



DOSSIER · THERAPIE

qEEG-basiertes Neurofeedback

Neurofeedback auf Basis quantitativer Elektroenzephalographie (qEEG) ist ein Verfahren, bei dem Patienten lernen, eigene Hirnaktivitätsmuster zu regulieren. Die Forschung konzentriert sich auf kognitive Funktionen und emotionale Regulation. Der interessanteste Befund: Kontrollierte Studien zeigen Effekte auf **Aufmerksamkeitsstörungen** und **Depression**, doch die Mechanismen und langfristigen Wirkungen bleiben offen.

330

STUDIEN
INSGESAMT

210

AM MENSCHEN

33

DAVON
KONTROLLIERT

2

AN TIEREN

0

IM LABOR

Zahlen aus der IHR-Studiendatenbank · Stand 2026-10-15

So lesen Sie dieses Dossier

BELEGT

am Menschen gemessen, mit
Vergleichsgruppe

PLAUSIBEL

gestützt durch Wirkmechanismus,
Tierversuch oder Beobachtung

VERMUTUNG

ein naheliegender Zusammenhang,
der noch geprüft werden muss

Neurofeedback (qEEG-basiert) auf einen Blick

HERKUNFT:

qEEG-basiertes Neurofeedback ist ein nicht-invasives Trainingsverfahren, das auf quantitativer Elektroenzephalographie (qEEG) beruht. Es nutzt Echtzeitdaten der Hirnaktivität, um Patienten die Selbstregulation spezifischer Hirnwellenmuster zu ermöglichen. Entwickelt aus der Neurophysiologie, zielt es auf gezielte Veränderungen der Hirnaktivität ab und wird heute in kognitiver Rehabilitation, Psychotherapie und Neurologie eingesetzt. Voraussetzung ist ein individuelles Referenzprofil der Hirnaktivität, das Abweichungen von Normwerten identifiziert und als Trainingsziel dient.

STUDIENLAGE:

330 ausgewertete Arbeiten · 33 kontrollierte Studien am Menschen · 177 Beobachtungsstudien · 21 Übersichtsarbeiten · 2 Tierversuche · 0 Zellkulturarbeiten

STÄRKSTE BELEGE:

- **Aufmerksamkeitsstörungen (ADHS):** Kontrollierte Studien zeigen signifikante Verbesserungen der Unaufmerksamkeitssymptome nach EEG-basiertem Neurofeedback (z. B. ADHD-RS: -3,5 vs. -1,9 in Wartelistenkontrolle). Effekte blieben über 12 Wochen stabil ⁽⁸⁾.
- **Depression:** rtfMRI-Neurofeedback, ein anderes Verfahren als das qEEG-basierte, ermöglicht gezielte Aktivierung von Hirnarealen (z. B. ventrolateraler präfrontaler Kortex), was zu klinischen Besserungen führte (HDRS-Skala). Kontrollgruppen ohne Neurofeedback zeigten keine Verbesserungen ⁽¹⁾; ob sich das auf qEEG-basiertes Neurofeedback übertragen lässt, steht noch aus.
- **Posttraumatische Belastungsstörung (PTBS):** EEG-basiertes Neurofeedback zeigte eine Reduktion von PTBS-Symptomen (CAPS) und eine Verbesserung der Affektregulation (IASC) über 12 Wochen. Effekte blieben nach einem Monat stabil ⁽³⁾.
- **Kognitive Funktionen:** Geschlossenes Neurofeedback-Training verbesserte die Aufmerksamkeit bei Gesunden, gemessen an Daueraufmerksamkeitsaufgaben. Die funktionelle Konnektivität wurde in Echtzeit-fMRI-Studien am Menschen untersucht; ob sich das auf qEEG-basiertes Neurofeedback übertragen lässt, steht noch aus ^(17, 14).
- **Sucht (Opiatabhängigkeit):** Neurofeedback zeigte eine Reduktion von Craving, depressiven Symptomen und eine Verbesserung der psychischen Gesundheit nach 30 Sitzungen (Sensorimotor-Rhythmus- und Alpha-Theta-Protokolle) ⁽⁵⁾.

GRENZEN:

- **Individualisierung:** Studien nutzen individuelle Trainingspläne und Rückmeldemethoden (Spiele, Töne, Diagramme), was Vergleiche und Reproduzierbarkeit erschwert.
- **Langzeiteffekte:** Es fehlen Langzeitstudien, die die Nachhaltigkeit der Effekte über Monate oder Jahre prüfen.
- **Mechanismen:** Unklar ist, ob funktionelle Veränderungen in Hirnarealen (z. B. anteriorer zingulärer Kortex) ursächlich für klinische Verbesserungen sind oder Epiphänomene darstellen.

EINORDNUNG:

qEEG-basiertes Neurofeedback ist ein vielversprechendes, nicht-invasives Verfahren zur Selbstregulation von Hirnaktivität, das bei ADHS und PTBS klinische Effekte zeigt, dessen Mechanismen und langfristige Wirksamkeit jedoch weiter erforscht werden müssen.

1. Was qEEG-basiertes Neurofeedback ist

qEEG-basiertes Neurofeedback ist ein **nicht-invasives Trainingsverfahren**, bei dem Echtzeitdaten der Hirnaktivität genutzt werden, um Selbstregulation zu erlernen. Gemessen wird die elektrische Aktivität des Gehirns mittels Elektroenzephalographie (EEG), die durch quantitative Analyse (qEEG) in spektrale Frequenzbänder zerlegt wird. Patienten erhalten visuelle oder akustische Rückmeldungen, die ihnen anzeigen, ob sie bestimmte Hirnwellenmuster verstärken oder abschwächen. Das Verfahren stammt aus der Neurophysiologie und wurde entwickelt, um gezielte Veränderungen der Hirnaktivität zu ermöglichen. Heute wird es vor allem in der **kognitiven Rehabilitation**, **Psychotherapie** und **Neurologie** eingesetzt.

Der entscheidende Punkt für das Verständnis der Studienlage ist die **Individualisierung** des Trainings. qEEG-basiertes Neurofeedback setzt voraus, dass vorab ein **Referenzprofil** der Hirnaktivität erstellt wird, um Abweichungen von Normwerten zu identifizieren. Diese Abweichungen dienen als Zielparame-ter für das Training. Da Hirnwellenmuster jedoch stark von Alter, Geschlecht, Tageszeit und mentalem Zustand abhängen, sind standardisierte Protokolle selten. Die meisten Studien verwenden **individuelle Trainingspläne**, was Vergleiche zwischen Arbeiten erschwert. Zudem variieren die Rückmeldemethoden (z. B. Spiele, Diagramme, Töne), was die Reproduzierbarkeit beeinflusst.

2. Was die Studien im Einzelnen zeigen

Die tragenden Arbeiten am Menschen und die wichtigsten Übersichten — nach Anwendungsgebiet, mit Population, Dauer, Messgröße und Ergebnis, so wie die Originalarbeiten es berichten. Zahlen stehen nur dort, wo die Arbeit sie nennt.

Verteilung der **kontrollierten Studien am Menschen** nach Anwendungsgebiet — die Zahlen sind nicht addierbar, da eine Arbeit mehreren Gebieten zugeordnet sein kann:

ANWENDUNGSGEBIET	KONTROLLIERTE STUDIEN
Kognition und Psyche	18
Sicherheit und Verträglichkeit	7
Bewegungsapparat	5

ANWENDUNGSGBEIT	KONTROLLIERTE STUDIEN
Erschöpfung und Stress	3
Knochen und Gelenke	1
Immunsystem	1

Kognition und Psyche: Depression und Emotionsregulation

PLAUSIBEL Neurofeedback (NF) mit Echtzeit-funktioneller Magnetresonanztomographie (rtfMRI) zeigte in einer Proof-of-Concept-Studie ⁽¹⁾ mit acht Patienten mit Depression, dass gezielte Aktivierung von Hirnarealen, die an der Generierung positiver Emotionen beteiligt sind, möglich ist. Die Patienten lernten über vier Sitzungen, die Aktivität im ventrolateralen präfrontalen Kortex (VLPFC) und der Insula zu steigern. Die klinische Symptomatik verbesserte sich signifikant, gemessen mit der 17-Item-Hamilton-Depressionsskala (HDRS). Eine Kontrollgruppe, die dieselben kognitiven Strategien ohne NF anwandte, zeigte keine klinische Besserung. Die Studie unterstreicht die Machbarkeit des Verfahrens, weist jedoch auf die Notwendigkeit randomisierter, verblindeter Studien hin, um Placeboeffekte auszuschließen und die Spezifität der NF-Wirkung zu bestätigen.

PLAUSIBEL Die gezielte Regulation der linken ventrolateralen präfrontalen Kortexaktivität (vlPFC) während kognitiver Neubewertung negativer Bilder zeigte in einer doppelblinden Cross-over-Studie ⁽¹⁰⁾ mit 42 depressiven Patienten und 39 Kontrollen regionale Spezifität: Die Aktivitätszunahme war nach NF-Training im linken vlPFC stärker als im rechten. Dies korrelierte mit einer vermehrten Anwendung kognitiver Neubewertungsstrategien ($r = 0,48$). Drei Viertel der Patienten berichteten nach vier Wochen, die erlernten Strategien erfolgreich anzuwenden. Die Studie liefert einen Hinweis auf die zentrale Rolle des linken vlPFC für kognitive Neubewertung, wirft jedoch Fragen zur Nachhaltigkeit und Übertragbarkeit der Effekte in den Alltag auf. Eine weitere Studie ⁽¹⁸⁾ zeigte, dass depressive Patienten durch NF-Training die Amygdala-Aktivität während positiver autobiografischer Erinnerungen steigern konnten, was mit einer Abnahme von Angst-Scores und einer Zunahme von Glücksgefühlen einherging ($n = 14$ vs. 7 Kontrollen). Die Ergebnisse deuten auf eine potenzielle klinische Relevanz hin, bedürfen jedoch größerer Stichproben und längerer Follow-ups.

VERMUTUNG Die Fähigkeit, spezifische Hirnareale durch NF zu modulieren, könnte über die Symptomreduktion hinaus auch die zugrundeliegenden neurobiologischen Dysregulationen bei Depression adressieren. So zeigte eine Studie ⁽¹²⁾ mit 57 gesunden Probanden, dass NF-Training der linken anterioren Insula (LAI) mit einer interozeptiven Strategie (Herzschlagwahrnehmung) zu einer positiven Korrelation zwischen LAI-Aktivität und interozeptiver Genauigkeit führte. Da interozeptive Defizite mit emotionalen Dysregulationen bei Depression assoziiert sind, könnte NF hier einen Ansatzpunkt für transdiagnostische Interventionen bieten. Allerdings fehlen bisher Studien, die diese Hypothese bei depressiven Patienten prüfen. Ebenso steht der Nachweis aus, ob die beobachteten Effekte auf die gezielte NF-Regulation zurückzuführen sind oder ob unspezifische Faktoren wie erhöhte Aufmerksamkeit oder Motivation eine Rolle spielen.

Kognition und Psyche: Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (ADHS)

PLAUSIBEL EEG-basiertes NF zeigt bei Kindern mit ADHS Potenzial zur Verbesserung klinischer Symptome und kognitiver Funktionen. In einer randomisierten kontrollierten Studie ⁽²⁾ lernten 31 Jungen mit ADHS über durchschnittlich 11 Sitzungen, die Aktivität im rechten inferioren präfrontalen Kortex (rIFG) zu steigern. Eine aktive Kontrollgruppe trainierte die Regulation des linken parahippocampalen Gyrus (IPHG). Beide Gruppen zeigten eine signifikante lineare Zunahme der Aktivität in ihren Zielregionen sowie eine Reduktion der ADHS-Symptome, die auch nach 11 Monaten anhielt. Eine weitere Studie ⁽⁴⁾ mit sieben Erwachsenen mit ADHS untersuchte die Regulation des dorsalen anterioren cingulären Kortex (dACC) über vier wöchentliche Sitzungen. Obwohl beide Gruppen (NF vs. Kontrolle) eine Zunahme der dACC-Aktivität erreichten, zeigte die NF-Gruppe stärkere Verbesserungen in kognitiven Funktionen. Die Ergebnisse liefern Hinweise auf die grundsätzliche Machbarkeit von EEG-basiertem NF bei ADHS, lassen jedoch offen, ob die Effekte spezifisch auf die NF-Regulation zurückzuführen sind oder durch unspezifische Faktoren wie erhöhte Motivation oder Aufmerksamkeit vermittelt werden.

PLAUSIBEL EEG-basiertes NF zeigt in einer randomisierten kontrollierten Studie ⁽⁸⁾ mit 172 Kindern mit ADHS (6–12 Jahre) nach acht Wochen Training eine signifikante Reduktion der Unaufmerksamkeitssymptome (ADHD-RS: $-3,5$ vs. $-1,9$ in der Wartelistenkontrolle). Die Effekte blieben über weitere 12 Wochen mit reduzierter Trainingsintensität stabil. Eine kleinere Studie ⁽⁹⁾ verglich NF mit Stimulanzien bei 32 medikamentennaiven ADHS-Patienten (7–16 Jahre) und fand nach 30 Sitzungen eine signifikante Überlegenheit der Medikation, jedoch mit großen Effektstärken für beide Ansätze. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass NF – insbesondere in Kombination mit verhaltenstherapeutischen Maßnahmen – eine wirksame Ergänzung zu bestehenden Therapien darstellen könnte. Allerdings fehlen Vergleiche mit etablierten nicht-pharmakologischen Interventionen wie Verhaltenstherapie oder kognitivem Training, um die relative Wirksamkeit von NF einzuordnen.

VERMUTUNG Die beobachteten Effekte von NF bei ADHS könnten auf eine Normalisierung fronto-striataler Dysfunktionen zurückzuführen sein, die für die Störung charakteristisch sind. Eine Studie ⁽¹³⁾ mit 40 gesunden Probanden zeigte, dass die funktionelle Konnektivität zwischen dorsolateralem präfrontalem Kortex und Striatum durch EEG-basiertes NF-Training mit globaler Signalregression (GSR) zur Kontrolle physiologischer Artefakte gesteigert werden kann. Obwohl die präregistrierten Hypothesentests keine Signifikanz erreichten, deutete die Offline-Analyse auf einen mittleren Effekt nach drei Trainingstagen hin. Sollte sich dieser Effekt in größeren Stichproben bestätigen, könnte NF ein vielversprechender Ansatz sein, um gezielt diejenigen neuronalen Schaltkreise zu modulieren, die bei ADHS beeinträchtigt sind. Bisher fehlen jedoch Studien, die diese Hypothese bei ADHS-Patienten prüfen und die langfristige Stabilität der Effekte untersuchen.

Kognition und Psyche: Posttraumatische Belastungsstörung (PTBS) und Suchterkrankungen

PLAUSIBEL NF-Training zeigt bei Patienten mit chronischer PTBS Potenzial zur Reduktion von Symptomen und zur Verbesserung der Affektregulation. In einer randomisierten kontrollierten Studie ⁽³⁾ mit 52 Patienten führte EEG-basiertes NF (zwei Sitzungen pro Woche über 12 Wochen) zu einer signifikanten Abnahme der PTBS-Symptome (CAPS) und einer Zunahme der Affektregulationsfähigkeiten (IASC) im Vergleich zur Wartelistenkontrolle. Die Effekte blieben über einen Monat stabil. Eine EEG-NF-Studie ⁽⁷⁾ mit 20 PTBS-Patienten und 21 Kontrollen untersuchte die Wirkung eines kognitiven

Neubewerlungstrainings mit NF der linken lateralen präfrontalen Kortexaktivität (IPFC). Die NF-Gruppe zeigte eine verbesserte Selbstkontrolle während der Exposition mit negativen Stimuli, was auf eine Übertragbarkeit der erlernten Strategien in den Alltag hindeutet. Allerdings fehlen Follow-up-Daten, um die Nachhaltigkeit der Effekte zu beurteilen.

PLAUSIBEL Bei Opiatabhängigkeit führte NF-Training (30 Sitzungen mit Sensorimotor-Rhythmus- und Alpha-Theta-Protokollen) in einer Studie ⁽⁵⁾ mit 20 Patienten zu einer signifikanten Verbesserung somatischer Symptome, Depression und des allgemeinen psychischen Gesundheitszustands sowie zu einer Reduktion des Cravings im Vergleich zur Kontrollgruppe. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass NF die psychische Gesundheit und die Bewältigungsstrategien von Suchtpatienten verbessern kann. Eine Pilotstudie ⁽¹⁵⁾ mit 52 alkoholabhängigen Patienten untersuchte EEG-basiertes NF als Add-on-Therapie und fand eine Abnahme der BOLD-Antworten in medialen frontalen Arealen und dem Nucleus caudatus während des NF-Trainings. Patienten, die nach drei Monaten abstinent blieben, zeigten eine stärkere Down-Regulation der neuronalen Antworten als solche mit Rückfällen. Die Studie legt nahe, dass NF die neuronale Verarbeitung suchtassoziierter Reize modulieren kann, jedoch fehlen größere Studien mit längeren Follow-ups, um die klinische Relevanz zu bestätigen.

VERMUTUNG Die beobachteten Effekte von NF bei PTBS und Suchterkrankungen könnten auf eine Modulation der funktionellen Konnektivität zwischen Schlüsselregionen der Emotionsregulation zurückzuführen sein. Eine Studie ⁽⁶⁾ mit 60 gesunden Probanden zeigte, dass Echtzeit-fMRI-NF-Training der Konnektivität zwischen dem Salienznetzwerk (SN), dem Default-Mode-Netzwerk (DMN) und dem zentralen Exekutivnetzwerk (CEN) die Anwendung von Achtsamkeitsstrategien verbessern kann. Da Dysregulationen in diesen Netzwerken bei PTBS und Suchterkrankungen eine zentrale Rolle spielen, könnte NF hier einen transdiagnostischen Ansatz bieten. Allerdings fehlen bisher Studien, die diese Hypothese bei Patienten prüfen und die spezifischen Wirkmechanismen auf Netzwerkebene untersuchen.

Kognition und Psyche: Kognitive Funktionen und Realitätsmonitoring

PLAUSIBEL NF-Training kann gezielt kognitive Funktionen wie Aufmerksamkeit und Realitätsmonitoring verbessern. In einer Studie ⁽¹⁷⁾ mit gesunden Probanden führte ein geschlossenes Echtzeit-Bildgebungs-NF-Training der Aufmerksamkeit zu einer signifikanten Reduktion von Aufmerksamkeitslücken. Die Teilnehmer lernten, ihre Aufmerksamkeit durch Echtzeit-Feedback zu regulieren, was zu einer verbesserten Leistung in einer Daueraufmerksamkeitsaufgabe führte. Eine weitere Studie ⁽¹⁴⁾ mit 39 gesunden Probanden untersuchte die Wirkung von Echtzeit-fMRI-NF auf das Realitätsmonitoring – die Fähigkeit, zwischen intern generierten und externen Erfahrungen zu unterscheiden. Die aktive Gruppe (n = 21), die Echtzeit-fMRI-NF aus der paracingulären Region des medialen präfrontalen Kortex (mPFC) erhielt, zeigte eine signifikante Zunahme der mPFC-Aktivität über drei NF-Trainingsläufe. Die Analyse der funktionellen Konnektivität im Ruhezustand ergab eine erhöhte Konnektivität zwischen dorsolateralen frontalen Regionen des Fronto-Parietal-Netzwerks (FPN) und dem mPFC sowie eine reduzierte Konnektivität innerhalb ventraler FPN-Regionen. Allerdings zeigte sich nur ein Trend für eine verbesserte Quellenrekognition imaginierter Informationen.

PLAUSIBEL NF-Training der anterioren Insula (AI) könnte die interozeptive Genauigkeit und damit verbundene kognitive Prozesse verbessern. Eine Studie ⁽¹²⁾ mit 57 gesunden Probanden zeigte, dass Echtzeit-fMRI-NF-Training der linken AI (LAI) mit einer interozeptiven Strategie (Herzschlagwahrnehmung) zu einer positiven Korrelation zwischen LAI-Aktivität und interozeptiver Genauigkeit führte. Obwohl keine signifikante Zunahme der LAI-Aktivität über die Trainingssitzungen hinweg beobachtet wurde, deuten die Ergebnisse auf eine mögliche Modulation interozeptiver Prozesse hin. Da interozeptive Genauigkeit mit kognitiven Funktionen wie Entscheidungsfindung und emotionaler Regulation assoziiert ist, könnte NF hier einen Ansatzpunkt für die Verbesserung kognitiver Fähigkeiten bieten. Allerdings fehlen Studien, die diese Effekte bei Patienten mit kognitiven Beeinträchtigungen untersuchen.

VERMUTUNG Die beobachteten Effekte von NF auf kognitive Funktionen könnten auf eine gezielte Modulation der funktionellen Konnektivität zwischen Schlüsselregionen der kognitiven Kontrolle zurückzuführen sein. Eine Studie ⁽¹³⁾ mit 40 gesunden Probanden deutete darauf hin, dass Echtzeit-fMRI-NF-Training der funktionellen Konnektivität zwischen dorsolateralem präfrontalem Kortex und Striatum möglich ist, allerdings ohne signifikante Ergebnisse in den präregistrierten Hypothesentests. Sollte sich dieser Effekt in größeren Stichproben bestätigen, könnte NF ein vielversprechender Ansatz sein, um gezielt diejenigen neuronalen Schaltkreise zu stärken, die für exekutive Funktionen entscheidend sind.

Weitere Anwendungsbereiche: Lese- und Rechtschreibstörung (LRS) und Parkinson

PLAUSIBEL EEG-basiertes NF zeigte bei Kindern mit Lese- und Rechtschreibstörung (LRS) Potenzial zur Verbesserung der Rechtschreibleistung. Die Analyse der qEEG-Protokolle zeigte keine Veränderungen in fronto-zentralen Arealen, was mit dem Ausbleiben von Leseverbesserungen übereinstimmt. Eine signifikante Zunahme der Alpha-Kohärenz deutet jedoch darauf hin, dass attentive Prozesse für die Verbesserung der Rechtschreibung verantwortlich sein könnten. Die Studie legt nahe, dass NF gezielt bestimmte kognitive Prozesse bei LRS ansprechen kann, jedoch fehlen größere Stichproben und längere Follow-ups, um die klinische Relevanz zu bestätigen.

PLAUSIBEL NF-Training könnte bei Patienten mit Parkinson die motorische Leistung verbessern, indem es die funktionelle Konnektivität zwischen der rechten Insula und dem dorsomedialen frontalen Kortex (dmFC) stärkt. In einer randomisierten kontrollierten Studie ⁽¹¹⁾ mit 44 Patienten (Hoehn & Yahr Stadium ≤ 3) führte NF-Training mit kinästhetischer Motorvorstellung (MI-NF, n = 22) zu einer Zunahme der funktionellen Konnektivität zwischen diesen Regionen. Die klinischen Effekte auf die motorische Leistung (MDS-UPDRS) waren jedoch nicht signifikant, was auf die Notwendigkeit längerer Trainingsprotokolle oder größerer Stichproben hindeutet. Eine Beobachtungsstudie ⁽¹⁶⁾ mit gesunden Probanden zeigte, dass NF-Training der frühen visuellen Kortex zu einer spezifischen Verbesserung der Wahrnehmungsleistung führen kann, selbst ohne explizite Stimuluspräsentation. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass NF gezielt plastische Veränderungen in spezifischen Hirnarealen induzieren kann, jedoch fehlen Studien, die diese Effekte bei neurologischen Erkrankungen wie Parkinson systematisch untersuchen.

Sicherheit und Verträglichkeit

PLAUSIBEL NF, sowohl EEG- als auch rtfMRI-basiert, zeigte in den vorliegenden Studien ein günstiges Sicherheitsprofil ohne schwerwiegende unerwünschte Ereignisse. In einer randomisierten kontrollierten Studie ⁽³⁾ mit 52 Patienten mit chronischer PTBS führte EEG-basiertes NF über 12 Wochen zu keiner Zunahme von Nebenwirkungen im Vergleich zur Wartelistenkontrolle. Die Teilnehmer berichteten über keine unerwünschten Effekte, die auf das NF-Training zurückzuführen waren. Eine Übersichtsarbeit fasst zusammen, dass EEG-NF bei ADHS als wahrscheinlich wirksam und sicher eingestuft

wird, während für rtfMRI-NF aufgrund der begrenzten Datenlage noch keine abschließende Bewertung möglich ist. Die Studien deuten darauf hin, dass NF ein sicheres Verfahren ist, das auch bei vulnerablen Populationen wie Kindern oder Patienten mit schweren psychischen Erkrankungen eingesetzt werden kann.

PLAUSIBEL Die Verträglichkeit von NF könnte durch die Nicht-Invasivität und die individuelle Anpassung des Trainings an die Bedürfnisse der Patienten begünstigt werden. In einer Studie ⁽¹⁾ mit acht depressiven Patienten führte rtfMRI-NF zu keiner Zunahme von Nebenwirkungen, und die Teilnehmer berichteten über eine gute Akzeptanz des Verfahrens. Eine Übersichtsarbeit ⁽¹⁹⁾ betont, dass rtfMRI-NF zwar technisch anspruchsvoll ist, aber keine bekannten Risiken birgt, die über die allgemeinen Risiken einer MRT-Untersuchung hinausgehen. Allerdings fehlen systematische Erhebungen zu unerwünschten Effekten in größeren Stichproben, insbesondere bei längerfristiger Anwendung. Zudem ist unklar, ob bestimmte Patientengruppen (z. B. mit Klaustrophobie oder Metallimplantaten) ein erhöhtes Risiko für unerwünschte Effekte aufweisen.

Gesamtbild

Neurofeedback (NF), insbesondere in der Form von rtfMRI- und EEG-basiertem NF, zeigt in den vorliegenden Studien vielversprechende Effekte auf eine Vielzahl psychischer und kognitiver Funktionen. Die Evidenz ist am stärksten für die Anwendung bei ADHS, wo sowohl EEG- als auch rtfMRI-NF in einzelnen Studien zu einer Reduktion von Unaufmerksamkeitssymptomen und einer Verbesserung kognitiver Funktionen führten. Bei Depression, PTBS und Suchterkrankungen deuten die Ergebnisse auf eine potenzielle Wirksamkeit hin, wobei die Studien jedoch oft kleine Stichproben und kurze Follow-up-Zeiträume aufweisen. Die gezielte Regulation spezifischer Hirnareale oder funktioneller Netzwerke scheint möglich, und die beobachteten Effekte korrelieren teilweise mit klinischen Verbesserungen. Allerdings bleibt unklar, inwieweit diese Effekte spezifisch auf die NF-Regulation zurückzuführen sind oder durch unspezifische Faktoren wie erhöhte Aufmerksamkeit, Motivation oder Placeboeffekte vermittelt werden.

Die Studienlage zu NF ist heterogen, und viele Fragen zur optimalen Anwendung, Nachhaltigkeit und Spezifität der Effekte bleiben offen. Während einige Studien signifikante klinische Verbesserungen zeigen, fehlen oft Vergleiche mit etablierten Therapien, um die relative Wirksamkeit von NF einzuordnen. Zudem sind die meisten Studien nicht verblindet, was die Gefahr von Placeboeffekten erhöht. Die methodische Qualität variiert stark, und viele Studien weisen kleine Stichproben oder kurze Interventionszeiträume auf. Systematische Untersuchungen zu Langzeiteffekten, optimalen Trainingsprotokollen und der Übertragbarkeit der Effekte in den Alltag stehen noch aus. Dennoch deuten die vorliegenden Ergebnisse darauf hin, dass NF ein vielversprechender Ansatz für die Modulation spezifischer neuronaler Schaltkreise und die Verbesserung kognitiver und emotionaler Funktionen sein könnte.

Methodik der Studienlage

Die vorliegenden Studien zu qEEG-basiertem Neurofeedback umfassen ein breites Spektrum an Designs, von Proof-of-Concept-Studien mit kleinen Stichproben ($n = 8-20$) bis hin zu randomisierten kontrollierten Studien mit bis zu 172 Teilnehmern. Typische Interventionszeiträume reichen von einer einzelnen Sitzung (z. B. ^{7, 12}) bis zu 12 Wochen mit zwei Sitzungen pro Woche ⁽³⁾. EEG-NF-Studien setzen oft längere Trainingsprotokolle (bis zu 30 Sitzungen) ein. Primäre Endpunkte der kontrollierten Studien sind meist klinische Skalen (z. B. HDRS, ADHD-RS, CAPS) oder kognitive Tests, während sekundäre Endpunkte häufig bildgebende Parameter wie BOLD-Aktivität oder funktionelle Konnektivität umfassen. Systematische Schwächen der kontrollierten Studien sind das Fehlen von Verblindung, kleine Stichproben, kurze Follow-up-Zeiträume und das Fehlen von Vergleichen mit etablierten Therapien. Zudem fehlen oft präregistrierte Studienprotokolle, was die Gefahr von Publikationsbias erhöht. Zukünftige kontrollierte Studien sollten größere Stichproben, längere Follow-ups und verblindete Designs verwenden, um die Spezifität und Nachhaltigkeit der NF-Effekte zu untersuchen.

Ist Neurofeedback ein Placebo oder ein spezifisches Training?

PLAUSIBEL:

Neurofeedback führt zu messbaren Veränderungen der Hirnaktivität, die mit klinischen Verbesserungen einhergehen. Mehrere kontrollierte Studien zeigen, dass Patienten lernen, gezielt bestimmte Frequenzbänder zu modulieren, was mit **verbesserter Aufmerksamkeit** oder **emotionaler Stabilität** korreliert. Diese Befunde sprechen gegen einen reinen Placeboeffekt, da die Veränderungen **spezifisch** und **reproduzierbar** sind. Allerdings ist unklar, ob die beobachteten Effekte auf das **Training selbst** oder auf **unspezifische Faktoren** (z. B. erhöhte Selbstwirksamkeit, therapeutische Zuwendung) zurückgehen.

BELEGT:

Die Frage, ob Neurofeedback **über Placeboeffekte hinausgeht**, lässt sich derzeit nicht abschließend beantworten. Einige Studien vergleichen Neurofeedback mit **Schein-Neurofeedback** (z. B. Rückmeldung zufälliger Signale) und finden **keine signifikanten Unterschiede** in den klinischen Outcomes. Andere Arbeiten zeigen jedoch **spezifische Effekte**, die sich nicht allein durch Placebo erklären lassen. Entscheidend ist die **Qualität der Kontrollbedingungen**: Studien mit **aktiven Kontrollen** (z. B. kognitives Training) deuten darauf hin, dass Neurofeedback **zusätzliche Effekte** entfalten kann. Die Forschung steht hier noch am Anfang, und die **nächste entscheidende Studie** müsste Neurofeedback mit einer **kognitiv anspruchsvollen Placebobedingung** vergleichen, um unspezifische Effekte auszuschließen.

3. Wie belastbar die Forschung ist

Die am Menschen durchgeführten Arbeiten verteilen sich auf **beobachtende Studien**, **kontrollierte Studien** und **Grundlagenforschung**. Die kontrollierten Studien konzentrieren sich auf **kognitive Funktionen**, gefolgt von **Sicherheitsanalysen** und **Bewegungsstörungen**. Einzelne Studien untersuchen **Erschöpfungssyndrome**. Die meistzitierten kontrollierten Arbeiten stammen aus den Bereichen **Depression**, **ADHS** und **Posttraumatische Belastungsstörung (PTBS)**. Übersichtsarbeiten betonen das Potenzial des Verfahrens für **emotionale Regulation** und **kognitive Leistungssteigerung**, weisen jedoch auf methodische Herausforderungen hin.

Die Belastbarkeit der Studienlage ist **uneinheitlich**. Kontrollierte Studien zeigen **signifikante Effekte** auf **Aufmerksamkeit, Stimmung und motorische Kontrolle**, doch die **Stichproben sind oft klein** und die **Kontrollbedingungen heterogen**. Viele Arbeiten verwenden **aktive Kontrollen** (z. B. Schein-Neurofeedback), was die Interpretation der Ergebnisse erschwert. Zudem stehen **Langzeitstudien** aus, die die Nachhaltigkeit der Effekte prüfen. Die **Mechanismen** sind nur teilweise verstanden: Während einige Studien **funktionelle Veränderungen in spezifischen Hirnarealen** (z. B. anteriorer zingulärer Kortex) nachweisen, bleibt unklar, ob diese Veränderungen ursächlich für klinische Verbesserungen sind oder lediglich **Epiphänomene** darstellen.

4. Was häufig behauptet wird — und was die Daten hergeben

AUSSAGE	STUDIENLAGE
Neurofeedback ersetzt Medikamente bei ADHS	Kontrollierte Studien zeigen Verbesserungen der Aufmerksamkeit , doch ein direkter Vergleich mit Stimulanzien steht noch aus. Die vorhandenen Arbeiten
Neurofeedback reduziert depressive Symptome	Studien zeigen Reduktionen depressiver Symptome , doch die Effekte sind moderat und kurzfristig . Langzeitdaten stehen noch aus, und es gibt keine Evid
Neurofeedback wirkt bei allen kognitiven Störungen	Die meisten Studien untersuchen ADHS, Depression und PTBS . Für andere Störungen (z. B. Demenz, Schizophrenie) gibt es keine belastbaren Daten .
Neurofeedback ist frei von Nebenwirkungen	Kontrollierte Studien berichten seltene, aber mögliche Nebenwirkungen wie Kopfschmerzen, Müdigkeit oder vorübergehende Verschlechterung der Sym

5. Die belastbarsten Arbeiten

Geordnet nach Aussagekraft, nicht nach Bekanntheit. Die vollständige Auswertung umfasst deutlich mehr Arbeiten; hier stehen die tragfähigsten.

Kontrollierte Studien am Menschen

- ¹ Real-time self-regulation of emotion networks in patients with depression (2012)
- Neurofeedback with fMRI: A critical systematic review (2018)
- ² Real-time fMRI neurofeedback in adolescents with attention deficit hyperactivity disorder (2017)
- ³ A Randomized Controlled Study of Neurofeedback for Chronic PTSD (2016)
- ⁴ fMRI Neurofeedback Training for Increasing Anterior Cingulate Cortex Activation in Adult Attention Deficit Hyperactivity Disorder. An Exploratory ... (2017)
- ⁵ Neurofeedback training for opiate addiction: improvement of mental health and craving (2013)
- ⁶ Mediation analysis of triple networks revealed functional feature of mindfulness from real-time fMRI neurofeedback (2019)
- ⁷ Rt-fMRI neurofeedback-guided cognitive reappraisal training modulates amygdala responsivity in posttraumatic stress disorder (2020)
- ⁸ A randomized controlled trial of a brain-computer interface based attention training program for ADHD (2019)
- Improvements in spelling after QEEG-based neurofeedback in dyslexia: a randomized controlled treatment study (2010)
- ⁹ Effects of neurofeedback versus stimulant medication in attention-deficit/hyperactivity disorder: a randomized pilot study (2013)
- ¹⁰ fMRI Neurofeedback-Enhanced Cognitive Reappraisal Training in Depression: A Double-Blind Comparison of Left and Right vIPFC Regulation (2021)
- ¹¹ Neurofeedback-guided kinesthetic motor imagery training in Parkinson's disease: Randomized trial (2022)
- Neurofeedback training for alcohol dependence versus treatment as usual: study protocol for a randomized controlled trial (2016)
- ¹² "Listen to your heart": A novel interoceptive strategy for real-time fMRI neurofeedback training of anterior insula activity (2023)
- ¹³ Feasibility of training the dorsolateral prefrontal-striatal network by real-time fMRI neurofeedback (2022)
- ¹⁴ Modulating medial prefrontal cortex activity using real-time fMRI neurofeedback: Effects on reality monitoring performance and associated functional ... (2021)
- ¹⁵ Functional and clinical outcomes of FMRI-based neurofeedback training in patients with alcohol dependence: a pilot study (2022)
- Mindfulness-based real-time fMRI neurofeedback: a randomized controlled trial to optimize dosing for depressed adolescents (2023)
- The SyBil-AA real-time fMRI neurofeedback study: protocol of a single-blind randomized controlled trial in alcohol use disorder (2018)
- Effect of neurofeedback therapy on neurological post-COVID-19 complications (A pilot study) (2022)
- A Systematic Review of the Effects of EEG Neurofeedback on Patients with Schizophrenia (2024)
- Closed-Loop Infralow Brain-Computer Interface can Modulate Cortical Activity and Connectivity in Individuals With Chronic Painful Knee ... (2025)

- Validation of real-time fMRI neurofeedback procedure for cognitive training using counterbalanced active-sham study design (2024)

6. Resümee

Was gezeigt ist: qEEG-basiertes Neurofeedback zeigte in kontrollierten Studien signifikante Effekte auf Aufmerksamkeit, Stimmung und motorische Kontrolle. Besonders bei ADHS, Depression und PTBS wurden klinische Verbesserungen dokumentiert, etwa durch gezielte Regulation spezifischer Hirnareale wie des ventrolateralen präfrontalen Kortex oder des dorsalen anterioren cingulären Kortex. Die Machbarkeit des Verfahrens wurde durch randomisierte Studien mit aktiven Kontrollen und Wartelistenkontrollen geprüft, wobei Effekte teilweise über Monate stabil blieben. Auch kognitive Funktionen wie Realitätsmonitoring und interozeptive Genauigkeit ließen sich durch Neurofeedback gezielt verbessern. Die Sicherheit und Verträglichkeit des Verfahrens wurden in mehreren Arbeiten geprüft, ohne dass schwerwiegende Nebenwirkungen berichtet wurden.

Was plausibel ist und was daraus folgen könnte: Plausibel ist, dass Neurofeedback spezifische neuronale Schaltkreise moduliert, die für emotionale Regulation und kognitive Kontrolle entscheidend sind. Studien deuten darauf hin, dass die gezielte Regulation von Hirnarealen wie der anterioren Insula oder des medialen präfrontalen Kortex mit verbesserten kognitiven und emotionalen Funktionen einhergeht. Beispielsweise korrelierte die Aktivität der linken anterioren Insula mit interozeptiver Genauigkeit, was auf einen möglichen transdiagnostischen Ansatz für emotionale Dysregulationen hindeutet. **Vermutung:** Sollten sich diese Effekte in größeren Stichproben bestätigen, könnte Neurofeedback nicht nur symptomatische Linderung bieten, sondern auch zugrundeliegende neurobiologische Dysregulationen adressieren. Zudem könnte die Kombination mit verhaltenstherapeutischen Maßnahmen die Wirksamkeit weiter steigern, insbesondere bei ADHS und Suchterkrankungen.

Was eine Studie klären müsste: Um die Spezifität und Nachhaltigkeit der Neurofeedback-Effekte zu bestätigen, sind randomisierte, verblindete Studien mit größeren Stichproben und längeren Follow-up-Perioden notwendig. Insbesondere sollte geprüft werden, ob die beobachteten funktionellen Veränderungen in Hirnarealen (z. B. fronto-striatale Konnektivität bei ADHS) ursächlich für klinische Verbesserungen sind oder durch unspezifische Faktoren wie Motivation oder Aufmerksamkeit vermittelt werden. Zudem wäre zu untersuchen, ob Neurofeedback als transdiagnostischer Ansatz für emotionale Dysregulationen (z. B. bei Depression, PTBS und Sucht) geeignet ist, indem es die funktionelle Konnektivität zwischen Schlüsselnetzwerken wie dem Salienznetzwerk, dem Default-Mode-Netzwerk und dem zentralen Exekutivnetzwerk moduliert. Schließlich müssten Studien klären, welche Trainingsprotokolle (z. B. Frequenzbänder, Rückmeldemethoden) die besten Ergebnisse liefern und wie sich die Effekte in den Alltag übertragen lassen.

7. Was offen ist

- **Langzeiteffekte:** Hält die Wirkung nach Ende des Trainings an, oder sind regelmäßige Auffrischungen nötig?
- **Mechanismen:** Welche neurobiologischen Prozesse vermitteln die klinischen Effekte — synaptische Plastizität, Netzwerkumorganisation oder unspezifische Lernprozesse?
- **Individualisierung:** Wie lassen sich Trainingsprotokolle standardisieren, ohne die Wirksamkeit zu beeinträchtigen?

Häufige Fragen

Kann Neurofeedback bei Kindern mit Lernstörungen eingesetzt werden?

Plausibel: Einige kontrollierte Studien zeigen **Verbesserungen der Lesefähigkeit und Rechenleistung** bei Kindern mit **Legasthenie** oder **Dyskalkulie**. Die Effekte sind jedoch **moderat** und nicht bei allen Kindern nachweisbar. Wichtig ist eine **individuelle Anpassung** des Trainings, da die Hirnaktivitätsmuster bei Kindern stark variieren. Die Forschung steht hier noch am Anfang, und es gibt keine **standardisierten Protokolle** für Lernstörungen.

Wie viele Sitzungen sind nötig, um Effekte zu sehen?

Die meisten kontrollierten Studien verwenden **20 bis 40 Sitzungen** mit einer Dauer von **30 bis 60 Minuten**. Erste Effekte zeigen sich oft nach **10 bis 15 Sitzungen**, doch die **Nachhaltigkeit** hängt von der **Regelmäßigkeit** und **Individualisierung** des Trainings ab. Systematische Dosis-Wirkungs-Studien stehen noch aus, sodass keine **allgemeingültige Empfehlung** möglich ist.

Kann Neurofeedback mit anderen Therapien kombiniert werden?

Vermutung: Neurofeedback wird häufig mit **kognitiver Verhaltenstherapie**, **Medikation** oder **Physiotherapie** kombiniert, doch kontrollierte Studien zu **Kombinationseffekten** stehen noch aus. Einzelne Arbeiten deuten darauf hin, dass Neurofeedback **synergistisch** mit anderen Verfahren wirken kann, z. B. durch **Verbesserung der Selbstregulation**. Ob die Effekte **additiv** oder **überlappend** sind, ist jedoch unklar. Die nächste Studie müsste **monotherapeutische** und **kombinierte Ansätze** direkt vergleichen.

Quellen

- 1 Real-time self-regulation of emotion networks in patients with depression
Linden DE, Habes I, Johnston SJ, Linden S, Tatineni R, Subramanian L et al. · 2012
- 2 Real-time fMRI neurofeedback in adolescents with attention deficit hyperactivity disorder
Alegria AA, Wulff M, Brinson H, Barker GJ, Norman LJ, Brandeis D et al. · 2017
- 3 A Randomized Controlled Study of Neurofeedback for Chronic PTSD
van der Kolk BA, Hodgdon H, Gapen M, Musicaro R, Suvak MK, Hamlin E et al. · 2016
- 4 fMRI Neurofeedback Training for Increasing Anterior Cingulate Cortex Activation in Adult Attention Deficit Hyperactivity Disorder. An Exploratory Randomized, Single-Blinded Study
Zilverstand A, Sorger B, Slaats-Willemse D, Kan CC, Goebel R, Buitelaar JK · 2017
- 5 Neurofeedback training for opiate addiction: improvement of mental health and craving
Dehghani-Arani F, Rostami R, Nadali H · 2013
- 6 Mediation analysis of triple networks revealed functional feature of mindfulness from real-time fMRI neurofeedback
Kim HC, Tegethoff M, Meinlschmidt G, Stalujanis E, Belardi A, Jo S et al. · 2019
- 7 Rt-fMRI neurofeedback-guided cognitive reappraisal training modulates amygdala responsivity in posttraumatic stress disorder
Zweerlings J, Sarkheil P, Keller M, Dyck M, Klasen M, Becker B et al. · 2020
- 8 A randomized controlled trial of a brain-computer interface based attention training program for ADHD
Lim CG, Poh XWW, Fung SSD, Guan C, Bautista D, Cheung YB et al. · 2019
- 9 Effects of neurofeedback versus stimulant medication in attention-deficit/hyperactivity disorder: a randomized pilot study
Ogrim G, Hestad KA · 2013
- 10 fMRI Neurofeedback-Enhanced Cognitive Reappraisal Training in Depression: A Double-Blind Comparison of Left and Right vIPFC Regulation
Keller M, Zweerlings J, Klasen M, Zvyagintsev M, Iglesias J, Mendoza Quiñones R et al. · 2021
- 11 Neurofeedback-guided kinesthetic motor imagery training in Parkinson's disease: Randomized trial
Tinaz S, Kamel S, Aravala SS, Eifil M, Bayoumi A, Patel A et al. · 2022
- 12 "Listen to your heart": A novel interoceptive strategy for real-time fMRI neurofeedback training of anterior insula activity
Zhang Y, Zhang Q, Wang J, Zhou M, Qing Y, Zou H et al. · 2023
- 13 Feasibility of training the dorsolateral prefrontal-striatal network by real-time fMRI neurofeedback
Weiss F, Zhang J, Aslan A, Kirsch P, Gerchen MF · 2022
- 14 Modulating medial prefrontal cortex activity using real-time fMRI neurofeedback: Effects on reality monitoring performance and associated functional connectivity
Garrison JR, Saviola F, Morgenroth E, Barker H, Lührs M, Simons JS et al. · 2021
- 15 Functional and clinical outcomes of fMRI-based neurofeedback training in patients with alcohol dependence: a pilot study
Karch S, Krause D, Lehnert K, Konrad J, Haller D, Rauchmann BS et al. · 2022
- 16 Perceptual learning incepted by decoded fMRI neurofeedback without stimulus presentation
Shibata K, Watanabe T, Sasaki Y, Kawato M · 2011
- 17 Closed-loop training of attention with real-time brain imaging
deBettencourt MT, Cohen JD, Lee RF, Norman KA, Turk-Browne NB · 2015
- 18 Real-time fMRI neurofeedback training of amygdala activity in patients with major depressive disorder
Young KD, Zotev V, Phillips R, Misaki M, Yuan H, Drevets WC et al. · 2014
- 19 Real-time fMRI neurofeedback: progress and challenges
Sulzer J, Haller S, Scharnowski F, Weiskopf N, Birbaumer N, Blefari ML et al. · 2013

International Health Research

Forschung, eingeordnet. Jede Aussage führt zur Originalarbeit; die Entscheidung im Einzelfall trifft die behandelnde Person.
ih-research.com/wissen/neurofeedback-qeeg/ · Stand 2026-10-15