansene, mens fortiden, derimot, eksisterer kun som et minne. Aristoteles reiser spørsmålet om hvordan det kan ha seg at selv om bare det som sanses her og nå kan sies å være til stede, mens at det som har skjedd tidligere ikke sanses og ikke er til stede, likevel så husker vi det. All hukommelse, sier han, impliserer forløpet av tid. Derfor vil bare dyrearter som opplever tid kunne huske noe, og det organet som gjør det mulig for dem å oppleve forløp av tid, er også det som de bruker for å huske.

Siden har spørsmålet opptatt en lang rekke forskere og tenkere. Etter hvert fikk man en forståelse for at det organet Aristoteles etterlyser, er hjernen. Midt på 1900-tallet postulerte den kanadiske psykologen Donald Hebb en hypotese om at læring var knyttet til endringer i synapsene, eller kontaktpunktene mellom nervecellene, i hjernen. Fra slutten av 1950-tallet kunne den amerikanske forskeren Brenda Milner vise at hukommelse var knyttet til hippocampusdelen av hjernen. Datidens store hjerneforsker, australieren John Eccles, som ble adlet av dronning Elizabeth og fikk Nobelpris i medisin, var skuffet fordi han ikke hadde klart å påvise noen hukommelsesfunksjon i synapsene.

**GRØNNE KURVER SOM FORANDRER SEG**  
Terje Lømo, derimot, var lite opptatt av dette. Han kjente da ikke til Donald Hebb. Han tilhørte en forskningstradisjon som var mer opptatt av hva man kunne se, finne ut, og beskrive om hjernens anatomi og fysiologi basert på avanserte, tekniske metoder, enn av å filosofere om vidløftige funksjoner. Denne tradisjonen sto sterkt i hjerneforskningsmiljøet i Oslo, representert blant annet ved betydelige hjerneforskere som Alf Brodal og Theodor Blackstad. (Forfat-



Terje Lømo

teren av denne artikkelen tilhører også denne tradisjonen.)

Terje Lømo satt på sitt laboratorium og så grønne kurver på en svart skjerm flytte seg regelmessig, med få sekunders mellomrom, for hver ny registrering. Kurven går opp og ned, i buer og spisser. Vi andre ville knapt se noen forskjell, men Terjes trenete blikk ser at etter en bestemt måte å stimulere hippocampus-delen av hjernen på forandrer kurvene seg først litt, som forventet, men så holder de seg der, de går ikke tilbake til utgangsformasjonen som han var vant til. Det ser ut til at kurvene er varig forandret. "Hmm. Underlig."

Terje Lømo var 29 år, lege, og arbeidet med sitt doktorgradsprosjekt i laben til den kjente professoren i nevrofysiologi Per Andersen. Han måtte bruke instrumentene på dager Andersen selv ikke brukte det. Ofte kunne hele dagen gå med til å forberede forsøk, slik at han måtte gjøre selve eksperimentene og registreringene

utover natten, mens hans unge kone og små barn satt hjemme i rekkehuset på Nesodden. Per Andersen var på dette tidspunktet etablert som forsker, men fortsatt nokså tidlig i sin karriere. Mot slutten av sin karriere hadde han flere andre doktorgradsstipendiater, blant annet May-Britt og Edvard Moser, som i 2014 fikk Nobelprisen for sitt bidrag til å beskrive hvordan hjernen orienterer seg, ikke i tiden, men i rommet.

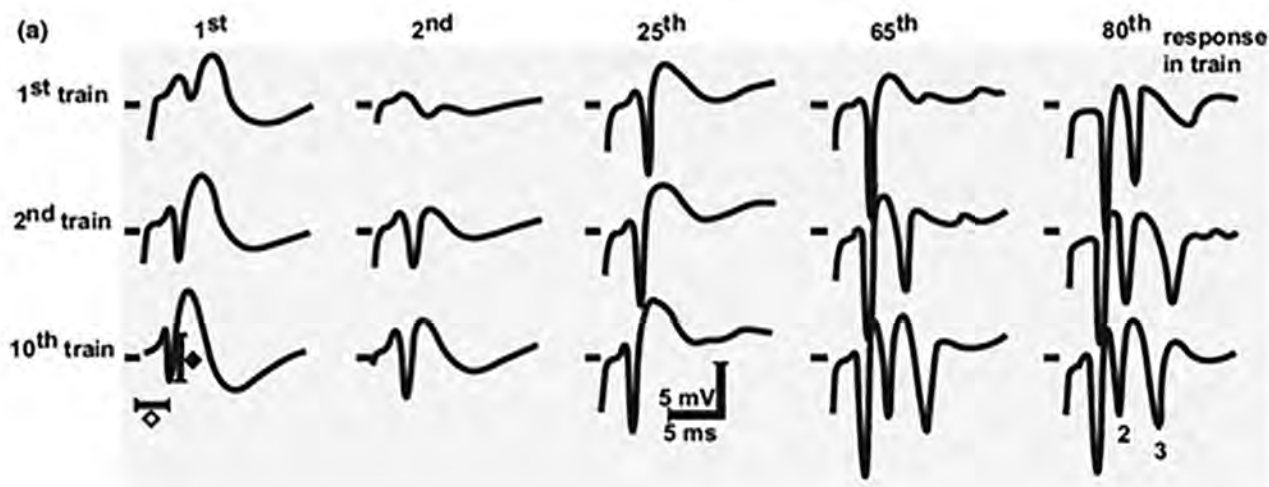
### SUKSESS?

På den ene siden har Lømo hatt stor suksess som forsker. Den første fulle artikkel han skrev om LTP sammen med engelskmannen Timothy Bliss har blitt sitert i over 4200 andre vitenskapelige artikler, og til nå er det publisert ca. 40.000 andre artikler om LTP, den oppdagelsen han gjorde en natt i 1966. Fenomenet LTP var lenge et av de "hotteste" felter innen nevrovitenskap. Da jeg var postdoc ved Stanford University midt på 90-tallet, var Terje Lømo tilfeldigvis gjesteforsker ved et institutt i nærheten av mitt. Han kjente til at jeg var der, og som felles nordmann kom han en dag innom laben hvor jeg arbeidet for å spørre meg om en tjeneste. Det varte ikke

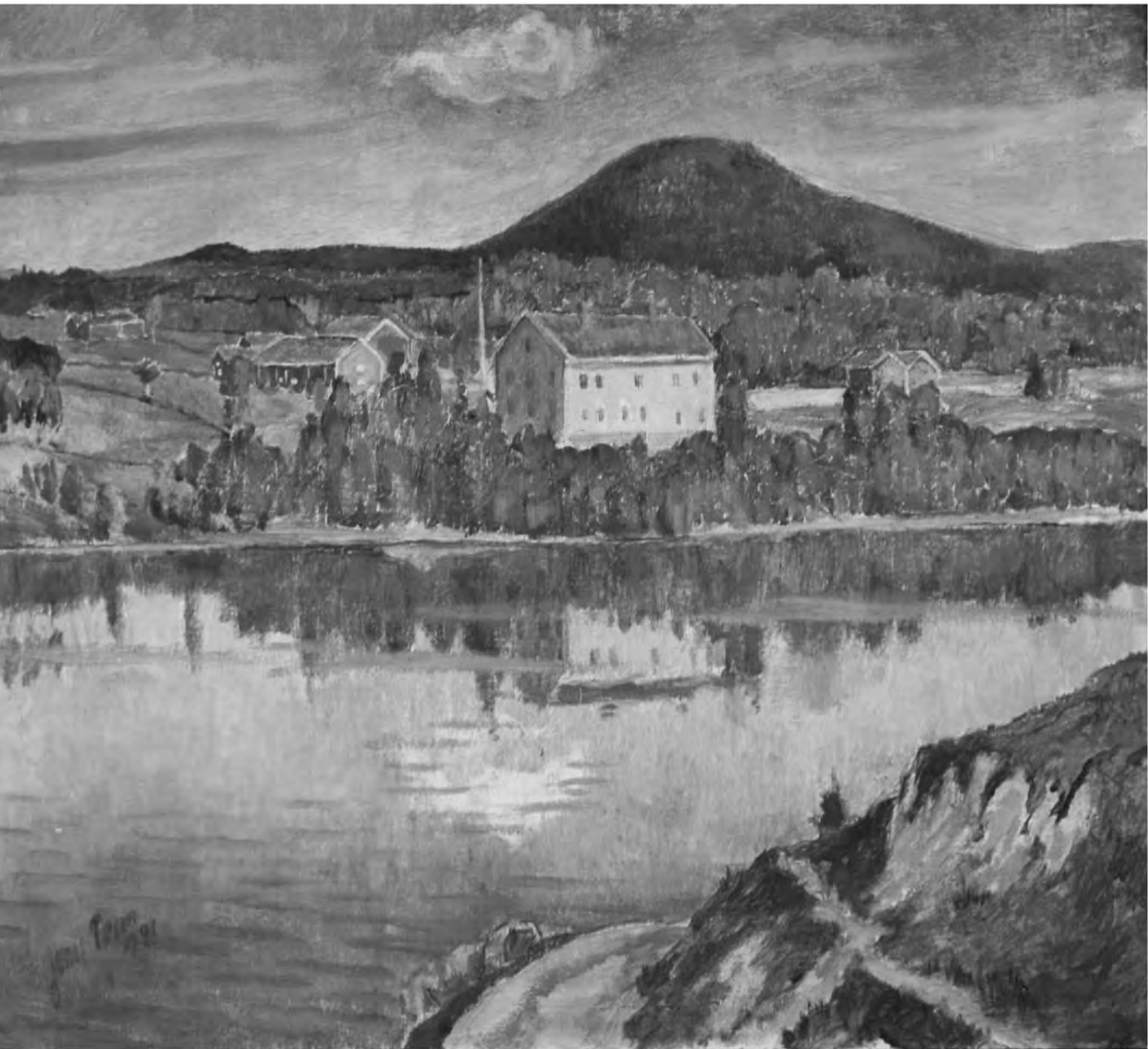
lenge, vi snakket norsk sammen. Da han gikk ut, spurte en av mine kolleger på laben hvem det var. Jeg svarte at det var Terje Lømo. "Lomo?" spurte han vantro. "D-did he speak to you??" Det var som om jeg hadde sagt at "Elvis has just left the building".

På den andre siden er det liten tvil om at Lømo kunne hatt en ytre sett langt mer glamorøs karriere om han hadde spilt sine kort annerledes. Eller for å si det på en annen måte: om dette hadde vært veldig viktig for ham. Han kunne sannsynligvis etter hvert fått en professorstilling ved Oxford eller et av de store amerikanske universitetene. Han og hans familie kunne kanskje hatt en bolig i "Professorville" eller "Crescent Park" utenfor Stanford University i California, istedenfor rekkehuset på Nesodden.

La oss se nærmere på Lømos bakgrunn og ferd gjennom sitt liv som forsker. Søker man på Wikipedia, får man ikke vite stort. Det står seks linjer om ham på engelsk, ti linjer på norsk. Han er født 3. januar 1935 i Ålesund og er altså nå 84 år gammel. Han er fortsatt tilknyttet Universitetet i Oslo som professor emeritus og kommer regelmessig inn fra Nesodden for å utføre elek-



Første demonstrasjon av langtidspotensiering (LTP), vist av Terje Lømo på den 12. Skandinaviske fysiologi-kongress i Finland i 1966. (Lømo T, Discovering long-term potentiation (LTP) - recollections and reflections on what came after, Acta Physiol 2017)



Lømo gård

trofysiologiske eksperimenter knyttet til nerve-cellers kontroll av muskelaktivitet. Spør man en tilfeldig medisinerstudent i Oslo om LTP, har hun nok hørt om det, men kjenner sannsynligvis ikke navnet Terje Lømo.

Søker man på kjente personer fra Ålesund, kommer Terje Lømo frem på en liste over 71 personer ([https://no.wikipedia.org/wiki/Kjente\\_personer\\_fra\\_Ålesund](https://no.wikipedia.org/wiki/Kjente_personer_fra_Ålesund)), blant dem politikere, akademikere, forfattere, kunstnere, idrettsfolk. De mest allment kjente i vår tid er kanskje fotballspilleren John Arne Riise og popstjernen Sigrid.

#### BØKER OG KUNNSKAP PÅ LØMO GÅRD I HEDMARK

Hva var det som gjorde at en så viktig oppdagelse ble gjort av Terje Lømo i Oslo? En oppdagelse verden hadde vært på jakt etter i over 2000 år! Var det tilfeldig, som Lømo antyder, eller ikke? Lømo sier selv at andre kan ha sett fenomenet, men likevel oversett det. I forskning er det lett å overse funn man ikke bevisst leter etter. Historien om Lømo viser litt om hvordan forskning noen ganger kan forløpe.

Det er på den ene siden liten tvil om at Lømo hele tiden har vært en meget begavet forsker. Men han er også en motvillig helt i dette forskningsdramaet. Det lå ikke i kortene da han ble født at det var han som skulle være den første til å beskrive det Aristoteles hadde lett etter 350 f.Kr. På den ene siden har han etter at han ble forsker, vært drevet av et dypt og ekte engasjement, på den andre siden har han også holdt igjen og ikke spilt de kortene som de fleste andre suksess-rike og karriere-hungrige forskere ville ha spilt.

Lømos farfar drev Lømo gård langs Glommamas bredd sør for Elverum. Den hadde gått fra far til sønn siden 1500-tallet. På gården fan-

tes et bibliotek, også med fremmedspråklige bøker. Far var som gutt glad i å lese. De første skoleårene fikk han undervisning av omreisende lærere, senere kom han på folkeskole i Elverum, som var nærmeste tettsted. Han fikk her bo hos en tante. En vinterdag han skulle hjem til gården i helgen, ble han ikke hentet på Jømna stasjon som han hadde ventet fordi det var falt svært mye nysnø. Det var kaldt, og tungt å gå for en liten gutt. Avstanden var bare ca halvannen kilometer men han måtte virkelig streve i den tunge snøen. I 1867 dro farfar til verdensutstillingen i Paris, sammen med en kamerat. Det var mye nytt som ble utviklet der ute, det gjaldt å følge med. De så på nye jordbruks- og skogsmaskiner.

#### TANNLEGENS BIBLIOTEK I ÅLESUND

Terjes far var ikke odelsgutt, han måtte finne på noe annet. Han hadde lyst til å bli lege. Men det var mange barn i familien, alle kunne ikke få utdanning. Legestudiet i Oslo tok på denne tiden fem år. Så lenge ville ikke bonden på gården forsørge en student, det fikk holde om han ble tannlege, dette studiet tok bare tre år. Så da ble han tannlege, og rakk å opprette praksis i Ålesund omtrent samtidig med at første verdenskrig startet. Atten år senere ble Terje født, åtte og fem år etter sine to eldre brødre. Familien tilhørte dermed et borgerlig akademikersjikt i småbyen Ålesund på vestkysten av Norge. Terjes far var frimurer, og han samlet etter hvert et bibliotek, med mange av klassikerne. Han ble en av grunn-aksjonærene i Gyldendal Norsk Forlag. En aksje kostet i 1925 1000 kr. De abonnerte på aviser.

På skolen i Ålesund var Terje "alminnelig flink", som han sier. Han var ikke spesielt ærgjerrig. Han var på speiderleir og spilte fotball. Terjes eldste bror var klar på hva han ville:

Han skulle bli tannlege som sin far, og drive praksis i Ålesund, slik at han kunne leve komfortabelt og ha penger til å dyrke sine interesser. Han var ikke interessert i å bli lege, farens gamle drøm. Terje, derimot, ville helst ut av Ålesund, bort fra småbyen og konvensjonene der. Utover det visste han ikke helt hva han ville, hva han ville bli. Men forventningen hjemmefra var at han skulle studere medisin. Problemet var at han ikke hadde en spesielt god eksamen fra gymnaset. Heldigvis for ham var årskullet som tok examen artium sammen med Terje, uvanlig lite dette året i Norge, i og med at han ble født under depresjonen. Han smatt derfor inn på medisinstudiet likevel.

#### ET LANGT LEGESTUDIUM GA FRIHET TIL Å UTSETTE

Han var fornøyd med dette. Hvorfor ble det medisin? For det første ble det forventet av faren og familien. På den andre siden hadde han ikke selv noe annet han ønsket. Han hadde liten selvtillit. Han hadde verken lyst til å studere jus, ingeniørfag eller handel. Dessuten, tenkte han, medisinstudiet tar hele seks år, det tar da lang tid før jeg virkelig må bestemme meg for hva jeg vil her i livet! Et langt studium ga ham frihet til å utsette slike vanskelige valg. "Jeg var lat," sier Lømo om seg selv. "Jeg utsatte ting til siste liten." Han hadde i hvert fall ingen tanker om forskning.

Etter gymnas i Ålesund, samt et ekstra-år med utveksling til Fort Wayne, Indiana i USA, begynte Terje Lømo i 1954 på medisinstudiet i Oslo. Han hadde studentbolig på Blindern Studentehjem. I løpet av det andre året var det mye undervisning i anatomi. En av tidens store hjerneforskere, Alf Brodal, hadde de fleste forelesningene i faget. Terje fikk tilbud om å bli med i en egen diskusjonsgruppe som professor Alf Brodal ledet på sitt kontor en gang i uken. Terje var nysgjerrig og meldte seg på. De drøftet blant annet Brodals arbeider om hjernestammens oppbygning. Gruppen holdt på i 2-3 måneder.

Inntil dette hadde Terje Lømo ikke hatt interesse for forskning i det hele tatt. Terje skulle legge frem arbeidet i diskusjonsgruppen for resten av kullet. Han utsatte derfor eksamen i 1. avdeling av medisinstudiet i tre måneder for å arbeide med denne presentasjonen. Han følte ikke at han hadde det travelt. Han fikk sendt penger til livets opphold regelmessig fra sin far, han trengte ikke jobbe ekstra for å klare seg. Uansett, Brodal var godt fornøyd med presentasjonen, og da han endelig tok eksamen, fikk han karakteren 12 i fysiologi og 11 i de andre fagene, på en skala fra 6 til 12.

Til tross for suksess med presentasjon og eksamen, følte Terje Lømo at han hadde problemer med livet som student. Han beskriver seg selv på denne tiden som nevrotisk og engstelig, han var redd for oppmerksomhet. Han tolket det selv som mindreverdskomplekser. Han forteller at han hadde sterke svingninger i stemningsleie. Han hadde perioder med depressive følelser gjennom hele studiet. Etter at gruppen med professor Brodal var avsluttet, var han ute av seg og følte seg deprimert. Det var tungt å begynne å forberede seg til eksamenene i 1. avdeling. Fra et stemningsmessig bunnivå "tvang han seg oppover". Noe i ham forsto at han var nødt til å lese og arbeide med faget. Han satt da mye på sitt enerom og leste. Han merket etter hvert at ting begynte å falle på plass, han fikk det til. Han kjøpte flere lærebøker. Det begynte å sitte. Om kvelden pleide han å gå tur, etter å ha sittet alene hele dagen. Dette var en nærmest manisk periode, følte han, han begynte å føle at dette ville han få til, dette ville han klare. Han lærte enormt mye i disse to månedene. Han kombinerte mange bøker og fag i de ulike besvarelsene. Han hadde gått gjennom mye læring på kort tid. Det at ting falt på plass, ledet til et skifte i stemning og humør.

I legestudiets kliniske, sykdomsrettede del, 2. avdeling, gjentok historien seg til en viss grad. Det var en ny verden med sykdommer og pasienter. Dette var igjen vanskelig. Igjen

## *På Karl Johans gate traff han tilfeldigvis hjerneforskeren Per Andersen*

kom Terje Lømo inn i en depressiv periode. Og igjen søkte han tilflukt i noe annet, i forskning. Mot slutten av studiet leste han de psykiatriske arbeidene til Freud og Eysenck. Men midt i 2. avdeling følte han at han trengte et avbrekk fra studiene. Han kontaktet sin tidligere lærer Alf Brodal. Brodal kontaktet derfor Giuseppe Moruzzi, leder for Fysiologisk institutt, Universitetet i Pisa, Italia, som Brodal hadde nært samarbeide med på den tiden. Det førte til at Terje Lømo dro på et forskningsopphold hos Gian Franco Rossi og hans kolleger ved Universitetet i Pisa i Italia. Rossi hadde nylig selv vært på et forskningsopphold hos Brodal i Oslo. Terje Lømo bodde i et lite hjørnerom på fysiologisk institutt i Pisa i et helt år. Han kjøpte en scooter, fikk venner i det italienske miljøet. Men fremfor alt lærte han mye laboratorieforskning. Han kom tilbake til Oslo året etter, i 1959. Han gikk ned et kull, og tok resten av studiet ved Universitetet i Bergen.

Men høsten 1959 ble han invitert til å holde et foredrag om sitt arbeid i Italia ved et møte i Norsk Nevrologisk Forening. Her traff han blant annet Per Andersen, en ung hjerneforsker som allerede hadde vunnet oppmerksomhet i det norske forskermiljøet. Etter at Terje Lømo ble ferdig med medisinstudiet, ventet turnustjeneste og militærtjeneste som lege. Sommeren 1964 er han endelig ferdig, men nå gjensto det vanskelige valget han har utsatt i så mange år: Hva i all verden skal han bli?

Han hadde fått litt interesse for forskning. Skulle han søke til miljøer i Bergen eller Oslo? Nevrologi, eller nevrofysiologi, eller kardiologi?

Han dro på tur til Oslo. Han ville forhøre seg ved kardiologisk institutt, som drev med forskning på hjertesykdommer. På Karl Johans gate, på vei til trikken han ville ta opp til Institutt for eksperimentell medisin på Ullevål sykehus, treffer han tilfeldigvis Per Andersen, som han hadde hilst på fem år tidligere på møtet i nevrologiforeningen. De kommer i prat, Per Andersen forteller at han har vært på et to-års forskningsopphold hos den verdensberømte Eccles i Australia, han har kommet i gang med et nytt hjerneforskningslaboratorium i Oslo, og han trenger flinke medarbeidere.

Nok en gang søker Terje Lømo tilflukt i forskningen når livet krever at han må ta stilling til problematiske forhold. Han begynner hos Per Andersen. Han var ikke ærgjerrig, han tenkte ikke på doktorgrad, ikke på verdenskjente laber og karriere. Han trengte fred i sinnet. Han går i lære hos Per på laben. Per styrer prosjektene, Terje opererer forsøksdyr og gjør klart for nye eksperimenter, som Per kommer og utfører. Etter nesten halvannet år får Terje beskjed fra Per om at det er på tide at han nå kommer i gang med sitt eget doktorgradsarbeid. De blir enige om at han skal studere "frequency potentiation" i hippocampus, et fenomen som dreier seg om kortvarig forsterkning av signalveier i hjernen. De var ikke så opptatt av betydningen for atferd og overordnede funksjoner, de var mer opptatt av tekniske forhold rundt hvordan synapser i hjernen fungerer. Dette i motsetning til store, kjente navn som Eccles, Kandel, Kuffler og andre. Uansett, "frequency potentiation" var så kortvarig at det neppe hadde noe med hukom-



Sentrale forskere knyttet til oppdagelsen av hvordan hjernen husker, fra venstre mot høyre: Timothy Bliss, Per Andersen, og Terje Lømo. Bildet er tatt av professor John Lisman i 2003 ved et møte i Royal Society i London for å feire 30-årsjubileet for oppdagelsen av LTP.

melse å gjøre.

Så er det altså, at han en natt i 1966 ser det som er blitt kjent som LTP. En varig økning av signalstyrken i en synapse, altså en forsterket signalvei fra én nervecelle til en annen i hippocampus. For å si det på en annen måte: Cellen som mottar signalet, "husker" en gang tidligere den fikk et signal fra den andre cellen, og fra det sekundet av og videre fremover i timer, dager og måneder, reagerer den kraftigere på tilsvarende signal fra avsender-cellen. Et skille har blitt skapt mellom signaler før og etter denne hendelsen. Senere forskning har vist at slik LTP i hippocampus svarer til lagring av minner om episodiske hendelser i livet til indivi-

det.

Mottakercellen svarer på signaler den får fra avsendercellen, langs en tidsakse. Disse svarene har frem til tidspunktet 0 en viss styrke, angitt som 100 % i denne figuren. Plutselig, etter en ekstra sterk stimulering ved tidspunktet 0, skjer det en endring i mottakercellens svar. De går opp til ca 150 %, og holder seg der. Cellen har etablert et minne. [Fra Kochlamazashvili, Senkov, Dityatev: Extracellular Recordings of Synaptic Plasticity and Network Oscillations in Hippocampal Slices. *Neuromethods* (2011)]

Mange forskere har utført tilsvarende eksperiment før ham, men det er først Terje Lømo som "ser" eller oppdager hva som skjer. Han pre-

senterte observasjonen som et kort abstract på den skandinaviske fysiologi-kongressen i Turku, Finland senere på året i 1966. Når vi nå i ettertid kan reflektere over viktigheten av dette funnet, er det underlig at han ikke straks gikk videre med det og utforsket det grundigere i en større artikkel. Terje Lømo tenkte høyt om dette i en tilbakeskuende artikkel i 2017:

In my notes from that time I wrote: 'If it is correct that the hippocampus is involved in memory function, this is a region where one should expect long lasting changes in synaptic efficiency to occur', and further: 'The phenomenon may represent a kind of bahnung of individual synapses and may have relevance to theories of learning'. Probably to the surprise of many today, I did not immediately follow up on this result.

Terje Lømo gjorde samvittighetsfullt ferdig sin doktoravhandling, hvor han var eneforfatter på artiklene. Han hadde ikke følelsen av at noe hastet, han kunne se mer på den varige økningen i synaptisk styrke senere, tenkte han. Resultatene ble liggende. Han disputerte til den medisinske doktorgrad i Oslo i oktober 1969, uten at den varige styrkingen av synapsene ble omtalt her.

I mellomtiden hadde Per Andersen truffet den unge engelske forskeren Tim Bliss, som var på jakt etter det synaptiske grunnlaget for hukommelse, og fortalt ham om Terjes funn. Tim kom deretter over på ett-års forskningsbesøk i laben til Per Andersen i 1968. I løpet av dette besøket bestemmer Lømo og Bliss seg for å utforske videre Lømos originale funn, beskrevet ved Turku-møtet i 1966. De gjør 20-30 forsøk sammen, en dag i uken, parallelt med at begge holder på med andre prosjekter.

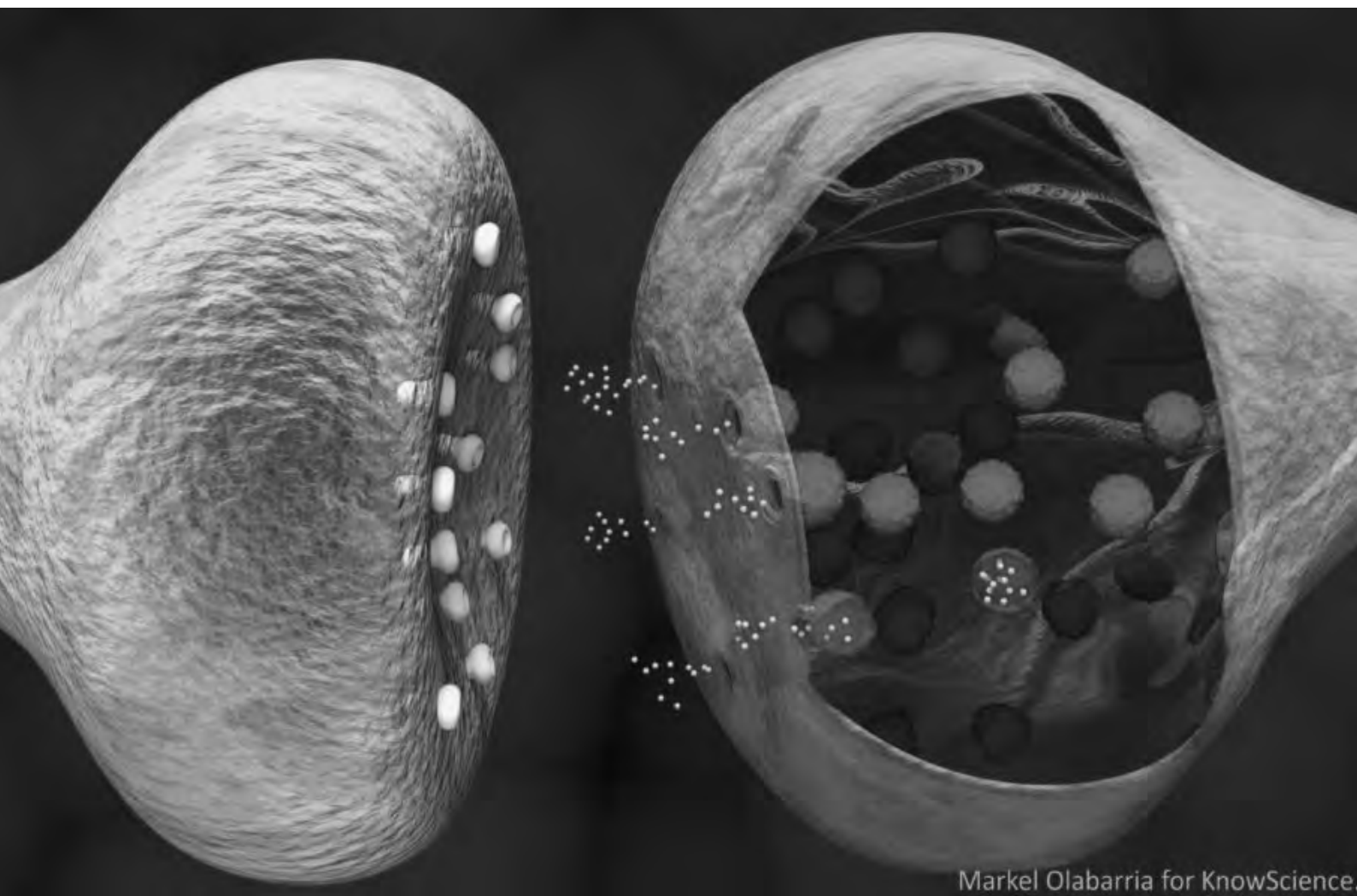
Igjen følte Lømo, og Bliss, at de ikke hadde det travelt. Det gikk nesten fire år fra de utførte de siste eksperimentene, til artikkelen ble publisert. En slik "lag" er nok ingen sjeldenhet i forskning, men i dette tilfelle var de begge klar over hvor viktige funnene deres var, og de måtte

vite at andre kunne komme til å publisere noe lignende før dem. Men de drøftet og diskuterte igjen og igjen hvordan de best kunne fortolke, forstå og presentere dataene. Til slutt, 1. juli 1973, ble deres studie om LTP publisert i Journal of Physiology.

Denne artikkelen markerer et veiskille i all hjerneforskning. Betydningen kan neppe overdrives. Som Roger Nicoll, professor ved University of California i San Francisco skrev i 2017:

*This paper launched the field of LTP. It is impossible to overstate the importance of this paper; it is truly a landmark in the field of neuroscience and should be required reading for any student in the neurosciences. It elegantly outlines the logic for carrying out the experiments, which are remarkably well controlled and impeccably address virtually all of the possible artifacts that could confound their interpretation. They conclude that the long-lasting change they recorded is due to an increase in the strength of synaptic transmission.*

Noe av det viktigste vi har en hjerne til, er å forutsi fremtiden på bakgrunn av tidligere erfaringer. Hjernen trenger altså en mekanisme for å lagre informasjon om tidligere erfaringer. Slik informasjon kaller vi minner. Terje Lømo var den første til å påvise at denne lagringsmekanismen er knyttet til hjernecellenes kontaktpunkter, synapsene.



Markel Olabarria for KnowScience

# Langtidspotensiering

## - hukommelsens språk

Jeg skal kunne forutsi hvor jeg vil finne mat, på bakgrunn av hvor mat har vært tilgjengelig tidligere. Jeg skal kunne forutsi hvor spydet mitt lander når jeg kaster det, på bakgrunn av hvor det landet når jeg kastet det med tilsvarende kraft tidligere. Jeg skal kunne forutsi at det vil svi hvis jeg tar fingeren bortpå en flamme, på bakgrunn av at det gjorde vondt tidligere når jeg gjorde noe sånt. Jeg skal kunne forutsi at min venn blir litt mindre min venn hvis jeg lyver for ham. Vi trenger altså å kunne huske, eller lagre minner.

I hjernen er denne hukommelsesfunksjonen knyttet til nervecellenes synapser, eller kontaktpunkter. Nervecellene har lange utløpere, som leder et elektrisk signal. Utløpere fra to forskjellige nerveceller møtes i slike synapser. Gjennom en synapse kan det overføres informasjon i form av et signalstoff fra avsendercellen som aktiverer mottagercellen.

Terje Lømo oppdaget at styrken i signaloverføringen fra én nervecelle til den neste kan endres på en vedvarende måte. En slik endring av signalstyrken kalles nå langtidspotensiering, LTP. Eller, som Terje Lømo og engelskmannen Timothy Bliss kalte det i sin første store artikkel om fenomenet i 1973: Long-lasting potentiation.

Hva skal til for å igangsette dette fenomenet, langtidspotensiering, i en synapse? Det er to typer hendelser som kan føre til langtidspotensiering. Enten at cellen som avgir signalet sender en rask rekke av mange signaler etter hverandre, et "tog" av signaler som gir en intens stimulering av mottager-cellen, eller at mottagercellen mottar to signaler omtrent samtidig, fra to naboceller som tidsmessig signalerer på likt. Altså er det intensiteten i signalet, eller en assosiasjon mellom to signaler fra to ulike celler, som fremkaller langtidspotensiering. Denne forandringen i signalstyrke varer ved i timer, dager, i enkelte tilfeller sannsynligvis i et helt liv.

Langtidspotensiering skaper dermed et skille mellom det som skjedde før, og det som skjer etter. Det skapes et tidspunkt – et vannskille i tidens strøm. Det er nå bred enighet om at denne nervecellemekanismen er grunnlaget for hukommelse, for bevaring av minner om hendelser vi opplever. Dette var det Terje Lømo så i laboratoriet en natt i 1966.



Foto: Alex Guillaume – Unsplash

# Tidsopplevelsen varierer i meditasjon

- noen refleksjoner om hvorfor

*I meditasjon gjør utøveren bruk av en rekke områder i hjernen, blant annet de som er knyttet til vår fornemmelse av tid. Hverken i fysikk eller i nevrovitenskap er tid et enhetlig begrep. Hjernen har ikke et eget «tidssenter». Snarere er det vi kaller tidsopplevelse knyttet til flere ulike hjerneområder med ulike funksjoner, bl.a. områder som bidrar til vår hukommelse. Under utførelsen av Acem-meditasjon er det en allmenn erfaring at opplevelsen av tid endres. Slike erfaringer kan kanskje bidra til å vise hvor subjektiv opplevelsen av tid er.*

## TIDEN OPPLEVES OFTE Å GÅ RASKT UNDER ACEM-MEDITASJON

Allerede første gang man prøver Acem-meditasjon, tror mange begynnere at de har sittet i 15-20 minutter mens de etter klokken har sittet i en halvtime (1). Under meditasjonen registrerer de tidsmessig intet spesielt, men etterpå – når de jevnfører den subjektive meditasjonserfaringen med den objektive, kronologiske tiden på klokken, innser de at det er en markert forskjell. Etter hvert som de fortsetter å meditere daglig, venner de seg imidlertid til dette. Erfaringen normaliseres eller habitueres, og de fleste tenker ikke nærmere over saken. At tiden som regel «går» raskere under meditasjon, er et vesentlig tegn på

at man mediterer rimelig riktig. I hverdagsmeditasjonene er endret tidsopplevelse som regel ikke forbundet med bestemte deler av meditasjonsstunden, men snarere knyttet til helheten. Tilsvarende endringer av tidsopplevelsen er rapportert i en rekke studier også med andre meditasjonsformer (2).

## ENKELTE GANGER GÅR TIDEN LANGSOMT UNDER MEDITASJON

Enkelte ganger kan tiden under Acem-meditasjon synes å gå langsomt. Det er særlig ved langmeditasjoner på retrett. Tiden kan svinge mellom å oppfattes som både raskere og langsommere. Langsommere opplevs den noen

## *I stille meditasjonsstunder bortfaller strømmen av minner og hendelser*

ganger i langmeditasjoner mens man kjenner på motstand, rastløshet, kjedsomhet eller sterke kroppsfornevelser. Selv minutter kan enkelte ganger oppleves som lange. Erfaring viser at ved slike anledninger har den mediterende liten eller ingen kontakt innover med de deler av psyken som er aktivert akkurat da. Vedkommende er ikke i flyt og har snarere impulser i retning av å avbryte og gjøre noe annet (3, 4).

Søvn påvirker også tidsopplevelsen. I tidlige faser av en retrett kan man falle i søvn eller i en søvnliggende døs (5). Da har man lite begrep om tid; den blir liksom borte. Den viktige forskjellen fra regulær meditasjon er at ved søvn eller døsighet foreligger det et brudd i kontinuiteten av selv-opplevelsen, i det å være seg selv bevisst. Tiden «går» raskt på grunn av fravær av bevissthet om selvet.

At tidsopplevelsen kan forandre seg, er ikke spesifikt for meditasjon. Det forekommer i andre sammenhenger også. Hvis man er fordypet i å lese en bok, kan for eksempel tiden enkelte ganger oppleves å fly av gårde. Omvendt, hvis man venter på en buss som drøyer, kan tiden nesten oppleves å stå stille. Når man mediterer, er man i stor grad uten ytre referansepunkter for tid, uten det som kalles «Zeitgeber», slik som dagslys, klokken, o.l. Dette bidrar til at endringene i tidsopplevelse ved meditasjon kan fremtre sterkere.

**HJERNEN PÅVIRKER TIDSOPPLEVELSEN**  
Flere forskningsstudier tyder på at tidsopplevelsen endres med hvordan hjernen prosesserer ens situasjon, men den påvirkes også

av kroppslige forhold, f. eks. høy alder, noen typer medisiner, enkelte kliniske tilstander (6). For eksempel ved høy feber kan tiden oppleves å gå raskere (7). Under meditasjon betyr nok den første av disse faktorene, prosess- og flytmengde, mest for om tiden synes å gå langsomt eller fort. Forskning tyder dessuten på at når vi føler oss bra, synes vi at tiden går raskere. Føler vi at vi har det dårlig, synes gjerne tiden å forløpe langsommere (2). Dette samsvarer godt med tidsopplevelsen under meditasjon. Hvis vi for eksempel er rastløse eller føler på plagsomme muskelspenninger, synes vi ofte at tiden går langsomt. Dette er gjerne tegn på at vi prosesserer lite på det bevisste plan, har liten kontakt innover med uforløste behov og tema som vi arbeider med eller prosesserer på et mer ubevisst plan (8). Hvis vi har mindre innslag av slikt i meditasjonen, føler vi at tiden går raskere.

Mye tyder på at når hjernen er i startfasen med å håndtere mye nytt stoff, kan tiden føles langsommere, men etter hvert som det blir lettere å prosessere det nye stoffet, oppleves tiden igjen å gå raskere. Det virker som tidsopplevelsen påvirkes av mengden stoff som kan prosesserer ledig, altså av hvor lett hjernen kan behandle stoffet som er aktivt i hjernen akkurat da.

Når den mediterende på retrett er i motstand, kjenner på rastløshet etc., er trolig hjernen inne i en slags forberedelsesfase som den gjerne vil unngå, men som den også søker en slags løsning på. Tiden oppleves da som langsom. Etter hvert som det begynner å løsne, og man kommer videre i sin meditasjonsprosess, vil den

mediterende oppleve at tiden «går» raskere igjen. I fasene med både motstand og flyt er vedkommende seg selv bevisst, sover ikke og døser ikke. Etter hvert som man i fortsettelsen er kommet gjennom en del stoff, kan i perioder tankeaktiviteten stilne, være svært flyktig og lite påtrengende. Man har en indre ro og tilfredshet. Ingen sterke behov gjør seg gjeldende. Noe summarisk kan man oppsummere de ulike fasene i dette med følgende stikkord: motstand, flyt og prosessering, stillhet.

#### TIDLØSHET UNDER MEDITASJON

I slike perioder av langmeditasjoner på retretter kan det altså en sjelden gang forekomme perioder der tiden helt «forsvinner». Et kvarter eller en halvtime kan oppleves som et blunk, selv 3-4 timer kan passere på samme vis. Det er kontinuitet i opplevelsen av selvet, ingen søvn eller døs. Man vet at man er til, men samtidig er det ingen eller liten tilknytning til tiden, til tanker, stemninger, kroppsfornevelser eller momenter fra nær eller fjern livshistorie. Slike stunder kan omtales i blant som forankring i det tidløse selvet, eller som «timelessness» (2). Heller ikke her opplever man at tiden «går» fort; den oppleves helt «vanlig». Det er i møtet med den kronologiske tiden, klokken tid, at man forstår at erfaringen representerer et markert skille fra den vanlige måten å oppleve tid på. Det er ingen dramatisk eller sterke opplevelser knyttet til det at tiden «går» fort under meditasjonen.

Oppsummert er det altså noen forskjeller mellom hvordan tid typisk erfarer i hverdagsmeditasjoner og i langmeditasjoner. I hverdagsmeditasjoner går tiden stort sett raskt; det er en generell erfaring uten særlig tilknytning til bestemte deler av meditasjonen. I langmeditasjoner gjør også denne generelle erfaring seg gjeldende, men i tillegg vil den mediterende i perioder oppleve stunder der tiden går langsomt, men også perioder hvor tiden går raskere enn vanlig i meditasjon. Hvordan tiden oppleves til enhver tid, synes bestemt av øyeblik-

kets ledige nærhet eller distanse til egne, ofte ubevisste prosesser, reaksjonsmønstre og tema som er aktivert akkurat da. Når temaene blir mer tilgjengelige for prosessering i ledighet, oppleves tiden å gå raskere. Når det er mye nytt og ukjent innenfra som skal prosesseres på et til dels ubevisst plan, er dette gjerne forbundet med motstand, større indre avstand og/eller mindre ledighet, tiden oppleves å gå langsommere.

#### RASK TID ER IKKE ET MÅL I SEG SELV

Acem-meditasjon er prosessorientert, ikke tilstandsorientert (9, 10, 11). Det innebærer at spesielle tilstander eller bestemte meditasjons-erfaringer ikke er sluttmålet med mediteringen, heller ikke erfaringen av «tidløshet». Det viktige er snarere bevegelsen gjennom ulike tilstander, det å skape en større indre flyt på ulike felt og mellom ulike deler av en selv. Med dette varierer også tidsopplevelsen. Både motstand og flyt er nødvendige deler i en helhet av en meditativ prosess. Flyt er nødvendig for ulike typer bearbeidelse, for prosess eller bevegelse ut fra vekslende eksistensielle behov. Allikevel er enkelte prosessmønstre eller sekvenser av meditative erfaringer mer fundamentale enn andre, men bare hvis de inntreffer spontant. Hvis man styrer eller tilstreber å oppnå spesielle erfaringer, når man ikke frem, men binder og begrenser ledigheten og dermed prosessenes frie og nødvendige bevegelse på vei mot høyere eksistensiell frihet.

Under praktisering av Acem-meditasjon går utøveren altså gjennom ulike faser. I noen hentes det frem «ubearbeidet» psykologisk materiale. Det kan være uheldige formende erfaringer som har etablert til dels begrensende reaksjonsmønstre for opplevelse, fortolkning, tenkning og handling. Fremhentingen før prosessering kommer ordentlig i gang, er en sentral del av den «aktualisering» som finner sted (12, 13), og er gjerne forbundet med motstand og langsom tidsopplevelse. Særlig på

retretter hvor man mediterer lenge ad gangen, kan motstandsdelenene i aktualiseringen føles lange. Man blir lett utålmodig i meditasjonen og ønsker at den skal ta slutt.

#### SINNET FORSTÅR IKKE SIN EGEN RASTLØSHET

Sinnet forstår ikke «seg selv» og hva som ligger under. Man forstår ikke hvorfor man er rastløs, og hvorfor tiden kjennes langsom. Kjedsomhet, spenninger eller diffus uro og lignende kan komme i fokus. De fleste føler i slike faser at de ikke mestrer meditasjonen så godt. Sinnet prøver å prosessere nytt stoff, men greier det ikke riktig ennå. Før det kan skje, må det psykologiske materiale som reaktiveres i hjernen, finne sine nye spor og plass i bevisstheten (sannsynligvis i hjernebarken) og behandles. Det å komme frem til en slik prosessering av nytt stoff legger sannsynligvis beslag på viktige deler av hjernens kapasitet.

Til andre tider, derimot, har utøveren prosessert tilstrekkelig mye av det aktualiserte materialet, og da kommer det ikke fullt så mye nytt. Utøveren føler ikke ubehag, metodelyden glir lett og ledig i sinnet. Følelsen er som nevnt at tiden her går raskt, fordi man etter en periode har kommet seg brukbart gjennom forrige bolk av ubearbeidet materiale.

#### TO FORSKJELLIGE TIDSOPPLEVELSER

Vi nevnte over at opplevd tid sannsynligvis er et sammensatt fenomen. I en annen artikkel i dette nummeret diskuterer vi hvordan tiden består av to hovedkomponenter, som styres av ulike deler av hjernen.

På den ene siden har vi en sirkulær tidsopplevelse. Den skapes av biologiske klokker som ligger i dypere kjerner i hjernen, for eksempel i hypothalamus, basalgangliene eller lillehjernen. I hvert fall de to siste ser ut til å være aktivert under Acem-meditasjon (14). De nervecellene som er involvert i slike biologiske klokker, har sannsynligvis regelmessig svingende





Foto: B Wivars – Unsplash

biokjemiske reaksjoner, som en pendelbevegelse, igjen og igjen, der hver svingning bare tar et øyeblikk, alt fra noen millisekunder til noen få sekunder. Pendelbevegelsene gjør oss i stand til å oppfatte hvor lang tid vi bruker på for eksempel å gjenta metodelyden i Acem-meditasjon, eller hvor lang tid vi bruker på å trekke pusten, som i mindfulness-meditasjon (15).

På den andre siden har vi en lineært forløpende tidsopplevelse. Den styrer opplevelsen av tid i skalaen fra ca. ett minutt til mange minutter og mer, kanskje mange år. Her er det ikke regelmessig forekommende cellulære reaksjoner (pendelsvingninger) som gir følelse av tid, men snarere serien av små eller store hendelser vi opplever gjennom dagen. Disse hendelsene, for eksempel at en kollega snakket til deg på jobben, eller at du hentet datteren din etter fotballtrening om ettermiddagen, skaper en kjede av minner langs en strøm av bevissthet. Her er ulike deler av hjernen involvert i forskjellige aspekter. Hippocampus er ansvarlig for kortvarig lagring av slike minner, slik Terje Lømo var den første til å oppdage på slutten av 60-tallet, se egen artikkel i dette nummeret. Etter hvert vil imidlertid store områder i parietaldelen av hjernebarken lagre en del av disse minnene på permanent basis. I meditasjonen møter vi slike minner fra hverdagen først og fremst ved at de spontant dukker opp, og vi blir fanget av dem før de forsvinner. Vi er da mentalt til stede i fortiden og nåtiden, men også i fremtiden, i og med at en god del av disse «minnene» er noe vi ennå ikke har opplevd, men noe vi tenker oss kommer til å skje etter en dag eller to. Slike spontane tanker og minner kalles ofte «mind wandering» og springer ut fra aktivitet i hjernens hvilenettverk («default mode network») i deler av hjernebarken. Også hippocampus og hjernens hvilenettverk er aktivert under utførelse av Acem-meditasjon med ledighet (14, 16, 17, 18).

Men selve gjenopplevelsen av disse minnene eller tankene, samt hendelser i kroppen som



fremkommer i løpet av en meditasjonsøkt, vil igjen skape en ny streng av huskede hendelser som virker som en linje som tiden strømmer langs. Vi føler dermed at tiden går, fra start til slutt, langs en akse i meditasjonen.

#### TIDENS ELV

I særlig stille meditasjonsstunder, hvor det nesten ikke oppleves å skje noe i kropp eller sinn, bortfaller denne strømmen av minner og hendelser. Så lenge dette er tilfelle, mister vi følelsen av at tiden strømmer. Det er som å sitte i en båt i en elv med bind for øynene. Vi kjenner at båten strømmer i elven når vi hører eller merker turbulens i vannet som gjør at båten glir ujevnt nedover. Men hvis vi hverken hører eller kjenner slike ujevnheter, har vi ikke følelse av at båten beveger seg i det hele tatt. Den kunne like gjerne stått stille. På tilsvarende vis er det i meditasjonen: Når det ikke kommer spontanaktivitet, det kan være kroppsubehag, nye minner, bilder eller tanker, da kan vi føle at tiden står stille. Det skjer liksom «ingenting», mens vi bare «er» og har det godt.

Selv om man kan kjenne igjen disse fenomenene også utenfor meditasjonen, er kanskje svingningene mellom rask og langsom opplevd tid sterkere under meditasjon enn utenfor. Meditasjonen blir et slags psykologisk laboratorium hvor det subjektive aspekt ved vår tidsopplevelse kommer tydelig frem.

## Litteratur

• Are Holen, Halvor Eifring, *Mer å hente: Håndbok for brukere av Acem-meditasjon*. Oslo: Dyade forlag, s. 22–23.

1. S. Droit-Volet, M. Dambrun, Awareness of the passage of time and self-consciousness: What do meditators report? *Psych J* 8, 51-65 (2019).

2. *Mer å hente*, s. 118–121.

3. Are Holen (red.), *Stillhetens psykologi: Perspektiver på Acem-meditasjon*. Oslo: Dyade forlag, 2017, s. 97–98.

4. *Mer å hente*, s. 27–28.

5. R. Fontes *et al.*, Time Perception Mechanisms at Central Nervous System. *Neurol Int* 8, 5939 (2016).

6. V. Pariyadath, D. M. Eagleman, Subjective duration distortions mirror neural repetition suppression. *PLoS One* 7, e49362 (2012).

7. *Stillhetens psykologi*, s. 91–107.

8. *Mer å hente*, s. 144–146.

9. Halvor Eifring, What Is Meditation? I Halvor Eifring (red.), *Asian Traditions of Meditation* (s. 1–26), Honolulu: University of Hawai'i Press, 2016.

10. Halvor Eifring, Types of Meditation. I Halvor Eifring (red.), *Asian Traditions of Meditation* (s. 27–47), Honolulu: University of Hawai'i Press, 2016.

11. *Mer å hente*, s. 113–123.

12. *Stillhetens psykologi*, s. 101–102.

13. J. Xu *et al.*, Nondirective meditation activates default mode network and areas associated with memory retrieval and emotional processing. *Front Hum Neurosci* 8, 86 (2014).

14. Om ulike meditasjonsobjekter, se Halvor Eifring og Are Holen, The Uses of Attention: Elements of Meditative Practice. I Halvor Eifring (red.), *Hindu, Buddhist and Daoist Meditation* (s. 1–26), Oslo: Hermes, 2014.

15. Halvor Eifring (red.), *The Power of the Wandering Mind: Nondirective Meditation in Science and Philosophy*, Oslo: Dyade Press, 2019.

16. Are Holen, The Science of Meditation. I Halvor Eifring (red.), *Asian Traditions of Meditation* (s. 227–243), Honolulu: Hawai'i, 2016.

17. Øyvind Ellingsen og Are Holen, Modern Meditation in the Context of Science. I Halvor Eifring (red.), *Meditation and Culture: The Interplay of Practice and Context* (s. 36–51.)



Foto: Fredrik Öhlander - Unsplash



Foto: Da Kraplak - Unsplash

# Hva skjer når hjernen ikke lenger husker?

*Sykdommer og aldring kan ødelegge hjernens hukommelsesfunksjon. Først og fremst er hukommelsen knyttet til hippocampus-området i hjernen. Også deler av hjernebarken kan romme minner om tidligere hendelser, særlig knyttet til det som kalles hvilenettverket. Disse områdene er blant hjernens mest sårbare for skader og sykdom. Hos noen vil sykdom kunne hindre dannelsen av nye minner, hos andre vil også evnen til å huske sin egen fortid være rammet. Hvordan er det å leve med en hjerne som ikke lenger husker, som ikke lenger kan spore tiden?*

I denne artikkelen skal vi blant annet se på hva som har gått galt i en hjerne som ikke lenger husker. Og vi skal se nærmere på tilværelsen til en mann som i over 30 år har levd uten hukommelse, uten minner. Man kunne tro han har det bekymringsløst, men i virkeligheten er han fortvilet.

## MENNESKER UTEN NYE MINNER

Da jeg var en ung mann på 19 år, jobbet jeg på en avdeling med gamle pasienter. Det var på mange måter en fargerik gjeng. Hver av dem hadde sin egen, svært karakteristiske væremåte. De var preget av et liv, en tilværelse, som ikke lenger fantes.

Jobben min var bl.a. å få dem opp om morgenen, vaske dem, få kledd på dem, få satt dem

i stolene sine, servere mat til dem. De fleste satt så der, resten av dagen. En eldre herremann pleide å være ganske bisk og ilter. Hvor hadde han det fra? Hvis jeg gikk ned på kne for å hjelpe ham med skoen, slo han meg gjerne hardt med knokene på hodet. Jeg hadde jo ikke gjort ham noe vondt, så han handlet tydeligvis ut fra en annen tid, en svunnen tid, der andre forhold enn en ung mann som hjalp ham med skoen, fremdeles gjorde seg gjeldende.

Så var det en av de andre mennene, han var ikke så stor, han sa heller ikke noe, men han var flink til bens. En gang om sommeren vi hadde tatt med hele gjengen ut i haven utenfor svingte han seg over gjerdet og forsvant innover på skogsveien. Vi brukte en del tid på å finne ham igjen. Hvor var han på vei? Det må ha vært et



eller annet sted han fremdeles hadde en slags minner om.

Men det var alltid hyggelig å snakke med en søt, gammel dame. Hun kom nok fra en bedre familie og var tydelig vant til å ha folk rundt seg som kunne gjøre ting for henne. Hun vinket meg ofte bort til seg med pekefingeren sin når det var noe hun ønsket. Hun trodde hun befant seg på et hotell, som kanskje familien hennes eide.

Felles for disse tre vennene mine var at de psykologisk sett befant seg i en tid som ikke var her og nå, men i hver sin fortid. Minnene fra nyere tider, som setter så avgjørende preg på hverdagen for de fleste av oss, fantes i liten grad hos mine venner på avdelingen.

Det finnes en rekke hjernesykdommer som rammer hukommelsen. En oversikt ([https://www.ucsfhealth.org/conditions/memory\\_disorders/](https://www.ucsfhealth.org/conditions/memory_disorders/)) fra sykehuset til University of Cali-

fornia i San Francisco viser en liste på ni slike sykdommer: Alzheimer's sykdom, kortikobasale degenerasjon, Creutzfeldt-Jakobs sykdom, frontotemporal demens, Huntington's sykdom, Lewy-legeme demens, mild kognitiv svikt, progressiv supranukleær parese og vaskulær demens. Som de ni svarte rytterne fra Ringenes herre er de en fare og en plage for menneskeheten.

#### MENNESKER NESTEN UTEN MINNER

Som du kan lese i andre artikler i dette nummeret av Dyade, har hippocampus som en av sine viktigste oppgaver å bevare hendelser som minner. På sikt ligger ikke minnene nødvendigvis lagret i hippocampus, for etter hvert overføres minnene til deler av hjernebarken. Men det er hippocampus som ser ut til å hente minnene frem igjen, fra hjernebarken, når det er noe vi trenger å vite eller huske på. Mange sier derfor

at hippocampus har en slags bibliotekar-funksjon: lagre minner om hendelser idet de oppstår, og hente dem frem igjen ved behov.

Det er derfor et tragisk paradoks at minnefunksjonen, som er så sentral og viktig for oss mennesker både i arbeidsforhold og i mellommenneskelige relasjoner, er knyttet til den mest sårbare delen av hjernen. Men slik er det.

Deler av hjernebarken ser ut til å bli rammet tidlig ved Alzheimers sykdom, sammen med hippocampus. Resultatet blir etter hvert at de normale hulrommene vi har sentralt i hjernen blir større og større, og hjernebarken blir tynnere og tynnere, i takt med at antallet nerveceller i hjernen blir lavere og lavere. Til slutt forsvinner flere av hjernevindingene, fordi størrelsen på det gjenværende hjernevevet tar stadig mindre plass.

De deler av hjernebarken som blir rammet, ligger dels i tinninglappen, ved siden av hip-

pocampus, og dels langs midtflaten av isselappen (se bilde). Disse områdene inngår i det vi kaller "default mode"-nettverket, eller hvilenettverket, og har bl.a. til oppgave å lagre minner om hendelser vi opplever i livet. Mange med begynnende demens kan derfor klage over at de ikke har så mange spontane tanker som tidligere.

Det å huske regnes som en av hjernens aller viktigste funksjoner. Derfor har skader på hippocampus, som vi vet er sentral i hukommelses- og minnefunksjonene, alltid hatt en egen fascinasjonskraft hos hjerneforskere. Slike skader, isolert sett på hippocampus, forekommer av og til på pasienter. Leger og forskere kan deretter bruke lang tid på å undersøke disse personene – igjen og igjen.

Den mest kjente pasienten med skade på hippocampus og deretter sterkt redusert hukommelsesfunksjon, het Henry Molaison, i



forskningen bare kalt pasient HM. Han levde fra 1926 til 2008. I 1953, da han ennå var en ung mann, fikk han fjernet store deler av tinninglappen, inkludert hippocampus, på begge sider i hjernen. Årsaken til at legene gjorde dette omfattende kirurgiske inngrepet på HM, var at de ville hindre epilepsi-anfall, som han ofte led av, og som hos ham oppsto i tinninglappene. Inngrepet var slik sett relativt vellykket, og han overlevde, men han mistet mesteparten av sin evne til å huske nye ting. Han levde resten av sitt liv på en forskningsinstitusjon i USA, hvor han og hans hjerne ble forsket intenst på. Etter hans død i 2008 ble hans hjerne snittet opp i 2401 mikroskopisnitt for senere studier ved University of California. Det har vist seg at deler av hans hippocampus på begge sider av hjernen fortsatt var intakt etter operasjonen i 1953. På den andre siden var også andre områder i hans tinninglapper ødelagt, slik at det ikke har vært mulig å trekke helt klare og entydige konklusjoner om sammenhengen mellom hippocampus og hukommelsesfunksjonen.

**ORKESTERDIRIGENTEN SOM MISTET TIDEN**  
En annen pasient, Clive Wearing fra England, viser interessante forhold mellom hippocampus, evnen til å danne minner, og opplevelsen av tid. Clive, som fremdeles lever, ble født i 1938. Han hadde inntil midten av 1980-årene en fantastisk karriere som musiker og orkesterdirigent. Han hadde tre barn fra sitt første ekteskap og var blitt gift på ny halvannet år før han, i 1985, ble rammet av en influensalignende febersykdom. Det viste seg etter hvert at det ikke var snakk om et vanlig influensavirus, men herpes simplex. Herpes simplex er det viruset som frembringer vanlige forkjølelsessår rundt munnen. Hos ham hadde virusene imidlertid trengt inn i hjernen og ga ham en alvorlig hjernebetennelse. En morgen var han nesten bevisstløs, konen gikk ut for å varsle lege, men i mellomtiden hadde han selv i forvirringen kommet seg opp og ut av leiligheten. Da han etter hvert skulle ta

Foto: Mark Fletcher Brown - Unsplash

en drosje hjem igjen, husket han ikke sin egen adresse. Drosjesjåføren kjørte ham til en politistasjon, som fikk sporet opp hans kone. Undersøkelser etterpå har vist at hans hippocampus på begge sider av hjernen var hardt rammet og ødelagt av betennelse.

Den dag i dag er Clive uten evne til å forme nye minner og å hente frem gamle minner. Hans hukommelsesfunksjon varer i 7-30 sekunder. Etter dette er minnene borte. Han har ingen fortid, bare et lite smalt vindu i tiden på noen få sekunder. Han lever bokstavelig talt i øyeblikket, som en slags ekstrem mindfulness-variant. Innen mindfulness-meditasjon er det et mål å være mest mulig fokusert på nåtiden og verken tenke for mye på fortid eller fremtid. Slik er det i ekstrem grad for Clive.

Hvordan er det å ha det slik? Hvordan har Clive det? Er han lykkelig uvitende om traumer fra barndommen eller bekymringer for fremtiden? I et TV-program fra 2016 som ligger ute på YouTube ([https://www.youtube.com/watch?v=k\\_P7Y0-wgos&t=49s](https://www.youtube.com/watch?v=k_P7Y0-wgos&t=49s)), blir han intervjuet om sitt liv. Hans kone, som besøker ham daglig, samt TV-teamet på tre personer er til stede hos ham. Han skjønner at han har vært syk, og at sykdommen har gjort noe med ham. Han forteller: "Å ikke ha hukommelse er som å være bevisstløs. Det er som å være død. Ingen forskjell på natt og dag. Jeg har ikke sett konen min før nå. Dere er de første fire menneskene jeg ser på 30 år." Han sier igjen, noen sekunder etterpå: "20 år uten å drømme. Ingen forskjell på dag og natt. Ingen tanker overhodet. Helt smertefritt. Men jeg merker ingen ting i det hele tatt. Jeg husker ikke at jeg satte meg ned på denne stolen."

Han gråt mye de første ukene etter hjerneskaden. "Jeg er helt ute av stand til å tenke!" klaget han over. Hans kone besøkte ham daglig, men få minutter etter at hun hadde dratt, ringte han til hennes telefonsvarer og var fortvilet og ba henne komme, han kunne ikke huske at hun nettopp hadde vært der.



Foto: Jon Tyson - Unsplash

## En verden uten tid, minner eller virkelighet

Hvert øyeblikk for Clive oppleves som det første øyeblikket han eksisterer. For ingenting av livets strøm setter seg fast i minnet hans. Han kan heller ikke hente frem tidligere hendelser i sin hukommelse. Han vet om ting, men ingen hendelser. Han vet at han har jobbet for BBC, men husker ingen episoder derfra. Han vet at han er gift, men husker ikke bryllupet.

### EN VERDEN UTEN TID, MINNER ELLER VIRKELIGHET

Han fører dagbok, selv om det er blitt noe mindre med årene. Han skriver da gjentatte notater om hans første bevisste øyeblikk: "Kl. 09.06. Nå er jeg virkelig, helt våken." Og igjen kl. 09.07. Og 09.08, osv. Han husker ikke at han har skrevet dette før. Det er som om hvert øyeblikk er det første han opplever. Han stryker da ut det forrige notatet, for det har han ikke lenger noe minne om at han faktisk har opplevd, eller skrevet. Det er som om han desperat prøver å skaffe seg en fortid, men han klarer det ikke.

Han har humor – en dag sitter han på restaurant med sin kone og hun spør ham om han vet hva hun jobber med. Han gjetter feil et par ganger, før han svarer: "PR." Det stemmer, og hun roser ham begeistret og sier: "Du overrasker meg sannelig! Du tar helt pusten fra meg!" Han svarer da tørt med et halvt smil: "Håper du ikke slutter å puste!" De snakker om det én gang til et øyeblikk etterpå. Han må da prøve å gjette igjen, før hun forteller ham at hun jobber med PR. "Å, gjør du det?" spør han. "Det er godt gjort. Det må være et spennende liv. Ingen dag er den samme!"

Etter restaurantbesøket kjører hun ham tilbake til det hjemmet for hjerneskadde der han nå bor. Hun spør ham hva dette huset betyr for ham. Han svarer: "Jeg vet ikke. Jeg har ikke noe forhold til det. Jeg har aldri sett det før."

En dag har konen tenkt å ta ham med hjem til det huset der hun selv nå bor. Hun spør ham om han vet hvor hun bor. Han vet det ikke. Hun forteller så at hun bor i Reading. "Å, gjør du det? Det stedet staves feil," sier han. "Det burde uttales 'Riding'!" 45 sekunder etterpå spør hun ham igjen hvor hun bor. Han har igjen absolutt ingen aning. Hun forteller at det er Reading. Han sier igjen, like overrasket: "Å gjør du det?" Og så forteller han igjen samme vits om at det staves feil.

Clive klager ofte over at han ikke har sett noen mennesker. "Dere er de første jeg har sett siden jeg ble syk!" sier han. En intervjuer spør konen: "Hvordan er det for deg når han ikke husker hva dere nettopp har gjort?" "Det gjør ingenting. Vi er ikke i tiden. Vi er ikke et bestemt sted. Vi er på et annet plan. Vi er i en verden der det ikke finnes tid." Men litt senere sier hun: "Det er så trist. At det ikke finnes noen virkelighet. Så trist!"

### HVA KAN VI GJØRE FOR Å REDUSERE RISIKO FOR DEMENS?

I en oversikt fra det medisinske tidsskriftet Lancet fra 2017 ([http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)31363-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(17)31363-6)) viser professor Gill Livingston fra University College London sammen med 23 medforfattere og kolleger fra verden over hvordan demens-sykdommene rammer oss i økende grad. De forteller at på verdens-

basis er demens den største utfordringen innen helse- og sosialsektoren i vårt århundre. Demens forekommer hovedsakelig hos personer over 65 år, slik at den økningen vi nå ser i forekomsten av demens, skyldes at folk i vår tid blir eldre, og lever lenger, enn man gjorde før. Demens er altså en bi-effekt av at vi nå lever sunnere enn før, vi blir eldre og flere av oss får derfor demens før vi dør. I 2015 regnet man med at 47 millioner mennesker på verdensbasis levde med en eller annen form for demens. I 2050 er dette tallet forventet å øke til det tredobbelte. En tredjedel av oss kommer til å dø med demens-diagnosen.

Demens rammer selvfølgelig pasientene selv, som gradvis mister sine evner til å leve sine vante liv, men også deres slektninger og nære venner, som må takle å se en nærstående bli syk, forandre sin atferd og personlighet og etter hvert forfalle. Faktisk er det å ha et nærstående familiemedlem med demens i seg selv en risikofaktor for depresjon. Demens-pasientene trenger i økende grad hjelp og pleie, noe som også rammer samfunnet rundt dem. I 2015 var kostnaden på verdensbasis knyttet til demens beregnet å være 818 milliarder dollar, og dette tallet kommer naturligvis til å øke kraftig i takt med eldrebølgen. Omtrent 85 % av kostnadene er knyttet til familie og sosial omsorg, snarere enn ren medisinsk hjelp.

Medisinsk hjelp, sammen med egenaktiviteter som trening, yoga/meditasjon og et sunt kosthold, kan i noen grad bidra til å forhindre og forsinke utvikling av demens hos eldre. Men det finnes ingen behandling som kan helbrede demens når man først har blitt rammet av den. Årsaken til det finnes nok i hjernen, som er det organet hvor sykdomsprosessen ved demens først og fremst utspiller seg.

Hjernen er en annen type organ enn vi finner i andre deler av kroppen. Hjernen skal huske. Leveren, eller musklene, skal stort sett gjøre de samme oppgavene i kroppen uansett hvilken alder dens eier har. Men hjernen skal hele tiden

lære og huske de erfaringer vi gjør, og lagre disse minnene på molekylære, fysiologiske og strukturelle måter. Så selv om vi potensielt kunne erstatte, eller bygge opp igjen, hjernevev som gradvis blir borte ved demens, ville de nye nervecellene ikke lenger representere de minner, erfaringer, kunnskap og lærdom fra et levd liv som hjernens eier trenger for å leve.

Interessant nok ser noen mennesker ut til å ha en grad av motstandsdyktighet, eller resiliens, mot demens. Riktignok kan det vise seg at hjernen deres er preget av den samme type patologisk degenerasjon som man ser hos demente, men de ser ut til å ha en "kognitiv reserve" eller overskudd som gjør at hjerneforandringene kun i liten grad slår ut i faktiske demens-symptomer. Man tenker at de gjennom et langt liv har bygget opp en relativt sett motstandsdyktig hjerne, med et overskudd av mental kapasitet, slik at de ikke blir så hardt rammet når hjerneforandringene først begynner å komme.

Forskere antar at ca. 65% av risikoen for demens-sykdom er ufravikelig. Men de siste 35% kan vi påvirke selv, gjennom livet. Den største livsstils-effekten er å skaffe seg utdanning. Det ser særlig ut til at høy utdanning er med på å bygge opp hjernen i yngre alder på måter som øker motstandsdyktigheten mot demens senere i livet. Utdanning reduserer dermed risikoen for demens med 8%. Videre følger det å unngå høyt blodtrykk (2%), overvekt (1%), røyking (5%), depresjon (4%), fysisk inaktivitet (3%), sosial isolasjon (2%) og diabetes (1%). Men den aller største av de risikofaktorer man helst skal holde seg unna, er hørselstap! Klarer du å unngå hørselstap, reduseres risikoen for demens med 9%. Utdanning, mosjon og trening, samt et typisk "middelhavskosthold" ser derfor ut til å være viktige ting den enkelte selv kan gjøre for å redusere risiko for demens.

## SYMPTOMER PÅ DEMENS

Hvilke plager og symptomer er typiske ved demens? Forskere har blitt enige om at følgende symptomer opptrer tidlig i sykdommen: hukommelsesproblemer, særlig mht. nylige hendelser, tiltagende forvirring, endringer i personlighet og atferd, apati og tilbaketrekning eller depresjon, tap av evne til å gjennomføre daglige oppgaver. Alle disse peker mot hjernen, særlig det området som kalles hippocampus, og deler av hjernebarken. La oss se nærmere på hva som skjer i hjernen under demens.

Tidlig, ofte i mange år før symptomene på demens begynner å manifestere seg, begynner det å avleire seg et par forskjellige avfallsstoffer i nervevevet, i og mellom nervecellene: Klumper av et protein som kalles amyloid legger seg utenfor nervecellene, og inne i cellene dannes det floker av et langstrakt protein kalt tau. Vi vet ennå ikke så mye om hvorfor disse proteinene oppstår, hvorfor de ikke nedbrytes og fjernes som andre avfallsstoffer, og hvorfor de fører til sykdom i hjernen.

Man regner ofte med at når vi har fylt 60 år, har vi alle sammen forekomster av disse patologiske proteinene avleiret i hjernen. Hvor lang tid det tar før disse avleiringene fører til de symptomene vi nevnte over, varierer fra person til person. Den sterkeste faktoren som styrer hastigheten er genetisk, men som vi så over, kan opptil 35 % av risikoen for demens-utvikling påvirkes av livsstilsfaktorer.

## BETENNELSE I HJERNEN

Uansett, etter hvert vil disse proteinene gradvis medvirke til inflammasjon, eller en slags betennelse i hjernen. De som normalt virker som forsvarsceller mot betennelse i hjernen, nemlig astrocytter og mikroglia, går etter hvert over til å angripe, eller spise opp, kontaktpunktene mellom nervecellene, synapsene. Etter hvert blir også nervecellene selv angrepet. Det er som om





Foto: Mack Fox - Unsplash

astrocyttene og mikroglia-cellene tror en slags krig er på gang, og de må angripe nerveceller som ligger rundt dem. Denne uheldige prosessen ser dessuten ut til å bli forsterket hvis man har andre betennelser og irritasjoner i kroppen utenfor hjernen, for eksempel tannkjøttbetennelse. Store kirurgiske inngrep hos eldre, som for eksempel hofteoperasjoner, ser også ut til å kunne få balansen i hjernen til å vippe over mot betennelse og nedbrytning av nervecellene. Interessant nok er det et mønster i disse angrepene på nervecellene i hjernen. Noen deler av hjernen ser ut til å være mer sårbare enn andre. Først og fremst rammes hippocampus tidlig, og kraftig, av disse prosessene. Hippocampus ser ut til å være svært sårbar. Den rammes lettere enn de fleste områder av hjernebarken, ikke bare ved Alzheimers sykdom, men også ved hjerneinfarkt og oksygen-mangel, og ved infeksjoner. Dernest rammes deler av hjernebarken, cortex, spesielt de områdene som inngår i det såkalte hvilenettverket, eller default mode network på engelsk.

Vi ser at opplevelsen av tid og evnen til å huske hva vi har opplevd er intimt knyttet sammen. Slutter vi å huske, forsvinner også mye av tidsopplevelsen. Dette får alvorlige følger for hva vi evner å gjøre og for kvaliteten av det livet vi lever.

*I sit beside the fire and think  
of all that I have seen  
of meadow-flowers and butterflies  
in summers that have been;*

*Of yellow leaves and gossamer  
in autumns that there were,  
with morning mist and silver sun  
and wind upon my hair.*

*I sit beside the fire and think  
of how the world will be  
when winter comes without a spring  
that I shall ever see.*

*For still there are so many things  
that I have never seen:  
in every wood in every spring  
there is a different green.*

*I sit beside the fire and think  
of people long ago  
and people who will see a world  
that I shall never know.*

*But all the while I sit and think  
of times there were before,  
I listen for returning feet  
and voices at the door.*

J.R.R. Tolkien  
(*The Lord of the Rings: The Fellowship  
of the Ring* 1954)



Foto: Stephane Juban- Unsplash

# Carlo Rovelli om tid

Carlo Rovelli har klart å få til et sjeldent kunststykke: Å få folkemassene til å lese om kvantefysikk. En av hans populærvitenskapelige bøker, "Seven brief lessons on physics" fra 2015 er oversatt til 41 språk og er solgt i 1,3 millioner eksemplarer. Hans neste bok har en mer tankevekkende og underfundig tittel: "Reality is not what is seems". Hans siste bok, "The order of time", kom ut på norsk i 2018 ("Tid". Spartacus forlag. Oversatt fra italiensk av Birgit Owe Svihus.). Med velvillig tillatelse fra både Carlo Rovelli og Spartacus forlag gjengir vi her kapittel nr. 2 fra boken. Fotnoter er utelatt av plasshensyn. Rovelli (født i 1956) er til daglig professor i teoretisk fysikk ved Centre de

Physique Théorique de Luminy, Aix-Marseille Universitet i Frankrike. Han har publisert et høyt antall vitenskapelige artikler og vunnet en rekke priser. Han har arbeidet særlig med kvantemekanikk, men også interessert seg for vitenskaps- historie og filosofi.

Tid er noe vi ennå ikke helt forstår, sier Rovelli. Vi er vant til å tenke på tid som noe universelt og uavhengig, fast og uforstyrrelig, at vi har fortiden bak oss og lever i nuet på vei mot fremtiden. Dette stemmer ikke, sier Rovelli og får støtte fra vår tids fysikere. Tvert imot, tiden går med forskjellig hastighet, avhengig av hvor vi befinner oss, eller med hvilken fart vi selv beveger oss. Nåtiden eksisterer ikke, i hvert fall





ikke som et universelt fenomen. Tiden er ikke uavhengig av tingene. I stedet for en velordnet, Nordeuropeisk kø av tidspunkter som en rett linje fra fremtid gjennom nuet til fortiden, er tiden som en uregjerlig folkemengde i Napoli, skriver fysikeren Carlo Rovelli i boken "Tid", med en mengde ulike nåtider som beveger seg i ulike retninger.

Dette kapittelet fra Rovellis bok "Tid" er faserende, komplisert, og provoserende. Les det gjerne langsomt, kanskje også to ganger. Sentralt i artikkelen står begrepet "entropi". Ifølge Store Norske Leksikon er entropi et mål for uorden i både fysikk og kjemi. Det vil si, jo mer uorden det er i et system, jo høyere entropi. Jo mer orden, jo lavere entropi. Det er en tendens i verden, eller en kraft om du vil, til at ting går mot stadig høyere entropi. Ting spres mer tilfeldig utover. *Flyten av molekyler og objekter utover, oppfattes av oss som forløp av tid.*

Tenk deg forskjellen på et gutterom med alle klær brettet pent sammen i skapet, bøkene satt ryddig på rekke og rad i hyllene, iPad og datamaskin nøye satt opp på skrivebordet - og et gutterom der klær og sko ligger strødd utover seng, bord og gulv, bøker ligger hulter til bulter,

og iPad, laptop og mobil ligger tilfeldig her og der. Men, sier Rovelli, hva er det som er mer eller mindre uorden? Det kommer an på øyet som ser. Det er subjektivt. Enhver posisjon av objekter eller molekyler i forhold til hverandre kan ses på som helt spesiell og unik.

Ut fra dette perspektivet spiller det ingen rolle om guttens T-skjorte ligger sammenbrettet i skapet eller i en klump under sengen. Hvis tingene sett med våre øyne ser veldig rotete og tilfeldig ut, at systemet har høy entropi, kan man like gjerne si at akkurat den plasseringen av T-skjorten, i en klump under sengen, er presis der den skal ligge, og at mobilen skal ligge i hjørnet bak lampen. At vi faktisk foretrekker å ha T-skjorten i skapet og mobilen på nattbordet er helt menneskelig og subjektivt, men har ingenting å gjøre med hva som objektivt sett, i universet, er mer eller mindre orden. Derfor, sier Rovelli, har tiden ingen retning. Det er intet prinsipielt skille mellom fortid og fremtid. Flyten av tid er et subjektivt fenomen, et inntrykk som skapes av vårt ståsted, vårt perspektiv på orden og uorden. Les og undre deg. Hva sier Rovelli egentlig? Har han rett?





Foto: Dallin Holding - Unsplash

# Det finnes ikke lenger noen retning

HVOR KOMMER DEN EVIGE STRØMMEN FRA? Klokkene går altså med forskjellig hastighet på høyfjellet og i lavlandet, greit nok, men er det egentlig dette aspektet ved tiden vi synes er mest interessant? Vannet i en elv strømmer langsomt langs breddene og hurtigere midt utpå, men det renner da uansett ... Så er ikke tiden også bare noe som flyter av sted fra fortiden til fremtiden? La oss glemme den hårfine målingen av *hvor mye* tid som går, som jeg var så opptatt av i forrige kapittel: altså *tallene* man måler tiden med. Det finnes et viktigere aspekt ved tiden, nemlig det faktum at den går, at den flyter av sted, den *evige strømmen* i den første av Rilkes *Duino-elegier*:

*Den evige strømmen  
renner gjennom begge riker  
og river med seg alle aldre  
og overdøver dem begge.*

Fortid og fremtid er forskjellige. Årsak går forut for virkning. Smerte følger etter skade, ikke motsatt. Et glass knuses i tusen biter, og de tusen bitene gjenoppretter ikke glasset igjen. Fortiden kan vi ikke forandre; vi kan angre oss, vi kan ha dårlig samvittighet, vi kan ha minner om lykkelige stunder. Fremtiden, derimot, betyr usikkerhet, ønsker, bekymringer, åpne muligheter, kanskje noe skjebnesvangert. Vi kan oppleve den, velge den, fordi den ennå ikke er der; i fremtiden er alt fortsatt mulig ... Tiden er

ikke en linje med to likeverdige retninger: Den er en pil, med forskjellige ytterpunkter:



For oss er det dette som er det vesentlige med tiden, det er mye viktigere enn hvor fort den går. Det er dette som er tidens kjerne. Dette at den glir forbi oss, slik at vi kjenner hvordan den formelig brenner på huden, i vår lengsel etter fremtiden, i erindringens mysterium. Det er her tidens hemmelighet ligger skjult: hva det innebærer, dette vi mener, når vi tenker på tiden. Hva er dette som flyter av gårde? Hvor ligger det gjemt i verdens grammatikk? Hva er det som skiller fortiden og det faktum at den har vært, fra fremtiden og det faktum at den ennå ikke har vært, innimellom verdensmekanismens folder? Hvorfor synes vi at fortiden er så forskjellig fra fremtiden?

I det 19. og 20. århundret strevde fysikerne med å finne ut av disse spørsmålene, og de støtte på noe adskillig mer uventet og foruroligende enn det i bunn og grunn marginale faktum at tiden går med ulik hastighet på ulike steder. De innså at forskjellen mellom fortid og fremtid – mellom årsak og virkning, mellom erindring og håp, mellom samvittighetsnag og fremtidsplaner – faktisk ikke finnes i de grunn-

leggende lovene som beskriver hvordan verden fungerer.

#### VARME

Det hele begynte med at en konge ble myrdet. Den 16. januar 1793 dømmer Konventet i Paris Ludvig 16. til døden. En av vitenskapens dypeste røtter er muligens å finne i opprøret: det at man ikke godtar tingenes nåværende tilstand. Blant de av Konventets medlemmer som stemmer for den fatale dommen, finner vi en venn av Robespierre, Lazare Carnot. Lazare er lidenskapelig opptatt av den store persiske dikteren Sa'di fra Shiraz, som ble tatt til fange og holdt som slave av korsfarerne i den italienske byen Acri, og som har skrevet de vidunderlige verselinjene som står å lese over inngangen til FN-bygningen i New York:

*Adams barn er del av samme kropp,  
de er skapt av samme stoff.  
Når tiden påfører ett lem smerte,  
lider også de andre lemmene.  
Evner du ikke å føle medynk med andres sorg,  
fortjener du ikke å bli kalt et menneske.*

En annen av vitenskapens dypeste røtter er muligens å finne i poesien: det å kunne se bortefor det synlige. Carnot kaller sin første sønn Sadi, etter Sa'di. Slik fødes altså Sadi Carnot, som et opprørets og poesiens barn.

Den unge mannens store lidenskap er dampmaskiner, som tidlig på 1800-tallet er i ferd med å forandre verden, ved at man bruker ild for å få ting til å gå rundt. I 1824 skriver han en liten bok med den besnærende tittelen *Refleksjoner over ildens motoriske kraft*, der han forsøker å forstå det teoretiske grunnlaget for hvordan disse maskinene fungerer. Publikasjonen er full av misforståtte ideer: Han tror at varme er en konkret størrelse, en slags væske som produserer energi ved å «falle» fra varme ting til kalde ting, på samme måte som vannet i en foss produserer energi når det faller ovenfra og ned. Men hovedtanken er faktisk korrekt: Dampmaskiner





Foto: Fabrizio Verrecchia- Unsplash

fungerer til syvende og sist fordi varme går fra varmt til kaldt.

Sadis lille avhandling havner i hendene på en streng prøyssisk professor med et intenst blikk, Rudolf Clausius. Det er han som fatter hele poenget, og han formulerer en lov som senere skal bli berømt: Varme *kan ikke* gå fra et kaldt legeme til et varmt, forutsatt at ingenting annet i omgivelsene endres.

Det avgjørende punktet er forskjellen mellom det som har med varme å gjøre, og det som skjer når ting faller: En kule kan falle, men den kan også gå opp igjen av seg selv — for eksempel hvis den spretter. Det kan ikke varme.

Denne loven, som Clausius formulerte, er *den eneste* generelle fysiske loven som skjelner mellom fortid og fremtid.

Det er det ingen av de andre som gjør: Ikke Newtons lover for den mekaniske verden, ikke Maxwells ligninger for elektrisitet og magnetisme, ikke Einsteins ligninger om relativ tyngdekraft, og heller ikke de kvantemekaniske ligningene til Heisenberg, Schrödinger og Dirac, eller ligningene for elementærpartikler som 1900-tallets fysikere satte opp ... *Ikke én* av disse ligningene skjelner mellom fortid og fremtid? Dersom en rekke hendelser er tillatt ifølge disse ligningene, er den samme hendelsesrekken også tillatt dersom hendelsene foregår i motsatt rekkefølge. I de grunnleggende ligningene for verden dukker tidspilen opp *utelukkende* når varme er med. Det eksisterer med andre ord en tett forbindelse mellom tid og varme: Hver gang det viser seg å være en forskjell mellom fortid og fremtid, er varme involvert. I ethvert hendelsesforløp som blir meningsløst dersom det spilles av bakvendt, er det noe som blir varmere.

Dersom jeg ser en film som viser en kule som triller, er jeg ikke i stand til å si om filmen kjøres riktig vei eller i revers. Men dersom kulen i filmen saktner farten og stanser, vet jeg at filmen spilles riktig vei, for hvis den ble spilt baklengs, ville den vise en fornuftsstridig hendelse, nemlig en kule som begynner å bevege seg på egen

hånd. Det er friksjon som gjør at kulen saktner farten og stanser, og friksjon produserer varme. Det er bare der det er varme involvert, at det finnes et skille mellom fortid og fremtid. Tankene utspinner seg fra fortid til fremtid, ikke omvendt, og tankevirksomhet produserer faktisk varme i hodet vårt ...

Clausius introduserer en størrelse som måler denne irreversible måten varmen beveger seg på, i bare én retning, og — som den kultiverte tyskeren han er — gir han den et navn fra gresk, *entropi*:

“Jeg foretrekker å gi viktige vitenskapelige størrelser navn hentet fra de gamle språkene, slik at de kalles det samme på alle levende språk. Derfor foreslår jeg å kalle størrelsen  $S$  for et legemes entropi, etter det greske ordet for forandring:  $\eta$   $\tau\rho\pi\eta$ ”

Clausius' entropi er en målbar størrelse som kan beregnes, den betegnes med bokstaven  $S$ , og den øker eller forblir den samme, men *den blir aldri mindre*, i en isolert prosess. For å indikere at den aldri blir mindre, skriver vi:

$$\Delta S \geq 0$$

Utrykket leses slik: “Delta  $S$ , altså endringen i entropi, er bestandig større eller lik 0”, og dette kalles “termodynamikkens andre hovedsetning” (den første går ut på at energimengden i et isolert system er konstant). Den konstaterer at varme egenhendig beveger seg utelukkende fra varme legemer til kalde, aldri omvendt.

Dere får unnskyldte at jeg tar med denne ligningen — det er den eneste i boken. Den uttrykker tidens retning, tidspilen, og jeg kunne nesten ikke la være å ta den med, ettersom dette er en bok som handler om tid.

Det er den eneste ligningen i grunnleggende fysikk som erkjenner forskjellen mellom fortid og fremtid. Den eneste som sier oss noe om at tiden går. I denne usedvanlige ligningen skjuler det seg en hel verden.

Mannen som skal bringe denne verdenen for dagen, er en ulykksalig og sympatisk østerriker,

barnebarn av en klokkemaker, en tragisk og romantisk figur: Ludwig Boltzmann.

#### VÅR DIFFUSE OPPFATNING AV VERDEN

Det er Ludwig Boltzmann som først begynner å forstå hva som ligger skjult bak ligningen  $\Delta S \geq 0$ , og dermed kaster han oss ut i et av de mest svimlende forsøkene på å forstå verdensgrammatikkens innerste hemmeligheter. Ludwig arbeider i Graz, Heidelberg, Berlin, Wien, og så i Graz igjen. Han pleier å si at den ustabile psyken hans skyldes at han ble født på fetetirsdag, dagen før karnevalet starter. Dette er bare delvis en spøk, for han har virkelig et ustabilisert sinnelag: Han er lettrørt og svinger stadig mellom opprømtet og depresjon. Han er kortvokst og kraftig bygd, med mørkt krøllet hår og talibanskjegg, og kjæresten hans kalte ham “den kjære, gode tjukkassen min”. Det er han, Ludwig, som er den ulykksalige helten i fortellingen om tidens retning.

Sadi Carnot trodde at varme var et stoff, en væske. Han tok feil. Varme skyldes molekylenes mikroskopiske bevegelser. Varm te er te hvor molekylene beveger seg mye. Kald te er te hvor molekylene bare beveger seg litt. I en isbit, som er enda kaldere, beveger molekylene seg enda mindre.

På slutten av 1800-tallet var det fremdeles mange som ikke trodde at molekyler og atomer virkelig fantes, men Ludwig var overbevist om at de fantes, og hadde gjort det til en av sine kampsaker. Den heftige polemikken hans mot dem som ikke trodde at atomene var virkelige, går det fremdeles gjetord om. «Innerst inne var alle vi unge på hans parti», forteller en av kvantemekanikkens unge opprørere. I en av disse hissig konfrontasjonene under en konferanse i Wien var det en kjent fysiker som motsa ham og hevdet at den vitenskapelige materialismen var død fordi materiens lover ikke erkjenner tidens retning: Det hender altså at til og med fysikere kommer med tåpeligheter.

Kopernikus konstaterte med egne øyne at jorden går rundt, da han så solen gå ned. Boltz-

mann konstaterte med egne øyne at atomer og molekyler *beveger seg* i rasende fart, da han så på et glass med stillestående vann.

Vi ser vannet i et glass slik astronautene så jorden fra månen: som en fredelig, lysende, blå kule. Det vrimplende, hektiske livet på jorden, med planter og dyr, kjærlighet og fortvilelse – ingenting av dette var det mulig å se fra månen. Bare en skjoldet blå kule. I refleksene i et vann-glass foregår det en tilsvarende febrilsk aktivitet, skapt av myriader av molekyler – mange flere enn det finnes levende vesener på jorden.

Denne forvirringen *blander sammen* alt. Dersom enkelte av molekylene står stille, blir de revet med av de andre molekylene frenetiske virksomhet, og så begynner også de å bevege seg: Forvirringen sprer seg, molekylene støter borti hverandre og dytter hverandre. Det er årsaken til at kalde ting blir varmere i kontakt med varme ting: Molekylene deres blir truffet av varme molekyler og rives med i bevegelsen. De blir, med andre ord, varmere.

Den termiske bevegelsen kan sammenlignes med en kortstokk som blandes hele tiden: Dersom kortene ligger ordnet, fører blandingen til at de kommer i uorden. På samme måte går varmen fra varmt til kaldt og ikke omvendt: fordi det skjer en blanding, fordi alle ting har en naturlig tendens til å bringes i uorden.

Det var dette Ludwig Boltzmann skjønnte. Forskjellen mellom fortid og fremtid er ikke å finne i de grunnleggende lovene for bevegelse, den finnes ikke i naturens underliggende grammatikk. Det er den naturgitte tilbøyeligheten til uorden som etter hvert fører til tilstander som blir mindre og mindre særegne, mindre og mindre spesielle.

Det er en praktfull erkjennelse. Og den er korrekt. Men forklarer den hvorfor det er en forskjell mellom fortid og fremtid? Nei. Den reformulerer bare spørsmålet. Nå blir spørsmålet: Hvorfor var tingene ordnet i den ene av de to tidsretningene, den vi kaller fortid? Hvorfor var universets store kortstokk ordnet i fortiden?

Hvorfor var entropien lav i fortiden?

Dersom vi observerer et fenomen som *begynner* i en tilstand med lav entropi, er det innlysende hvorfor entropien øker: Den øker fordi alt rotes til når det blandes sammen. Men hvorfor er det slik at fenomenene vi observerer omkring oss, i kosmos, *begynner* i en tilstand med lav entropi?

Nå kommer vi til selve poenget. Dersom alle de første 26 kortene i en kortstokk er røde, og alle de neste 26 er svarte, sier vi at kortenes innbyrdes konfigurasjon er “spesiell”. Den er “ordnet”. Denne ordenen reduseres når man blander kortene. Den opprinnelige ordnete konfigurasjon har “lav entropi”. Denne konfigurasjonen er særegen dersom jeg konsentrerer meg om kortenes *farge* – rød eller svart. Men den er særegen fordi jeg ser på fargen. En annen konfigurasjon vil være særegen *fordi* de første 26 kortene bare er hjerter og spar. Eller oddetall, eller de som er mest slitt, eller nøyaktig de samme 26 kortene som for tre dager siden ... eller en hvilken som helst annen særegenhet. Når vi tenker nøye etter, *er en hvilken som helst konfigurasjon særegen*: En hvilken som helst konfigurasjon er unik, dersom jeg sjekker *alle* detaljene, ettersom en hvilken som helst konfigurasjon bestandig har noe som kjennetegner den på en unik måte. Ethvert barn er unikt og spesielt for mammaen sin.

Forestillingen om at visse konfigurasjoner er mer særegne enn andre (for eksempel 26 røde kort etterfulgt av 26 svarte), er følgelig bare meningsfylt hvis jeg utelukkende ser på noen få aspekter ved kortene (for eksempel fargen). Dersom jeg skiller mellom samtlige kort i stoken, er alle konfigurasjoner likeverdige: Ingen av dem er mer eller mindre spesielle enn andre. Forestillingen om “særegenhet” oppstår først i det øyeblikk jeg betrakter universet på en uklar, diffus og omtrentlig måte.

Boltzmann viste at entropi finnes fordi vi beskriver verden på en diffus måte. Han viste at entropien er nettopp den størrelsen som



Foto: Rory Björkman- Unsplash

teller *hvor mange* forskjellige konfigurasjoner vår diffuse forestilling *ikke* skjerner mellom. Varme, entropi og den lave entropien i fortiden er begreper som tilhører en tilnærmet, statistisk beskrivelse av naturen.

Men da er altså forskjellen mellom fortid og fremtid til syvende og sist knyttet til denne diffuse forestillingen ... Dersom jeg kunne ta hensyn til alle detaljene, til den eksakte, mikroskopiske tilstanden i verden, ville da de karakteristiske aspektene ved tidens gang forsvinne?

Ja. Dersom jeg gransker tingenes mikroskopiske tilstand, blir forskjellen mellom fortid og fremtid borte. Verdens fremtid, for eksempel, er bestemt ut ifra den nåværende tilstanden, og hverken mer eller mindre enn hva fortiden er. Vi sier ofte at årsak går forut for virkning, men i tingenes grunnleggende grammatikk finnes det ikke noe skille mellom "årsak" og "virkning". Det finnes visse regelmessigheter, beskrevet i det vi kaller fysiske lover, som knytter hendelser til forskjellige tidspunkt, symmetriske regelmessigheter mellom fremtid og fortid ... I en mikroskopisk beskrivelse er det ingenting som tilsier at fortiden skulle være forskjellig fra fremtiden. [Poenget her er ikke at det som skjer med en kald teskje i en kopp varm te, er avhen-

gig av hvorvidt jeg har en diffus forestilling om det eller ikke. Naturligvis er ikke det som skjer med teskjeen og molekylene i den, avhengig av hvordan jeg oppfatter det. Det bare skjer. Poenget er at beskrivelsen ved hjelp av begreper som varme, temperatur, varme som beveger seg fra teen til teskjeen, gir et diffust bilde av hva som skjer, og det er bare i dette diffuse bildet at den markante forskjellen mellom fortid og fremtid gjør seg gjeldende.]

Den urovekkende konklusjonen man kan trekke av Boltzmanns arbeid, er følgende: Forskjellen mellom fortid og fremtid viser til den diffuse forestillingen vi har om verden. Det er en konklusjon som får det til å gå kaldt nedover ryggen på noen og enhver: Er det virkelig mulig at denne helt tydelige, grunnleggende, eksistensielle følelsen min — av at tiden går — beror på det faktum at jeg ikke oppfatter verden ned til minste detalj? En slags misforståelse som skyldes mine begrensede synsevner? Er det virkelig slik at dersom jeg kunne se tydeligere og tok hensyn til milliarder av molekylers eksakte bevegelsesmønstre, ville fremtiden være "lik" fortiden? Ville jeg kunne vite like mye — eller lite — om fremtiden som om fortiden? Jeg skal gjerne gå med på at våre oppfatninger av verden ofte er feilaktige. Men kan verden være *så til*

*I nåtiden myldrer det av spor som fortiden har etterlatt seg. Vi er historier for oss selv. Fortellinger. Det er erindringen som lodder sammen disse prosessene som ligger spredt omkring i tiden, og som vi er bygd opp av. På denne måten finnes vi i tiden. Det er grunnen til at jeg er den samme som ham jeg var i går. Å forstå oss selv innebærer at vi reflekterer over tiden. Men å forstå tiden innebærer at vi reflekterer over oss selv.*

*- Carlo Rovelli*

*de grader forskjellig fra slik vi oppfatter den?*

Alt dette undergraver jo fullstendig vår sedvanlige måte å oppfatte tiden på. Det skaper mistro, akkurat som da noen påsto at jorden beveger seg. Men på samme måte som dette med at jorden dreier rundt solen, er bevisene også i dette tilfellet overveldende: Samtlige av de fenomenene som indikerer at tiden går, koker ned til en "spesiell" tilstand i verdens fortid, som er "spesiell" på grunn av vår diffuse måte å se ting på.

Senere i boken skal jeg gjøre et dristig forsøk på å tittle nærmere på hva som skjuler seg bak denne diffuse forestillingen, på hvilken sammenheng den har med den merkelige usannsynligheten forbundet med at universets entropi i utgangspunktet var lav. Her skal jeg avslutte med det forbløffende faktum at entropi – og dette skjønte Boltzmann – ikke er noe annet enn det antall mikroskopiske tilstander som vår diffuse oppfatning av verden ikke får med seg.

Ligningen som uttrykker nettopp dette, er inngravert på Boltzmanns gravstein i Wien, helt øverst, over en marmorbyste som fremstiller ham som en streng og bitter mann, noe jeg nekter å tro at han noensinne var. Til stadighet kommer unge fysikkstudenter for å besøke graven hans, og de blir stående der fordypet i tanker.

Av og til dukker det også opp en og annen eldre professor.

Tiden har mistet ytterligere ett vesentlig aspekt: den iboende, innlysende forskjellen mellom fortid og fremtid. Boltzmann forsto at det ikke finnes noe innlysende ved at tiden går. At det bare er det diffuse gjenskinnet av en gåtefull usannsynlighet i universet på et tidspunkt i fortiden.

Det er dette og ingenting annet som er kilden til den *evige strømmen* i Rilkes elegi.

Etter å ha blitt utnevnt til professor ved universitetet bare tjuefem år gammel, og motatt ved det keiserlige hoff da han befant seg på toppen av sin karriere, etter å ha måttet tåle kraftig kritikk fra store deler av den akademiske verden, som ikke forsto hva han holdt på med – i det ene øyeblikket full av entusiasme og i det neste dypt deprimert – velger den "kjære, gode tjukkassen" Ludwig Boltzmann å forlate denne verden og går hen og henger seg.

I Duino, like ved Trieste, mens hustruen og datteren svømmer i Adriaterhavet.

Nettopp i Duino, hvor Rilke noen år senere skal skrive sin elegi.

## OM ARTIKKELFORFATTERNE



### **Svend Davanger**

Professor ved Institutt for medisinske basalfag, Universitetet i Oslo. Forsker på nerveceller og stress i hjernen. Kurslærer i Acem og redaktør i tidsskriftet Dyade.



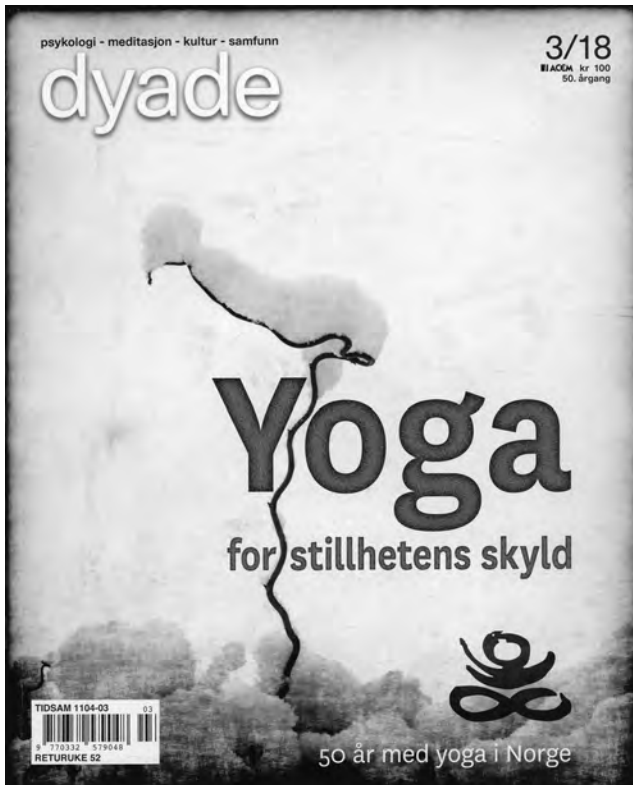
### **Are Holen**

Professor emeritus, Institutt for psykisk helse, NTNU - Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet. Forsker særlig på posttraumatisk stress og gruppeprosesser. Meditasjonslærer og grunnlegger av Acem og Norsk Yoga-skole. For tiden Chief Lecturer i Acem International.



### **Carlo Rovelli**

Professor i teoretisk fysikk ved Centre de Physique Théorique de Luminy, Aix-Marseille Universitet i Frankrike. Han har særlig arbeidet med kvantemekanikk. Han har også interessert seg for vitenskapshistorie og filosofi, og utgitt flere populærvitenskapelige bøker.



# dyade

Du finner det meste i Dyade.  
Tidsskriftet for deg som ikke leser tidsskrifter.

Reflektert, men ikke tungt.  
Tankevekkende, men ikke innfløkt.  
Kanskje litt på tvers av tidens selvfølgerlige  
tanker.

Hvert hefte belyser ett tema.  
Som abonnent er du derfor med i en liten  
bokklubb.

For 340 kroner får du fire hefter i året.  
Du kan også bestille enkeltnumre.

Ring: 23 11 87 00  
E-post: [dyade@acem.no](mailto:dyade@acem.no)  
Hjemmeside: [dyade.no](http://dyade.no)

## VÅRT FORHOLD TIL DYR

Mens vi tidligere levde side om side med andre dyr og så oss selv som et av dem, er det nå vi mennesker som styrer over de andre dyrenes levevilkår.

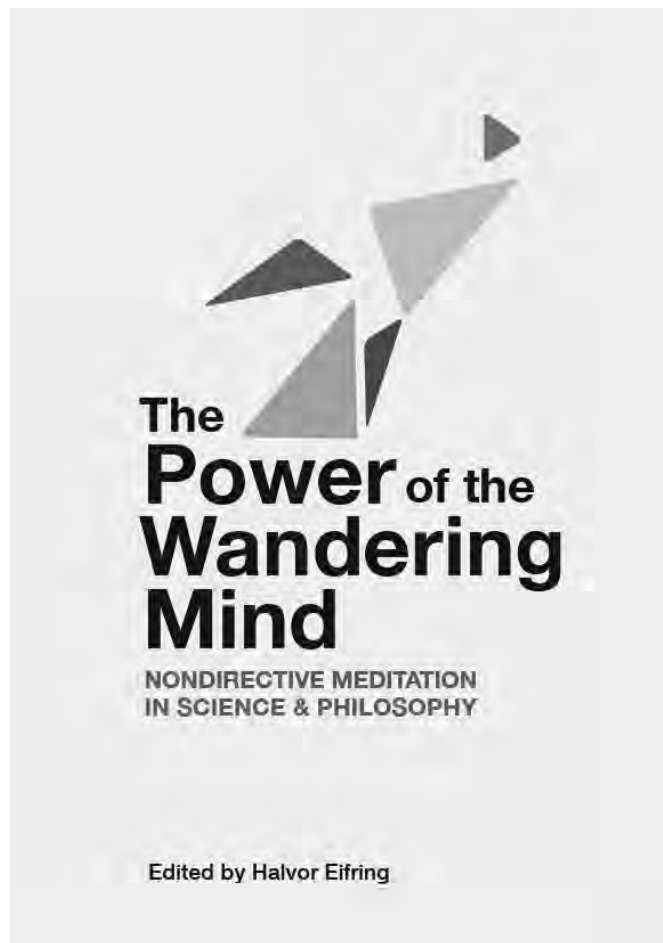
Noen kjæler vi med.  
Noen beundrer vi og verner i vill natur.  
Noen jakter vi.  
Og noen oppdretter vi i fabrikkliknende innretninger for å spise.

Hvordan er det blitt slik?



## NY BOK!

Ny innsikt om meditasjon fra nevrovitenskap, medisin, psykologi, filosofi og kulturhistorie.



Ledighetsmeditasjon – som på engelsk kalles non-directive meditation – skiller seg fra andre metoder ved å gi spontane tanker full frihet, uten forsøk på å fjerne, redusere eller forandre dem.

Hva gjør det med oss å la slike tanker komme og gå mens vi gjentar en lyd ledig i sinnet? De femten kapitlene i den nye boken fra Dyade Press *The Power of the Wandering Mind – Nondirective Meditation in Science and Philosophy* bringer ny innsikt fra eksperter på nevrovitenskap, medisin, psykologi, filosofi og kulturhistorie.

Boken kan bestilles fra Acem-kontoret, [acem@acem.no](mailto:acem@acem.no). Pris kr 290.

Dyade forlag



# Stillhetens psykologi

Perspektiver på Acem-meditasjon

Red. Are Holen

*Stillhetens psykologi* må sies å være en klassiker. Siden førsteutgaven i 1976 er den trykket i over 40.000 eksemplarer. Det er Norges mest leste bok om meditasjon. I tillegg er den oversatt til svensk, dansk, spansk, engelsk, nederlandsk og kinesisk.

Dette er en grundig omarbeidet og utvidet utgave. To kapitler er helt nye; ett sammenligner ulike meditasjonsformer, og ett drøfter sentrale sider ved meditasjonsprosessen.

Dyade forlag

ISBN 978-82-91405-57-5



9 788291 405575

**B** ØKONOMI  
ÉCONOMIQUE

NORGE



Returadresse:  
DYADE  
Postboks 2559 Solli  
0202 Oslo

Tid er vanskelig å forstå. Hukommelse er lettere å forstå. Allikevel er de to uløselig knyttet sammen. Mister vi evnen til å huske, mister vi langt på vei evnen til å oppfatte tid. Hos mange pasienter får dette dramatiske følger. Pasienter med Alzheimers sykdom mister viktige deler av seg selv. Med et sitat fra fysikeren Carlo Rovelli: "Å forstå oss selv innebærer at vi reflekterer over tiden. Men å forstå tiden innebærer at vi reflekterer over oss selv."