

Foredrag holdt under Det europeiske selskapet for klinisk miljømedisins 23. årlige konferanse om miljømedisin, Berlin 7.–8. november 2025 (med enkelte revisjoner)

Virkninger av elektromagnetiske felt fra mobilkommunikasjon på hjernens stoffskifte

av Peter Hensinger M.A.

Vi opplever for tiden en dyptgripende endring i måten barn og unge vokser opp på. Smarttelefonens inntreden på markedet i 2007 ble et vendepunkt. Den lekbaserte barndommen og sosialiseringen ble erstattet av den smarttelefonbaserte. Ifølge en studie fra Postbank i 2025 bruker unge mennesker i dag i gjennomsnitt over 70 timer per uke på nettet, først og fremst med smarttelefoner og nettbrett.¹ Hvor mye tid er det da igjen til andre ting?

Siden ca. 2010, som følge av den raske utbredelsen av smarttelefoner, har det vært en dramatisk økning i konsentrasjonsvansker, søvnproblemer, forstyrrelser av språkutviklingen, depresjon og selvmordstanker hos ungdommer, samt større negang år for år i prestasjoner i skolen.² Hver nye PISA- og andre studier av utdanningsstandard dokumenterer en stadig nedgang. I pressemeldingen fra [delstatenes] stående kulturministerkonferanse (KMK) om den nye IQB-studien (2025) om prestasjonsnedgang i MINT-fagene (matematikk, informatikk, naturvitenskap, teknologi) antydes årsakene. De skulle angivelig være «nedgang i motivasjon, selvtillit og grunnleggende ferdigheter» fordi «for høyt mediekonsum, for eksempel gjennom sosiale medier, [påvirker] utviklingen til unge mennesker».³ Men for øvrig famler de i tåke og uklarerhet, mens de viser til at en analyse av utdanningskatastrofen og et pedagogisk vendepunkt må ta for seg samfunnsmessige årsaker, særlig økonomiseringen av utdanningen og avviket fra Humboldts utdanningsideal.⁴

Disse utviklingstrekkene er gjenstand for mange debatter, og med rette settes den psykososiale dimensjonen ved digitale medier i fokus, det vil si stimulansoverskudd, avhengighetspotensialet og mangel på fysisk bevegelse - med typiske konsekvenser som overvekt og hjerte- og karsykdommer. I retningslinjene fra 2023 om dysfunksjonell bruk av skjermmedier beskrives denne dramatiske utviklingen i detalj.⁵

Et sentralt aspekt blir knapt diskutert i offentligheten – selv om det for lengst burde ha vekket alarm: virkningene av strålebelastningen.⁶ Det er dette siste som er temaet mitt i dag.

Hva om ikke bare psykososial stress og brutaliserende innhold⁷, men også infrastrukturen i den digitale verden – de elektromagnetiske feltene fra trådløs kommunikasjon – påvirker den nevrobiologiske utviklingen dypt? Å beskjeftige seg med stråling er ikke esoterisk: vi har et eget føderalt kontor for strålevern. Risikoen ved røntgenstråling eller ioniserende stråling er ubestridt. Men risikoen ved



(Bildets tekst: "Nytt hovedfag: Glo på apper")

ikke-ioniserende stråling fra mobilnettet bestrides av økonomiske årsaker. I tillegg har vi kognitiv dissonans hos brukerne. De elsker smarttelefonene sine og vil ikke høre dårlige nyheter om risikoen. Studiene har imidlertid sitt entydige budskap.

Resultater fra epidemiologiske studier

Det menneskelige hjernen er et elektrokjemisk organ. Dens funksjon er basert på finjusterte elektriske rytmer og elektrokjemisk signaloverføring til synapsene. Langtidspotensiering (LTP) – det vil si økende forsterkning og stabilisering av synapseforbindelsene – spiller en nøkkelrolle: Det er gjennom denne prosessen at det vi har lært blir lagret.

Når høyfrekvente elektromagnetiske felt (HF-EMF) – som kommer fra smarttelefoner, nettbrett eller andre enheter som bruker trådløse nettverk [heretter betegnet "WLAN", for Wireless Local Area Network, o.a.] – påvirker dette systemet, kan de forstyrre disse nevralt rytmene, hemme synapsedannelsen og vanskeliggjøre sentrale prosesser, så som utvikling av hukommelse og emosjonell regulering. Tallrike studier viser at disse forstyrrelsene er påvist – og følger etterprøvbare mekanismer.

Jeg tar nå utgangspunkt i fire epidemiologiske studier for deretter å analysere i hvilken grad disse forholdene også kan være forårsaket av påvirkninger fra EMF.

Studie 1: Med deltagelse av amerikanske helsemyndigheter (NIEHS/NIH National Institute of Environmental Health Sciences/National Institute of Health) ble det allerede i 2008 og 2012 gjennomført studier i Danmark med tittelen «Prænatal og postnatal eksponering ved mobiltelefonbruk og atferdsproblemer hos barn» (Divan mfl.). Den første studien, som omfattet 13 159 barn i alderen 7 år, konkluderte med at prenatal og postnatal eksponering for mobiltelefoner er forbundet med generelle atferdsproblemer hos barn, som ADHD-symptomer, emosjonelle problemer eller problemer med jevnaldrende (OR 1,80; CI 1,45-2,23).⁸ Denne studien ble deretter gjentatt i 2012 med en ny gruppe på 28 745 barn, og resultatene ble bekreftet. De høyeste Odds Ratio'ene (forskjeller i relativ risiko) for atferdsproblemer ble observert hos barn som var eksponert for mobiltelefoner både før og etter fødselen, sammenlignet med ikke-eksponerte barn (OR 1,5; CI 1,4-1,7).

Studie 2: Förster mfl. (2018) undersøkte over 700 ungdommer i Sveits og fant en sammenheng: Jo høyere stråleeksponering fra mobiltelefonbruk, desto dårligere var prestasjonen i figurativ hukommelse – det vil si når det gjelder å gjenkjenne og huske visuell informasjon.⁹

Studie 3: En ny studie fra India gir spesiell grunn til bekymring: I den ble spedbarn i husholdninger med ulik strålingseksponering observert (Setia mfl., 2025). De barna som var sterkest eksponert viste betydelige utviklingsforsinkelser i språk, kommunikasjon, motorikk og problemløsning.¹⁰

Studie 4: Neurobiologen prof. Gertraud Teuchert-Noodt og psykologen Angelika Supper (Supper 2021) ønsket å finne ut hvordan bruk av smarttelefoner påvirker pannelappen og evnen til å beregne rom og tid.¹¹ Oppgaven: Barn i tredje klasse skulle skrive ordet «snøballkrig» inne i på forhånd angitte ruter. Barn som ikke brukte smarttelefon, løste oppgaven, mens barn som spilte mye på smarttelefonen, ikke klarte det: De overskred de angitte grensene betydelig. (Figur 1).

Resultat: Hos barn som bruker smarttelefoner mye, er evnen til rom-tid-beregning underutviklet. Forfatterne beviste dermed at rom-tid-beregning er underutviklet på grunn av den endimensjonale fikseringen på skjermer og mangelen på tilstrekkelig bevegelse av hele kroppen. Spørsmålet er om dette også kan ha sammenheng med strålebelastningen.

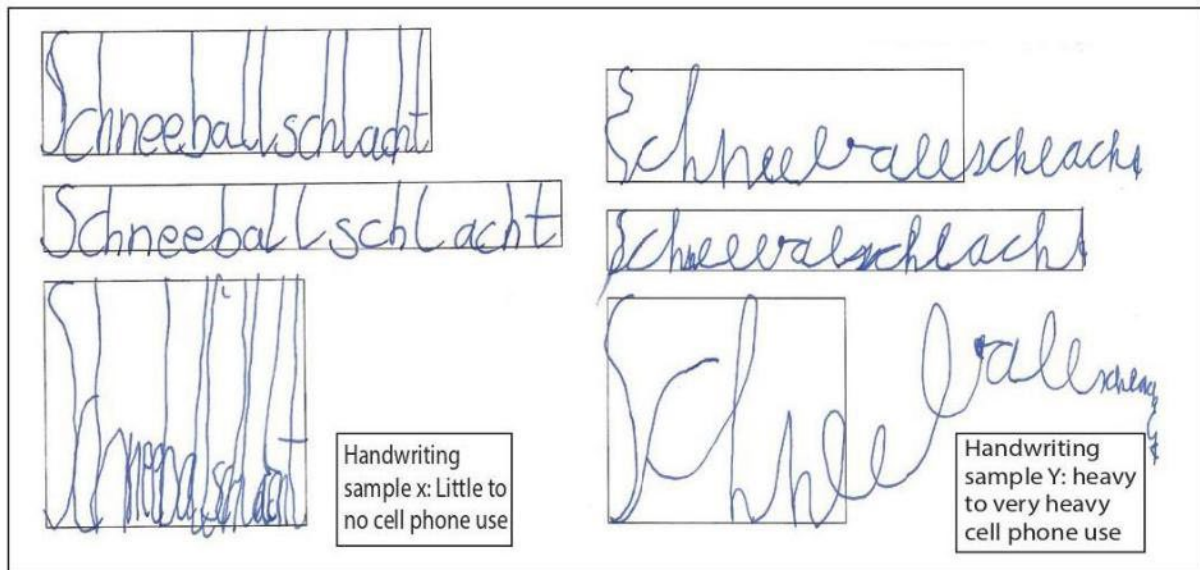


Figure. 1a. In this handwriting sample, both students try to fit the word “Schneeballschlacht” [snowball fight] into the assigned rectangle.

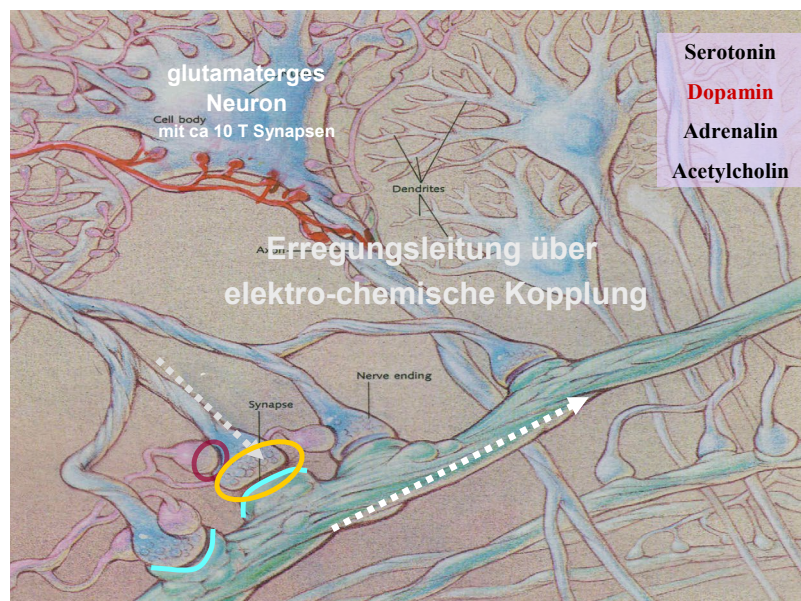
Figur 1 Figur 1 (fra Teuchert-Noodt)

Disse fire studiene viser sammenhenger, men fins det plausible kausale virkningsmekanismer som er tilsvarende godt påvist? Hva er årsakene til disse utviklingsforstyrrelsene?

Hjernefunksjonene styres av elektrokjemiske koblinger og synkroniseres i tillegg på høyeste funksjonsnivå av elektromagnetiske frekvenser

Elektromagnetiske felt (EMF) spiller en viktig rolle i signaloverføringen i nervecellene og synapsene. I hjernen og dens celler overføres informasjon mellom nervecellene (nevronene) på to måter – elektrisk og kjemisk (Figur 2).¹²

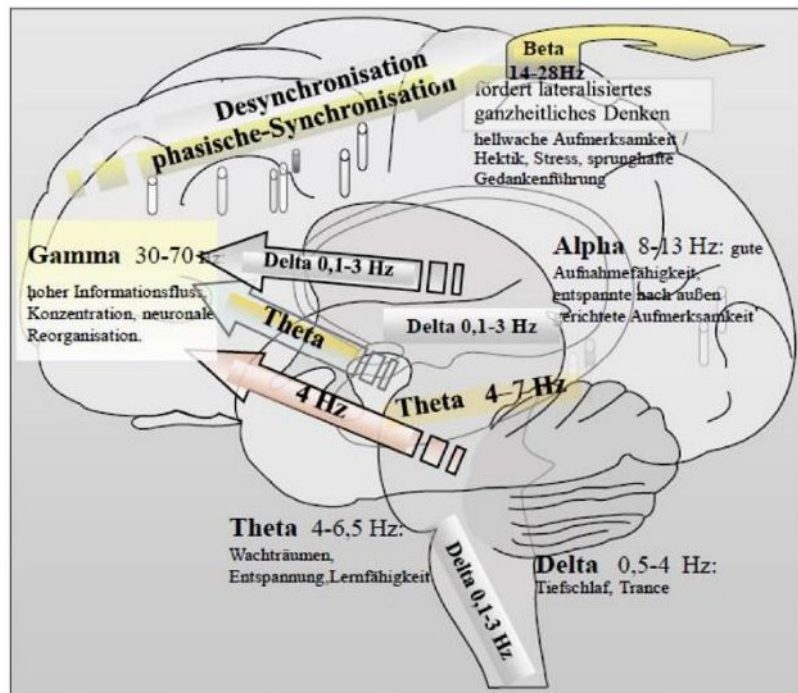
Hjernefunksjoner styres av elektrokjemiske koblinger og synkroniseres i tillegg på høyeste funksjonsnivå ved hjelp av elektromagnetiske frekvenser (Figur 3). I hjernens fremste del [frontallappen] forenes ulike frekvensområder fra hjerne- stammen, thalamus og hippocampus til et koherent elektromagnetisk spektrum. Den fasemessige synkroniseringen som dannes ut av dette, sprer seg så over cortex og gjør konsentrasjon, tenkning, utvikling av hukommelse og emosjonell regulering mulig. Hvis



Figur 2: S. H. Snyder (1986); *Drugs And The Brain*. Scientific American Books, Inc.

dette samarbeidet mellom hippocampus og frontallappen forstyrres av ytre elektromagnetiske felt, kan det oppstå patologiske endringer, til og med psykoser.

Det foreligger grundig forskning om konsekvensene av høyfrekvent stråling som trenger inn i organismen og hjernen når man snakker i mobiltelefon.¹³



Figur 3: (fra Teuchert-Noodt)

Elektromagnetiske felts innvirkning på nevrodannelsen i hippocampus

Hvilke biologiske virkninger EMF har på hjernen når de i tillegg påvirker hjernen fra utsiden, ble vist i en studie allerede for 25 år siden av Hoffmann mfl. (2001) på ørkenmus.¹⁴ I Bielefeld ble det undersøkt hvordan en daglig eksponering på bare 30 minutter for høyfrekvente elektromagnetiske felt påvirker hippocampus – altså akkurat det området som er ansvarlig for hukommelse og læring. Forsøksdyrene ble utsatt for ulike lavfrekvente moduleringer mellom 1 og 50 Hertz i 14 dager. Det sentrale resultatet var:

Ved 50 Hz sank dannelsen av nye celler – nevrogenesen – i hippocampus med nesten 30 prosent.

Dette beviste at elektromagnetiske felt kan hemme dannelsen av nye nerveceller betydelig. Interessant nok viste det seg et såkalt «frekvensvindu»: Når den kroniske bestrålingen skjedde ved 8 eller 12 Hz, forble dannelsen av nye nerveceller stabil, mens den sank betydelig ved 29 og 50 Hz. Dette betyr at ikke hver av disse frekvensene virker skadelige, men at bare visse frekvenser fører til endringer av biologisk betydning.

På nevrokjemisk nivå spiller NMDA-reseptoren en nøkkelrolle, noe forfatterne har kunnet bevise med ytterligere studier. Denne glutamatreseptoren er sentral for lærings- og hukommelsesprosesser og regulerer nevrogenesen i *gyrus dentatus* – altså der hvor nye nerveceller dannes i hippocampus. EMF kan påvirke aktiviteten til NMDA-reseptoren gjennom endringer i dopamin- og melatoninbalansen. Hvis kalsiumsignaleren forstyrres, påvirker dette direkte dannelsen og sammenkoblingen av nye nerveceller. Virkningsmodellen er altså denne:

EMF-eksponering → endring av dopamin- og melatoninregulering → modulering av NMDA-systemet → redusert nevrogenesen og plastisitet i hippocampus.

Siden hippocampus spiller en viktig rolle i utviklingen av hukommelsen, forårsaker disse endringene læring- og hukommelsesvansker. Forfatterne Hoffmann mfl. advarte derfor mot mulige subtile, men varige påvirkninger fra kronisk EMF-eksponering på kognitive og emosjonelle funksjoner – spesielt med tanke på den økende bruken av WLAN og mobilkommunikasjon.

Konklusjon: Elektromagnetiske felt kan påvirke nevronutviklingen avhengig av frekvens. Via NMDA-systemet innvirker de direkte på grunnlaget for læring, hukommelse og psykisk stabilitet. Dette er et funn som er spesielt relevant i lys av våre dagers massive bruk av trådløse enheter. På grunn av den økende bruken av elektromagnetiske signaler i kommunikasjon og hverdagslivet krever derfor Hoffmann mfl. i slutten av arbeidet sitt at de nevrobiologiske virkningene av kronisk EMF-eksponering undersøkes videre – spesielt med tanke på subtile endringer i kognitive og affektive funksjoner.

To episoder illustrerer tydelig hvor sterke interesser som knyttet til denne forskningen: Den daværende instituttlederen oppfordret en kollega i forfattergruppen, som jobbet ved et annet institutt, til å undersøke virkningene av WLAN. Hans svar var at dette ikke var mulig på grunn av de tilknyttede interessene. Med i arbeidet til Hoffmann mfl. var også prof. Lebrecht von Klitzing som rådgiver. Han ledet den gang forskningen ved universitetssykehuset i Lübeck. Han gjennomførte eksperimenter med WLAN og påviste at det blant annet påvirker EEG. I et intervju med diagnose:funk fortalte han hvordan telekombransjen satte i gang massive tiltak for å hindre denne forskningen, noe den ikke lyktes med.¹⁵ Det [tyske] føderale kontoret for strålevern [BfS] valgte å tvile på resultatene hans, men til dags dato har Det føderale kontoret for strålevern ikke fulgt opp Klitzings tilbud og gjentatte oppfordringer om å kopiere studiene hans.

Hippocampus som kontrollcenter under strålingsstress

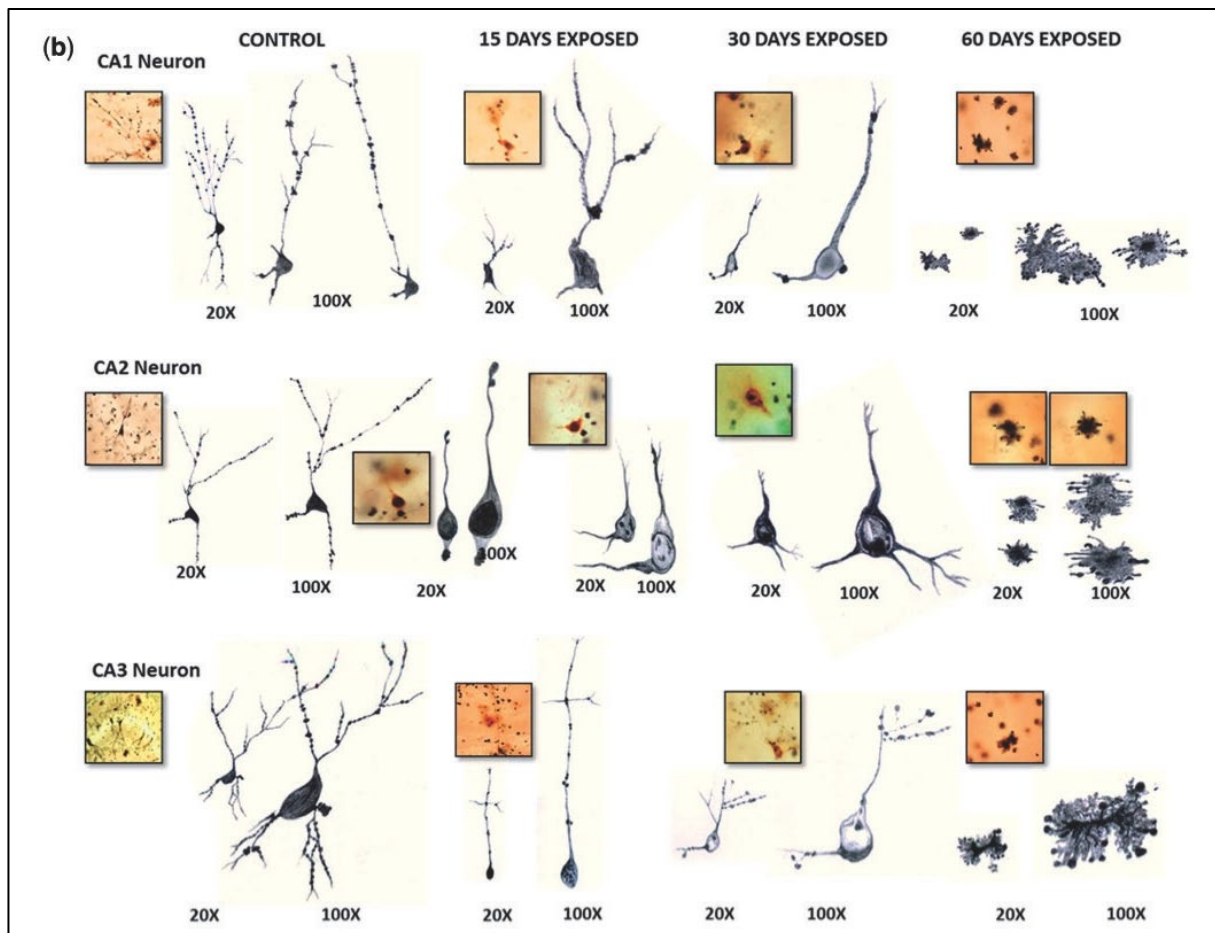
Hippocampus står i sentrum for forskningen. Den er ikke bare ansvarlig for romlig tenkning og hukommelse, men også for styringen av andre hjerneområder, spesielt pannelappen. Først vil jeg presentere et typisk studieresultat som viser at virkningen av WLAN der læring foregår, i barnehager og skoler, motvirker læring. To studier av Shahin mfl. (2015, 2018) kunne påvise følgende for WLAN:

«(1) Forverret læringsevne og hukommelse hos voksne hannmus som ble bestrålt med 2,45 GHz mikrobølger (dvs. WLAN). (2) Økt stressnivå i hippocampus. (3) Nedsatt synaptisk plastisitet. (4) Redusert uttrykk for signalveikomponenter som er av stor betydning for lærings- og hukommelsesprosesser. Alle ovennevnte virkninger er avhengige av bestrålingstiden. Jo lenger bestrålingen varer, desto mer drastisk er virkningen. Forfatternes oppfatning er at den grunnleggende mekanismen som forklarer hvordan 2,45 GHz mikrobølger påvirker musenes læringsevne og hukommelse negativt, er identifisert» (fra anmeldelsen i ElektromogReport april 2018).¹⁶

Strålingen påvirker altså de signalveiene i hjernen som er ansvarlige for hukommelsesdannelsen. Det er to sentrale begreper som dukker opp i nesten alle studier: hippocampus og hjernens plastisitet. Hippocampus og evnen til plastisitet – det vil si til utvikling og tilpasning, og til styrking eller svekkelse av nevralt forbindelser (synapser) – spiller en sentral rolle for læring og styring av hjernefunksjoner, spesielt i disse områdene:

- Læring og utvikling av hukommelse gjennom kommunikasjon via synapser og langtidspotensiering ved hjelp av Hebb's læringsmekanisme
- Rom-tid-orientering: Hippocampus har spesifikke stedceller (*place-cells*) og tidceller (*time-cells*), slik at opplevelser ikke bare kan huskes innholdsmessig, men også i forhold til deres tidsmessige forløp og romlige kontekster. Nobelprisen i medisin ble i 2014 tildelt for nettopp disse oppdagelsene.

Hippocampus er et sentralt samordningscenter for hukommelse, læring og orientering. Den svinger i theta-frekvensen, som er 4-7 Hz. Som hjernens sekretær styrer den også pannelappen, vår utøvende og kontrollerende organ, f. eks. for impuls kontroll. Kontrollfeil har fatale konsekvenser, ikke bare for intelligensen, men også for neurologiske og psykiske lidelser.

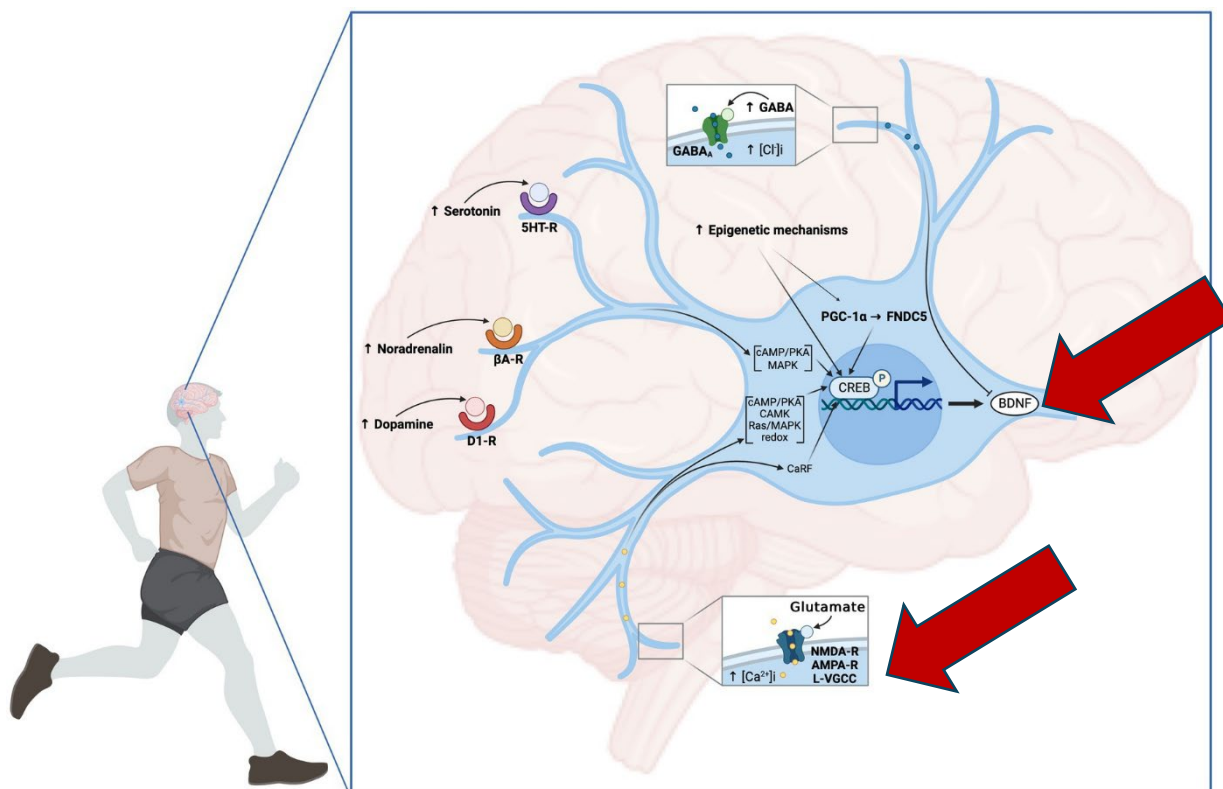


Figur 4: Struktur og form på nevroner i hippocampus hos bestrålte mus etter EMF-eksponering; fra Shahin m fl. (2015): «Antall dendritter sank betydelig på en tidsavhengig måte i alle eksponerte musegrupper.» «Antallet døende eller degenererende nevroner økte i grupper av mus eksponert for 2,45 GHz i 30 og i 60 dager.» «Merk nevronal klumping eller tilstopping hos mus eksponert for 2,45 GHz i 60 dager.»

Hemming av hjernenæringen BDNF

Studiene til Kim mfl. viser at selv kortvarig eksponering for mobilstråling endrer stoffskifteprosesser i hjernen, også i hippocampus.¹⁷ Allerede studietitlene viser hvor kontroversielt dette er: «Eksponering for HF-EMF endrer den postsynaptiske strukturen og hindrer nevruttvekst i utviklende hippocampus-nevroner hos tidlig postnatale mus» (Kim mfl. 2021) og «Eksponering for høyfrekvens inducerer synaptisk dysfunksjon i kortikale nevroner, som forårsaker endringer i læring og hukommelse hos tidlig postnatale mus» (Kim mfl. 2024). I studiene til Kim mfl. (2021, 2024) ble nyfødte mus bestrålt med 1850 MHz – en typisk mobilfrekvens – i fire uker. Resultatene av eksponeringen er alvorlige:

- Redusert uttrykk av BDNF (Brain Derived Neurotrophic Factor), en vekstfaktor som virker som næring for eksempel for nevronvekst.
- En betydelig reduksjon i glutamatreseptorene NMDA og AMPA, som er ansvarlige for plastisiteten i nevronal signaloverføring.
- Redusert antall dendritiske utvekster, dvs. kontaktpunktene for synaptisk overføring.



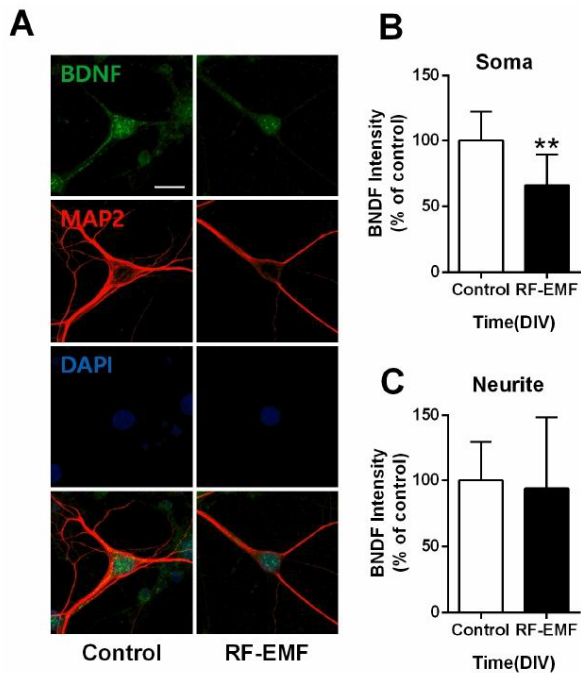
Figur 5: Samspillet mellom glutamatreseptorene NMDA og AMPA, neurotransmitterne dopamin, noradrenalin og serotonin og deres innvirkning på BDNF, utløst av bevegelse. Grafikk fra: Cefis et al. (2023: Molecular mechanisms underlying physical exercise-induced brain BDNF overproduction, *Front. Mol. Neurosci.*

Om betydningen av stoffene BDNF og glutamatreseptorene (NMDA, AMPA): BDNF fremmer dannelsen og forsterkningen av synaptiske forbindelser og danner dermed et grunnlag for læring og hukommelse. BDNF fremmer dannelsen av nye nerveceller, dvs. nevrogenese, i hippocampus (også i voksen alder!) og er der essensielt for langtidspotensiering (LTP). Sammen med glutamatreseptorene NMDA og AMPA utløser BDNF Hebb's læringsmekanisme ved synapsene.¹⁸ Den er basert på prinsippet som den kanadiske psykologen Donald Hebb formulerte i 1949: «*Neurons that fire together, wire together.*» Hebb's læringsregel sier at en synapse forsterkes når presynapsen, dvs. det presynaptiske nevronet (senderen), og postsynapsen, dvs. det postsynaptiske nevronet (mottakeren), er aktive gjentatte ganger og samtidig, nærmest som en selvforsterkende ekkovirkning. Dette fører til at forbindelsen mellom de to nervecellene blir sterkere – og dermed overfører informasjon mer effektivt. Dette kalles langtidspotensiering (LPT).

«*Nevroner som aktiveres sammen, kobles sammen.*» – BDNF, i spill med NMDA og AMPA, er «ammunisjonen» for dette! Dannelsen av denne ammunisjonen hindres av EMF, og eksisterende ammunisjon blir så å si «desarmert». Bestrålingen fører til mangel på forsyninger eller at ladingen hemmes!

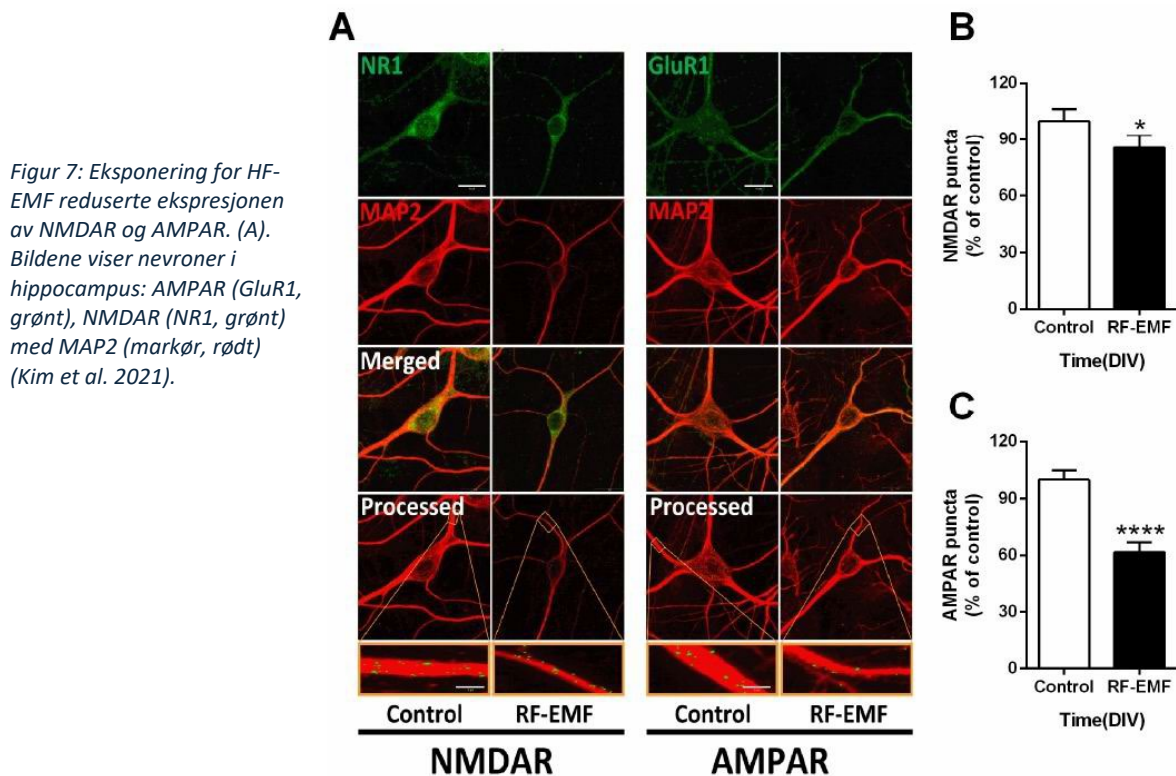
I likhet med den sørkoreanske studien av Kim mfl. kommer også den nye franske studien av Bodin mfl. (2025) til følgende konklusjon: «*In vivo-resultatene viste en reduksjon i BDNF-nivået.*» Som et samlet resultat av studien konkluderer denne franske arbeidsgruppen med at allerede «*under prenatal utvikling reduserer kontinuerlig eksponering for HF-EMF-bølger ved de regulatoriske terskelverdiene ... synaptogenesen i det umodne hjernen til gnagere*» og den advarer: «*Disse dataene støtter hypotesen om at organismer under utvikling er sårbare overfor eksponering for HF-EMF og de taler for at man bør*

utvise forsiktighet ved eksponering av gravide og små barn for HF-EMF ved bruk av telekommunikasjonsutstyr.»¹⁹



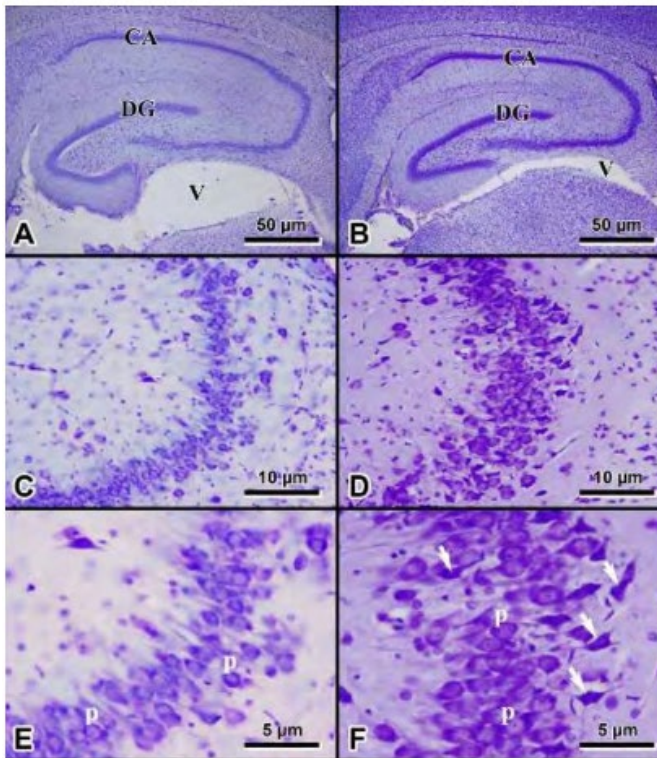
Figur 6: Eksponering for HF-EMF reduserte somatisk BDNF-ekspressjon i primære dyrkede nevroner i hippocampus (Kim et al. 2021).

Angående en annen prenatal virkning av EMF: Produksjonen og plastisiteten av nye nevroner i *gyrus dentatus* er viktig for hippocampus-funksjonene. Odaci mfl. kunne allerede i 2008 i sine studier på embryoer påvise at prenatal eksponering for elektromagnetiske felt førte til en reduksjon i antall granulatceller i *gyrus dentatus* hos rotter, der de bl.a. formidler synaptiske kretser.²⁰



Figur 7: Eksponering for HF-EMF reduserte ekspressjonen av NMDAR og AMPAR. (A). Bildene viser nevroner i hippocampus: AMPAR (GluR1, grønt), NMDAR (NR1, grønt) med MAP2 (markør, rødt) (Kim et al. 2021).

Oppsummert og i klartekst: Hjernens evne til å utvikle seg, danne nettverk og å lære blir begrenset av eksponering for EMF – allerede i fosterstadiet og i tidlig barndom.



Figur 8: Eksponering (venstre kolonne), kontroll (høyre kolonne). Redusert antall kornceller og morfologiske forskjeller i pyramideceller i hippocampus (Odaci m fl. 2008).

Fra symptomene til virkningsmekanismer

Diagnosefunk dokumenterer i oversikt nr. 4 «Wirkt Mobilfunk auf das Gehirn?» (Påvirker mobilkommunikasjon hjernen?) mer enn 50 studier som viser at EMF endrer hjernens stoffskifte. Kjenner man til de enkelte virkningsmekanismene? Som svar på spørsmålet foreligger beretningen i den fagfelle-vurderte gjennomgangen fra den kinesiske arbeidsgruppen til Hu mfl. (2021).²¹ Hu mfl. beskriver hvordan elektromagnetiske felt i frekvensområdet for mobil kommunikasjon, herunder WLAN, påvirker neurotransmittersystemene i hjernen – spesielt glutamat/NMDA, dopamin, serotonin, GABA og acetylkin²². Disse systemene styrer våre tenke- og læringsprosesser. En sentral konklusjon i studien er:

- «Oppsummert tyder disse studiene på at HF-EMF, avhengig av intensiteten av stråleeksponeringen, kan føre til stoffskifteforstyrrelser av monoamin-neurotransmitterne i hjernen og teoretisk sett føre til unormal emosjonell atferd (s. 4).»

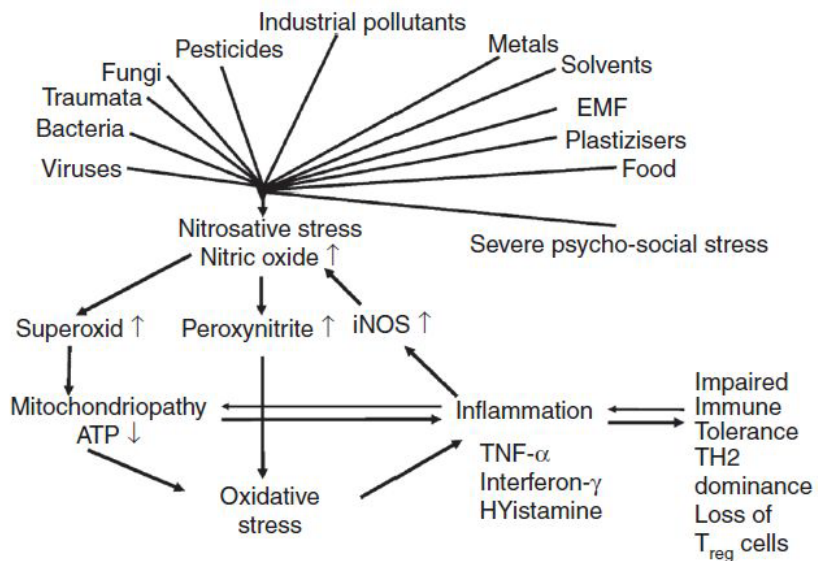
Forfatterne kommer fram til fire sentrale funn: HF-EMF fører til

1. ubalanse i neurotransmitterne, altså en biokjemisk dysregulering
2. oksidativt stress og apoptose, altså cellulære skader
3. atferds- og hukommelsesendringer, altså konsekvenser for funksjonsevner
4. Spesielt hjerner i utvikling (foster, barn) er mer følsomme, da deres nevrale nettverk og neurotransmittersystemer fortsatt er under utvikling, noe som kan føre til irreversible utviklingsforstyrrelser.

Endringene er frekvens- og doseavhengige. Samlet gir dette et bilde av en patofysiologisk svekkelse av hjernen fra HF-EMF. Det følsomt orkestrerte samspillet mellom neurotransmitterne kommer i utakt.

Dette kommer tydelig til uttrykk når det gjelder dopamin. Studier av mobiltelefon-avhengighet, som blant annet utløses av overstimulering, viser at forsinket modning av pannelappen skyldes mangel på dopamin, fordi belønningssystemet forbruker uforholdsmessig mye dopamin og trekker det ut av pannelappen. Den nevnte snøballkrisstudien (se ovenfor) dokumenterer at underutviklingen av romtid-minnet henger sammen med denne for lave forsyningen av dopamin til hjernen. Hu mfl. Rapporterer om studier som viser

at også bestråling «har ført til en betydelig reduksjon av dopamin i hippocampus» (s. 2), noe som også kan føre til «reduert lærings- og hukommelsesevne». WLAN-studier viser at virkningen av EMF på neurotransmittere fører til en «svækkelse av den romlige arbeidsminnefunksjonen» (s. 8). Dette ble allerede påvist av Henry Lai, en pioner innen EMF-forskning, i 1992, altså de samme konsekvensene som også ble funnet i snøballkrisstudien og den sveitsiske studien om figurativ hukommelse.



Figur 9 (fra Baehr m fl.) Patogenese bak inflammasjoner, mitokondriopati og nitrosativt stress som følge av påvirkninger fra triggerfaktorer [Til den norske oversettelsen har oversetter valgt en engelsk versjon i stedet for den tyske originalen. O.a.]

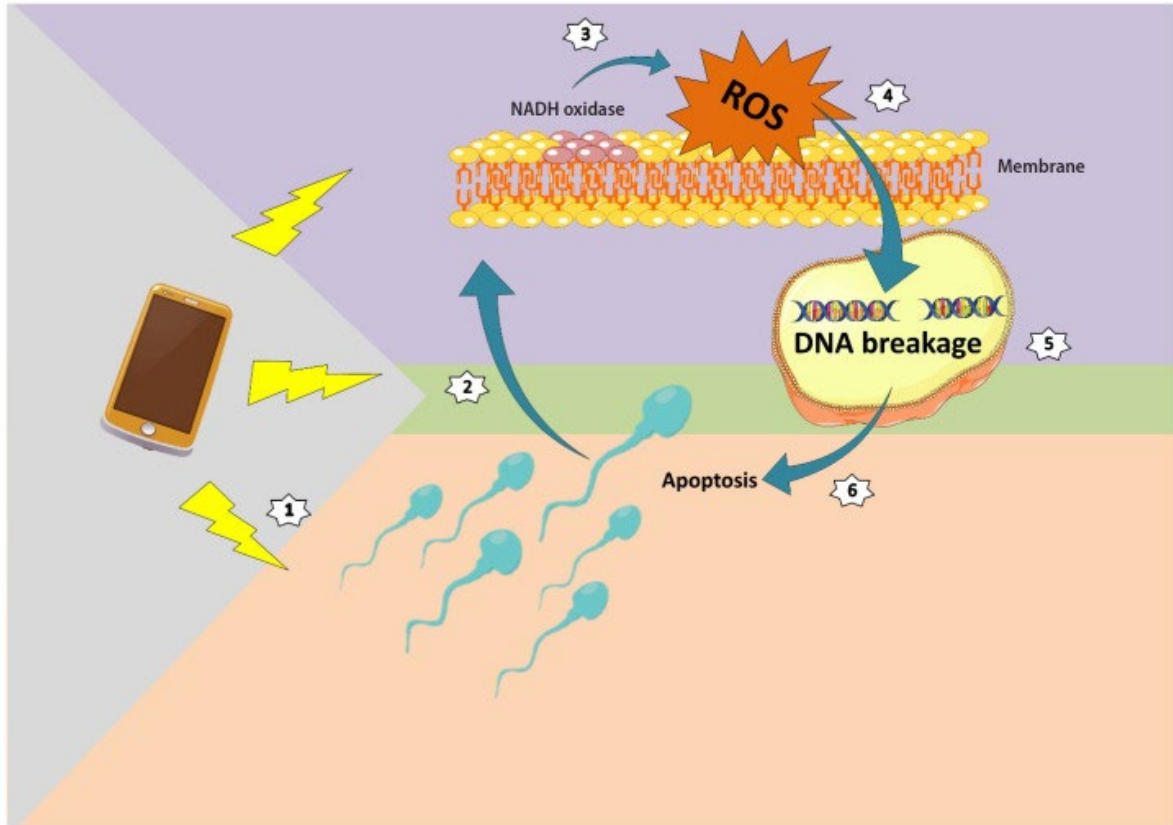
Virkningsmekanismen for oksidativt cellestress – grunnlag for inflammatoriske sykdommer

Forfatterne bak gjennomgangen til Hu mfl. peker først og fremst på virkningsmekanismene til nitrosativt og oksidativt stress. Her har vi altså en virkningsmekanisme som miljømedisinere kjenner som årsaken til mange inflammatoriske sykdommer: Overproduksjon av frie radikaler, som fører til oksidativt cellestress.²³ Forfatterne utdyper:

«Energien fra ikke-ioniserende stråling er ikke tilstrekkelig til å bryte ned kjemiske bindinger direkte. Derfor er forekomsten av DNA-skader ved eksponering for ikke-ioniserende EMF først og fremst en følge av dannelsen av ROS (reaktive oksygenarter), etterfulgt av oksidativt stress.» (s. 10)

Virkningsmekanismen oksidativt cellestress bekreftes av oversiktsstudien for det sveitsiske miljøvern-departementet som ble publisert i 2021 (Schürmann & Mevissen 2021). Den fant at mer enn halvparten av de 223 vurderte EMF-studiene påviste oksidativt stress, og at det var konsistente tegn på oksidativt cellestress i hjernen, testiklene, hjertet, leveren og nyrene, og at dette kan føre til kreft.²⁴

En mer omfattende virkningsmekanisme diskuteres av Hu mfl.: EMF kan føre til økt aktivitet i spenningsstyrte kalsiumkanaler i cellemembranene (VGCC). Som følge av dette «kan endringer i det intracellulære kalsiumnivået utløse uvanlig synaptisk aktivitet eller forårsake nevronapoptose. Dette kan igjen påvirke neurotransmisjonen i lærings- og hukommelsesprosesser (93).» (s. 9)



Figur10: Hu mfl. (2021): Virkninger av ikke-ioniserende stråling fra ROS på cellemembranen, sædceller, DNA og apoptose.

Kunnskapsprosessen er ikke fullført

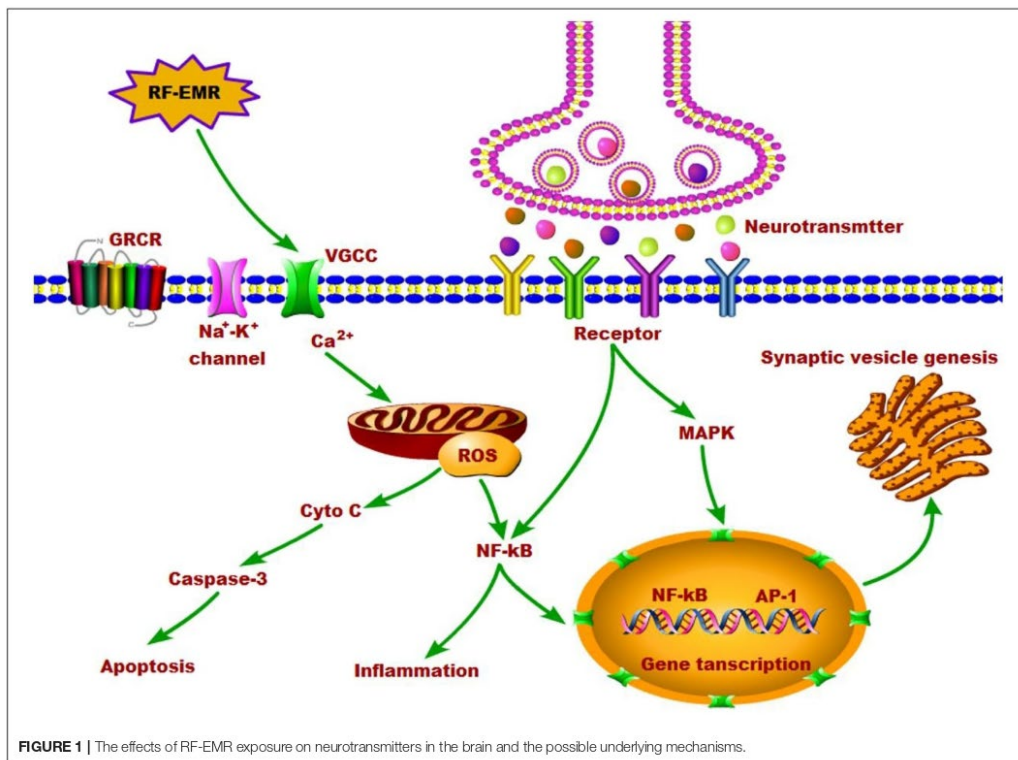


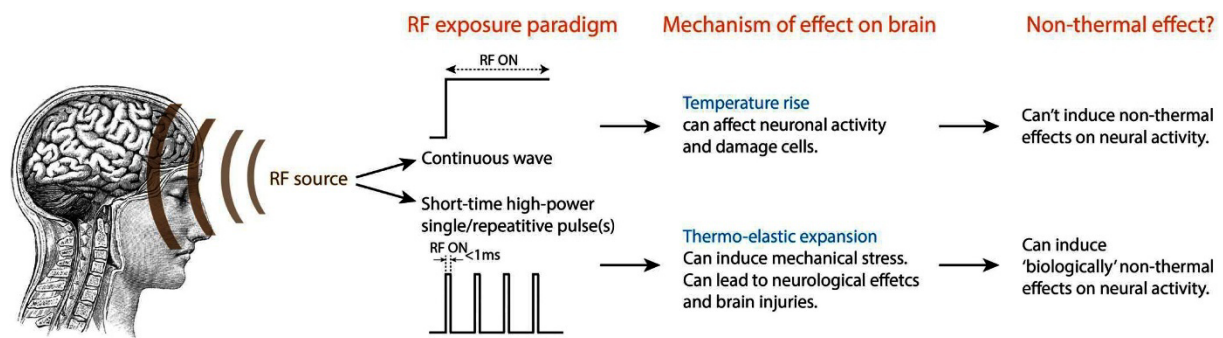
FIGURE 1 | The effects of RF-EMR exposure on neurotransmitters in the brain and the possible underlying mechanisms.

Figur 11: Skadelige cellekaskader utløst av høyfrekvente elektromagnetiske felt, grafikk fra Hu et al. 2021.

Gjennomgangen til Hu mfl. dokumenterer en mengde erkjennelser av virkningene fra EMF på hjernens stoffskifte. Men ifølge forfatterne er mange spørsmål ubesvarte på grunn av funnenes heterogenitet, spesielt når det gjelder avledninger ned til cellenivå og interaksjoner som de mener ennå ikke er endelig avklart. De satser på fremskritt innen nevrovitenskapen i forventning om «at undersøkelser av virkningene som EMF har på neurotransmitter-stoffskiftet og på transporten av neurotransmittere på det nevralt kretsløpets nivå, vil overvinne utfordringene som er forbundet med utforskningen av de nevrobiologiske virkningene fra EMF og deres mekanismer og åpne nye veier for utforskning av mål og tiltak for forebygging.» (s. 13) Dagens forskningsstatus krever ikke bare anvendelse av føre-var-prinsippet, men også vern mot [foreliggende] fare.

Det fins også andre virkninger på hjernen fra strålingen.²⁵ Allerede i 2003 ble det gjennom Salfords studier påvist at strålingen åpner blod-hjerne-barrieren og dermed fører til at giftstoffer kommer inn i hjernen.²⁶ Om relevansen av virkningene på blod-hjerne-barrieren ble det i 2022 publisert en gjennomgang av nevrobiologen Dr. Keren Grafen, «Albumin als Schlüsselmarker» (Albumin som nøkkelmarkør), i DHZ – Deutsche Heilpraktiker Zeitschrift.²⁷ Epileptiske anfall utløses også av strålingen. En oversikt over studier finnes i diagnose:funk nr. 4. Og endelig har dr. Lebrecht von Klitzing, den gang forskningsleder ved universitetssykehuset i Lübeck, allerede for 30 år siden påvist virkningene av WLAN på hjernen.²⁸

For øvrig: Nesten alle disse studieresultatene ble påvist ved strålingsstyrker under de gjeldende grenseverdiene, noe som er en knusende dom over deres påståtte beskyttende funksjon.



Figur 12: Omid Yaghmazadeh (2024): Pulsed High-Power Radio Frequency Energy Can Cause Non-Thermal Harmful Effects on the BRAIN, IEEE Open Journal of Engineering of Medicine and Biology.

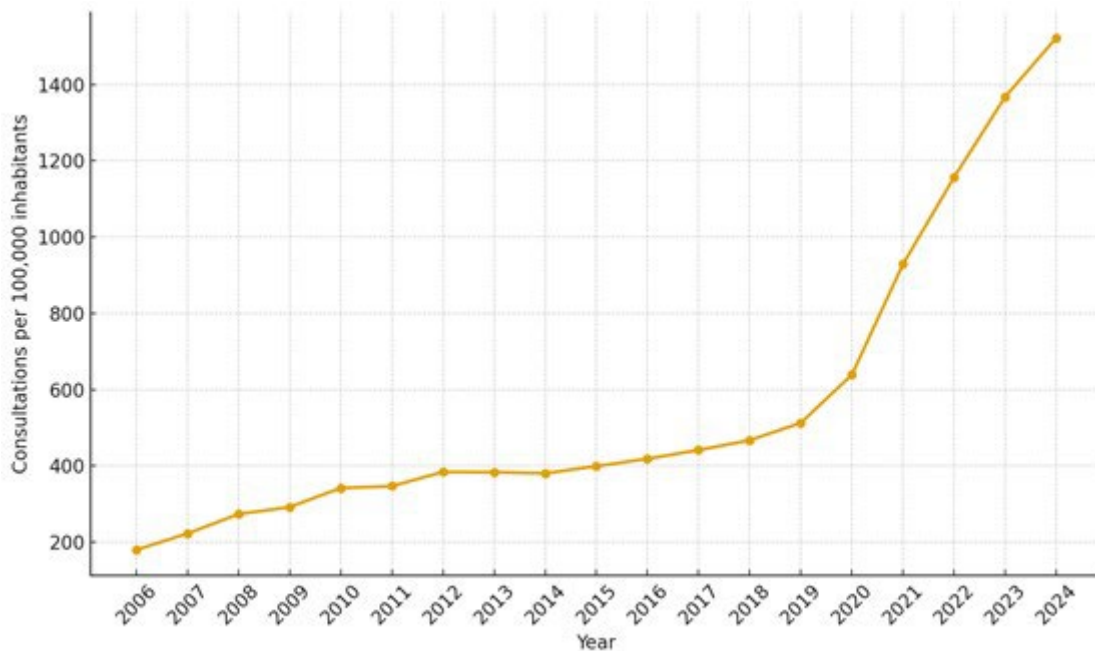
Tving fram alternativene!

Vi kan trekke en konklusjon fra den kunnskapsstatus studiene viser: Høyfrekvente elektromagnetiske felt endrer sentrale stoffskifteprosesser i hjernen. Spesielt alarmerende er den resulterende desynkroniseringen av endogene rytmer – at sentrale prosesser kommer i utakt og at det nevralt samspillet blir massivt forstyrret. Dette har konsekvenser for læring, hukommelse og atferd – helt opp til nevrologiske og nevrodegenerative forstyrrelser. Neurobiologen Teuchert-Noodt snakker om et «cyberangrep på hjernen». Vekselvirkningene har de beskrevne patologiske følgene:

- Avhengigheten av dopamin til frontalhjernen, utløst av sensorisk overbelastning og den derav følgende for lave tilførselen, blant annet med svekket rom-tidshukommelse til følge
- Nedgangen i fysisk lek og mangel på bevegelse med BDNF-mangel, motoriske forstyrrelser og fedme til følge
- Økningen i taleforstyrrelser på grunn av nedgangen i sosiale kontakter

- De følgene som virkningen av strålingen har på hjernens stoffskifte

Denne giftige blandingen blir synlig i utdanningskatastrofen, og i den vedvarende glideflukten nedover i læringsprestasjonene. Den digitale barndommen truer med å bli en nevrobiologisk blindvei. Og det er et faktum at når hukommelsen svekkes, når hippocampus krymper fordi hippocampus-funksjoner blir forstyrret, når barn slutter å lære – da mister vi ikke bare nevronenes plastisitet, men også samfunnets fremtid. De funksjonelle konsekvensene er undersøkt: En ny studie fra Sverige viser en alarmerende økning i hukommelsesproblemer hos barn og unge i Sverige og Norge (Nilsson / Hardell 2025).²⁹ (Figur 8 og 9)



Figur 13: Antall konsultasjoner på grunn av hukommelsesproblemer (ICPC-2-kode P20) hos barn i alderen 5 til 19 år per 100 000 innbyggere i Norge i perioden 2006–2024 (Nilsson 2025).

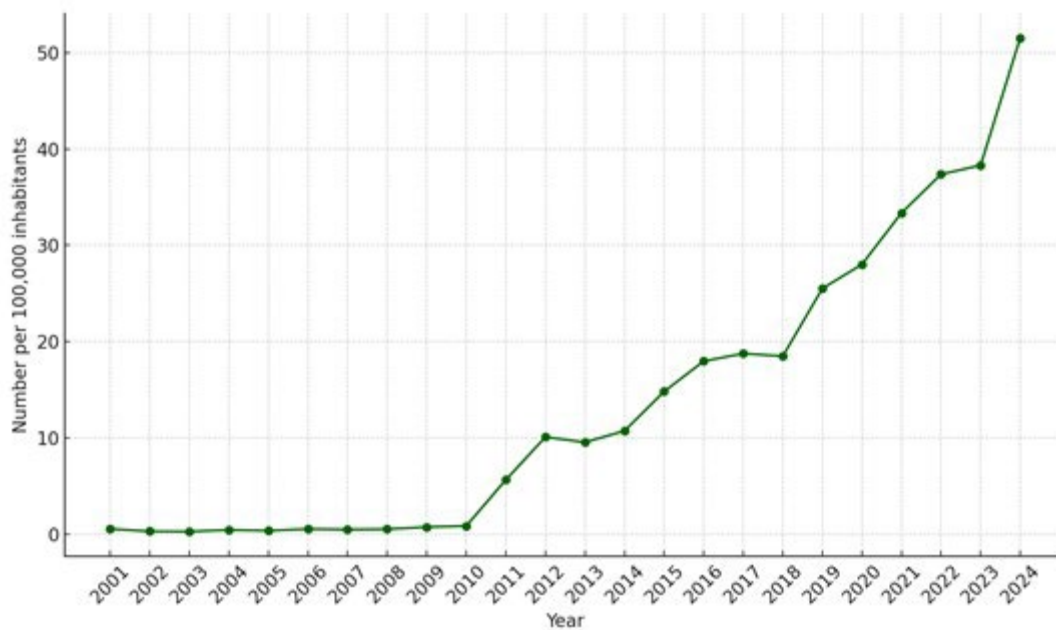
Skolepedagogen prof. Klaus Zierer skriver som konklusjon i sin metaanalyse:

«Jo mer tid barn og ungdommer bruker på smarttelefonene sine i fritiden og jo mer tid de bruker på sosiale medier, desto dårligere blir skoleprestasjonene deres.»³⁰

Mange studier dokumenterer denne nedgangen i skoleprestasjoner, som også skyldes digitaliseringen.³¹ I Tyskland skal det – i strid med pedagogiske og medisinske funn – digitaliseres enda mer, slik det står i koalisjonsavtalen til den tyske forbundsregjeringen. Det skal innføres en elev-ID som lagrer utviklingsbiografien gjennom hele livet og som skal overføres sømløst til en borger-ID. For dette formålet skal alle elever få et nettbrett, og de som trenger det, får det til og med gratis av den tyske forbundsregjeringen. Denne online datainnsamlingen er ren overvåking. I en appell til den tyske forbundsregjeringen fra mars 2025 krever 75 eksperter at denne digitaliseringen stoppes.³²

Omsider blir risikoen ved digitale medier nå tatt opp. Forbud mot smarttelefoner og sosiale medier er et sentralt tema i de ledende mediene, og Leopoldina [Tysklands nasjonale vitenskapsakademi, o.a.] har blandet seg inn med en uttalelse som har følgende kjernebudskap:

- *«Vi anbefaler å forby bruk av smarttelefoner i barnehager og skoler opp til og med 10. klasse.»*



Figur 14: Antall pasienter i alderen 5 til 19 år per 100 000 innbyggere per år med R41.8 «lett kognitiv svikt, subjektiv» som hoveddiagnose i Sverige i perioden 2001–2024 (Nilsson 2025).

Denne anbefalingen kan det bygges videre på. Den må gjennomføres. Dette må også ledsages av skrittvisе tiltak som fører til en reduksjon av belastningen fra EMF. Alternativene har lenge ligget på bordet: et nettverk for alle, kabelforbindelser, LiFi-teknologi [kommunikasjon med usynlig lys, o.a.], utstyr som stråler lite, og fremfor alt: opplysning. Her har dere som leger en nøkkelrolle. Under legebesøkene må foreldrene informeres om risikoene og alternativene. Vi ber dere hjelpe til med å sikre at IT-lobbyen ikke lenger kan få drive sin virksomhet uregulert på bekostning av helsen, og at barna våre blir beskyttet.

--o--

[**Peter Hensinger** er vitenskapsansvarlig og styremedlem i [diagnose:funk](#) (diagnose: radiobølger), en tysk akademisk orientert opplysningsorganisasjon om helse- og miljøvirkninger fra trådløs kommunikasjon]

(Oversatt av DeepL.com & Einar Flydal 5.11.; med rev. fra P.H. 12.11. og 25.11.2025)

Ordlister

AMPA-glutamatreseptor: Reseptor som fungerer som hovedformidler for rask eksitatorisk signaloverføring i sentralnervesystemet gjennom tilstrømning av natriumioner (Na⁺) og noen ganger kalsiumioner (Ca²⁺) etter binding av glutamat (AMPA: α-amino-3-hydroxy-5-methyl-4-isoxazolepropionic acid).

BDNF: Brain-Derived Neurotrophic Factor, vekstfaktor – et protein som tilhører familien av nervevekstfaktorer (neurotrofiner). BDNF finnes hovedsakelig i sentralnervesystemet og fremmer veksten av sensoriske og motoriske nerveceller.

Blod-hjerne-barrieren: Blod-hjerne-barrieren beskytter nervecellene i hjernen mot skadelige stoffer. Den er en selektivt gjennomtrengelig barriere mellom blod og hjernesubstans. Den sørger for aktiv kontroll av stoffutvekslingen med sentralnervesystemet.

Elektromagnetisk felt: Felt som inneholder elektriske og magnetiske komponenter/krefter. Disse er uatskillelige.

Dendritt: Forgrenet utløper av en nervecelle (nevron) som leder impulser til cellekroppen.

Granulceller i gyrus dentatus er hovednerveceller som mottar inngangssignaler fra *cortex entorrhinicus* [del av hjernebarken i den midtre del av tinninglappen] og overfører dem via deres aksoner (de lange nervetrådene) til pyramidecellene i CA3-området i hippocampus. De filtrerer og videresender informasjon i hippocampus sin minnesløyfe.

Gyrus dendatus: En del av hippocampus. Gyrus dentatus er en av de få strukturene i hjernen der det dannes nye nerveceller (neurogenese) hos voksne mennesker.

Hebbske læringssynapse: Den Hebbske læringssynapse er et nevrofysiologisk prinsipp hvor den synaptiske forbindelsen mellom to nevroner forsterkes gjennom gjentatt samtidig aktivering («*Neurons that fire together, wire together*»), noe som regnes som grunnlaget for synaptisk plastisitet og læring.

Hippocampus: Del av hjernen som er spesielt viktig for hukommelsen.

Ioniserende stråling: Stråling med en bølgelengde på mindre enn 200 nm, som forårsaker ionisering når den passerer gjennom materie, dvs. At den kan fjerne et elektron fra et atom eller molekyl og dermed produsere et ion og et fritt elektron (f.eks. alfapartikler, røntgen- og gammastråling).

Neuritt / akson / dendritt: utløpere av en nervecelle og videreformidler signaler.

Neurogenese: Dannelse av nerveceller gjennom differensiering og deling av stamceller.

Ikke-ioniserende stråling (NIS): omfatter alle stråler og felt i det elektromagnetiske spekteret som ikke har tilstrekkelig energi til å forårsake ionisering, f.eks. radiobølger, mikrobølger, infrarøde stråler og synlig lys.

NMDA-glutamatereceptor: NMDA-reseptorer (N-metyl-D-aspartat) er viktige for nevralt plastisitet og læringsprosesser i hjernen.

Oksidativt stress: Oksidativt stress oppstår når oksidative prosesser gjennom frie radikaler (f.eks. hydrogenperoksid) overstiger evnen de antioksidative prosessene har til å nøytralisere. Dermed forskyves balansen i favør av oksidasjon. Dette kan forårsake ulike skader i cellene, f.eks. oksidasjon av umettede fettsyrer, proteiner og DNA.

Radikal: Molekyl eller et område av et molekyl der det forekommer enkeltelektroner i tillegg til de elektronene som normalt forekommer parvis. Disse molekylene reagerer derfor kjemisk svært aggressivt og kan forårsake skader i celler, f.eks. på DNA (oksidativt stress). Et kjent eksempel er hydrogenperoksid. Radikaler er på den annen side også viktige komponenter i enzymreaksjoner. De kan oppstå gjennom stoffskiftets prosesser eller gjennom ytre påvirkninger og brytes raskt ned igjen av "radikalfangere".

ROS (reaktive oksygenforbindelser): Oksygenholdige molekyler som er svært ustabile og svært reaktive.

Den høye reaktiviteten skyldes radikalenes ustabile elektronkonfigurasjon. De trekker raskt ut elektroner fra andre molekyler, som da selv blir til frie radikaler. Dette utløser en kjedereaksjon og forårsaker celledskader gjennom oksidativt stress. ROS omfatter superoksider, peroksider og hydroksylradikaler.

Synapse: Stedet der stimuleringen [signalet] overføres fra en nervecelle til en annen nervecelle eller en muskelcelle.

Kilder

¹ Postbank: Jugendliche sind wieder mehr online – auch für Schule, Ausbildung oder Studium, 30-10-2024, <https://www.postbank.de/unternehmen/medien/meldungen/2024/oktober/studie-jugendliche-sind-wieder-mehr-online.html>

² Haidt J (2024): Generation Angst, Rowohlt

³ KMK (2025): Licht und Schatten im IQB-Bildungstrend 2024, pressemelding,

<https://www.kmk.org/aktuelles/artikelansicht/licht-und-schatten-im-iqb-bildungstrend-2024.html>

⁴ En oppsummering finnes i ÜBERBLICK für den Durchblick nr. 9: «Digitale Bildung – Ausweg aus der Bildungskatastrophe?» (Digital utdanning – en vei ut av utdanningskatastrofen?), Lastes ned fra diagnose-funk.org/2090

Engartner T (2020): Ökonomisierung schulischer Bildung, Rosa Luxemburg Stiftung

Engartner T (2024): Raus aus der Bildungsfalle, Westend

Krautz J (2014): Ware Bildung. Schule und Universität unter dem Diktat der Ökonomie, München

Münch R (2018): Der bildungsindustrielle Komplex. Schule und Unterricht im Wettbewerbsstaat, Beltz Juventa, Weinheim

⁵ «Leitlinie zur Prävention dysregulierten Bildschirmmediengebrauchs in Kindheit und Jugend» (2023), utgitt av: Deutsche Gesellschaft für Kinder- und Jugendmedizin e.V. (DGKJ) m.fl., www.awmf.org/service/awmf-aktuell/praevention-dysregulierten-bildschirmmediengebrauchs-in-kindheit-und-jugend; www.diagnose-funk.org/2005

⁶ Überblick für den Durchblick Nr.1: Wie wirkt Mobilfunk auf Tiere, Menschen und Pflanzen?

Überblick für den Durchblick Nr.2: Ist Mobilfunk krebsregend? Lastes ned fra: diagnose-funk.org/2090

⁷ Müller S (2025): Wie verlieren unsere Kinder, Droemer

⁸ Divan HA, Kheifets L, Obel C, Olsen J (2008). Prenatal and postnatal exposure to cell phone use and behavioral problems in children, *Epidemiology* 2008; 19 (4): 523-52

<https://www.emf-portal.org/de/article/15935>

Samme (2012): Cell phone use and behavioural problems in young children, *J Epidemiol Community Health* 2012; 66 (6): 524-529, <https://www.emf-portal.org/de/article/18825>

Antallet barn med ADHD-symptomer har økt jevnt siden smarttelefonen ble introdusert i 2007 og frem til 2014, med ca. 76% i forhold til 2006, og har siden stagnert på et høyt nivå. (jf. «Gesund aufwachsen in der digitalen Medienwelt» [Sunn oppvekst i den digitale medieverdenen], red. Michaela Glöckler, 2025, s. 34)

⁹ Foerster M, Thielens A, Joseph W, Eeftens M og Rössli M (2018). A Prospective Cohort Study of Adolescents' Memory Performance and Individual Brain Dose of Microwave Radiation from Wireless Communication. *Environmental Health Perspectives*, vol. 126, nr. 7, ResearchOpen Access, emf-portal.org/de/article/35641

¹⁰ Setia MS, Natesan R, Samant P, Mhapankar S, Kumar S, Singh IV, Nair A, Seth B (2025). Radiofrequency Electromagnetic Field Emissions and Neurodevelopmental Outcomes in Infants: A Prospective Cohort Study, *Cureus* 2025; 17 (7): e87671, <https://www.emf-portal.org/de/article/60360>

¹¹ Supper A, Teuchert-Noodt G (2021). «How learning doesn't work» Children evaluate their cell phone use – An empirical pilot study. *Neurol Neurosci*. 2021; 1(3):1-9.

¹² Nunes CO, Barriga EH. Bioelectricity in Morphogenesis, *Annu Rev Cell Dev Biol* 2025; 41: 187-208, fulltekst: <https://www.emf-portal.org/de/article/60997>

¹³ Mumtaz S, Rana JN, Choi EH, Han I (2022). Microwave Radiation and the Brain: Mechanisms, Current Status, and Future Prospects, Review, *Int J Mol Sci* 2022; 23 (16): 9288

¹⁴K. Hoffmann, F. Bagorda, A. F. G. Stevenson & G. Teuchert-Noodt (2001). Electromagnetic exposure effects the hippocampal dentate cell proliferation in gerbils [*Meriones unguiculatus*], *Indian Journal of Experimental Biology*, bind 39, desember 2001, s. 1220–1226

¹⁵Intervju 12.04.2023 og dokumentasjon av von Klitzings forskningsresultater på <https://www.diagnose-funk.org/aktuelles/artikel-archiv/detail?newsid=1964>:

Peter Hensinger: Hvordan kom du da til den antakelsen at mobile enheter for trådløs kommunikasjon og høye radiofrekvenser også kan påvirke EEG? Hvordan reagerte vitenskapen og din arbeidsgiver på resultatene dine?

L. von Klitzing: Ettersom mobilteknologi bruker pulserende høyfrekvente felt, var det videre forskningstemaet allerede gitt. Så snart det planlagte prosjektet ble kjent for offentligheten, begynte Telekom igjen å interessere seg for min vitenskapelige kompetanse ved å fremlegge et 10-punktsprogram mot mine videre aktiviteter. Universitetet så imidlertid ingen grunn til å uttale seg om temaet. Dermed var veien fri.

¹⁶ Shahin S, Banerjee S, Singh SP, Chaturvedi CM (2015). 2,45 GHz Microwave Radiation Impairs Learning and Spatial Memory via Oxidative/Nitrosative Stress Induced p53-Dependent / Independent Hippocampal Apoptosis: Molecular Basis and Underlying Mechanism. *Toxicological Sciences* 148 (2), 380–399, <https://www.emfdata.org/de/studien/detail?id=198>

Shahin S et al. (2018). 2,45 GHz Microwave Radiation Impairs Hippocampal Learning and Spatial Memory: Involvement of Local Stress Mechanism-Induced Suppression of iGluR/ERK/CREB Signaling. *Toxicological Sciences* 161 (2), 349–374, <https://www.emfdata.org/de/studien/detail?id=734>

¹⁷ Kim Ju Hwan, Kyung Hwun Chung, Yeong Ran Hwang, Hye Ran Park, Hee Jung Kim, Hyung-Gun Kim og Hak Rim Kim (2021). Exposure to RF-EMF Alters Postsynaptic Structure and Hinders Neurite Outgrowth in Developing Hippocampal Neurons of Early Postnatal Mice, *Int. J. Mol. Sci.* 2021, 22, 5340

Kim JH, Seok JY, Kim YH, Kim HJ, Lee JK, Kim HR (2024). Exposure to Radiofrequency Induces Synaptic Dysfunction in Cortical Neurons Causing Learning and Memory Alteration in Early Postnatal Mice. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(16). <https://www.emfdata.org/en/studies/detail?id=860>

¹⁸ Manuela Macedonia: *Beweg Dich! Und Dein Gehirn sagt danke!* Brandstaetter, 2024

¹⁹ Bodin R, Godin L, Mougins C, Lecomte A, Larrigaldie V, Feat-Vetel J, et al. (2025). Altered development in rodent brain cells after 900 MHz radiofrequency exposure, *Neurotoxicology*. 2025;111 (august)

²⁰ Odaci E, Bas O, Kaplan S (2008). Effects of prenatal exposure to a 900 MHz electromagnetic field on the dentate gyrus of rats: a stereological and histopathological study. *Brain Res* 2008; 1238 : 224 – 229

Bas O, Odaci E, Kaplan S, Acer N, Uçok K, Colakoglu S (2009). 900 MHz electromagnetic field exposure affects qualitative and quantitative features of hippocampal pyramidal cells in the adult female rat, *Brain Res* 2009; 1265: 178-185

Chronic prenatal exposure to the 900 megahertz electromagnetic field induces pyramidal cell loss in the hippocampus of newborn rats, *Toxicol Ind Health* 2009; 25 (6): 377-384

Bas O, Sönmez OF, Aslan A, İkinci A, Hancı H, Yildirim M, Kaya H, Akca M, Odaci. E (2013). Pyramidal Cell Loss in the Cornu Ammonis of 32-day-old Female Rats Following Exposure to a 900 Megahertz Electromagnetic Field During Prenatal Days 13-21, *Neuroquantology* 2013; 11 (4): 591-599

Odaci E, Hancı H, İkinci A, Sonmez OF, Aslan A, Sahin A, Kaya H, Colakoglu S, Bas O (2016). Maternal exposure to a continuous 900-MHz electromagnetic field provokes neuronal loss and pathological changes in cerebellum of 32-day-old female rat offspring, *J Chem Neuroanat* 2016; 75 Pt B: 105-110

²¹ Hu C, Zuo H, Li Y (2021). Effects of Radiofrequency Electromagnetic Radiation on Neurotransmitters in the Brain. *Front Public Heal.* 2021;9 (august):1-15; DOI: 10.3389/fpubh.2021.691880

²² Obajuluwa AO, Akinyemi AJ, Afolabi OB, Adekoya K, Sanya JO, Ishola AO (2017). Exposure to radio-frequency electromagnetic waves alters acetylcholinesterase gene expression, exploratory and motor coordination-linked behaviour in male rats, *Toxicol Rep* 2017; 4: 530-534

²³ Hu C, Zuo H og Li Y (2021). Effects of Radiofrequency Electromagnetic Radiation on Neurotransmitters in the Brain. *Front. Public Health* 9:691880. doi: 10.3389/fpubh.2021.691880:

«Energien fra ikke-ioniserende stråling er ikke tilstrekkelig til å bryte kjemiske bindinger direkte. Derfor er forekomsten av DNA-skader ved eksponering for ikke-ioniserende EMF først og fremst en følge av dannelsen av ROS, etterfulgt av oksidativt stress. Mange dyreforsøk har klart vist at ikke-termisk EMF kan forårsake oksidativt stress (115, 116), spesielt i hjernen (3, 117–119). Det er dokumentert at ikke-termisk EMF-eksponering på 900 MHz eller 2,45 GHz hos rotter, både på kort og lang sikt, kan utløse nevronale dysfunksjoner og apoptose blant pyramideceller i hippocampus (117, 120) og Purkinje-celler i lillehjernen (121).» (s. 10)

«Lushchak et al. rapporterte at eksponering for elektromagnetisk stråling kan først generere frie radikaler i hjernen, som senere omdannes til ROS (126). Økningen i ROS-nivået kan angripe forskjellige biomolekyler i cellen. Det økte ROS-nivået kan igjen utløse frigjøring av kalsium og deretter aktivere de genetiske faktorene som fører til DNA-skader (110).» (s. 10)

«Det er også mulig at de ulike neurotransmisjonseffektene hos dyr etter HF-EMF-eksponering kan tilskrives kombinerte virkninger i ulike hjerneområder, som for eksempel nevrofysiologiske endringer, økning av kalsium og ROS (radikale oksygenarter eller aggressive oksygenradikaler) og dermed skader på cellemembranen og de påfølgende endringene i signalendringen (s. 11).»

²⁴ Schuermann D, Mevissen M (2021). Manmade Electromagnetic Fields and Oxidative Stress - Biological Effects and Consequences for Health. *Int. J. Mol. Sci.* 2021, 22, 3772. <https://doi.org/10.3390/ijms22073772>

²⁵ Yaghmazadeh O (2024): Pulsed High-Power Radio Frequency Energy Can Cause Non-Thermal Harmful Effects on the BRAIN, *IEEE Open J Eng* 2024; 5: 50-53, doi:10.1109/OJEMB.2024.3355301, <https://www.emf-portal.org/de/article/53641>

²⁶ Salford LG, Brun AE, Eberhardt JL, Malmgren L, Persson BR (2003). Nerve cell damage in mammalian brain after exposure to microwaves from GSM mobile phones. *Environ Health Perspect* 111 (7): 881-3, <https://www.emf-portal.org/de/article/9462>

diagnose:funk Brennpunkt (2022). Die Öffnung der Blut-Hirn-Schranke durch Mobilfunkstrahlung: Ergebnisse der Salford-Studien, [diagnose-funk.org/1809](https://www.diagnose-funk.org/1809)

²⁷ Grafen K. (2022). Albumin als Schlüsselmarker. *DHZ – Deutsche Heilpraktiker Zeitschrift*, 2022; 6: 56–59 | © 2022. Thieme.

²⁸ Dokumentasjon av studiene til Lebrecht von Klitzing og intervju: <https://www.diagnose-funk.org/aktuelles/artikel-archiv/detail?newsid=1964>

²⁹ Mona Nilsson, Lennart Hardell. Increasing Numbers of Children Aged 5-19 Years with Memory Problems in Sweden and Norway. *Archives of Clinical and Biomedical Research*. 9 (2025): 431-439; <https://www.diagnose-funk.org/2288>

<https://cdn.fortunejournals.com/articles/increasing-numbers-of-children-aged-5-19-years-with-memory-problems-in-sweden-and-norw-6333.pdf>

³⁰ Zierer, K. (2021). Zwischen Dichtung und Wahrheit: Möglichkeiten und Grenzen von digitalen Medien im Bildungssystem, *Pädagogische Rundschau*, 75. årgang, s. 377-392, Nedlasting: www.diagnose-funk.org/2001

³¹ Lankau R (2023): *Unterricht in Präsenz und Distanz. Lehren aus der Pandemie*, Beltz

Möller C, Fischer FM (2023): *Internet- und Computersucht. Ein Paxishandbuch für Therapeuten, Pädagogen und Eltern*, 3. Auflage, Kohlhammer Stuttgart

Spitzer M (2022): Digitalisierung in Kindergarten und Grundschule schadet der Entwicklung, Gesundheit und Bildung von Kindern, *Nervenheilkunde* 2022; 41(11): 797-812
DOI: 10.1055/a-1826-8225 [thieme-connect.com/products/ejournals/abstract/10.1055/a-1826-8225](https://www.thieme-connect.com/products/ejournals/abstract/10.1055/a-1826-8225)

³² Oprop: Humane und emanzipierende Bildungspolitik vs. digitale Transformation, 12.03.2025, <https://die-paedagogische-wende.de/aufruf-bildungspolitik-2025/>