

**AIHE Academic Institute for Higher Education GmbH**

**London Metropolitan University**

**MSc Psychologische Medizin/ Komplementäre Medizin**

**Nutzen und Wirksamkeit von Neurofeedback-basierten  
Gesundheitsbildungsprogrammen im Vergleich zu konventionellen  
Ansätzen der indizierten Prävention – eine integrative  
Literaturrecherche**

**M7: Masterarbeit**

**Sabrina Germann**

**Datum: 21.10.2025**

## Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung .....	1
1.1. Problemstellung und Relevanz .....	1
1.2. Zielsetzung der Arbeit .....	2
1.3. Forschungsfrage und Vorgehensweise .....	2
2. Theoretischer Hintergrund .....	3
2.1. Gesundheitsbildung & E-Health .....	3
2.1.1. Prävention und indizierte Prävention .....	3
2.1.2. Ernährung, Bewegung und Stressmanagement in der Prävention .....	4
2.2. Neurofeedback Grundlagen und Wirkmechanismus .....	5
2.2.1. Physiologische Grundlagen von Neurofeedback .....	6
2.2.2. Anwendungsfelder in der indizierten Prävention .....	6
2.3. Neurofeedback-Verfahren .....	7
2.3.1. Frequenzbandtraining .....	8
2.3.2. Z-Werte-Training .....	10
2.3.3. SCP-Training (Slow Cortical Potentials) .....	14
2.3.4. Infra-Low-Frequency (ILF) Neurofeedback .....	15
2.4. Wirksamkeit von Neurofeedback in der indizierten Prävention .....	17
3. Methodik der Literaturrecherche .....	19
3.1. Art der Literaturrecherche .....	19
3.2. Auswahl- und Einschlusskriterien .....	19
3.3. Datenbanken und Suchstrategien .....	20
3.4. Kriterien zur Bewertung der Literatur .....	20
4. Ergebnisse der Literaturrecherche .....	22
4.1. Darstellung der relevanten Studien zu Gesundheitsbildungsprogrammen .....	22
4.2. Studien zu Neurofeedback in der Prävention .....	27
4.3. Projekte zu Neurofeedback in der indizierten Prävention .....	33
4.4. Vergleichende Auswertung: Standardprogramme versus Programme mit Neurofeedback-Integration .....	34
5. Diskussion .....	35

5.1.	Interpretation der Ergebnisse im Kontext der Forschungsfrage .....	36
5.2.	Methodische Limitationen der Arbeit .....	37
5.3.	Einordnung in den aktuellen wissenschaftlichen Diskurs .....	38
6.	Handlungsempfehlungen für die Praxis.....	40
6.1.	Empfehlungen für Gesundheitsbildungsträger und E-Health-Anbieter .....	40
6.2.	Einsatzmöglichkeiten von Neurofeedback in Präventionsprogrammen .....	41
6.3.	Chancen und Herausforderungen bei der breiten Implementierung von Neurofeedback-Heimtraining- Lösungen .....	43
7.	Fazit und Ausblick .....	45
7.1.	Zusammenfassung der zentralen Ergebnisse .....	45
7.2.	Zusammenfassung der Implikationen für Forschung und Praxis .....	46
7.3.	Perspektiven für zukünftige Forschung und Entwicklungen in der digitalen Gesundheitsbildung.....	47
7.3.1.	Zukünftige Entwicklungsschwerpunkte.....	48
7.3.2.	Zukünftige Forschungsfragen.....	49
	Literaturverzeichnis .....	51

## **Danksagung**

Ich danke allen Personen, die durch fachliche, organisatorische oder persönliche Unterstützung zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben. Mein besonderer Dank gilt dem Team von *Joy of Learning München e. V.* für die wertvollen Einblicke in die praktische Arbeit mit Neurofeedback und Gesundheitsbildung. Ebenso danke ich meinen Betreuern am AIHE für ihre konstruktive Begleitung und fachliche Expertise.

## **Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1: Durchgehend zu niedrige Amplituden in Frequenzbändern.....	12
Abbildung 2: qEEG bei einem Kind mit Aufmerksamkeits- und Hörstörung .....	13

## **Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1: EEG Frequenzbänder .....	10
Tabelle 2: Übersicht Studien zu Online-Gesundheitsbildung in der Prävention.....	23
Tabelle 3: Studien zu Neurofeedback in der Prävention .....	28

## 1. Einleitung

Die Bedeutung präventiver Gesundheitsmaßnahmen nimmt in der modernen Gesellschaft kontinuierlich zu. Vor dem Hintergrund steigender Fallzahlen psychischer Erkrankungen sowie der zunehmenden Belastung des Gesundheitssystems gewinnt insbesondere die indizierte Prävention – also die gezielte Vorbeugung und Gesundheitsförderung bei (noch) nicht diagnostizierten Erkrankungen – an Relevanz. Nationale und internationale Förderprogramme legen daher verstärkt ihren Fokus auf die Entwicklung und Implementierung nachhaltiger Präventionsstrategien zur Stärkung der psychischen Gesundheit.

### 1.1. Problemstellung und Relevanz

Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) betont, dass Gesundheitsbildung ein zentraler Bestandteil jeder präventiven Maßnahme ist. Ziel ist es, Menschen zu befähigen, mehr Kontrolle über ihre Gesundheit zu erlangen und diese aktiv zu verbessern (World Health Organization, 1986). Gesundheitsbildungsprogramme sollen nicht nur Wissen vermitteln, sondern auch gesundheitsförderliches Verhalten unterstützen und gesundheitliche Chancengleichheit stärken.

Auch die Europäische Kommission hebt im Programm Erasmus+ die Bedeutung von Gesundheitsbildung als Querschnittsthema hervor. Besonders gefördert werden Projekte, die psychische Gesundheit und Wohlbefinden stärken, soziale Inklusion verbessern sowie den Zugang zu Gesundheitskompetenz – auch digital – erweitern (European Commission, 2025).

Die meisten Gesundheitsbildungsprogramme – insbesondere jene, die im Rahmen der Prävention von gesetzlichen Krankenkassen gefördert werden – basieren auf allgemeinen Handlungsempfehlungen zu Bewegung, Ernährung und Entspannung. Sie richten sich an die gesunde Allgemeinbevölkerung und folgen einem standardisierten Ansatz, der auf breite Wirksamkeit ausgelegt ist.

Ein zentrales Problem solcher Programme liegt jedoch darin, dass individuelle Besonderheiten, unterschiedliche Ausgangslagen sowie fehlendes Ansprechen auf diese Maßnahmen nicht berücksichtigt werden. Gerade bei Personen, die erste Symptome wie innere Unruhe, Konzentrationsprobleme oder Stressreaktionen zeigen – ohne dass eine klinische Diagnose vorliegt –, kann dieser Standardansatz unzureichend sein. Hier setzt die indizierte Prävention an: Sie verfolgt das Ziel, frühzeitig auf individuelle Risikofaktoren einzugehen und Maßnahmen anzubieten, bevor sich eine manifepte Erkrankung entwickelt.

In diesem Kontext rücken Verfahren wie Biofeedback und Neurofeedback in den Fokus, da sie sich grundlegend von klassischen Gesundheitsbildungsmaßnahmen unterscheiden.

## **1.2. Zielsetzung der Arbeit**

Ziel dieser Arbeit ist es, den präventiven Nutzen klassischer Gesundheitsbildungsprogramme im Vergleich zu solchen mit integrierten Bio- und Neurofeedback-Komponenten zu analysieren.

Im Zentrum steht die Frage, ob und inwiefern Neurofeedback als innovative, individualisierte Methode einen ergänzenden Beitrag zur klassischen Gesundheitsbildung leisten kann – insbesondere in Bezug auf Stressregulation, Selbstwirksamkeit und psychisches Wohlbefinden. Dabei soll geprüft werden, ob die Integration von Neurofeedback die Reichweite und Wirksamkeit präventiver Programme erweitern kann, ohne dabei deren ökonomische und organisatorische Tragfähigkeit zu beeinträchtigen. Biofeedback macht unbewusste physiologische Prozesse (z. B. Herzfrequenzvariabilität, Hautleitwert) sichtbar und ermöglicht es, diese durch gezielte Rückmeldung und operante Konditionierung zu beeinflussen. Neurofeedback geht noch einen Schritt weiter, indem es neuronale Aktivitätsmuster (z. B. EEG) rückmeldet und somit gezielt Hirnfunktionen regulierbar macht.

Die Arbeit verfolgt das Ziel, auf Grundlage aktueller wissenschaftlicher Erkenntnisse die Potenziale und Grenzen des präventiven Einsatzes von Neurofeedback herauszuarbeiten und daraus Ansatzpunkte für zukünftige Forschung und technische Weiterentwicklung abzuleiten.

## **1.3. Forschungsfrage und Vorgehensweise**

Die zentrale Forschungsfrage dieser Arbeit lautet: *Inwiefern kann Neurofeedback – ergänzend zu klassischen Gesundheitsbildungsmaßnahmen in den Bereichen Bewegung, Ernährung und Entspannung – einen messbaren Beitrag zur indizierten Prävention leisten?*

Zur Beantwortung dieser Frage werden aktuelle wissenschaftliche Studien, Leitlinien und Metaanalysen zur Wirksamkeit klassischer Präventionsprogramme und zu Neurofeedback-Interventionen herangezogen und systematisch ausgewertet. Die Arbeit folgt einem theoretisch-analytischen Ansatz, bei dem die verfügbaren Daten aus der Literatur in Bezug auf Wirksamkeit, Anwendungsbereiche, ökonomische Aspekte und gesellschaftliche Relevanz kritisch reflektiert werden. Darüber hinaus werden auf Grundlage identifizierter Forschungslücken neue Forschungsfragen für künftige wissenschaftliche Arbeiten sowie technische Empfehlungen für die Weiterentwicklung von Heimtrainingssystemen formuliert. Ziel ist eine fundierte Einschätzung, in welchem Umfang Neurofeedback künftig als Bestandteil präventiver Gesundheitsstrategien integriert werden könnte.

## 2. Theoretischer Hintergrund

Zu Beginn dieser Arbeit ist es wesentlich, die Begriffe Prävention, indizierte Prävention und Behandlung voneinander abzugrenzen – nicht nur inhaltlich, sondern insbesondere auch im Hinblick auf rechtliche Rahmenbedingungen in Deutschland. Während die Behandlung psychischer oder körperlicher Erkrankungen nach deutschem Recht ausschließlich durch Personen mit einer Heilerlaubnis erfolgen darf (z. B. approbierte Ärzt:innen, Psychotherapeut:innen oder Heilpraktiker:innen gemäß Heilpraktikergesetz), unterliegt die Prävention ausdrücklich nicht diesen gesetzlichen Vorgaben. Dies gilt sowohl für allgemeine Prävention im Sinne der Gesundheitsförderung als auch für die indizierte Prävention, bei der bereits erste Risikofaktoren oder Warnzeichen vorliegen, jedoch noch keine nach ICD-10 oder ICD-11 klassifizierbare Erkrankung diagnostiziert wurde. Für die vorliegende Arbeit ist diese Unterscheidung von besonderer Relevanz, da hier gesundheitsbildende Maßnahmen im präventiven Kontext untersucht werden – also nicht im Rahmen einer Behandlung.

### 2.1. Gesundheitsbildung & E-Health

Gesundheitsbildung und E-Health gewinnen im Zuge der Digitalisierung zunehmend an Bedeutung. Digitale Anwendungen ermöglichen es, gesundheitsrelevante Inhalte orts- und zeitunabhängig zu vermitteln und präventive Maßnahmen einer breiteren Bevölkerung zugänglich zu machen. Besonders interaktive Trainingssysteme, die auf Selbstregulation und Bewusstseinsförderung abzielen, eröffnen neue Perspektiven in der modernen Präventionspraxis.

Ein Beispiel hierfür ist der Einsatz von Neurofeedback im Rahmen der Gesundheitsbildung, das Teilnehmenden erlaubt, eigene physiologische Prozesse aktiv zu beobachten und zu beeinflussen. Damit knüpft Neurofeedback unmittelbar an die Ziele der präventiven Gesundheitsförderung an, indem es Selbstwirksamkeit stärkt und die Fähigkeit zur Stress- und Emotionsregulation verbessert.

#### 2.1.1. Prävention und indizierte Prävention

Der Schwerpunkt liegt auf dem Einsatz im Rahmen der indizierten Prävention, also bei Personen im frühen Risikostadium, die (noch) keine formale Diagnose nach ICD-10 oder ICD-11 erfüllen.

Dementsprechend unterliegt der Einsatz von Trainingssystemen wie Neurofeedback im Bereich der Prävention nicht der Pflicht zur Verwendung von medizinisch zugelassenen Geräten. Voraussetzung hierfür ist jedoch eine klare Abgrenzung der Zielsetzung und Zielgruppe: Sobald die Maßnahme darauf abzielt, konkrete Krankheitssymptome zu lindern oder zu behandeln, handelt es sich nicht mehr um Prävention, sondern um eine

behandlungspflichtige Intervention, die wiederum eine Heilerlaubnis und ggf. zertifizierte Medizinprodukte erfordert.

Trainer:innen und Anbieter:innen im Bereich Neurofeedback müssen sich dieser Grenze bewusst sein und im Zweifelsfall Personen mit bereits diagnostizierten Erkrankungen an entsprechend qualifiziertes Fachpersonal mit Heilerlaubnis verweisen. Gleiches gilt für Maßnahmen im Rahmen der indizierten Prävention: Auch hier ist zu gewährleisten, dass keine therapeutischen Versprechungen gemacht werden und dass der präventive Charakter der Maßnahme klar erkennbar bleibt.

Zur wissenschaftlichen Absicherung der Aussagen in dieser Arbeit wurde ausschließlich Literatur verwendet, deren Autor:innen über eine entsprechende Heilerlaubnis verfügten oder deren Studien unter fachlicher Aufsicht von Personen mit Heilerlaubnis durchgeführt wurden. So wird sichergestellt, dass sich die betrachteten Forschungsarbeiten im rechtlich zulässigen Rahmen bewegen und dass die Ergebnisse mit der erforderlichen Sorgfalt interpretiert werden können.

### **2.1.2. Ernährung, Bewegung und Stressmanagement in der Prävention**

Klassische Präventionsprogramme im Rahmen der Gesundheitsbildung konzentrieren sich überwiegend auf die drei Kernbereiche Bewegung, Ernährung und Entspannung. Darüber hinaus gibt es Zusatzangebote, etwa zur Raucherentwöhnung oder zur Reduktion von Übergewicht, jedoch liegt der primäre Fokus auf der Förderung eines gesundheitsförderlichen Lebensstils.

Im Bereich Entspannung werden meist Techniken vermittelt wie achtsamkeitsbasierte Verfahren, autogenes Training oder progressive Muskelentspannung, um Stressbewältigung zu fördern und körperlichen sowie psychischen Spannungszuständen vorzubeugen.

Im Bereich Bewegung zielen Programme auf das Erlernen gesunder Bewegungsmuster ab. Häufig kommen hier Pilates, Rückenschulungen oder funktionelles Training zum Einsatz – sowohl zur Schmerzprävention (z. B. bei muskulären Dysbalancen) als auch zur Förderung ergonomischer Bewegungsabläufe im Alltag und Beruf.

Im Bereich Ernährung orientieren sich die Inhalte an den Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE). Empfohlen wird ein ausgewogenes Verhältnis von:

- ca. 55 % Kohlenhydraten,
- ca. 30 % Fett (bevorzugt ungesättigte Fettsäuren),
- ca. 15 % Eiweiß (Deutsche Gesellschaft für Ernährung [DGE], 2023)

Zudem wird empfohlen, täglich mindestens fünf Portionen Obst und Gemüse zu verzehren – idealerweise in einer bunten Farbvielfalt (Ampelprinzip: Rot, Gelb, Grün). Weitere Empfehlungen beinhalten:

- eine tägliche Wasserzufuhr von 1,5 bis 2 Litern,
- die regelmäßige Integration gesunder Fette, z. B. durch Omega-3-haltige Pflanzenöle (z. B. Leinöl, hochwertiges Olivenöl) oder den Verzehr von Fisch ein- bis zweimal pro Woche.

Darüber hinaus wird in neueren Programmen auch achtsamkeitsbasiertes Essen vermittelt, um das Essverhalten zu entschleunigen, Überessen zu vermeiden und den Genuss zu fördern.

Die Wirksamkeit dieser Maßnahmen gilt als gut belegt, insbesondere wenn die Programme über mehrere Wochen hinweg durchgeführt werden, um nachhaltige Verhaltensänderungen zu ermöglichen. Viele dieser Kurse sind nach § 20 SGB V von den gesetzlichen Krankenkassen zertifiziert und werden bezuschusst, sofern sie bestimmten Qualitätskriterien entsprechen (GKV-Spitzenverband, 2023).

## **2.2. Neurofeedback Grundlagen und Wirkmechanismus**

Neurofeedback ist eine spezialisierte Form des Biofeedbacks, bei der elektrische Aktivität des Gehirns (EEG) in Echtzeit gemessen und über ein audiovisuelles System an die trainierende Person zurückgemeldet (Feedback) wird. Ziel ist es, durch operante Konditionierung bestimmte neuronale Muster gezielt zu verstärken oder zu hemmen. Die operante Konditionierung beschreibt einen Lernprozess, bei dem Verhalten durch seine Konsequenzen beeinflusst wird: Ein Verhalten wird häufiger, wenn es zu angenehmen Folgen führt (Verstärkung), und seltener, wenn eine Belohnung ausbleibt oder eine Bestrafung erfolgt. Dieses Prinzip bildet die Grundlage vieler therapeutischer und pädagogischer Verfahren, darunter Biofeedback und Neurofeedback. In den meisten der in dieser Arbeit betrachteten Studien basiert Neurofeedback auf Elektroenzephalographie (EEG), wobei gezielt bestimmte Frequenzbereiche – etwa Alpha-, SMR- oder Beta-Wellen – trainiert werden. Die Rückmeldung erfolgt häufig über Filme oder Spiele: Wenn die gewünschte EEG-Aktivität auftritt, läuft der Film weiter, bei Abweichungen wird er unterbrochen oder stumm geschaltet. Dadurch wird ein Lernprozess initiiert, bei dem das Gehirn durch positive Rückmeldung verstärkt wird (Arns et al., 2009). Historisch gilt eine Tierstudie von Sterman als Ausgangspunkt für die therapeutische Nutzung von Neurofeedback. In dieser zeigte sich, dass Katzen, die im Sensorimotor Rhythm (SMR, ca. 12–15 Hz) trainiert wurden, eine erhöhte Krampfschwelle aufwiesen – was später zur

Anwendung von SMR-Training bei Epilepsie führte (Sterman, 1969, zitiert nach Sterman, 2000). Sterman (2000) und Hammond (2016) beschrieben zudem, dass SMR-Training auch mit Verbesserungen der Aufmerksamkeit und Konzentration assoziiert ist, was auf potenzielle Effekte bei Kindern und Jugendlichen hinweist.

### **2.2.1. Physiologische Grundlagen von Neurofeedback**

Das 10–20-System ist ein international standardisiertes Verfahren zur Platzierung von EEG-Elektroden auf der Kopfoberfläche. Die Bezeichnung „10–20“ bezieht sich auf die prozentualen Abstände zwischen den Elektroden in Bezug auf die Gesamtdistanz zwischen anatomischen Referenzpunkten des Schädels (Nasions, Inion, Präaurikulärpunkte). Die ungeraden Zahlen bezeichnen die linke, die geraden Zahlen die rechte Hemisphäre, „z“ steht für die Mittellinie (z. B. Cz). Im Neurofeedback werden diese Punkte gezielt genutzt, um regionale neuronale Aktivitätsmuster abzuleiten und zu trainieren (z. B. SMR-Training über C4 oder Alpha-Training über Pz). Das Elektroenzephalogramm (EEG) misst die elektrische Aktivität des Gehirns, die durch die summierte Aktivität postsynaptischer Potenziale in den Pyramidenzellen des Kortex entsteht. Diese Aktivität wird in Form von Frequenzbändern dargestellt, die mit bestimmten Bewusstseinszuständen und mentalen Prozessen korrelieren: Im Neurofeedback wird die Amplitude (Höhe) dieser Frequenzen in Echtzeit gemessen und dem Trainierenden rückgemeldet, um Selbstregulation neuronaler Aktivität zu ermöglichen. Ein konventionelles EEG wird primär in der klinischen Diagnostik verwendet (z. B. bei Epilepsie, Bewusstseinsstörungen). Es ermöglicht die visuelle Beurteilung von Wellenformen, Frequenzbereichen und pathologischen Mustern (z. B. Spikes, Sharp Waves). Die Bewertung erfolgt qualitativ durch Neurologen. Das quantitative EEG (qEEG) hingegen erlaubt eine mathematische und statistische Auswertung der EEG-Signale. Dabei werden die Amplitudenhöhen und Leistungsverteilungen einzelner Frequenzbänder für jeden Elektrodenpunkt berechnet und häufig mit Normdatenbanken verglichen.

### **2.2.2. Anwendungsfelder in der indizierten Prävention**

Im Rahmen dieser Arbeit liegt der Fokus auf der Anwendung von Neurofeedback zur Stressreduktion und Reduktion von innerer Unruhe und Verbesserung der Konzentration – zwei zentrale Ziele der indizierten Prävention. Stress gilt als einer der bedeutendsten Risikofaktoren für die Entwicklung psychischer wie auch somatischer Erkrankungen. Chronischer Stress führt über neuroendokrine und immunologische Mechanismen zu einer Dysregulation der Hypothalamus-Hypophysen-Nebennierenrinden-Achse (HPA-Achse), wodurch sich langfristig affektive Störungen, Erschöpfungssyndrome, Schlafstörungen und Aufmerksamkeitsprobleme entwickeln können.

Vor diesem Hintergrund erscheint es naheliegend zu prüfen, ob Neurofeedback im präventiven Kontext – insbesondere in Kombination mit standardisierten Gesundheitsbildungsprogrammen wie Bewegung, Ernährung und Entspannung – einen zusätzlichen Nutzen bietet. Neurofeedback adressiert dabei nicht nur kognitive und emotionale Symptome, sondern setzt auf einer neurophysiologischen Ebene an, indem es die Selbstregulationsfähigkeit zentralnervöser Prozesse fördert. Im Rahmen der indizierten Prävention richtet sich Neurofeedback somit an Personen, die erste Symptome wie innere Unruhe, Konzentrationsprobleme oder Schlafstörungen aufweisen, ohne dass bereits eine voll ausgeprägte Erkrankung vorliegt.

Ziel ist es, durch gezieltes Training neuronaler Aktivitätsmuster einer Chronifizierung vorzubeugen. Besonders geeignet sind hierbei Protokolle im Alpha- und SMR-Bereich, die sowohl eine Verbesserung der Stressverarbeitung als auch eine Steigerung der Aufmerksamkeitsleistung bewirken können. Ein weiterer Vorteil liegt in der Möglichkeit, Neurofeedback in digitale Gesundheitsprogramme zu integrieren. Im Gegensatz zu traditionellen Entspannungsverfahren bietet es einen objektivierbaren Rückmeldeprozess: Trainierende erhalten in Echtzeit Feedback über ihre Gehirnaktivität und lernen, neuronale Zustände gezielt zu beeinflussen. Erste Untersuchungen deuten darauf hin, dass bereits kurze Trainingsphasen signifikante Verbesserungen im subjektiven Stressempfinden sowie in der kognitiven Leistungsfähigkeit bewirken können (Hammond, 2016).

Für den präventiven Einsatz sind insbesondere kostengünstige und anwenderfreundliche Heimtrainingssysteme von Bedeutung. Diese ermöglichen es, Neurofeedback niedrigschwellig in bestehende Präventions- und Bildungsprogramme einzubinden und so auch sozial benachteiligte Gruppen zu erreichen. Voraussetzung bleibt jedoch eine qualifizierte Einführung und Supervision durch geschulte Fachkräfte, da fehlerhafte Elektrodenplatzierung oder unpassende Trainingsprotokolle unerwünschte Effekte hervorrufen können.

Insgesamt lässt sich festhalten, dass Neurofeedback in der indizierten Prävention ein vielversprechendes Instrument zur Förderung psychischer Gesundheit darstellt. Es verbindet biopsychologische Mechanismen der Stressregulation mit lernpsychologischen Prinzipien der operanten Konditionierung und eröffnet damit neue Wege zur Stärkung individueller Resilienz und Selbstwirksamkeit.

## **2.3. Neurofeedback-Verfahren**

Derzeit existiert eine Vielzahl unterschiedlicher Neurofeedback-Ansätze, die sich hinsichtlich ihrer technischen Grundlage und ihres neurophysiologischen Zielparameters unterscheiden. Neben bildgebungsbasierten Verfahren wie der funktionellen Magnetresonanztomografie

(fMRI) oder der funktionellen Nahinfrarotspektroskopie (fNIRS), die auf Veränderungen der zerebralen Durchblutung und Sauerstoffsättigung reagieren, gibt es auch Verfahren, die auf thermischen oder hämodynamischen Parametern beruhen. Diese Systeme ermöglichen die gezielte Regulation neuronaler Aktivität über indirekte physiologische Marker.

Im Rahmen dieser Arbeit wird jedoch ausschließlich auf EEG-basierte Neurofeedbackverfahren eingegangen. Diese Verfahren erfassen elektrische Aktivitätsumuster des Gehirns und ermöglichen eine unmittelbare Rückmeldung über die neuronale Regulation, ohne dass hämodynamische oder thermische Messungen einbezogen werden. EEG-Neurofeedback oder EEG-Biofeedback ist im Vergleich zu bildgebenden Verfahren kostengünstiger, praxistauglicher und in der Heimanwendung umsetzbar, was es besonders für präventive und edukative Anwendungen geeignet macht.

Zu den gängigen EEG-basierten Verfahren zählen:

- das Frequenzbandtraining
- das datenbankorientierte Z-Wert-Verfahren (Z-Score-Training)
- das Slow Cortical Potential (SCP)-Training
- das Infra-Low-Frequency-(ILF)- oder Infra-slow-Fluctuation-(ISF)-Training

### **2.3.1. Frequenzbandtraining**

Beim Frequenzbandtraining lernen Teilnehmende, bestimmte Gehirnwellen gezielt zu verstärken oder zu hemmen. Trainer:innen oder Therapeut:innen können die zu trainierenden EEG-Frequenzbänder individuell anpassen – etwa Alpha-Wellen zur Förderung von Entspannung, Beta-Wellen zur Steigerung der Aufmerksamkeit oder die Reduktion von Theta- und Delta-Aktivität bei erhöhter Schläfrigkeit. Ein zentraler Vorteil dieses Verfahrens ist seine Individualisierbarkeit: Das Trainingsprotokoll wird so eingestellt, dass die Person etwa 80 % der Zeit positives Feedback erhält. Dadurch wird ein Lernprozess unterstützt, bei dem das Gehirn schrittweise ein Gefühl für den gewünschten Aktivierungszustand entwickelt. Kurze Phasen ohne Belohnung dienen als Rückmeldung, wenn die Regulation vorübergehend weniger effektiv ist, und helfen, die Selbstwahrnehmung weiter zu verfeinern.

In der Praxis bedeutet das: Das Trainingssystem misst in Echtzeit die elektrische Aktivität des Gehirns und vergleicht sie mit den individuell festgelegten Zielwerten. Wenn die Aktivität in einem Frequenzbereich liegt, der verstärkt werden soll (z. B. Alpha-Wellen zur Entspannung oder SMR-Wellen zur Aufmerksamkeitsstabilisierung), wird ein positives

Feedback gegeben – etwa durch das Weiterlaufen eines Films, eine aufleuchtende Farbe oder einen angenehmen Ton.

Befindet sich die Aktivität hingegen in einem Bereich, der gehemmt werden soll (z. B. übermäßige Theta- oder Delta-Aktivität), stoppt die Rückmeldung oder wird gedämpft. Das Feedback-Verhältnis wird meist so eingestellt, dass die trainierende Person in etwa 80 % der Zeit belohnt wird. Dieses Verhältnis hat sich als optimal erwiesen, um den Lernprozess zu fördern, ohne Überforderung oder Frustration zu erzeugen. Kurzzeitige Phasen ohne Belohnung sind erwünscht: Sie signalisieren, dass das aktuelle Aktivitätsmuster von der Zielvorgabe abweicht, und unterstützen so die Feinabstimmung der Selbstregulation. In Phasen, in denen der gewünschte Zustand besonders stabil erreicht wird, kann die Belohnungsrate leicht erhöht werden, um das Gefühl von Kontrolle und Kompetenz zu verstärken. Damit entsteht ein dynamischer Lernprozess, bei dem das Gehirn zunehmend lernt, optimale Aktivitätszustände selbstständig herzustellen und aufrechtzuerhalten.

Frequenz-band	Frequenz- bereich [Hz]	Typische Funktion	Bei zu wenig (qEEG)	Bei zu viel (qEEG)
<b>Delta</b>	0,5–4	Tiefer Schlaf, körperliche Regeneration	Gestörter Tiefschlaf, reduzierte körperliche Regeneration	Tagesmüdigkeit, kognitive Verlangsamung, Konzentrations-schwäche
<b>Theta</b>	4–8	Übergangsschlaf/Schläfrigkeit, Kreativität, Gedächtniskodierung (Hippocampus)	Schwächere Gedächtniskodierung, geringere Kreativität	Unaufmerksamkeit, Tagträumen, verlangsamte Verarbeitung
<b>Alpha</b>	8–12	Entspannte Wachheit, sensorische Filterung	Hypervigilanz/Anspannung, erhöhte Reizoffenheit, Erschöpfung	Unterarousal, Antriebsminderung, Tages-schläfrigkeit
<b>Low Beta</b>	12–15	Ruhige fokussierte Aufmerksamkeit, motorische Inhibition	Hyperaktivität/ innere Unruhe, Einschlafstörungen,	Überkontrolle, verminderte kognitive

		(stabile Körperruhe)	impulsives Verhalten.	Flexibilität
		Aktives Denken, fokussierte Aufmerksamkeit, Problemlösen	Verlangsamtes Denken, reduzierte Zielgerichtetheit/ Aufmerksamkeit	Anspannung, Grübeln, Angstneigung
<b>Beta</b>	15–20			

*Tabelle 1: EEG Frequenzbänder*

### 2.3.2. Z-Werte-Training

Beim Z-Werte-Training wird die EEG-Aktivität an allen Ableitungspunkten nach dem 10/20-System mit Normdatenbanken verglichen (z. B. ANI, Neuroguide, QEEG Pro). Es werden Parameter wie absolute und relative Power, Kohärenz, Phase und Asymmetrie analysiert (Thatcher et al., 2005; Thatcher et al., 2003).

- **Power** beschreibt die Stärke bzw. Energie der elektrischen Aktivität innerhalb eines bestimmten Frequenzbandes (z. B. Theta, Alpha, Beta). Sie wird in  $\mu\text{V}^2$  gemessen und spiegelt wider, wie aktiv ein bestimmtes Hirnareal in einem Frequenzbereich ist (Niedermeyer & da Silva, 2004).
- **Kohärenz** bezeichnet das Maß der funktionellen Konnektivität zwischen zwei Elektrodenpositionen. Sie gibt an, wie stark zwei Gehirnregionen synchron in einer bestimmten Frequenz schwingen. Eine hohe Kohärenz kann auf übermäßige Kopplung, eine niedrige Kohärenz auf mangelnde Integration hindeuten (Thatcher et al., 2005; Thatcher et al., 2003).
- **Phase** beschreibt die zeitliche Verschiebung der Schwingungen zwischen zwei Elektroden. Ein stabiler Phasenunterschied kann auf geordnete Kommunikation hinweisen, während variable Phasenbeziehungen eine gestörte Informationsübertragung anzeigen können (Srinivasan et al., 2007).
- **Asymmetrie** bezieht sich auf Unterschiede in der Power zwischen homologen Arealen der beiden Hemisphären. Zum Beispiel wird eine erhöhte linke frontale Aktivität häufig mit positiver Stimmung und Annäherungsverhalten, eine rechte Dominanz eher mit Rückzugsverhalten in Verbindung gebracht (Davidson, 1998).

Diese aus dem Roh-EEG errechneten Werte werden nun während des Z-Wert-Trainings kontinuierlich mit Hilfe einer Normdatenbank in Z-Werte umgerechnet, d.h. es wird die Abweichung zum altersbezogenen Mittelwert ausgedrückt in Standardabweichungen (Z-Wert) dargestellt. Die Rückmeldung beim EEG-Biofeedback erfolgt, wenn sich der Klient

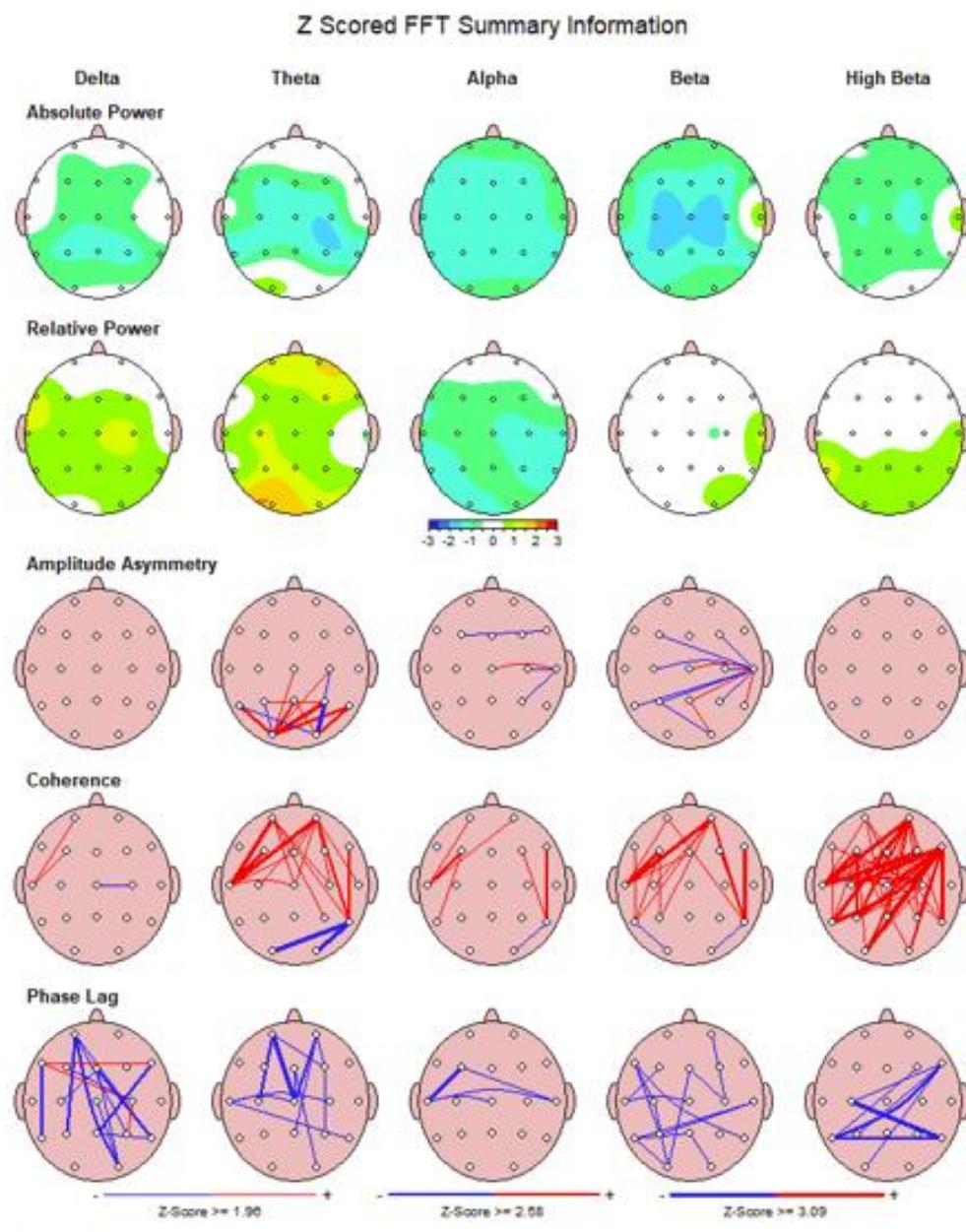
innerhalb eines festgelegten Normbereichs befindet. Die Grundlage bilden Z-Werte, die angeben, wie stark ein individueller Messwert von der Norm abweicht. Ein Z-Wert von 0 entspricht genau dem Mittelwert der Normstichprobe, während  $Z = \pm 1$  eine Abweichung um eine Standardabweichung (SD) bedeutet. Etwa 68 % aller Werte liegen innerhalb von  $\pm 1$  SD, 95 % innerhalb von  $\pm 2$  SD und 99,7 % innerhalb von  $\pm 3$  SD (entsprechend einer Normalverteilungskurve). Im Training wird meist ein Zielbereich zwischen  $Z = \pm 1$  oder  $\pm 1,5$  definiert, sodass Rückmeldung nur erfolgt, wenn sich die aktuelle Gehirnaktivität innerhalb dieses Normbereichs bewegt. Dadurch entsteht eine präzise und individualisierte Form des Feedbacks (Thatcher et al., 2005; Thatcher et al., 2003; Hammond, 2016).

Ein zentrales ethisches Problem bei der Nutzung von quantitativen EEG-Datenbanken wie BrainDx besteht in der fehlenden Transparenz hinsichtlich aller Einschluss- und Ausschlusskriterien, auf deren Basis „Normdaten“ erhoben und verglichen werden. BrainDx, entwickelt am Neurofeedback-Institut des NYU Medical Center, basiert auf EEG-Daten aus den 1970er- und 1980er-Jahren und enthält lediglich Normdaten von etwa 464 Probanden im Alter ab sechs Jahren. Dabei werden ausschließlich die Hauptfrequenzbänder Delta, Theta, Alpha und Beta analysiert (BrainMaster Technologies, 2020; Integrate Brain Health, 2025). Eine gewisse Intransparenz birgt das Risiko, dass individuelle Abweichungen fälschlich als pathologisch interpretiert werden – mit möglichen negativen Auswirkungen auf Diagnostik und Rückmeldung. Dies wirft ethische Fragen hinsichtlich Validität, Diskriminierung, Aufklärungspflicht und klinischer Verantwortung auf (La Vaque et al., 2002).

Frühere Praxisvergleiche der qEEG Auswertungen und Literaturbeobachtungen deuten jedoch darauf hin, dass unterschiedliche qEEG-Datenbanken (BrainDX, QEEGpro, ANI) in der Regel zu vergleichbaren Interpretationen führen. Dies spricht dafür, dass die gängigen Datenbanken – trotz methodischer Unterschiede – eine hinreichend konsistente Abbildung typischer neurophysiologischer Muster innerhalb bestimmter Altersgruppen ermöglichen (Thatcher et al., 2003; Thatcher et al., 2005). Vor diesem Hintergrund können qEEG-Datenbanken als ergänzende Interpretationshilfe bei der Entwicklung individualisierter Neurofeedback-Protokolle dienen. Ein Datenbank-orientiertes-Verfahren, ein so genanntes ZWerte-Training sollte aber niemals ohne ausgebildeten Neurofeedbacktherapeuten durchgeführt werden, da Abweichungen immer mit der Symptomatik verglichen werden müssen. Eine breite Dissemination des Verfahrens im Rahmen indizierter Prävention ist aus diesem Grund ethisch fragwürdig.

Zur Veranschaulichung werden im Folgenden zwei Beispiele aus der eigenen Praxis gezeigt, die eine typische qEEG-Aufnahme und die daraus abgeleiteten Therapieempfehlungen

darstellen. Die Zustimmung zur Veröffentlichung liegen von den Klienten, bzw. den Sorgeberechtigten vor.



3

Abbildung 1: Durchgehend zu niedrige Amplituden in Frequenzbändern

Anmerkung: Dieses qEEG entstand bei einer Patientin mit Depressionen und Fatigue bei einer Autoinflammatorischen Erkrankung. In der absoluten Power zeigt sich im Vergleich zur altersbezogenen Normdatenbank (Neuroguide) eine verminderte Aktivität in allen Frequenzbändern. In der relativen Power zeigt sich entsprechend eine vermehrte Aktivität im Delta und Theta Band okzipital. In den Konnektivitätsmaßen zeigt sich eine Hyperkohärenz zwischen Fp2-F7/F8 im HiBeta Band. Aufgrund dieser Kombination wurde im Therapeutischen Kontext ein SMR-Training mit Theta-Reduktion durchgeführt.

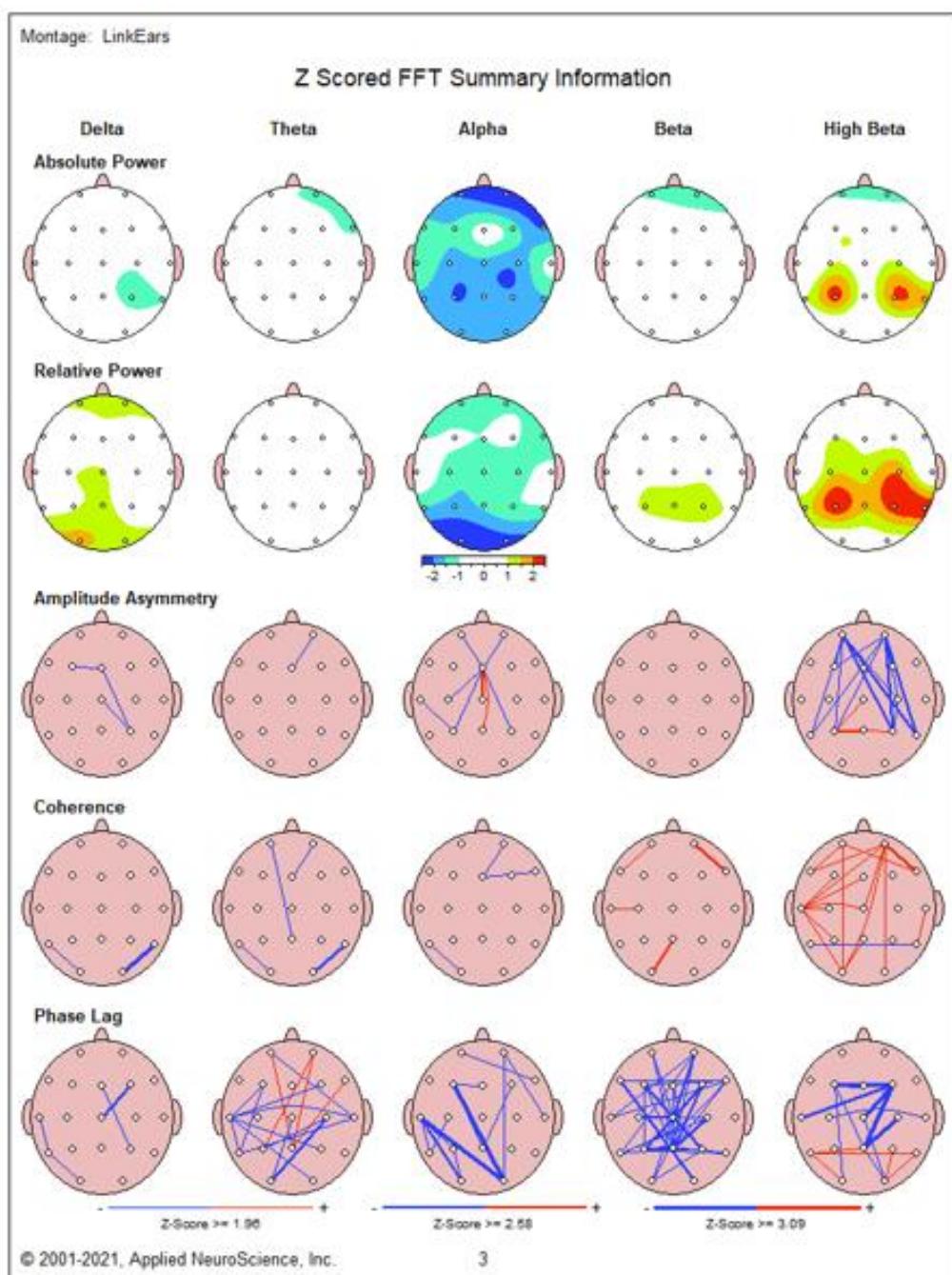


Abbildung 2: qEEG bei einem Kind mit Aufmerksamkeits- und Hörstörung

**Anmerkung:** In der absoluten Power zeigt sich im Vergleich zur altersbezogenen Normdatenbank (Neuroguide) eine vermehrte Aktivität im Hibeta-Band über P3/P4, sowie eine verminderte Aktivität im Alpha-Band über frontal. In der relativen Power zeigt sich entsprechend eine vermehrte Aktivität im Hibeta-Band über P3/P4, sowie eine verminderte Aktivität im Alpha-Band. In der Praxis wurde ein Alpha Training mit High-Beta-Reduktion an P3/P4 durchgeführt.

### **2.3.3. SCP-Training (Slow Cortical Potentials)**

Das Training langsamer kortikaler Potentiale (Slow Cortical Potentials, SCP) ist ein spezifisches Neurofeedbackverfahren, das auf der Rückmeldung und gezielten Beeinflussung langsamer elektrischer Potentialverschiebungen (sogenannter Baseline-Shifts) im EEG basiert. Diese langsamten Potentiale (im Bereich von unter 0,5 Hz) spiegeln Aktivierungs- und Deaktivierungsprozesse im Kortex wider, also Prozesse, die mit der Vorbereitung von Aufmerksamkeit, Reaktionsbereitschaft oder kognitiver Inhibition zusammenhängen (Arns et al., 2009).

Das Ziel des SCP-Trainings besteht darin, die Fähigkeit der Nutzer:innen zu verbessern, zwischen Phasen erhöhter kortikaler Aktivierung (Negativverschiebung) und kortikaler Deaktivierung (Positivverschiebung) willentlich zu wechseln. Diese Fähigkeit ist essenziell für eine adaptive Selbstregulation, insbesondere in Situationen, in denen gezielte Aufmerksamkeit, Handlungskontrolle oder emotionale Stabilität gefordert sind.

Klinisch ist SCP-Training vor allem in der Behandlung von Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (ADHS) und Epilepsie erprobt und gut untersucht. In Studien von Strehl (2020) zeigte sich, dass Kinder mit ADHS durch SCP-Training eine signifikante Verbesserung der Selbstregulation und der Aufmerksamkeitsleistung erreichten. Gleichzeitig konnten neurophysiologische Veränderungen nachgewiesen werden, die auf eine erhöhte Fähigkeit zur kortikalen Kontrolle hindeuten. Auch bei Epilepsie-Patient:innen wurde gezeigt, dass SCP-Training die Anzahl epileptischer Anfälle reduzieren kann, da durch die Verbesserung der kortikalen Stabilität eine geringere Anfallsbereitschaft erreicht wird.

Im Kontext der indizierten Prävention – also der gezielten Vorbeugung bei Personen mit erhöhtem Risiko, aber ohne manifeste Diagnose – bietet SCP-Training ein interessantes Potenzial. Denn gerade bei Symptomen wie innerer Unruhe, Konzentrationsproblemen oder emotionaler Dysregulation, die häufig erste Vorboten psychischer oder neurologischer Erkrankungen darstellen, könnte ein Training der kortikalen Selbstregulation präventiv wirksam sein.

Allerdings sind die Anforderungen an die Durchführung des SCP-Trainings hoch. Es handelt sich um ein technisch anspruchsvolles Verfahren, das den Einsatz von mehrkanaligem EEG sowie eine aufwändige Artefaktkontrolle (z. B. zur Unterdrückung von Augenbewegungsartefakten) erfordert. Hinzu kommt, dass die Interpretation der SCP-Signale und die Anpassung des Trainingsprotokolls ein hohes Maß an Expertise voraussetzen. Aus diesem Grund wird SCP-Training bislang nahezu ausschließlich im klinischen Setting unter fachlicher Anleitung durchgeführt.

Für den Einsatz im Rahmen niedrigschwelliger, präventiver Programme – etwa im Bereich digital unterstützter Gesundheitsbildung – ist SCP-Training aufgrund des Aufwands und der nötigen technischen Infrastruktur bislang nicht praktikabel. Auch aus ethischer Sicht ist ein Einsatz ohne individuelle Diagnostik und therapeutische Begleitung problematisch, da die Rückmeldung kortikaler Aktivierungsprozesse potenziell tiefgreifende Auswirkungen auf die neuronale Regulation haben kann.

#### **2.3.4. Infra-Low-Frequency (ILF) Neurofeedback**

Dieses Verfahren trainiert Frequenzen unter 0,1 Hz. Die Datenlage ist hier noch dünn, viele Parameter sind in Studien nicht veröffentlicht. Obwohl Therapeuten von positiven klinischen Effekten berichten, ist die Evidenzlage derzeit uneinheitlich (Othmer & Othmer, 2016, Smith 2013), es gibt zwei „Therapeutenschulen“, nämlich Othmer („ILF-Training“) und Smith („ISF-Training“). Beide Schulen nutzen Algorithmen, die gemeinsam haben, dass sehr langsame Frequenzbänder (deutlich unter 0,1 Hz) trainiert, d.h. mit Reward verstärkt werden.

Im Folgenden spreche ich ausschließlich vom Verfahren nach Mark L Smith (ISF). Das infraslowfrequente Neurofeedback (ISF-NF), oft auch als „Infra-Slow Frequency Training“ bezeichnet, ist ein noch relativ junges Verfahren innerhalb der Neurofeedbackmethoden. Es trainiert neuronale Aktivität in einem Frequenzbereich von unter 0,1 Hz, meist zwischen 0,0001 und 0,01 Hz, und zielt damit auf ultra-langsame Oszillationen ab, die in der klassischen EEG-Analyse häufig keine Beachtung finden.

Beide Methoden (Othmer und Smith) beruhen auf der Hypothese, dass infralangsame Frequenzen neuronale Regelkreise ansprechen, die möglicherweise durch gliale Zellaktivität beeinflusst werden. Diese These basiert auf bisherigen Beobachtungen, wurde aber bisher nicht unabhängig wissenschaftlich verifiziert, und der genaue Wirkmechanismus ist bis heute nicht vollständig geklärt. In vielen Publikationen und Schulungsmaterialien werden nur allgemeine Hypothesen zur Wirksamkeit formuliert.

Nach der Erfassung des Rohsignals über Silber/Silberchlorid-Elektroden erfolgt die Signalaufbereitung in mehreren Verarbeitungsschritten. Das elektroenzephalographische

Signal wird mit einem gleichstromgekoppelten (DC-coupled) Verstärker digitalisiert, um auch extrem langsame Potentialverschiebungen unterhalb von 0,1 Hz erfassen zu können. Diese Komponente wäre bei herkömmlichen, wechselstromgekoppelten (AC) Verstärkern durch den dort implementierten Hochpassfilter (typischerweise bei 0,5 Hz) unterdrückt. Die Verwendung eines DC-gekoppelten Systems ermöglicht somit die simultane Aufzeichnung von langsamem Gleichstromverschiebungen (DC-Potentialen) im Millivoltbereich und schnelleren Wechselstromanteilen (AC) im Mikrovoltbereich (G. Handwerker, persönliche Kommunikation, 2025).

In einem weiteren Schritt wird das digitalisierte Signal bandgefiltert, um den interessierenden Frequenzbereich der infra-langsam Fluktuationen (ISF) zwischen etwa 0,01 Hz und 0,1 Hz zu isolieren. Gleichzeitig werden die tonischen Gleichstromverschiebungen (DC-Shifts) analysiert, die mit den Amplituden der ISF-Komponente funktionell gekoppelt sind. Diese Trennung erlaubt es, sowohl großflächige, langsame Änderungen der kortikalen Erregbarkeit als auch kleinste rhythmische Amplitudenschwankungen im Submikrovoltbereich zu erfassen.

Die softwaregestützte Analyse erfolgt in Echtzeit und basiert auf der kontinuierlichen Erfassung und Quantifizierung dieser minimalen Amplitudänderungen. Für die Feedbacksteuerung werden algorithmisch adaptiv definierte Schwellenwerte verwendet, die auf gleitenden Mittelwerten über kurze Zeitfenster (typischerweise ein bis zwei Sekunden) beruhen. Überschreiten oder unterschreiten die ISF-Amplituden diese Schwellen in eine als „erwünscht“ definierte Richtung, wird ein sogenanntes Reward-Ereignis generiert, das anschließend die Rückmeldung an den Probanden auslöst. Vermutlich richtet sich das Zielkriterium nach der Fluktuation des DC-Signals, da AC- und DC Signal in der Phase gekoppelt sind (G. Handwerker, persönliche Kommunikation, 2025).

Durch diese kontinuierliche, hochsensitive Verarbeitung können selbst kleinste, spontan auftretende Veränderungen in der infra-langsam Aktivität detektiert und in Echtzeit in Feedbacksignale übersetzt werden. Damit bildet die Signalaufbereitung die zentrale technische Grundlage des ISF-Trainings, bei dem das Gehirn implizit auf die Stabilisierung bestimmter Aktivitätsmuster im sehr niedrigen Frequenzbereich konditioniert wird.

Die im Signalverarbeitungsprozess erkannten Veränderungen der infra-langsam Aktivität werden in echtzeitbasiertes akustisches Feedback übersetzt. Dabei hört der Proband einen kontinuierlichen Brummton, dessen Tonhöhe zwischen zwei Frequenzen variiert, je nachdem, ob die aktuelle Amplitudänderung der ISF-Aktivität in die erwünschte oder in die entgegengesetzte Richtung verläuft. Eine optimale Modulation ist daran zu erkennen, dass

die beiden Töne in regelmäßigm Wechsel auftreten, was eine dynamische, stabile Selbstregulation des Signals anzeigt.

Dieses Feedbackprinzip dient der operanten Konditionierung: Das Gehirn erhält eine unmittelbare Rückmeldung über minimale Veränderungen seiner eigenen Aktivität, ohne dass der Proband diese bewusst steuert. Durch wiederholte Rückkopplung lernt das zentrale Nervensystem, Zustände aufrechtzuerhalten, die mit einer stabileren kortikalen Erregbarkeit und erhöhter Netzwerk-Kohärenz einhergehen. In der praktischen Anwendung zeigt sich dies häufig in intra-sitzungsbezogenen Entspannungsreaktionen wie reduzierter physiologischer Erregung, verbesserter Atmung und subjektiv erhöhter Ruhe. Langfristig wird eine Stärkung der autonomen Selbstregulation angenommen, die sich positiv auf Affekt-, Aufmerksamkeits- und Schlafsteuerung auswirken kann. (Smith 2013, G. Handwerker, persönliche Kommunikation, 2025)

Problematisch ist, dass zentrale technische Parameter, zugrundeliegende Algorithmen und die genaue Methodik nicht offengelegt werden. Dieser aus urheberrechtsgründen nicht vollständig offengelegte Algorithmus wirft ethisch Bedenken auf, insbesondere im Hinblick auf die Aufklärungspflicht gegenüber Trainierenden

## **2.4. Wirksamkeit von Neurofeedback in der indizierten Prävention**

Die bislang überzeugendste Evidenz für den Einsatz von Neurofeedback liegt im Bereich des Frequenzbandtrainings sowie des Trainings langsamer kortikaler Potentiale (SCP-Training) vor. Beide Verfahren wurden auch in einem Großteil der in dieser Arbeit analysierten Studien eingesetzt (Arns et al., 2014). Während das Frequenzbandtraining auf die gezielte Modulation bestimmter EEG-Frequenzen – etwa Alpha-, SMR- oder Beta-Wellen – abzielt, fördert das SCP-Training die willentliche Kontrolle kortikaler Aktivierungsprozesse. Es konnte nachgewiesen werden, dass Neurofeedback einen großen Anteil an der Reduktion von Unaufmerksamkeit und Impulsivität hat. Des Weiteren konnte ein kleiner Effekt auf Hyperaktivität nachgewiesen werden (Arns et al., 2009). Beide Ansätze sind gut untersucht, relativ standardisiert und ermöglichen eine strukturierte Anwendung sowohl im therapeutischen als auch im präventiven Kontext. Ein wesentlicher Vorteil von Neurofeedback gegenüber klassischen Gesundheitsbildungsprogrammen liegt in seiner hohen Individualisierbarkeit. Während Maßnahmen zu Bewegung, Ernährung oder Entspannung meist standardisiert ablaufen, kann Neurofeedback gezielt an die funktionellen Aktivitätsmuster des individuellen Gehirns angepasst werden. Dies eröffnet neue Möglichkeiten für passgenaue Interventionen – insbesondere bei Symptomen wie innerer Unruhe, Stressreaktionen oder Konzentrationsstörungen, die durch konventionelle Präventionsmaßnahmen häufig nur unzureichend beeinflusst werden.

Kritisch zu bewerten ist jedoch, dass viele Studien keine quantitative EEG-Analyse (QEEG) zur Individualisierung des Trainings einsetzen und oft keine differenzierte Anamnese der individuellen Symptome und neuronalen Aktivitätsmuster vornehmen. Neurofeedback profitiert jedoch maßgeblich davon, auf individuelle neurophysiologische Besonderheiten abgestimmt zu werden. Studien mit individualisierten Trainingsprotokollen weisen häufig kleinere Stichproben auf, da die Zuordnung nach EEG-Mustern statt nach Symptomen eine deutlich größere Teilnehmerzahl erfordern würde. Daher werden Probanden in vielen Untersuchungen symptomorientiert eingeteilt, obwohl ein Symptom verschiedenen EEG-Mustern zugrunde liegen kann.

Mehrere Studien, auf die im Folgenden näher eingegangen wird, zeigen, dass Neurofeedback positive Effekte auf Stressverarbeitung, Aufmerksamkeit und Emotionsregulation auch bei nicht-diagnostizierten Personen erzielt. Dies deutet auf ein erhebliches präventives Potenzial hin. Besonders im Rahmen der indizierten Prävention, bei der erste Auffälligkeiten ohne formale Diagnose auftreten, könnte individualisiertes Neurofeedback einen wichtigen Beitrag zur Förderung von Resilienz und zur Vermeidung einer weiteren psychischen Belastungsprogression leisten. Insgesamt zeigen die Ergebnisse, dass individualisierte Neurofeedbackverfahren, insbesondere das Frequenzbandtraining, einen vielversprechenden Ansatz für den Einsatz in präventiven Settings darstellen. Zukünftige Forschung sollte verstärkt auf eine standardisierte Diagnostik, transparente Trainingsprotokolle und langfristige Follow-up-Daten achten, um die wissenschaftliche Evidenz für den präventiven Einsatz von Neurofeedback weiter zu festigen.

### **3. Methodik der Literaturrecherche**

Ziel dieser Methodik ist es, Studien mit unterschiedlichen methodischen Ansätzen – sowohl quantitative als auch qualitative sowie theoretische Arbeiten – gemeinsam zu analysieren und zu interpretieren. Auf diese Weise sollen neue Erkenntnisse, Hypothesen oder konzeptionelle Modelle entwickelt werden.

#### **3.1. Art der Literaturrecherche**

Die Literaturarbeit wurde in Form einer integrativen Literaturübersicht durchgeführt. Dabei wurde stellenweise auch eine systematische Literaturrecherche angewendet, um eine fundierte und nachvollziehbare Auswahl relevanter Studien sicherzustellen. Die integrative Vorgehensweise erlaubt es, komplexe Zusammenhänge im Themenfeld differenziert darzustellen und über disziplinäre Grenzen hinweg Erkenntnisse zu bündeln.

#### **3.2. Auswahl- und Einschlusskriterien**

Für die Literaturrecherche zum Thema Neurofeedback und Prävention wurden systematisch Ein- und Ausschlusskriterien definiert, um die Aussagekraft und Relevanz der einbezogenen Studien sicherzustellen.

##### **Einschlusskriterien**

- Es wurden ausschließlich peer-reviewte wissenschaftliche Artikel berücksichtigt, die einen direkten Bezug zu Prävention im Allgemeinen durch Online-Kurse mit und ohne Neurofeedback aufweisen.
- Eingeschlossen wurden Studien, die sich mit Präventionsansätzen befassen, oder zur allgemeinen Förderung psychischer Resilienz und Selbstregulation.
- Ebenfalls einbezogen wurden nicht peer-reviewte Quellen, sofern sie aus nachweislich nicht gewinnorientierten Projekten stammen, z. B. Studien oder Projektberichte von gemeinnützigen Organisationen oder im Rahmen öffentlich geförderter Programme.

##### **Ausschlusskriterien**

- Ausgeschlossen wurden Studien, deren Hauptfokus auf der Behandlung von klinisch diagnostizierten Störungen gemäß ICD-10 oder ICD-11 lag, wie z. B. ADHS, affektive Störungen, substanzbezogene Abhängigkeitserkrankungen oder der Bezug zur Covid-19 Pandemie.

- Ebenfalls ausgeschlossen wurden Artikel, die Neurofeedback ausschließlich im Kontext der symptomorientierten Therapie klinischer Patientengruppen behandeln, ohne präventiven oder edukativen Bezug.
- Nicht berücksichtigt wurden außerdem kommerziell orientierte Studien, bei denen erkennbar ein wirtschaftliches Interesse an der Verbreitung bestimmter Geräte oder Dienstleistungen im Vordergrund stand.

### **3.3. Datenbanken und Suchstrategien**

Die systematische Literaturrecherche wurde vorrangig in der medizinischen Datenbank PubMed durchgeführt. Für die Untersuchung klassischer Gesundheitsbildungsprogramme im Bereich Stressprävention kamen die Suchbegriffe "*prevention*", "*health education*", "*stress*", "*online*" zum Einsatz. Aus den Suchergebnissen wurden die fünf relevantesten systematischen Übersichtsarbeiten oder Interventionsstudien ausgewählt, die den methodischen Kriterien (RCTs, Metaanalysen, Praxisnähe) entsprachen (vgl. von Hofe et al., 2017; Ungar et al., 2022; Hinkle, 2015; Amnie, 2018).

Für die Analyse von Neurofeedback im präventiven Kontext wurden die Suchbegriffe "*Neurofeedback AND Prevention AND Stress*" verwendet. Hier wurden alle fünf inhaltlich passenden Studien und Reviews in die Untersuchung einbezogen (vgl. Godet et al., 2022; Krause et al., 2024; Keynan et al., 2019; Monninger et al., 2022).

Zusätzlich wurde über Google nach praxisnahen Projekten und gemeinnützigen Anwendungen von Neurofeedback gesucht. Ziel war es, Anwendungsbeispiele außerhalb des klinischen Rahmens zu identifizieren, insbesondere solche, die auf eine breite gesellschaftliche oder bildungspolitische Wirkung abzielen (z. B. Programme an Schulen, in der Erwachsenenbildung oder in Selbsthilfegruppen). Dabei wurden unter anderem das Neurofeedback Advocacy Project (USA), EEG Info sowie das EU-geförderte Projekt remote-health.eu unter Leitung des gemeinnützigen Vereins Joy of Learning München e. V. identifiziert. Letzteres erwies sich durch die methodische Transparenz, Offenlegung der Trainingsparameter und die wissenschaftliche Begleitung als besonders relevant (Joy of Learning München e. V., 2025).

### **3.4. Kriterien zur Bewertung der Literatur**

Im Rahmen der integrativen Literaturübersicht wurde die einbezogene Literatur einer qualitativen Bewertung unterzogen. Dabei wurden folgende fünf zentrale Kriterien berücksichtigt:

## 1. Relevanz

Es wurde geprüft, inwiefern die jeweilige Publikation einen direkten Bezug zur Forschungsfrage dieser Arbeit aufweist.

## 2. Aktualität

Die Veröffentlichungsdaten der Quellen wurden analysiert, um sicherzustellen, dass die Erkenntnisse wissenschaftlich aktuell und im heutigen Diskurs noch relevant sind.

## 3. Methodische Qualität

Die Beurteilung der Studienqualität basiert auf der transparenten Darstellung des Studiendesigns und der verwendeten Methoden.

## 4. Nachvollziehbarkeit

Hier wurde bewertet, ob die Argumentation schlüssig ist und die Ergebnisse sowie Schlussfolgerungen klar und logisch dargestellt wurden.

## 5. Objektivität

Es wurde geprüft, ob die Autor:innen ihre Ergebnisse neutral darstellen, mögliche Interessenkonflikte offenlegen und unterschiedliche Perspektiven berücksichtigen.

Diese fünf Kriterien ermöglichen eine strukturierte Einschätzung der Literaturqualität und stellen sicher, dass die ausgewählten Quellen fundiert, nachvollziehbar und für diese Arbeit relevant sind.

Ein Teil der in dieser Arbeit analysierten Literatur bezieht sich ausschließlich auf die Wirksamkeit klassischer Gesundheitsbildungsprogramme, ohne die Anwendung von Bio- oder Neurofeedbackverfahren. In einem weiteren Teil der Studien wird Neurofeedback gezielt als präventive Maßnahme eingesetzt – teils im Rahmen der allgemeinen Prävention, teils im Kontext indizierter Prävention. Besondere Aufmerksamkeit wurde der Frage gewidmet, welches Neurofeedback-Verfahren in den jeweiligen Studien zur Anwendung kam. Denn die wissenschaftliche Bewertung der Wirksamkeit hängt maßgeblich von der Transparenz der verwendeten Protokolle und der methodischen Nachvollziehbarkeit ab.

#### 4. Ergebnisse der Literaturrecherche

Im Rahmen dieser Arbeit wurden fünf hochwertige Studien ausgewählt, die sich mit der Wirksamkeit von Online-Gesundheitsbildung in den Bereichen Bewegung, Ernährung und Entspannung – insbesondere im Kontext digitaler Interventionen zur Stressprävention – auseinandersetzen.

##### 4.1. Darstellung der relevanten Studien zu Gesundheitsbildungsprogrammen

In der Tabelle 2 ist die für diese Arbeit eingeschlossene Literatur zum Thema Übersicht Studien zu Online-Gesundheitsbildung in der Prävention mit der Fragestellung, der zentralen Ergebnisse und der methodischen Qualität übersichtlich zusammengefasst.

Quelle	Studientyp	Fragestellung	Zentrale Ergebnisse	Methodische Qualität
von Hofe et al. (2017)	Systematische Analyse von RCTs	Wirksamkeit Online-Gesundheitsbildung auf stressbedingte Beeinträchtigungen am Arbeitsplatz	Stress und psychische Belastungen können reduziert werden - besonders mit interaktiven Elementen und alltagsnahen Übungen	Gut – Fokussierung auf RCTs erhöht Evidenzniveau
Ungar et al. (2022)	Systematische Übersichtsarbeit	Wirksamkeit Online-Gesundheitsbildung zur Förderung psychischer Gesundheit für Medizinstudierende	Online-Interventionen tragen substanziell zur Prävention bei, wenn sie niedrigschwellig, studienbegleitend und auf Resilienz fokussiert sind	Gut – systematisches Review
Hinkle (2015) – „The Stress Gym“	Interventionsstudie mit Erwachsenen	Wirksamkeit Online-Bewegungs-Programms zur Reduktion von Stress und depressiven Symptomen	Signifikante Verbesserungen von subjektivem Stress und Depressivität	Mittel
Rogers et al. (2017)	Systematische Übersichtsarbeit von Meta-	Welche internetbasierten Interventionen sind wirksam in Prävention bei psychischen Beschwerden?	Strukturierte, verhaltenstherapeutische Programme mit Nutzerbindung und fachlichem Feedback sind	Sehr gut – Meta-Analysen im Fokus

	Analysen	besonders effektiv
<b>Amnie</b> Thematische Analyse (2018)	Welche Prinzipien brauchen Gesundheitsbildungsprogramme	Erfolg durch Niedrigschwelligkeit Mittel

*Tabelle 2: Übersicht Studien zu Online-Gesundheitsbildung in der Prävention*

Im Folgenden werden die fünf ausgewählten Studien im Hinblick auf ihre Relevanz für die vorliegende Arbeit, ihre Aktualität sowie die angewandte Methodik systematisch analysiert und bewertet.

**Studie 1: Die Studie von von Hofe et al. (2017)** analysiert randomisiert-kontrollierte Studien, die internetbasierte Gesundheitsbildungsprogramme im Hinblick auf stressbedingte Belastungen am Arbeitsplatz untersuchten. Die Ergebnisse zeigen, dass digitale Angebote ein wirksames Mittel zur Prävention psychischer Belastungen darstellen können, insbesondere im Rahmen der betrieblichen Gesundheitsförderung.

**Relevanz:** Die Studie ist sehr relevant, da sie sich gezielt mit digitalen Gesundheitsbildungsprogrammen zur Stressreduktion am Arbeitsplatz befasst. Die Ergebnisse liefern wertvolle Ansatzpunkte für die Entwicklung und Implementierung vergleichbarer Online-Angebote im Bereich der psychischen Gesundheitsförderung.

**Aktualität:** Obwohl die Veröffentlichung aus dem Jahr 2017 stammt, behalten die Befunde ihre Gültigkeit. Durch die zunehmende Digitalisierung der Arbeitswelt und die wachsende Bedeutung psychischer Gesundheit am Arbeitsplatz, insbesondere seit der COVID-19-Pandemie, hat das Thema sogar an Relevanz gewonnen.

**Methodische Qualität:** Die Arbeit weist eine hohe methodische Qualität auf, da ausschließlich randomisiert-kontrollierte Studien (RCTs) in die Analyse einbezogen wurden. Die Auswertung erfolgte systematisch anhand klar definierter Kriterien in mehreren anerkannten Datenbanken.

**Nachvollziehbarkeit:** Sowohl die Methodik als auch die Suchstrategie sind transparent dargelegt, wodurch die Vorgehensweise und die daraus resultierenden Ergebnisse gut nachvollziehbar sind.

**Objektivität:** Es fanden sich keine Hinweise auf Interessenkonflikte oder finanzielle Abhängigkeiten.

**Studie 2:** In der systematischen Übersichtsarbeit von Ungar et al. (2022) wird die Wirksamkeit digitaler Programme zur Prävention psychischer Erkrankungen bei Medizinstudierenden untersucht. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass Online-Interventionen grundsätzlich zur Prävention psychischer Erkrankungen beitragen können, sofern sie barrierefrei, niedrigschwellig und studienbegleitend verfügbar sind.

**Relevanz:** Die Studie ist hochrelevant, da Medizinstudierende ein überdurchschnittliches Risiko für Stress- und Belastungserkrankungen, einschließlich depressiver Symptome, aufweisen. Die untersuchten digitalen Präventionsprogramme adressieren gezielt diese Risikogruppe und ermöglichen einen niedrigschweligen Zugang, der mit den Anforderungen des Medizinstudiums vereinbar ist.

**Aktualität:** Mit dem Publikationsjahr 2022 spiegelt die Arbeit den aktuellen Forschungsstand zu digitalen Gesundheitsbildungs- und Präventionsangeboten während und nach der COVID-19-Pandemie wider.

**Methodische Qualität:** Die Studie erfüllt hohe methodische Standards, da eine systematische Literaturrecherche in relevanten Datenbanken durchgeführt sowie klare Ein- und Ausschlusskriterien definiert wurden. Trotz unterschiedlicher Studiendesigns und Interventionen verfolgen alle eingeschlossenen Arbeiten ein vergleichbares Ziel: die Förderung psychischer Gesundheit durch digitale Maßnahmen.

**Nachvollziehbarkeit:** Die Literaturrecherche und Datenauswertung sind transparent beschrieben, wodurch die Nachvollziehbarkeit und Reproduzierbarkeit der Ergebnisse gewährleistet sind.

**Objektivität:** Die Autor:innen präsentieren die Ergebnisse neutral, weisen auf Limitationen hin und legen mögliche Interessenkonflikte offen. Daher kann von einer weitgehend objektiven Darstellung ausgegangen werden.

**Studie 3:** In der Studie The Stress Gym von Hinkle (2015) wurde untersucht, inwieweit ein onlinebasiertes Bewegungs- und Achtsamkeitstraining bei Erwachsenen Stress und depressive Symptome reduzieren kann. Die Ergebnisse zeigten eine statistisch signifikante Abnahme sowohl der depressiven Symptome als auch des subjektiv empfundenen Stresses. Zudem kam es bei den Teilnehmenden im Durchschnitt zu einer deutlichen Steigerung der Aufmerksamkeitsleistung.

**Relevanz:** Die Studie ist sehr relevant, da sie belegt, dass niedrigschwellige Online-Interventionsprogramme mit Bewegungselementen einen wirksamen Beitrag zur Reduktion von Stress und Depressionen leisten können. Sie zeigt, dass digitale Trainingsformate nicht

nur präventiv, sondern auch therapeutisch zur Förderung emotionaler Stabilität einsetzbar sind.

*Aktualität:* Obwohl die Studie aus dem Jahr 2015 stammt, hat sie aufgrund ihres Fokus auf onlinebasierte Bewegungsinterventionen weiterhin hohe Relevanz. Gerade seit der zunehmenden Digitalisierung im Gesundheitswesen und den pandemiebedingten Einschränkungen ist die Thematik aktueller denn je.

*Methodische Qualität:* Das Studiendesign umfasst prä- und postinterventionelle Messungen, die Ergebnisse wurden statistisch ausgewertet und dokumentiert. Allerdings handelt es sich um eine kleine Stichprobe ohne Kontrollgruppe, was die Aussagekraft hinsichtlich kausaler Effekte begrenzt.

*Nachvollziehbarkeit:* Die Durchführung der Intervention sowie die verwendeten Messinstrumente sind transparent beschrieben, sodass die Ergebnisse grundsätzlich nachvollziehbar und replizierbar sind.

*Objektivität:* Es bestehen keine Hinweise auf Interessenkonflikte oder externe Einflussnahmen. Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt sachlich und unter Berücksichtigung der methodischen Grenzen, was auf eine objektive Berichterstattung schließen lässt.

**Studie 4: Die systematische Übersichtsarbeit von Rogers et al. (2017)** liefert einen umfassenden Überblick über internetbasierte Gesundheitsbildungsmaßnahmen. In der Studie werden mehrere Meta-Analysen zusammengefasst, die zeigen, dass insbesondere Online-Formate mit verhaltenstherapeutischer Ausrichtung und regelmäßigem Feedback durch Fachpersonal besonders effektiv in der Prävention und Behandlung psychischer Erkrankungen sind.

*Relevanz:* Die Studie ist hochrelevant, da sie aufzeigt, welche theoretischen und didaktischen Konzepte in Online-Gesundheitsprogrammen hinterlegt werden können. Besonders hervorzuheben ist der Befund, dass kognitiv-verhaltenstherapeutische Ansätze im digitalen Format einen signifikanten Vorteil bieten.

*Aktualität:* Obwohl die Studie aus dem Jahr 2016 stammt, besitzt sie weiterhin hohe Aktualität. Sie bildet eine wichtige Grundlage für die Entwicklung und Weiterentwicklung digitaler Präventions- und Interventionsprogramme, wie sie seither vermehrt eingesetzt werden.

*Methodische Qualität:* Die methodische Qualität ist hoch, da mehrere Meta-Analysen systematisch ausgewertet wurden. Es wurden klare Ein- und Ausschlusskriterien definiert,

und die Vergleiche zwischen unterschiedlichen Interventionsarten erfolgten nach transparenten Kriterien.

**Nachvollziehbarkeit:** Die Suchstrategie und die Bewertungsverfahren der eingeschlossenen Meta-Analysen sind klar beschrieben, wodurch die Vorgehensweise und die Ergebnisse gut nachvollziehbar sind.

**Objektivität:** Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt sachlich und kritisch. Neben positiven Effekten werden auch methodische Limitationen thematisiert. Interessenkonflikte wurden nicht angegeben.

**Studie 5: Amnie (2018) zeigt in einer thematischen Analyse** eindrücklich, wie wichtig lebenslange Stressbewältigungskompetenzen für nachhaltige Gesundheitsbildungsprogramme sind. Die Ergebnisse machen deutlich: Erfolgreiche Prävention braucht kulturelle Anpassung, niederschwelligen Zugang und interdisziplinäre Zusammenarbeit. Gesundheitsförderung kann nur dann wirken, wenn sie Menschen über die gesamte Lebensspanne hinweg begleitet – von der Kindheit bis ins hohe Alter – und sich gezielt auf die primäre Prävention von Belastungen wie körperlichem, emotionalem oder sexuellem Missbrauch, Partnerschaftsgewalt und Mobbing am Arbeitsplatz konzentriert. Diese Faktoren sind starke Stressauslöser und prägen langfristig die psychische und körperliche Gesundheit. Angesichts neuer gesellschaftlicher Herausforderungen fordert die Autorin, dass Bewältigungsstrategien in kooperativen, multidisziplinären Strukturen entwickelt werden. Stressmanagement-Fachkräfte sollten die individuelle Verletzlichkeit der Betroffenen ernst nehmen und gleichzeitig deren Ressourcen und therapeutische Potenziale stärken. Dazu gehört der Einsatz evidenzbasierter Verhaltens- und Sozialinterventionen, insbesondere Lebenskompetenztrainings, die Resilienz fördern und die Selbstwirksamkeit erhöhen – damit Menschen Belastungen im Alltag besser meistern können.

**Relevanz:** Die Studie ist in hohem Maß relevant, weil sie zentrale Prinzipien moderner Gesundheitsbildung aufgreift: kulturelle Passung, lebenslange Kompetenzentwicklung und nachhaltige Prävention. Sie liefert theoretische Grundlagen für den Aufbau digital unterstützter Präventionsprogramme, die langfristig auf Stressbewältigung und Resilienz ausgerichtet sind. Besonders bedeutsam ist der Fokus auf lebensweltorientierte Ansätze, die in der praktischen Gesundheitsförderung immer mehr an Gewicht gewinnen.

**Aktualität:** Mit dem Erscheinungsjahr 2018 ist die Studie relativ aktuell und spiegelt die modernen Entwicklungen in der internationalen Gesundheitsbildungsforschung wider. Sie steht in engem Bezug zu zeitgemäßen Konzepten wie *Empowerment*, die auch heute noch die Leitlinien wirksamer Präventionsarbeit prägen.

*Methodische Qualität:* Die thematische Analyse basiert auf einer fundierten qualitativen Methodik. Die Daten wurden systematisch erhoben und klar strukturiert ausgewertet.

*Nachvollziehbarkeit:* Das methodische Vorgehen – von der Datenerhebung bis zur Auswertung – ist transparent beschrieben. Dadurch bleiben die Argumentationslinien der Autorin gut nachvollziehbar.

*Objektivität:* Die Ergebnisse werden kritisch eingeordnet und in den internationalen Forschungskontext gestellt. Es finden sich keine Hinweise auf Interessenkonflikte oder einseitige Darstellung. Die differenzierte Betrachtung verschiedener Perspektiven spricht für eine hohe wissenschaftliche Objektivität.

#### 4.2. Studien zu Neurofeedback in der Prävention

In den letzten Jahren haben sich Neurofeedback-Programme zunehmend als vielversprechende Methode zur Stressreduktion und zur Förderung emotionaler Selbstregulation etabliert. Ergänzend dazu zeigen auch Biofeedback-Verfahren, dass physiologische Prozesse, die ursprünglich unbewusst ablaufen – wie Herzfrequenz, Hautleitfähigkeit oder neuronale Aktivität – durch operante Konditionierung gezielt beeinflusst werden können. Dadurch eröffnen diese Methoden ein erhebliches Potenzial für die digitale Gesundheitsbildung, insbesondere im Rahmen onlinebasierter Lern- und Trainingsprogramme, die orts- und zeitunabhängig durchgeführt werden können.

Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, inwieweit Neuro- und Biofeedback einen spezifischen Mehrwert in der indizierten Prävention leisten können, also in jenen Fällen, in denen klassische Präventions- oder Stressbewältigungsprogramme – etwa Entspannungsverfahren oder verhaltenstherapeutische Maßnahmen – an ihre Grenzen stoßen (Amnie et al., 2018) Besonders bei Personen mit ausgeprägter Stressvulnerabilität, eingeschränkter Selbstwahrnehmung oder bereits bestehenden neurophysiologischen Dysbalancen könnten diese Ansätze eine zielgerichtete und individualisierte Ergänzung zu etablierten Verfahren darstellen.

Quelle	Studentyp	Fragestellung	Zentrale Ergebnisse	Methodische Qualität
Godet et al. (2022)	Übersichtsarbeit	Welche Rolle spielen neurophysiologische Zugänge neben VT, um	Bildgebungsdaten betonen Präfrontalcortex &	Gut – Review/Synthese aktueller

	stressassoziierte Verhaltensweisen zu beeinflussen?	Insula bei Emotions-/Essregulation. Neurofeedback wird zur gezielten Modulation dieser Netzwerke hervorgehoben.	Bildgebungsbefunde
<b>Krause, Linden &amp; Hermans (2024)</b>	Inwieweit ist Neurofeedback eine wirksame Methode für die Stressprävention?	Neurofeedback ermöglicht willentliche Kontrolle spezifischer Netzwerke; Plädoyer für stärkere Integration in personalisierte, fundierte Präventionsprogramme	Gut – Übersichtsarbeit, methodische Grenzen erkannt
<b>Keynan et al. (2019)</b>	Innovative Interventionsstudie; Erwachsene (rt-fMRT-Neurofeedback)	Kann amygdalabasiertes Neurofeedback die Stressresilienz erhöhen? Signifikante Steigerung der Resilienz durch gezieltes Feedback limbischer Signaturen	Gut – innovative Methodik.
<b>Monnin- ger et al. (2022)</b>	Studie zu COVID-19-Stress; Allgemeinbevölkerung	Zusammenhang zwischen präfrontaler Kontrolle und pandemiebedingtem Stress? Stärkere präfrontale Kontrollfunktionen → geringere Stressbelastung; liefert indirekte Evidenz für NF-Ziele	Gut – kausale Ableitung begrenzt.

Tabelle 3: Studien zu Neurofeedback in der Prävention

Die vier in Tabelle 3 Studien geben einen Überblick über aktuelle Forschungsergebnisse, die die Relevanz neuro- und biofeedbackbasierter Präventionsansätze im Umgang mit Stress

belegen. Sie liefern wertvolle Hinweise darauf, welche Verfahren und Trainingskonzepte zukünftig weiterentwickelt und in Online-Formate integriert werden können, um den Zugang zu präventiven Gesundheitsmaßnahmen langfristig zu erleichtern. Die zentralen Ergebnisse und die methodischen Qualität sind übersichtlich zusammengefasst.

**Studie 6: Die Studie von Godet et al. (2022)** ist für die Zielsetzung dieser Arbeit von maximaler Bedeutung, da sie die theoretische und neurophysiologische Grundlage für eine innovative Weiterentwicklung der Gesundheitsbildung im Bereich Ernährung durch den gezielten Einsatz von Bio- und Neurofeedback liefern.

**Relevanz:** Die Autor:innen zeigen, dass präfrontale Hirnareale und die Insula eine zentrale Rolle bei der Regulation von Emotionen, Stress und Essverhalten spielen. Daraus ergibt sich ein unmittelbarer Anwendungsbereich für Biofeedback- und Neurofeedback-Interventionen, die gezielt an diesen neuronalen Mechanismen ansetzen können. Studien belegen, dass EEG-basiertes Training – insbesondere durch die Regulation des Theta/Alpha-Verhältnisses oder der Infraslow-Frequenzen – Heißhungerattacken, emotionales Essverhalten und Stresssignale signifikant reduzieren kann. Diese Erkenntnisse eröffnen neue Wege in der Ernährungsprävention: Biofeedback kann zu einem verbindenden Element zwischen psychologischer Prävention, physiologischer Regulation und digitaler Gesundheitsbildung werden. Dadurch entsteht ein innovatives Konzept, das klassische Gesundheitsförderung um eine messbare, selbstwirksamkeitsorientierte Komponente erweitert.

**Aktualität:** Mit den Publikationsjahren 2018 und 2022 sind beide Arbeiten hochaktuell und spiegeln den derzeitigen Stand internationaler Gesundheitsbildungsforschung wider. Besonders die Arbeit von Godet et al. (2022) greift neueste Erkenntnisse der funktionellen Bildgebung (fMRT, EEG) auf und verbindet sie mit modernen Ansätzen der Stressbewältigung und Verhaltensregulation. Die interdisziplinäre Verknüpfung von Neurobiologie, Psychologie und Prävention ist richtungsweisend für zukünftige, digital gestützte Gesundheitsprogramme im Ernährungsbereich.

**Methodische Qualität:** Beide Studien basieren auf fundierten wissenschaftlichen Verfahren. Amnie (2018) verwendet eine thematische Analyse mit klar strukturierter Datenauswertung, die auf qualitative Vergleichsverfahren aufbaut. Godet et al. (2022) führen eine systematische Übersichtsarbeit durch, die auf der Auswertung aktueller neuroimaging-basierter Studien beruht. Durch die Kombination von fMRT- und EEG-Daten entsteht ein umfassendes Bild der neuronalen Korrelate stressassoziierten Essverhaltens. Einschränkungen ergeben sich – wie in derartigen Analysen üblich – durch die teilweise heterogene Datenlage und begrenzte Stichprobengrößen.

**Nachvollziehbarkeit:** Beide Arbeiten sind methodisch transparent aufgebaut. Sowohl die Such- und Auswahlkriterien (bei Godet et al.) als auch die thematische Strukturierung (bei Amnie) sind klar beschrieben. Dadurch lassen sich die Argumentationslinien gut nachvollziehen und die Ergebnisse wissenschaftlich überprüfen.

**Objektivität:** Die Autor:innen präsentieren ihre Ergebnisse sachlich, reflektiert und ohne erkennbare Interessenkonflikte. Sie diskutieren sowohl Potenziale als auch Limitationen ihrer Ansätze und ordnen ihre Ergebnisse differenziert in den internationalen Forschungskontext ein. Die Kombination beider Studien unterstreicht die hohe wissenschaftliche Objektivität und Relevanz für die Weiterentwicklung der Gesundheitsbildung – insbesondere dort, wo Ernährung, Stressbewältigung und neurophysiologische Selbstregulation aufeinandertreffen.

**Studie 7: Krause, Linden und Hermans (2024)** argumentieren in ihrer Übersichtsarbeit, dass das Potenzial von Neurofeedback in der Stressprävention und Behandlung stressbedingter Erkrankungen bislang weitgehend ungenutzt bleibt. Die Autor:innen beschreiben Neurofeedback als eine wirksame Methode, die es ermöglicht, willentliche Kontrolle über spezifische neuronale Aktivitätsmuster zu erlernen und dadurch individuell auf Stressreaktionen einzuwirken. Diese Fähigkeit macht Neurofeedback zu einem zentralen Werkzeug für personalisierte, neurowissenschaftlich fundierte Präventionsprogramme. Krause, Linden und Hermans fordern daher, Neurofeedback konsequenter in die Entwicklung moderner Gesundheitsstrategien zu integrieren.

**Relevanz:** Die Arbeit ist für das Thema von höchster Relevanz, da sie das ungenutzte Potenzial von Neurofeedback im Kontext stressbedingter Erkrankungen aufzeigt. Während viele Präventionsansätze bislang auf Verhaltensebene ansetzen, betonen die Autor:innen die Notwendigkeit, auch die neurophysiologischen Prozesse einzubeziehen, die Stressreaktionen steuern. Damit schließt die Studie eine zentrale Forschungslücke und liefert die theoretische Basis, um Neurofeedback als integrativen Bestandteil moderner Stressprävention zu verstehen. Der Ansatz unterstützt direkt das Ziel dieser Arbeit, neurophysiologische Verfahren wie Bio- und Neurofeedback als messbare, individualisierte Komponente in die Gesundheitsbildung zu integrieren.

**Aktualität:** Mit dem Erscheinungsjahr 2024 ist die Übersichtsarbeit hochaktuell und greift die jüngsten Entwicklungen im Bereich Neurotechnologie und personalisierte Prävention auf. Sie spiegelt den neuesten wissenschaftlichen Diskurs wider, in dem EEG- und fMRI-basiertes Neurofeedback zunehmend als praktikables Instrument zur Früherkennung und Regulation von Stressprozessen betrachtet wird.

*Methodische Qualität:* Die Arbeit weist eine sehr hohe methodische Qualität auf. Die Autor:innen analysieren aktuelle empirische und experimentelle Studien aus klinischen und nichtklinischen Kontexten und verbinden diese mit theoretischen Modellen der Stressregulation. Dadurch entsteht ein interdisziplinäres, konsistentes Gesamtbild, das sowohl physiologische als auch psychologische Dimensionen berücksichtigt.

*Nachvollziehbarkeit:* Die Struktur der Übersichtsarbeit, die Auswahlkriterien der eingeschlossenen Studien sowie die Argumentationsführung sind klar nachvollziehbar. Die Autor:innen legen ihre methodischen Schritte transparent dar und ermöglichen so eine wissenschaftlich überprüfbare Nachvollziehbarkeit der Ergebnisse.

*Objektivität:* Die Darstellung ist ausgewogen, kritisch und wissenschaftlich fundiert. Potenziale und Limitationen werden gleichermaßen reflektiert, ohne Überinterpretationen. Es finden sich keine Hinweise auf Interessenkonflikte oder selektive Berichterstattung. Die sachliche Einordnung der Ergebnisse spricht für eine hohe wissenschaftliche Objektivität und unterstreicht die Relevanz der Arbeit für die Weiterentwicklung evidenzbasierter Präventionsstrategien.

**Studie 8) Eine besonders innovative Studie von Keynan et al. (2019)** verwendet Echtzeit-funktionelle Magnetresonanztomografie (rt-fMRT), um die Aktivität der Amygdala während des Trainings sichtbar zu machen. Die Ergebnisse zeigen, dass gezieltes Neurofeedback-Training auf Basis der elektrischen Aktivität der Amygdala die Stressresilienz signifikant erhöhen kann. Diese Studie unterstreicht das Potenzial tiefer neuronaler Zielstrukturen in der Stressregulation und legt nahe, dass individualisierte Feedbacksysteme basierend auf limbischen Signaturen einen präventiven Ansatz darstellen können.

*Relevanz:* Die Studie ist im Rahmen dieser Arbeit nicht relevant, da sie zwar einen innovativen Ansatz zur Verbesserung der Stressresilienz mithilfe von Echtzeit-fMRT-basiertem Neurofeedback vorstellt, die Kosten dieses Verfahrens jedoch bei weitem die Möglichkeiten übersteigen, um es breitflächig zu disseminieren. Insbesondere im Rahmen digitaler oder onlinebasierter Präventionsprogramme ist der Einsatz von fMRT-Geräten aus ökonomischen und infrastrukturellen Gründen derzeit und auch zukünftig nicht realisierbar.

*Aktualität:* Mit dem Publikationsjahr 2019 ist die Arbeit aktuell und repräsentiert den modernen Forschungsstand zu Echtzeit-Neurofeedback. Sie steht exemplarisch für den technologischen Fortschritt, der es ermöglicht, neuronale Prozesse in Echtzeit zu erfassen und therapeutisch zu nutzen.

*Methodische Qualität:* Die Studie weist eine hohe methodische Qualität auf. Es wurde ein experimentelles Design mit Kontrollgruppe, objektiven neurobiologischen Messparametern und validierten psychologischen Skalen verwendet..

*Nachvollziehbarkeit:* Das Studiendesign, die Durchführung des Neurofeedback-Trainings und die Auswertung der fMRT-Daten sind klar und transparent beschrieben. Die methodischen Schritte sind detailliert nachvollziehbar.

*Objektivität:* Die Autor:innen präsentieren ihre Ergebnisse sachlich und kritisch. Neben den positiven Effekten werden Limitationen – wie die begrenzte Stichprobengröße und der technische Aufwand – benannt. Es finden sich keine Hinweise auf Interessenkonflikte, was für eine objektive und unabhängige Darstellung spricht. Im Kontext der COVID-19-Pandemie untersucht die Studie von

**Studie 9) Monninger et al. (2022)** die Rolle der präfrontalen Kontrolle bei der Bewältigung pandemiebedingten Stresses. Die Ergebnisse zeigen, dass Individuen mit stärker ausgeprägter affektiver und inhibitorischer Kontrolle in präfrontalen Hirnarealen eine geringere Stressbelastung berichteten.

*Relevanz:* Die Studie ist im Kontext der Fragestellung dieser Arbeit nur eingeschränkt relevant, da fMRT-basierte Neurofeedbackverfahren aufgrund ihres hohen technischen und finanziellen Aufwands keine praktikable Option für präventive Anwendungen darstellen. Die Befunde aus dieser Studie liefern auch nur eine indirekte Evidenz für den präventiven Einsatz von Neurofeedback, das auf die Stärkung exekutiver Kontrollfunktionen abzielt.

*Aktualität:* Mit dem Publikationsjahr 2022 ist die Studie sehr aktuell und spiegelt den neuesten Forschungsstand zur psychoneurobiologischen Stressregulation während globaler Krisen wider. Sie integriert neueste Erkenntnisse zur Rolle des präfrontalen Kortex bei der emotionalen Selbstregulation und betont damit die Relevanz neurophysiologischer Präventionsansätze in modernen Gesundheitsprogrammen.

*Methodische Qualität:* Die methodische Qualität ist hoch. Es handelt sich um ein experimentelles Querschnittsdesign mit neurophysiologischen Messverfahren (fMRT) und psychometrischen Erhebungen. Die Verknüpfung von bildgebenden Daten mit psychologischen Stressindikatoren erlaubt eine differenzierte Analyse neuronaler Korrelate von Stressbewältigung.

*Nachvollziehbarkeit:* Die Studiendurchführung, Datenerhebung und Auswertungsverfahren werden transparent beschrieben. Die verwendeten Messinstrumente sind standardisiert und validiert, wodurch die Nachvollziehbarkeit und wissenschaftliche Reproduzierbarkeit gewährleistet sind.

**Objektivität:** Die Ergebnisse werden sachlich und differenziert dargestellt. Die Autor:innen diskutieren sowohl Stärken als auch Limitationen der Studie, insbesondere die beschränkte Generalisierbarkeit aufgrund der Stichprobengröße. Es bestehen keine Hinweise auf Interessenkonflikte, sodass von einer objektiven Berichterstattung ausgegangen werden kann.

#### **4.3. Projekte zu Neurofeedback in der indizierten Prävention**

Bei der Recherche in Internetsuchmaschinen wie Google konnten nur wenige nicht-kommerzielle Projekte identifiziert werden, die sich mit der gemeinwohlorientierten Verbreitung von Neurofeedback beschäftigen. Zwei US-amerikanische Initiativen verdienen hierbei besondere Erwähnung:

Zum einen wird EEG Info (EEG Info, n. d.) häufig als Bildungsinstitution mit gemeinnützigem Zweig genannt. Tatsächlich handelt es sich um eine Organisation, die Neurofeedback-Ausbildungen – insbesondere nach dem Othmer-Modell – anbietet. Obwohl einige Materialien kostenfrei zur Verfügung stehen und die Ausbildungsteilnahme teils pädagogisch motiviert ist, handelt es sich nicht um ein rein gemeinnütziges Projekt. EEG-Info betreibt zudem einen kommerziellen Verkaufs Bereich und die Kurskosten lassen erkennen, dass es sich hier nicht eine gemeinwohlorientiertes Gesamtprojekt handelt. Wer einen Kurs besucht, wird dazu ermuntert gleich ein teures Medizinprodukt erwerben, sodass eine klare Trennung zwischen Bildungsauftrag und kommerzieller gewinnorientierter Interessenlage schwierig ist.

Zum anderen ist das *Neurofeedback Advocacy Project* (Neurofeedback Advocacy Project, n. d.) in den USA als offiziell eingetragene Non-Profit-Organisation tätig. Das Projekt verfolgt das Ziel, marginalisierten Gruppen – etwa Gefängnisinsassen oder Personen mit chronischem Stress – den Zugang zu Neurofeedback zu ermöglichen. Die eingesetzten Verfahren, insbesondere das *Infra-Low-Frequency Neurofeedback* (ILF), sind jedoch methodisch und ethisch umstritten, da zentrale Elemente wie Trainingsalgorithmen und technische Parameter bislang nicht offengelegt werden.

Gerade im präventiven Bildungs- und Gemeinwesen-Kontext erscheint der Einsatz solcher intransparenter Systeme problematisch, da sowohl die Evaluation als auch die qualitätsgesicherte Anwendung erschwert werden (vgl. Othmer & Othmer, 2016).

Im europäischen Raum existiert ein nachweislich gemeinnütziges Projekt mit explizitem Fokus auf den Bildungsbereich: *Stronger Brains – Science and Education*, ein dänischer Verein, der sich für die Anerkennung und Verbreitung von Neurofeedback insbesondere in Dänemark einsetzt (Stronger Brains, o. J.), arbeitet gemeinsam mit dem deutschen Verein *Joy of Learning – Gesundheitsbildung, Lerntherapie & Entwicklungsförderung München e. V.*

(Joy of Learning, o. J.) im Rahmen einer Kooperationspartnerschaft eines offiziell geförderten EU-Projekts (Europäische Kommission, 2024) daran, Neurofeedback für die breite Öffentlichkeit preiswert zugänglich zu machen. Beide Organisationen sind als gemeinnützig anerkannt und setzen im Rahmen des Projekts [remote-health.eu](http://remote-health.eu) insbesondere für die Verbreitung des Frequenzbandtrainings ein, das derzeit am Besten untersucht und evidenzbasiert ist (vgl. Arns et al., 2009; Arns et al., 2014).

Ein wesentliches Qualitätsmerkmal dieses Projekts liegt in der Offenlegung der Trainingsparameter und Algorithmen. Bei den BrainMaster-Geräten wie dem *Atlantis* (Neurofeedback Partner, o. J.-a) und dem *Myndlift*-System (Myndlift, o. J.) ist klar dokumentiert, welche Frequenzen im Rahmen des Frequenzbandtrainings trainiert werden, wie die Rückmeldung erfolgt und welche individuellen Anpassungen möglich sind. Somit erlaubt das Projekt eine nachvollziehbare und überprüfbare Anwendung im Rahmen der indizierten Prävention. Die im Projekt gewonnenen Daten wurden wissenschaftlich aufbereitet und bilden unter anderem die Grundlage für die Masterarbeit von Lulu Jiang, die die Ergebnisse aus den Trainingsgruppen systematisch auswertet und deren Erkenntnisse zur ökonomischen Bewertung von Neurofeedback in der Gesundheitsbildung beitragen. Insgesamt bietet das Projekt von *Joy of Learning München e. V.* aus Deutschland in Kooperation mit *Foreningen Stronger-Brains-Science & Education* in Dänemark derzeit die einzige dokumentierte, methodisch transparente und gemeinnützige Umsetzung von Neurofeedback-Trainings im präventiven Bildungskontext, die für eine kritische Bewertung geeignet ist (Joy of Learning, o. J.; Stronger Brains, o. J.).

#### **4.4. Vergleichende Auswertung: Standardprogramme versus Programme mit Neurofeedback-Integration**

Im Rahmen dieser Auswertung wurden drei Gruppen von Studien betrachtet: Einerseits solche, die ausschließlich konventionelle, onlinebasierte Gesundheitsbildungsprogramme beinhalteten, und andererseits Studien, die Neurofeedback zur Stressreduktion nutzen und ein Projekt bei dem Neurofeedback in ein umfangreiches Präventionsprogramm integriert wurde. In den neun herangezogenen Studien kamen unterschiedliche Messinstrumente zur Bewertung der Stressveränderung zum Einsatz kamen – darunter psychometrische Skalen, freie Angaben oder standardisierte Interviews. Zusätzlich wurden Ergebnisse aus dem EU-Förderprojekt berücksichtigt, ein Projekt, dass auf der Plattform *remote-health.eu* durchgeführt und wissenschaftlich begleitet wurden. Diese Projekte kombinierten standardisierte Präventionsinhalte (z. B. zu Bewegung, Ernährung, Stressbewältigung) mit individualisiertem Neurofeedbacktraining. In der Auswertung des *remote-health.eu* Projektes liegt der Schwerpunkt der Programme die Neurofeedback Integrieren auf der subjektiven

Einschätzung der Teilnehmenden hinsichtlich ihrer empfundenen Stressbelastung vor und nach der Teilnahme an den jeweiligen Gesundheitsbildungsprogrammen. Da Stress ein stark individuell wahrnehmbares Phänomen ist und eng mit den jeweiligen Bewältigungsstrategien verknüpft ist, kann das subjektiv empfundene Stresserleben tatsächlich als zentraler Indikator für die Wirksamkeit präventiver Maßnahmen genutzt werden. Es zeigt sich, dass objektive Belastungsfaktoren – wie beispielsweise die Anzahl externer Stressoren – nicht bei allen Personen zu gleicher Belastung führen. Entscheidend für das Präventionserleben ist vielmehr, wie stark eine Person subjektiv unter dem Stress leidet und inwiefern sie sich dadurch in ihrem Alltag eingeschränkt fühlt.

Erste Ergebnisse deuten darauf hin, dass Teilnehmende mit ersten klinischen Symptomen, die Neurofeedback in einem Multimodalen Gesundheitsbildungsprogramm im Rahmen der indizierten Prävention erhalten häufiger von einer spürbaren Besserung ihrer Stresssymptome berichten als Teilnehmende rein kognitiv-behavioraler Online-Programme. Diese Hinweise müssen jedoch im Lichte methodischer Heterogenität und der geringen Zahl qualitativ hochwertiger Vergleichsstudien vorsichtig interpretiert werden. Die Ergebnisse der gemeinnützigen Projekte liefern hier praxisnahe Ergänzungen, die eine weiterführende Diskussion über individualisierte Prävention ermöglichen.

## 5. Diskussion

Die methodische Auswertung der Literatur lässt keinen Zweifel an der Bedeutung von Gesundheitsbildungsmaßnahmen im Rahmen der Prävention. Besonders relevant ist dabei die indizierte Prävention, also präventive Maßnahmen bei Personen, die bereits erste Symptome oder Risikofaktoren aufweisen, ohne jedoch die vollständigen Diagnosekriterien gemäß ICD-10 oder ICD-11 zu erfüllen. Innerhalb der wissenschaftlichen Gemeinschaft besteht ein breiter Konsens darüber, dass Gesundheitsbildung in Form von Primär- und indizierter Prävention nicht nur zur Stärkung individueller Gesundheitskompetenz beiträgt, sondern auch eine gesellschaftliche Verantwortung darstellt. Eine vorausschauende Präventionsstrategie kann langfristig zur Reduktion von Folgekosten im Gesundheitssystem führen.

Das Interessante ist, dass im Rahmen der Literaturrecherche – sowohl zu Gesundheitsbildungsprogrammen ohne Neurofeedback als auch zu solchen mit Neurofeedback – keine Studie gefunden wurde, die eine signifikant fehlende Wirkung nachweisen konnte. Die berichteten Effektstärken variieren zwar deutlich, und es kann nicht ausgeschlossen werden, dass in einzelnen Untersuchungen auch Placeboeffekte eine Rolle spielen. Dennoch ist bemerkenswert, dass selbst in den methodisch hochwertigen Studien

kein Ergebnis darauf hinweist, dass Neurofeedback oder Gesundheitsbildung grundsätzlich wirkungslos wären.

Zusammenfassend standen in den Studien zu Neurofeedback zwei Methoden in den Studien im Vordergrund: Das Alpha-Training, das auf die Erhöhung des Alpha-Rhythmus (8–12 Hz) zielt, der typischerweise mit einem entspannten, aber wachen Zustand assoziiert ist. Und das SMR-Training, bei dem der sensormotorische Rhythmus (12–15 Hz) über dem sensomotorischen Cortex trainiert wird. Dieses Verfahren ist besonders gut untersucht und hat sich bei der Verbesserung von Konzentrations- und Aufmerksamkeitsleistungen bewährt. Beide Methoden gelten als nebenwirkungsarm, wobei Kontraindikationen vor allem bei Epilepsie zu berücksichtigen sind. In diesen Fällen sollte die Auswahl des Feedbacks und das verwendete Verstärkungsprinzip sorgfältig geprüft werden. Ansonsten ist dieses Verfahren im Rahmen indizierter Prävention aufgrund der umfangreichen Studienlage, Wirknachweise und der einfachen Anwendung das Verfahren mit dem größten Potential.

Weniger geeignet für den präventiven Einsatz ist hingegen das Training der langsamen kortikalen Potenziale (SCP). Trotz umfangreicher umfangreicher Studienlage und Wirknachweise erfordert es die Nutzung von mehrkanaligen EEG-Setups mit spezieller Artefaktkontrolle (z. B. zur Erkennung von Augenbewegungen) und ist in seiner Anwendung vergleichsweise komplex. SCP-Trainings sind daher in der Regel nicht wirtschaftlich oder praktisch im Rahmen präventiver Angebote einsetzbar.

Ebenso kritisch zu bewerten ist der Einsatz von datenbankbasierten Trainingsverfahren, bei denen individuelle EEGs mit Normdaten abgeglichen werden (z. B. Z-Werte-Training). Solche Verfahren setzen nicht nur eine differenzierte individuelle Diagnostik voraus, sondern werfen auch ethische Fragen auf, insbesondere wenn sie ohne therapeutische Begleitung erfolgen. Eine Anwendung ist daher – wenn überhaupt – nur unter fachlicher Anleitung und nach einer individuellen Nutzen-Risiko-Abwägung vertretbar. Denn nicht jede Abweichung ist pathologisch. Auch Kompensationsmechanismen stellen eine Abweichung zur Norm da und bergen das größte Nebenwirkungspotential wenn diese zur Norm trainiert werden ohne die Ursache zu bekämpfen.

## **5.1. Interpretation der Ergebnisse im Kontext der Forschungsfrage**

Im Rahmen dieser Arbeit wurde untersucht, inwiefern sich Biofeedback- und insbesondere Neurofeedbackverfahren als Teil dieser Präventionsmaßnahmen integrieren lassen. Hierbei rückt die Frage in den Vordergrund, ob Neurofeedback einen spezifischen Nutzen bei Personen entfalten kann, die zwar keine formale Diagnose aufweisen, jedoch bereits unter Symptomen wie innerer Unruhe oder Konzentrationsproblemen leiden.

Zentrale forschungsleitende Fragestellung ist daher: Lässt sich der in den Remote-Health-Projekten beobachtete positive Effekt von Neurofeedback (ca. 70 % Verbesserung der Symptomatik) mit ökonomisch in der breiten Masse zu verbreitenden einfach gehaltenen Trainingsgeräten ohne Medizinproduktezulassung auch in einer placebo-kontrollierten, doppelblinden Studie mit größerer Stichprobe bestätigen – und bleibt dieser Effekt auch nach sechs Monaten stabil?

Ein solcher Forschungsansatz knüpft an bestehende Metaanalysen wie jene von Arns et al. an, die für Neurofeedback bei Aufmerksamkeitsstörungen – also bei bereits bestehenden Erkrankungen – nachhaltige Wirkungen in etwa 65–75 % der Fälle nachweisen konnten. Diese Ergebnisse sind besonders relevant, da Biofeedback einen alternativen Zugangsweg zu Symptomen wie innerer Unruhe und Konzentrationsstörungen eröffnet, indem – wie bereits beschrieben – unbewusste physiologische Prozesse sichtbar und regulierbar werden. Gerade in der indizierten Prävention stoßen konventionelle Verfahren, etwa klassische Entspannungstechniken, häufig an ihre Grenzen. Trotzdem bilden herkömmliche Gesundheitsbildungsprogramme aufgrund ihrer wirtschaftlichen Zugänglichkeit und etablierten Strukturen weiterhin einen unverzichtbaren Bestandteil der Primärprävention. Im Bereich der indizierten Prävention hingegen zeigen sich (EEG-)Biofeedback-Interventionen, insbesondere im Heimtrainingsformat, als vielversprechende Ergänzung, da sie sowohl unter Kosten-Nutzen-Aspekten als auch im Gesundheits-Outcome einen deutlichen Mehrwert leisten können.

## **5.2. Methodische Limitationen der Arbeit**

Die vergleichende Auswertung zwischen klassischen Gesundheitsbildungsprogrammen und Programmen mit integrierten Neurofeedback-Komponenten unterliegt mehreren methodischen Einschränkungen. Eine zentrale Limitation besteht in der ausgeprägten Heterogenität der einbezogenen Studien hinsichtlich Methodik, Zielgruppen, eingesetzter Verfahren und Outcome-Parameter. Besonders auffällig ist die uneinheitliche Erhebung des Stressniveaus: Während einige Studien standardisierte psychometrische Verfahren verwenden, basieren andere auf Selbstauskünften oder qualitativen Einschätzungen, was die direkte Vergleichbarkeit der Ergebnisse erheblich erschwert. Für den Einsatz von Neurofeedback im Rahmen der indizierten Prävention, insbesondere unter Verwendung kostengünstiger Trainingssysteme, die sich für eine breite Dissemination eignen, liegen bislang keine aussagekräftigen Studien vor. Lediglich die im Rahmen des Remote-Health-EU-Projekts gesammelten Daten liefern erste Hinweise, die sich auch theoretisch plausibel erklären lassen. Ein wesentlicher methodischer Schwachpunkt besteht darin, dass bisher keine randomisierte, kontrollierte Studie identifiziert werden konnte, in der systematisch drei

Gruppen miteinander verglichen wurden, die zwar bereits erste Symptome aufweisen, jedoch noch keine klinisch diagnostizierte Erkrankung haben:

- eine Gruppe mit ausschließlich Neurofeedback-Training
- eine Gruppe mit klassischer Gesundheitsbildung (z. B. Ernährung, Bewegung, Entspannung)
- eine Kombinationsgruppe

Das Fehlen eines kontrollierten Studiendesigns mit drei klar abgegrenzten Interventionsarmen stellt somit eine erhebliche Lücke in der aktuellen Evidenzlage dar. Die Interpretation der Ergebnisse dieser Arbeit bleibt daher explorativ und kann lediglich erste Hypothesen generieren, jedoch keine kausalen Zusammenhänge belegen.

### **5.3. Einordnung in den aktuellen wissenschaftlichen Diskurs**

Im wissenschaftlichen Diskurs besteht zunehmend Einigkeit darüber, dass Neurofeedback bei verschiedenen psychischen und neurologischen Störungsbildern eine signifikante Reduktion der Symptomatik bewirken kann. Insbesondere im Bereich der ADHS-Behandlung wurde dies mehrfach belegt. So empfehlen die S3-Leitlinien zur Behandlung von Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörungen (ADHS) explizit die Integration von Neurofeedback in einen multimodalen Therapieansatz (Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften [AWMF], 2018). Auch jenseits klarer Diagnosen, also im Rahmen indizierter Prävention zeigt sich großes Potenzial. Daten aus den von Jiang (2025) ausgewerteten *Remote-Health*-Projekten belegen, dass rund 70 % der Teilnehmenden an Gesundheitsbildungsmaßnahmen mit integriertem Neurofeedback eine spürbare Verbesserung ihrer Beschwerden angaben (Remote-Health.eu, 2025; Jiang, 2025). Diese Verbesserungsrate liegt über dem typischen Placeboeffekt, der in Metaanalysen mit maximal etwa 63 % angegeben wird (Finniss et al., 2010), und ist vergleichbar mit den Erfolgsraten klinischer Neurofeedback-Studien, in denen durchschnittlich 65–75 % der Patient:innen eine signifikante Symptomverbesserung aufweisen (Arns et al., 2009; Arns et al., 2014).

Besonders hervorzuheben ist, dass viele der berichteten Symptome – wie etwa innere Unruhe ohne externe Reizverarbeitung oder Konzentrationsbezogene Schwierigkeiten – von klassischen Gesundheitsbildungsangeboten nur unzureichend adressiert werden. Hier scheint Neurofeedback eine sinnvolle Ergänzung darzustellen, insbesondere im Rahmen der indizierten Prävention. Auch die begleitende wirtschaftliche Analyse von Jiang bestätigt dieses Bild: Die Integration von Neurofeedback in niederschwellige, kostenfreie Präventionsangebote kann sich volkswirtschaftlich positiv auswirken – etwa durch reduzierte

Krankheitslast, geringeren Bedarf an Folgebehandlungen und langfristige Entlastung der Sozialsysteme.

Interessant ist, dass die Wirksamkeitsrate von etwa 70 % in der Gruppe erzielt wurde, die mit dem „Mayldift-System“ trainierten – einem Gerät, das kein zugelassenes Medizinprodukt, sondern ein CE-gekennzeichnetes Trainingssystem darstellt. Dieser Befund legt nahe, dass auch kostengünstigere Neurofeedback-Systeme, die auf Frequenzbandtraining basieren, eine klinisch relevante Wirksamkeit erzielen können. Damit besitzen solche Systeme insbesondere für den Bereich der indizierten Prävention ein hohes Potenzial, da hier keine medizinproduktrechtliche Zulassungspflicht besteht und der Fokus auf der Gesundheitsförderung und Stressregulation liegt.

Gleichzeitig darf dieser Befund nicht dahingehend missverstanden werden, dass Medizinprodukte grundsätzlich weniger wirksam wären. In der zugrunde liegenden Übersichtsarbeit wurde explizit darauf hingewiesen, dass viele Teilnehmende technische Schwierigkeiten bei der Anwendung komplexer medizinischer Geräte berichteten, was höchstwahrscheinlich zu einer Verfälschung der Wirksamkeitsergebnisse führte. Die geringeren Erfolgsraten sind daher eher auf Bedienungsprobleme und mangelnde Anwenderfreundlichkeit zurückzuführen als auf eine tatsächlich geringere Effektivität der Geräte selbst.

Vor diesem Hintergrund erscheint es besonders sinnvoll, in der präventiven Neurofeedback-Anwendung auf benutzerfreundliche, technisch stabile und leicht handhabbare Systeme zu setzen, die wissenschaftlich fundierte Trainingsprinzipien mit einer niedrigen technischen Einstiegshürde verbinden. Dies würde nicht nur die Akzeptanz und Compliance der Anwender:innen erhöhen, sondern auch die Übertragbarkeit.

## **6. Handlungsempfehlungen für die Praxis**

Auf Basis der vorliegenden Untersuchung ergeben sich für Anbieter von Gesundheitsbildungsprogrammen und E-Health-Lösungen konkrete Handlungsempfehlungen. Die Ergebnisse belegen den sozialökonomischen Nutzen von Gesundheitsbildung – insbesondere im Bereich der Primär- und indizierten Prävention. Daraus folgt, dass Gesundheitsbildung nicht nur ein individuelles, sondern auch ein öffentliches Anliegen darstellt. Dementsprechend existieren auf nationaler und europäischer Ebene Förderprogramme, welche die Entwicklung und Verbreitung gemeinwohlorientierter Präventionsangebote unterstützen. Auch im Rahmen des in dieser Arbeit betrachteten Erasmus+-Projekts „Remote Health“ wurden solche Fördermittel erfolgreich genutzt.

### **6.1. Empfehlungen für Gesundheitsbildungsträger und E-Health-Anbieter**

E-Health-Anbietern sowie Trägern gemeinwohlorientierter Projekte wird empfohlen, bestehende Förderstrukturen aktiv zu nutzen, um nachhaltige und sozialverträgliche Angebote mit der Integration von Biofeedback und Neurofeedback im Bereich der indizierten Prävention zu entwickeln. Denn nicht zuletzt scheinen diese Programme in der indizierten Prävention ein Potential zu besitzen, hohe Kosten im Gesundheits- und Sozialwesen zu vermeiden. Zwar ist es legitim, Personalkosten anteilig über Teilnahmegebühren zu refinanzieren, jedoch sollte die Gewinnerzielungsabsicht im Sinne des Gemeinwohls nicht über das marktübliche Maß hinausgehen. Es gilt, Modelle zu entwickeln, in denen Fördermittel strategisch eingesetzt werden, um langfristig Personalkosten zu sichern und gleichzeitig kostengünstige, qualitativ hochwertige Verfahren auf den Markt zu bringen.

Einbindung in bestehende Präventionsstrukturen: Gesundheitsbildungsangebote, die im Rahmen der Prävention gemäß § 20 SGB V von den gesetzlichen Krankenkassen zertifiziert werden, könnten künftig Biofeedback als ergänzendes Heimlernmaterial integrieren. Dadurch ließe sich der Transfer in die Praxis stärken, ohne die bestehenden Strukturen der Primärprävention zu verändern.

Potenziale in der Behindertenhilfe und Jugendhilfe: Auch in der offenen Behindertenarbeit sowie der Kinder- und Jugendhilfe besteht die Möglichkeit, notwendige Trainingsmaterialien für den Heimtrainingsverleih als Sachkosten abzurechnen. Die Finanzierung des begleitenden Personals kann dabei – je nach Bundesland – über öffentliche Träger erfolgen.

Einsatz von Neurofeedback-Heimtrainingssets: Neurofeedback-Heimtrainingssysteme können von Ergotherapeuten, Heilpraktikern oder Psychologen als zusätzliches Übungsmaterial für das Heimtraining eingesetzt werden. Dabei dürfen ausschließlich nicht krankheitsrelevante Symptome (z. B. Stress, Konzentration, Motivation) trainiert werden, da

diese Systeme keine Medizinproduktezulassung besitzen. Die im Rahmen des Projekts remote-health.eu (Jiang, 2025) erhobenen Daten deuten zudem darauf hin, dass bei Neurofeedback-Heimtherapie-Sets eine gezielte Anpassung der Trainingshauben erforderlich ist, um Abbruchquoten zu reduzieren und den Trainingserfolg langfristig zu sichern.

**Förderung gemeinwohlorientierter Unternehmensgründungen:** Für gemeinwohlorientierte Unternehmen in der Gründungsphase besteht darüber hinaus die Möglichkeit, individuelle Beratungs- und Coachingangebote in Anspruch zu nehmen, um geeignete Förderprogramme zu identifizieren und passgenaue Projektstrukturen zu entwickeln, die den nachhaltigen Ausbau digitaler Gesundheitsbildungsangebote ermöglichen.

## **6.2. Einsatzmöglichkeiten von Neurofeedback in Präventionsprogrammen**

Während standardisierte Gesundheitsbildungsprogramme zu Bewegung, Ernährung und Entspannung einen belegten Nutzen aufweisen und sich kosteneffizient – auch über digitale Plattformen – verbreiten lassen, ist die breite Anwendung von Bio- und Neurofeedback im Rahmen der allgemeinen Prävention aus wirtschaftlicher Sicht nicht zu empfehlen. Die damit verbundenen Anforderungen an Technik, individuelle Begleitung und Schulung stehen in keinem angemessenen Verhältnis zum Nutzen bei gesunden Personen ohne konkrete Symptomatik.

Anders stellt sich die Situation – wie bereits erläutert – im Rahmen der indizierten Prävention dar. In Fällen, in denen bereits erste Symptome wie innere Unruhe ohne erkennbare äußere Ursache oder Aufmerksamkeitsprobleme auftreten, ohne dass eine voll ausgeprägte Erkrankung vorliegt, kann der gezielte Einsatz von Bio- und Neurofeedback eine sinnvolle und wirksame Ergänzung darstellen. Dies liegt daran, dass hier andere physiologische und psychologische Mechanismen angesprochen werden, als sie durch Standardprogramme erreicht werden können – insbesondere, weil unbewusste Vorgänge sichtbar gemacht und dadurch nachhaltig verbessert werden (Arns et al., 2009; Arns et al., 2014). Da in der Krankheitsbehandlung bereits ein Nutzen über einen Zeitraum von mehr als sechs Monaten nachgewiesen wurde (Arns et al., 2009), ist zu erwarten, dass auch im Bereich der indizierten Prävention – wie die Ergebnisse der *Health@Work Neurofeedback*-Studie zeigen – vergleichbare Effekte erzielt werden können (Jiang, 2025). In solchen Fällen kann möglicherweise ein Fortschreiten zu einer manifesten Störung verhindert werden.

Dabei ist zu beachten, dass Bio- und Neurofeedbackverfahren niemals standardisiert oder ohne individuelle Begleitung durchgeführt werden sollten. Besonders Neurofeedback erfordert eine spezifische technische Ausstattung (z. B. EEG-Hardware) sowie eine fachgerechte Einweisung, auch beim Heimtraining. Die korrekte Platzierung der Elektroden

und die Anpassung des Trainings an die individuellen neurophysiologischen Gegebenheiten sind essenziell, da ähnliche Symptome unterschiedliche neuronale Ursachen haben können. Zudem müssen Teilnehmende darüber informiert werden, dass nur ausgebildete Trainer:innen einschätzen können, welche Funktionen und Trainingsprotokolle bei frei zugänglichen Heimtrainingssystemen tatsächlich zum Einsatz kommen.

Auf dem Markt finden sich zahlreiche Neurofeedback-Apps, die Entspannungs- oder Konzentrationsprogramme anbieten, ohne offenzulegen, welches Protokoll im Hintergrund verwendet wird. Wie bereits bei der Darstellung verschiedener Neurofeedback-Verfahren erläutert, ist der Einsatz von Alpha-Training zur Entspannung und von SMR-Training (Sensomotorischer Rhythmus) zur Konzentrationssteigerung im Rahmen der indizierten Prävention grundsätzlich zu erwägen. Allerdings existieren Geräte, die ein „Entspannungstraining“ bewerben, bei denen die Elektrode frontal auf der Stirn angebracht wird. Ein ausgebildeter Neurofeedback-Therapeut erkennt sofort, dass dies nicht den üblichen Standards entspricht, da Alpha-Training üblicherweise im Parietalbereich und nicht frontal durchgeführt wird. Da die verwendeten Parameter in vielen Apps nicht offengelegt werden, stellt sich die Frage, ob bei falscher Elektrodenplatzierung und unpassender Frequenzkonditionierung sogar unerwünschte oder schädliche Effekte auftreten könnten. Aus diesem Grund ist es nicht ratsam, dass Klient:innen ohne persönliche Beratung und individuelle Begleitung Geräte im Internet erwerben, dort lediglich eine Option wie „Entspannung“ oder „Konzentration steigern“ auswählen und dann Elektroden ohne fachliche Anleitung anbringen.

Auch im Rahmen der eigenen Forschung zeigte sich bislang keine praktikable Möglichkeit, ein funktionsfähiges Gerät zu entwickeln, das vollständig ohne persönliche Einweisung oder Begleitung durch Fachpersonal eingesetzt werden kann. Zwar ist es nicht zwingend erforderlich, dass Personen, die im Rahmen präventiver Maßnahmen Alpha- oder SMR-Training anbieten, eine Heilerlaubnis besitzen. Dennoch sollten sie über eine qualifizierte Neurofeedback-Ausbildung verfügen, um einschätzen zu können, welches Verfahren geeignet ist. In der Praxis zeigt sich häufig, dass es schwierig ist, die Relevanz und Qualität verschiedener Zertifizierungen zu beurteilen. Da im Rahmen der indizierten Prävention alle Verfahren ausgeschlossen werden, die auf ISF- (Infra-Slow-Fluctuation) oder ILF- (Infra-Low-Frequency) Trainingsprotokollen basieren, ist entscheidend, dass Berater:innen oder Trainer:innen, die in diesem Bereich tätig sind, eine Ausbildung im klassischen Frequenzbandtraining absolviert haben.

Daher empfehlen wir für den Einsatz von Neurofeedback:

- Nur bei klarer Indikation im Rahmen der indizierten Prävention, z. B. bei Symptomen, die auf klassische Maßnahmen wie Entspannungstraining nicht ansprechen.
- Nur in Kombination mit einem professionellen Anamnesegespräch und individueller Begleitung durch entsprechend geschulte Fachkräfte (Therapeuten).

Im Rahmen der indizierten Prävention ist ein hohes Potenzial von Neurofeedback zu erwarten. Somit kann von einem ökonomischen Vorteil für die Gesundheitspolitik ausgegangen werden, da langfristig verschiedenen Erkrankungen vorgebeugt werden kann. Der gezielte, indikationsgeleitete Einsatz im Rahmen der indizierten Prävention erscheint daher sowohl ökonomisch als auch therapeutisch gerechtfertigt.

### **6.3. Chancen und Herausforderungen bei der breiten Implementierung von Neurofeedback-Heimtraining- Lösungen**

Eine zentrale Herausforderung bei der Implementierung von Neurofeedback im Rahmen der indizierten Prävention liegt in der wirtschaftlichen Umsetzbarkeit. Derzeit existiert keine am Markt verfügbare Neurofeedback-Softwarelösung, die gegen eine einmalige Lizenzgebühr dauerhaft nutzbar ist – es sei denn, es handelt sich um ein hochwertiges, medizinisch zertifiziertes Produkt mit Kosten ab etwa 2.000 € aufwärts. Solche Lösungen sind im präventiven Bereich – insbesondere für den breiten Einsatz – ökonomisch kaum tragfähig (Divergence Neuro, o. J.; Myndlift, o. J.).

Aktuell angebotene Heimtrainingssysteme, wie etwa von Myndlift oder Divergence Neuro, basieren auf monatlich zu entrichtenden Lizenzgebühren. Zwar ist es aus professioneller Sicht positiv zu bewerten, dass diese Systeme ausschließlich über autorisierte Trainer:innen freigeschaltet werden können – was eine qualifizierte Begleitung der Anwender:innen sicherstellt –, jedoch stellen die laufenden Kosten eine erhebliche ökonomische Zugangshürde dar. Damit ist die Bedarfsnutzung dieser Systeme stark eingeschränkt. Selbst wenn Anwender:innen im Verlauf des Trainings eine für sie wirksame Methode zur Stressregulation gefunden haben, ist es in der Praxis nicht möglich, diese eigenständig bei Bedarf zu aktivieren. Stattdessen muss der oder die zuständige Trainer:in kontaktiert werden, um die Lizenz erneut freizuschalten. Eine bedarfsgesteuerte Nutzung, die gerade im präventiven Bereich von entscheidender Bedeutung wäre, ist somit ausgeschlossen.

Auch im Bereich der Neurofeedback-Heimtherapie stellt die breite Nutzung eine erhebliche Herausforderung dar. Laut Jiang (2025) bewerteten nur 11 % der Teilnehmenden das Heimtherapiesystem Atlantis als einfach zu nutzen (Durchschnittswertung 1,6 / 5). Häufig traten technische Schwierigkeiten auf, insbesondere bei der Elektrodenplatzierung und

Signal-Kalibrierung. Zudem war eine längere Einrichtungszeit und häufigere technische Unterstützung erforderlich.

Demgegenüber zeigten die Trainingshauben für Myndlift, die speziell für das Heimtraining konzipiert wurden, deutlich bessere Ergebnisse: 88 % der Anwender:innen bewerteten diese als einfach oder sehr einfach zu nutzen (Durchschnittswertung 4,4 / 5), bei gleichzeitig stabiler Leistung und kaum technischen Problemen (Jiang, 2025).

Dies verdeutlicht, dass sowohl im Bereich des präventiven Neurofeedback-Heimtrainings als auch in der klinischen Heimtherapie ein erheblicher Entwicklungsbedarf besteht – insbesondere im Hinblick auf eine Software Lösung für Heimtraining im gemeinnützigen Kontext und eine einfach anzubringende Haube für Heimtherapielösungen.

## 7. Fazit und Ausblick

Die integrative Literaturrecherche im Rahmen dieser Arbeit hatte das Ziel, die Wirksamkeit klassischer Gesundheitsbildungsprogramme im Vergleich zu innovativen Methoden wie Bio- und Neurofeedback in der indizierten Prävention zu analysieren. Untersucht wurden dabei sowohl analoge als auch digitale Präventionsansätze mit besonderem Fokus auf Stressbewältigung, Selbstregulation und psychische Gesundheit. Die analysierten Studien lassen sich in zwei zentrale Themenbereiche unterteilen: (1) Klassische und digitale Gesundheitsbildungsprogramme im Rahmen von Prävention (2) Neurofeedback im Rahmen indizierter Prävention bei Stressbelastung und Konzentrationsproblemen.

### 7.1. Zusammenfassung der zentralen Ergebnisse

Ein zentrales Ergebnis der Literaturrecherche besteht in der Bestätigung, dass digitale Gesundheitsbildungsprogramme – insbesondere im Bereich der Stressbewältigung – grundsätzlich sehr wirksam sind. So betonen Rogers et al. (2017) in ihrer systematischen Übersichtsarbeit, dass eine Vielzahl internetbasierter Interventionen positive Effekte auf das Stresserleben und die psychische Gesundheit zeigen. Allerdings wird auch deutlich, dass nicht alle dieser Programme langfristig verfügbar oder wissenschaftlich fundiert sind. Die Wirksamkeit hängt stark vom strukturellen Aufbau, der Dauer der Anwendung und dem Grad der Personalisierung ab. In ähnlicher Weise zeigen Hinkle (2015) sowie Amnie (2018), dass Programme zur Stressbewältigung, die auf psychoedukativen und kognitiv-behavioralen Elementen basieren, wirksam zur Reduktion von Stress und depressiven Symptomen beitragen können – insbesondere wenn sie regelmäßig über mehrere Wochen hinweg genutzt werden. Dabei wurde betont, dass der individuelle Umgang mit Stress ein erlernbarer Prozess ist, der durch niederschwellige Online-Angebote sinnvoll unterstützt werden kann. Ungar et al. (2022) zeigen in ihrer systematischen Übersichtsarbeit speziell am Beispiel von Medizinstudierenden, dass Online-Programme zur Förderung der psychischen Gesundheit in stressintensiven Ausbildungssituationen wirksam eingesetzt werden können. Auch hier liegt der Erfolg maßgeblich in der Kombination aus interaktiven Elementen, regelmäßiger Begleitung und individueller Anpassbarkeit begründet. Diese Ergebnisse werden ergänzt durch von Hofe et al. (2017), die in einer Übersichtsarbeit zur betrieblichen Gesundheitsförderung aufzeigen, dass Online-Gesundheitsangebote ein bedeutendes Potenzial zur Prävention stressassozierter psychischer Beeinträchtigungen am Arbeitsplatz besitzen. Auch sie betonen die Bedeutung der Zugänglichkeit, Niedrigschwelligkeit und Praktikabilität digitaler Formate.

Der zweite und zentralste Themenbereich der Literaturrecherche betrifft die Anwendung von Neurofeedback zur Stressbewältigung und Selbstregulation, insbesondere im Rahmen der

indizierten Prävention. Hier konnte eine zunehmende Evidenzlage festgestellt werden, dass Neurofeedback – insbesondere auf Frequenzbandbasis – das Potenzial hat, bei Personen ohne formale Diagnose, aber mit erhöhtem Belastungsniveau, regulierende Effekte auf das emotionale und kognitive Gleichgewicht auszuüben. Krause, Linden und Hermans (2024) betonen in ihrer aktuellen Übersichtsarbeit, dass Neurofeedback ein stark unterschätztes Potenzial zur Behandlung stressbezogener Störungen besitzt – insbesondere bei Personen, deren Symptome nicht durch klassische Ansätze adressiert werden. Sie fordern eine stärkere Berücksichtigung individualisierter, neurophysiologischer Trainings in der psychischen Gesundheitsförderung.

Einige technische Grundlagen zur Durchführung von Neurofeedback-Trainings wurden durch die herangezogene Hintergrundliteratur ergänzt. So bieten etwa BrainMaster Technologies (2020) und Integrate Brain Health (2025) Einblicke in die Verwendung normativer EEG-Datenbanken für individualisierte Trainingsprotokolle. Diese dienen insbesondere der Auswahl geeigneter Frequenzbereiche im Rahmen des Frequenzbandtrainings – dem derzeit am besten untersuchten Verfahren mit nachgewiesener Wirksamkeit in der Stressreduktion und der Verbesserung kognitiver Funktionen.

La Vaque et al. (2002) liefern zudem ein praxisorientiertes Rahmenwerk zur Evaluation psychophysiologischer Verfahren. Sie betonen die Bedeutung standardisierter Protokolle, klar definierter Outcome-Kriterien und einer methodisch sauberen Studienführung zur Beurteilung der klinischen Effektivität. Dieses Modell bietet eine geeignete Grundlage zur Bewertung zukünftiger Studien auch im präventiven Kontext.

Darüber hinaus wurde im Rahmen der Arbeit die wirtschaftliche Tragfähigkeit von Neurofeedback-Heimtraining und -Heimtherapie für eine breitere Anwendung analysiert. Dabei zeigte sich, dass bestehende Systeme aufgrund hoher Lizenz- und Gerätekosten bislang nur eingeschränkt für den präventiven Einsatz geeignet sind. Aus dieser Analyse ergeben sich neue Forschungs- und Entwicklungsthemen, insbesondere im Hinblick auf die Konzeption kostengünstiger, benutzerfreundlicher Softwarelösungen sowie technisch vereinfachter EEG-Hauben zur sicheren Anwendung im häuslichen Umfeld. Diese Entwicklungen könnten langfristig zu einer verbesserten Zugänglichkeit und Skalierbarkeit präventiver Neurofeedback-Angebote beitragen.

## **7.2. Zusammenfassung der Implikationen für Forschung und Praxis**

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass klassische Gesundheitsbildungsprogramme (insbesondere in den Bereichen Bewegung, Ernährung und Entspannung) nachweislich wirksam sind, jedoch ihre Reichweite im individuellen Bereich begrenzt bleibt. Digitale

Angebote erweitern diese Programme sinnvoll und erreichen neue Zielgruppen, insbesondere im betrieblichen oder akademischen Kontext und Personen in ländlichen und strukturschwachen Regionen.

Die ergänzende Integration von Bio- und Neurofeedback, insbesondere im Rahmen der indizierten Prävention, eröffnet zusätzliche Möglichkeiten zur gezielten Selbstregulation – insbesondere für Personen mit funktionellen Beschwerden, die in klassischen Programmen unzureichend adressiert werden. Zwar ist die Forschungslage in einigen Bereichen noch ausbaufähig, doch die Kombination aus neurophysiologischer Fundierung, individualisierter Anwendung und hoher Alltagstauglichkeit macht Neurofeedback zu einem vielversprechenden Bestandteil zukünftiger Präventionsstrategien.

### **7.3. Perspektiven für zukünftige Forschung und Entwicklungen in der digitalen Gesundheitsbildung**

Vor dem Hintergrund der bisherigen Forschung und der zunehmenden Bedeutung digitaler Präventionsangebote erscheint es sowohl sinnvoll als auch notwendig, die Entwicklung einer Open-Source-Softwarelösung für Frequenzband-Neurofeedback in Betracht zu ziehen. Frequenzband-Neurofeedback zeichnet sich durch eine relativ geringe technische Komplexität aus und erfordert – im Gegensatz zu komplexeren Verfahren wie dem Z-Wert-Training oder dem Infra-Low-Frequency-(ILF)-Neurofeedback – keine aufwendigen Datenbanken oder kontinuierliche Cloudanbindung. Damit bietet sich dieser Ansatz besonders für eine öffentlich geförderte, lizenzzfreie und sozial zugängliche Lösung an.

Eine solche Software könnte mit einer einmaligen Aktivierungsgebühr versehen werden, die langfristig den Support, die Wartung und die Weiterentwicklung sichert, ohne wiederkehrende Lizenzkosten zu verursachen. Das Modell wäre damit nicht nur ökonomisch tragfähig, sondern auch sozial gerecht und nachhaltig. Es könnte insbesondere im Bereich der indizierten Prävention neue Zugänge schaffen – etwa für Menschen mit erhöhter Stressvulnerabilität, chronischer Belastung oder psychosomatischen Beschwerden, die keine dauerhafte therapeutische Betreuung benötigen, aber von zeitweise aktivierten Trainingsphasen profitieren.

Ein solches System sollte folgende Anforderungen erfüllen:

- Einmalzahlung anstelle wiederkehrender Lizenzgebühren: Dadurch bleibt das Angebot langfristig erschwinglich, insbesondere für Privatpersonen, Bildungseinrichtungen und gemeinnützige Träger.
- Freischaltung nur durch autorisierte Fachpersonen: Die Aktivierung und Qualitätssicherung sollten durch geschulte Therapeut:innen oder zertifizierte

Neurofeedback-Trainer:innen erfolgen, um Missbrauch und fehlerhafte Anwendung zu vermeiden.

- Flexible Nutzung in Trainingsintervallen: Anwender:innen könnten das Training in regelmäßigen Intervallen (z. B. zu Beginn einer Maßnahme) oder situativ bei erhöhtem Stressaufkommen einsetzen. Das entspricht dem typischen Verlauf von Neurofeedback-Maßnahmen, bei denen nach einer Lernphase eine selbstregulatorische Stabilisierung erfolgt.
- Kostengünstiger Zugang für breite Bevölkerungsgruppen: Besonders im Rahmen sozialer und präventiver Programme – etwa in der betrieblichen Gesundheitsförderung, Jugendhilfe oder Erwachsenenbildung – könnte ein solches System digitale Chancengleichheit fördern.

Dieses Modell würde den Bedürfnissen einer präventiven, partizipativen und nachhaltigen Gesundheitsbildung entsprechen. Da Neurofeedback-Training in der Regel nicht täglich und dauerhaft, sondern phasenweise und bedarfsoorientiert eingesetzt wird, sind monatlich fortlaufende Lizenzkosten ökonomisch ineffizient und für viele Anwender:innen abschreckend. Eine freie, modular erweiterbare Softwarelösung könnte hingegen die breite Etablierung von Neurofeedback im präventiven Bereich erheblich beschleunigen und gleichzeitig Forschung, Bildung und Praxis enger miteinander verbinden.

### **7.3.1. Zukünftige Entwicklungsschwerpunkte**

Neben wissenschaftlichen Fragestellungen ergeben sich aus der praktischen und technischen Perspektive mehrere Entwicklungsschwerpunkte, die entscheidend für die langfristige und gemeinwohlorientierte Nutzung von Neurofeedback-Systemen sind. Sie betreffen sowohl die Softwareinfrastruktur als auch die technische Zugänglichkeit der Trainingsgeräte.

1. Softwareentwicklung im gemeinnützigen Kontext: Ziel ist die Entwicklung einer lizenzenfreien oder kostengünstigen Open-Source-Neurofeedback-Software, die den Einsatz im präventiven, edukativen und therapeutischen Umfeld ermöglicht. Eine solche Plattform sollte benutzerfreundlich, datenschutzkonform und modular aufgebaut sein, um sowohl in Forschung als auch in Bildungsprojekten eingesetzt werden zu können. Dadurch könnten Barrieren für kleinere Einrichtungen, Schulen oder Vereine deutlich reduziert werden.
2. Benutzerfreundliche Haubensysteme für Neurofeedback-Heimtherapie: Die Konstruktion robuster, ergonomisch angepasster und barrierearmer EEG-Haubensysteme stellt einen zentralen Entwicklungsschwerpunkt dar. Diese sollen

eine einfache Handhabung ohne Fachpersonal ermöglichen und gleichzeitig eine stabile Signalqualität gewährleisten. Neben der technischen Sicherheit ist insbesondere die Akzeptanz im häuslichen Umfeld zu berücksichtigen, um die Compliance und die Trainingskontinuität langfristig zu sichern.

Diese Forschungsfragen bilden eine Grundlage für weiterführende Studien mit höherer methodischer Qualität, wie z. B. randomisierte kontrollierte Designs mit ausreichend großer Stichprobe und präziser Erfassung subjektiver und objektiver Wirkparameter.

### **7.3.2. Zukünftige Forschungsfragen**

Aus den bisher identifizierten methodischen und empirischen Lücken ergeben sich mehrere zentrale Forschungsfragen, die für die Weiterentwicklung neurophysiologischer Präventionskonzepte von hoher Relevanz sind. Diese Fragen betreffen insbesondere die Integration von Neurofeedback in bestehende Präventionsstrategien, die Untersuchung von Langzeiteffekten sowie die technische Optimierung der Trainingssysteme.

1. Vergleich der Wirksamkeit: In welchem Ausmaß ist Neurofeedback im Rahmen der indizierten Prävention wirksamer im Vergleich zu klassischen gesundheitsfördernden Maßnahmen wie Ernährungs-, Bewegungs- oder Entspannungstraining, wenn alle Interventionen unter standardisierten Bedingungen mit gleicher Dauer, Intensität und professioneller Anleitung durchgeführt werden? Eine solche Vergleichsstudie könnte helfen, den spezifischen Mehrwert neurophysiologischer Verfahren evidenzbasiert zu bestimmen.
2. Kombinierte Intervention: Führt die Kombination von Neurofeedback mit klassischen Gesundheitsbildungsprogrammen – etwa durch die parallele Schulung von Selbstregulation auf physiologischer und kognitiver Ebene – zu einer signifikant höheren Reduktion von subjektivem Stress und zu verbesserten Resilienz- und Konzentrationswerten im Vergleich zu Einzelinterventionen? Diese Fragestellung adressiert die Möglichkeit synergistischer Effekte zwischen Verhaltenstraining und neurophysiologischer Rückmeldung.
3. Langzeiteffekte: Welche dauerhaften Effekte zeigen sich nach 6, 12 oder mehr Monaten im Hinblick auf Stressverarbeitung, Resilienz, Schlafqualität und Konzentrationsfähigkeit, und inwiefern bleiben neurophysiologische Veränderungen (z. B. in EEG- oder HRV-Mustern) nachweisbar? Längerfristige Nachuntersuchungen könnten klären, ob Neurofeedback nachhaltige Lernprozesse im Sinne neuronaler Plastizität induziert.

Optimierung der Heimtrainingssysteme: In welchem Umfang lässt sich die Erfolgsquote von Heimtrainingssystemen – durch verbesserte Software, Haubenanpassung und personalisierte Trainingsprotokolle – an die Ergebnisse universitärer Studien (Erfolgsraten um 70–75 %; vgl. Arns et al., 2009, 2014) anleichen? Diese Frage ist insbesondere für die Entwicklung skalierbarer Präventionsangebote von Bedeutung, die auch außerhalb klinischer oder akademischer Einrichtungen wirksam sein sollen.

## Literaturverzeichnis

- Amnie, A. G. (2018). Emerging themes in coping with lifetime stress and implication for stress management education. *SAGE Open Medicine*, 6, 2050312118782545. <https://doi.org/10.1177/2050312118782545>
- Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF). (2018). S3-Leitlinie ADHS bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen (Registernummer 028/045). Deutsche Gesellschaft für Kinder- und Jugendpsychiatrie, Psychosomatik und Psychotherapie (DGKJP). <https://www.awmf.org/leitlinien/detail/ll/028-045.html>
- Arns, M., de Ridder, S., Strehl, U., Breteler, R., & Coenen, A. (2009). Efficacy of neurofeedback treatment in ADHD: The effects on inattention, impulsivity and hyperactivity: A meta-analysis. *Clinical EEG and Neuroscience*, 40(3), 180–189. <https://doi.org/10.1177/155005940904000311>
- Arns, M., Heinrich, H., & Strehl, U. (2014). Evaluation of neurofeedback in ADHD: The long and winding road. *Biological Psychology*, 95, 108–115. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2013.11.013>
- Bee Medic. (n.d.). *NeuroAmp EEG Therapy Devices*. <https://www.beemedic.fr/einzelgeraete-therapie-fr/DE-A001196.aspx>
- BrainMaster. (n.d.). *BrainMaster Technologies – Neurofeedback Systems*. <https://brainmaster.com/>
- BrainMaster Technologies. (2020). BrainDx qEEG database overview. BrainMaster Technologies, Inc. <https://brainmaster.com>
- Davidson R. J. (1998). Anterior electrophysiological asymmetries, emotion, and depression: conceptual and methodological conundrums. *Psychophysiology*, 35(5), 607–614. <https://doi.org/10.1017/s0048577298000134>
- Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE). (2023). *DGE-Qualitätsstandard für die Verpflegung in Betrieben, Behörden und Hochschulen* (6. Aufl.). [https://www.jobundfit.de/fileadmin/user\\_upload/medien/DGE-QST/DGE-Qualitaetsstandard\\_Betriebe\\_Behoerden\\_Hochschulen.pdf](https://www.jobundfit.de/fileadmin/user_upload/medien/DGE-QST/DGE-Qualitaetsstandard_Betriebe_Behoerden_Hochschulen.pdf)
- Divergence Neuro. (o. J.). Divergence Neuro platform for mental health professionals. <https://www.divergenceneuro.com>

Europäische Kommission. (2024). Erasmus+ Programme Guide: Key Action 2 – Cooperation Partnerships. <https://erasmus-plus.ec.europa.eu/de/programme-guide/part-b/key-action-2/cooperation-partnerships>

Finniss, D. G., Kaptchuk, T. J., Miller, F., & Benedetti, F. (2010). Biological, clinical, and ethical advances of placebo effects. *The Lancet*, 375(9715), 686–695. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(09\)61706-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(09)61706-2)

GKV-Spitzenverband. (2023). *Leitfaden Prävention: Handlungsfelder und Kriterien gemäß § 20 Abs. 2 SGB V* [PDF]. <https://www.barmer.de/resource/blob/1024632/eeeb8c5bb55e84e8ba3285c00b374fb/6/barmer-leitfaden-praevention-data.pdf>

Godet, A., Fortier, A., Bannier, E., Coquery, N., & Val-Laillet, D. (2022). Interactions between emotions and eating behaviors: Main issues, neuroimaging contributions, and innovative preventive or corrective strategies. *Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders*, 23(4), 807–831. <https://doi.org/10.1007/s11154-021-09700-x>

Hammond, D. C. (2016, September 6). *What is neurofeedback?* *Journal of Neurotherapy*. [https://doi.org/10.1300/J184v10n04\\_04](https://doi.org/10.1300/J184v10n04_04)

Hinkle, J. F. (2015). The Stress Gym: An online intervention to improve stress and depressive symptoms in adults. *Issues in Mental Health Nursing*, 36(11), 870–876. <https://doi.org/10.3109/01612840.2015.1074768>

von Hofe, I., Latza, U., Lönnfors, S., & Muckelbauer, R. (2017). *Online-Gesundheitsangebote zur Vorbeugung von stressassoziierten psychischen Beeinträchtigungen innerhalb betrieblicher Lebenswelten* [Online health services for the prevention of stress-associated psychological impairments at the workplace]. *Das Gesundheitswesen*, 79(3), 144–152. <https://doi.org/10.1055/s-0042-100618>

IFEN Institut für Neurofeedback. (n.d.). *Fortbildungen und Ausbildungen im Neurofeedback*. <https://www.neurofeedback-info.de/>

Integrate Brain Health. (2025). *EEG/QEEG analysis*. Retrieved August 10, 2025, from <https://www.integratebrainhealth.net/eeg/qeeg-analysis> and <https://www.integratebrainhealth.net/neurofeedback>

ISF Associates. (n.d.). *Infraslow Fluctuation Neurofeedback (ISF NF)*. <https://isfassociates.com/>

- Jiang, L. (2025). Ergebnisse der Studie Health@Work Neurofeedback – Projektbericht. Remote Health. <https://www.remote-health.de/ergebnisse-der-studie--healthwork-neurofeedback-projekt-2025-10-06.htm>
- Joy of Learning. (o. J.). Gesundheitsbildung, Lerntherapie & Entwicklungsförderung München e. V. <https://www.joy-of-learning.de>
- Keynan, J. N., Cohen, A., Jackont, G., Green, N., Goldway, N., Davidov, A., Meir-Hasson, Y., Raz, G., Intrator, N., Fruchter, E., Ginat, K., Laska, E., Cavazza, M., & Hendler, T. (2019). Electrical fingerprint of the amygdala guides neurofeedback training for stress resilience. *Nature Human Behaviour*, 3(1), 63–73. <https://doi.org/10.1038/s41562-018-0484-3>
- Krause, F., Linden, D. E. J., & Hermans, E. J. (2024). Getting stress-related disorders under control: The untapped potential of neurofeedback. *Trends in Neurosciences*, 47(10), 766–776. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2024.08.007>
- La Vaque, T. J., Hammond, D. C., Trudeau, D., Monastra, V., Perry, J., Lehrer, P., Matheson, D., & Sherman, R. (2002). Template for developing guidelines for the evaluation of the clinical efficacy of psychophysiological interventions. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 27(4), 273–281. <https://doi.org/10.1023/A:1021061318355>
- Monninger, M., Pollok, T. M., Aggensteiner, P. M., Kaiser, A., Reinhard, I., Hermann, A., Meyer-Lindenberg, A., Brandeis, D., Banaschewski, T., & Holz, N. E. (2022). Coping under stress: Prefrontal control predicts stress burden during the COVID-19 crisis. *European Neuropsychopharmacology*, 56, 13–23. <https://doi.org/10.1016/j.euroneuro.2021.11.007>
- Myndlift. (o. J.). For mental health practitioners. <https://www.myndlift.com/for-mental-health-practitioners>
- Neurofeedback Advocacy Project. (n. d.). *About the Neurofeedback Advocacy Project*. <https://www.neurofeedbackadvocacyproject.com/about-nfb>
- Niedermeyer, E., & da Silva, F. L. (2004). *Electroencephalography: Basic principles, clinical applications, and related fields* (5th ed.). Lippincott Williams & Wilkins.
- Othmer, S., & Othmer, S. (2016). *Infra-Low Frequency Neurofeedback for Optimum Performance*. The EEG Institute. <https://www.eeginfo.com/research/infra-low-frequency-neurofeedback-for-optimum-performance.jsp>

Remote-Health.eu. (2025). Projektübersicht und Ergebnisse zu Neurofeedback in der Gesundheitsbildung. <https://www.remote-health.eu>

Rogers, M. A., Lemmen, K., Kramer, R., Mann, J., & Chopra, V. (2017). Internet-Delivered Health Interventions That Work: Systematic Review of Meta-Analyses and Evaluation of Website Availability. *Journal of medical Internet research*, 19(3), e90. <https://doi.org/10.2196/jmir.7111>

Smith, M. (2013, Fall). *Infra-slow fluctuation training: On the down-low in neuro-modulation. NeuroConnections*, 42 ff. <https://isnr.org/neuroconnections>

Srinivasan, R., Winter, W. R., Ding, J., & Nunez, P. L. (2007). EEG and MEG coherence: Measures of functional connectivity at distinct spatial scales of neocortical dynamics. *Journal of Neuroscience Methods*, 166(1), 41–52. <https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2007.06.026>

Sterman, M. B. (2000). Basic concepts and clinical findings in the treatment of seizure disorders with EEG operant conditioning. *Clinical Electroencephalography*, 31(1), 45–55. <https://doi.org/10.1177/155005940003100111>

Strehl, U. (2020). *Neurofeedback: Theoretische Grundlagen - Praktisches Vorgehen - Wissenschaftliche Evidenz* (2., erweiterte und überarbeitete Aufl.). W. Kohlhammer Verlag.

Stronger Brains. (o. J.). Science and education projects. <https://www.stronger-brains.com/projekter>

Thatcher, R. W., North, D., & Biver, C. (2005). Evaluation and validity of a LORETA normative EEG database. *Clinical EEG and neuroscience*, 36(2), 116–122. <https://doi.org/10.1177/155005940503600211>

Thatcher, R., Walker, R.A., Biver, C., North, D.N., & Curtin, R. (2003). Quantitative EEG Normative Databases: Validation and Clinical Correlation. *Journal of Neurotherapy*, 7, 87-121.

Ungar, P., Schindler, A. K., Polujanski, S., & Rotthoff, T. (2022). Online programs to strengthen the mental health of medical students: A systematic review of the literature. *Medical Education Online*, 27(1), 2082909. <https://doi.org/10.1080/10872981.2022.2082909>

World Health Organization. (1986). *Ottawa Charter for Health Promotion*. World Health Organization. <https://www.who.int/publications/i/item/ottawa-charter-for-health-promotion>

### **Erklärung zu potenziellen Interessenkonflikten**

Die Autorin ist ehrenamtlich als Vorstandsvorsitzende des gemeinnützigen Vereins *Joy of Learning München e. V.* tätig, der im Rahmen mehrerer europäischer Bildungs- und Forschungsprojekte – darunter *Remote Health* – an der Entwicklung und Dissemination von Neurofeedback-Trainings beteiligt war. Für projektbezogene Tätigkeiten im Bereich Koordination und Umsetzung erhielt die Autorin eine Vergütung auf Stundenbasis. Die Erstellung dieser Masterarbeit erfolgte unabhängig von diesen Tätigkeiten. Es bestehen keine finanziellen, institutionellen oder persönlichen Verpflichtungen gegenüber Dritten, die Einfluss auf die inhaltliche Ausrichtung oder die Ergebnisse dieser Arbeit genommen haben.