

Dr. Andreas Berke und Richard Färber

Binokulare Vollkorrektur und Hirnaktivität: Ergebnisse einer Pilotstudie

Die MKH erweist sich täglich in der Praxis als erfolgreich zur Bestimmung und Korrektur von Winkelfehlsichtigkeit. H.J. Haase führte, um die Wirksamkeit dieses Verfahrens erklären zu können, das Energiekonzept als heuristisches Prinzip ein, das in der Folgezeit sehr häufig verwendet wurde, ohne daß es eine tiefergehende Diskussion dieses Prinzips gab. In der nun vorliegenden Arbeit sollen erste vorbereitende Messungen zu einer größeren Studie vorgestellt werden, bei denen die Auswirkungen prismatischer Gläser auf die Aktivität des Gehirns mit Hilfe des Elektroenzephalogramms gemessen werden. Es sollte geklärt werden, ob das EEG ein brauchbares Untersuchungsverfahren zur Klärung der Frage, wie sich das Tragen von prismatischen Brillengläsern auf die Gehirntätigkeit auswirkt, ist.

1. Das Energiekonzept

Haase führt in seinem Buch „Zur Fixationsdisparation“ aus: „Es bestand kein Anlaß, von der klassischen Auffassung der Heterophorien als korrigierbaren Fehler der – unter physiologisch richtigen Bedingungen gemessenen – fusionsfreien Ruhestellung des Vergenzsystems abzugehen und von der Auffassung, daß die motorisch-fusionale Kompensation dieser Ruhestellungsfehler eine durch Korrektur vermeidbare nervliche Belastung, eine Energieverschwendung bedeutet, die zur Überbelastung werden kann, wenn sie sich zu anderen, schwer oder gar nicht vermeidbaren Belastungen addiert.“ (S. 24 f.) An anderer Stelle fährt Haase weiter fort: „Unter dem Begriff Vergenz-Ruhestellung kann, wenn es eine Stellung gibt, die nicht nur aus irgendwelchen theoretisch-abstrakten Gründen diesen Namen verdient, sondern auch wegen ihrer praktischen Bedeutung für das binokulare Sehen und für die Korrektionspraxis, nur die anstrengungsfreieste Einstellung des Vergenzsystems beim wachen Menschen (mit offenen Augen) verstanden werden, d.h. eine Einstellung, die den nervösen Energiehaushalt und die Muskeln selbst nicht

mit ermüdender Haltearbeit vorbelastet, so daß das Vergenzsystem seinen unvermeidbaren dynamischen Aufgaben ausgeruht nachkommen kann.“ (S. 31)

Augenbewegungen werden vom Gehirn gesteuert und von den äußeren Augenmuskeln ausgeführt. Sollte die motorisch-fusionale Kompensation von Augenstellungsfehlern, wie Haase es ausdrückte, eine „vermeidbare nervliche Belastung, eine Energieverschwendung“ für das Gehirn und das Auge darstellen, müßten mit geeigneten Untersuchungsverfahren die Entlastungen, die durch das Tragen prismatischer Brillengläser erreicht werden können, überprüfbar sein. Wir führten daher in einer ersten Voruntersuchung zu einer geplanten größeren Studie im Selbstversuch EEG-Messungen unserer Hirnströme durch, wobei wir drei verschiedene Meßreihen durchführten. Es wurden unsere Hirnströme bei geschlossenen Augen, bei geöffneten Augen ohne binokulare Vollkorrektur und mit binokularer Vollkorrektur gemessen. Sollten die Prismen in irgendeiner Weise auf das Gehirn einwirken, so müßte sich dies als eine Veränderung im EEG erkennen lassen.

2. Das Elektroenzephalogramm

Das Gehirn enthält viele Milliarden von Nervenzellen. Jede Nervenzelle im Gehirn ist elektrisch aktiv. Die Nervenzellen kommunizieren mit ihren Nachbarzellen und über Leitungsbahnen im Gehirn mit entfernteren Zellen. Da Milliarden von Nervenzellen elektrisch aktiv sind, entstehen im Gehirn Ströme, die sich von der Kopfoberfläche ableiten lassen.

Das Elektroenzephalogramm (EEG) ist die Ableitung und Aufzeichnung von Potentialschwankungen, die durch die elektrische Aktivität des Gehirns hervorgerufen werden. Das EEG ist ein ungefährliches, nichtinvasives Verfahren, das beliebig häufig wiederholt werden kann. Die aufgezeichneten Potentiale sind nicht die Potentiale einzelner Nervenzellen, sondern Makropotentiale, d.h. sie stellen die elektri-

sche Aktivität einer großen Zahl von Nervenzellen des Gehirns dar. Die auf gezeichneten Hirnströme zeigen Wellenformen, die sich hinsichtlich ihrer Frequenzen, Amplituden, Verteilungen und Häufigkeiten unterscheiden.

Die Tätigkeit des ruhenden Gehirns (z.B. Schlaf, Wachzustand mit geschlossenen Augen) ist durch die α -Wellen gekennzeichnet. Diese Wellen treten mit einer Frequenz von 8 bis 13 Hz auf. Ihr Maximum haben die α -Wellen im Bereich des Hinterhauptlappens (Okzipitalregion).

β -Wellen zeichnen sich durch eine Frequenz von 14 bis 50 Hz und eine geringere Amplitude aus. Sie kommen besonders im fronto-zentralen Teil des Gehirns vor. Im Ruhe-EEG sind die β -Wellen weniger deutlich ausgeprägt als die α -Wellen. β -Wellen treten bei Sinnesreizen, geöffneten Augen oder bei geistiger Aktivität auf. Die regelmäßigen α -Wellen verschwinden.

Das Charakteristikum der α -Wellen, nämlich geringe Frequenz und hohe Amplitude, wird durch den Begriff „Synchronisation“ beschrieben. Die Aktivitäten der einzelnen Nervenzellen treten im Ruhezustand des Gehirns stärker koordiniert und mit annähernd gleicher Phase auf. Hieraus resultiert das höhere Potential, das sich in einer höheren Amplitude ausdrückt. Die geringere Frequenz läßt sich dadurch erklären, daß im Ruhestadium weniger Hirnzellen aktiviert sind.

Der Verlauf der β -Wellen ist Ausdruck einer Desynchronisation der Nervenzellen. Es sind nun mehr Hirnzellen aktiv, was sich in der höheren Frequenz niederschlägt. Diese sind aber nicht synchron tätig, so daß sich die Einzelpotentiale nicht zu einem großen Potential aufsummieren können. Die Amplitude der β -Wellen ist daher niedriger als die der α -Wellen.

3. Versuchsdurchführung

Die Hirnströme beider Autoren wurden mittels eines EEG gemessen. Zunächst wurde, um einen Referenzwert zu haben, ein EEG mit geschlossenen Augen angefertigt. Unmittelbar an-

Proband 1

OD sph +2,5 dpt cyl -0,5 dpt A 142° pr 2,00 cm/m B 180°
 OS sph +2,5 dpt cyl -0,5 dpt A 64° pr 2,25 cm/m B 0°

Proband 2

OD sph +0,5 dpt cyl -0,5 dpt A 173° pr 0,75 cm/m B 180° und pr 0,5 cm/m B 90°
 OS sph +0,25 dpt cyl -1,0 dpt A 175° pr 0,75 cm/m B 0° und pr 0,5 cm/m B 270°

Tabelle 1: Korrektionsdaten

schließlich wurde das EEG mit geöffneten Augen durchgeführt. Hierbei wurden die vorher ermittelten prismatischen Korrektionsgläser nicht getragen. Es wurde eine 5 m entfernte Ecke im Prüfraum anfixiert. Das binokulare Gesichtsfeld war weiß und mit Ausnahme dieses Fixierpunktes vollkommen strukturlos und unbunt. Sofort nach dieser Meßreihe wurden die in ein bügelloses Kunststoffgestell eingeschlifften prismatischen Gläser aufgesetzt und die Messung mit der binokularen Vollkorrektion wiederholt. Die Hirnströme wurden auf Endlospapier aufgezeichnet. Die Auswertung erfolgte durch den Vergleich der Amplituden und der Frequenzen der Hirnströme der drei Meßreihen.

4. Resultate

Die Hirnwellen von Proband 1 sind in den Abbildungen 1, 2 und 3 auszugsweise wiedergegeben. Ein Vergleich der Abbildungen der EEG-Kurve des geschlossenen Auges mit der des geöffneten Auges zeigt, daß die Frequenz der Hirnwellen bei geöffneten Augen zugenommen hat. Im Mittel wurde eine Zunahme von 13 Hz auf mehr als 20 Hz gemessen. Die Amplitude der Hirnwellen nahm weitgehend ab. Besonders auffällig sind diese Veränderungen jeweils bei den unteren beiden Wellen, die eine Ableitung vom Okzipitallappen, dem Sitz der Sehrinde also, darstellen.

Ein Vergleich des EEG mit offenen

Augen ohne binokulare Vollkorrektion mit dem EEG bei geöffneten Augen und binokulärer Vollkorrektion zeigt, daß sich die Frequenz der Hirnwellen nicht verändert hat. Deutlich ist aber besonders wieder bei den Ableitungen vom Okzipitallappen zu erkennen, daß sich die Amplitude deutlich erhöht hat. Deutliche Zunahmen der Amplituden sind auch bei den präzentralen Ableitungen zu beobachten.

Die unter unterschiedlichen Bedingungen gemessenen Hirnwellen von Proband 2 zeigen ebenfalls Unterschiede. Diese sind jedoch nur geringfügig und dürften im Rahmen natürlicher Schwankungsbreiten liegen, so daß eine weitergehende Auswertung nicht durchgeführt werden konnte.

5. Diskussion

Die Frequenz der Hirnwellen bei geschlossenen Augen ist niedriger als bei geöffneten Augen. Dies bedeutet, da keine optischen Sinnesreize und keine Augenbewegungen vorlagen, daß bei geschlossenen Augen weniger Nervenzellen im Gehirn aktiviert

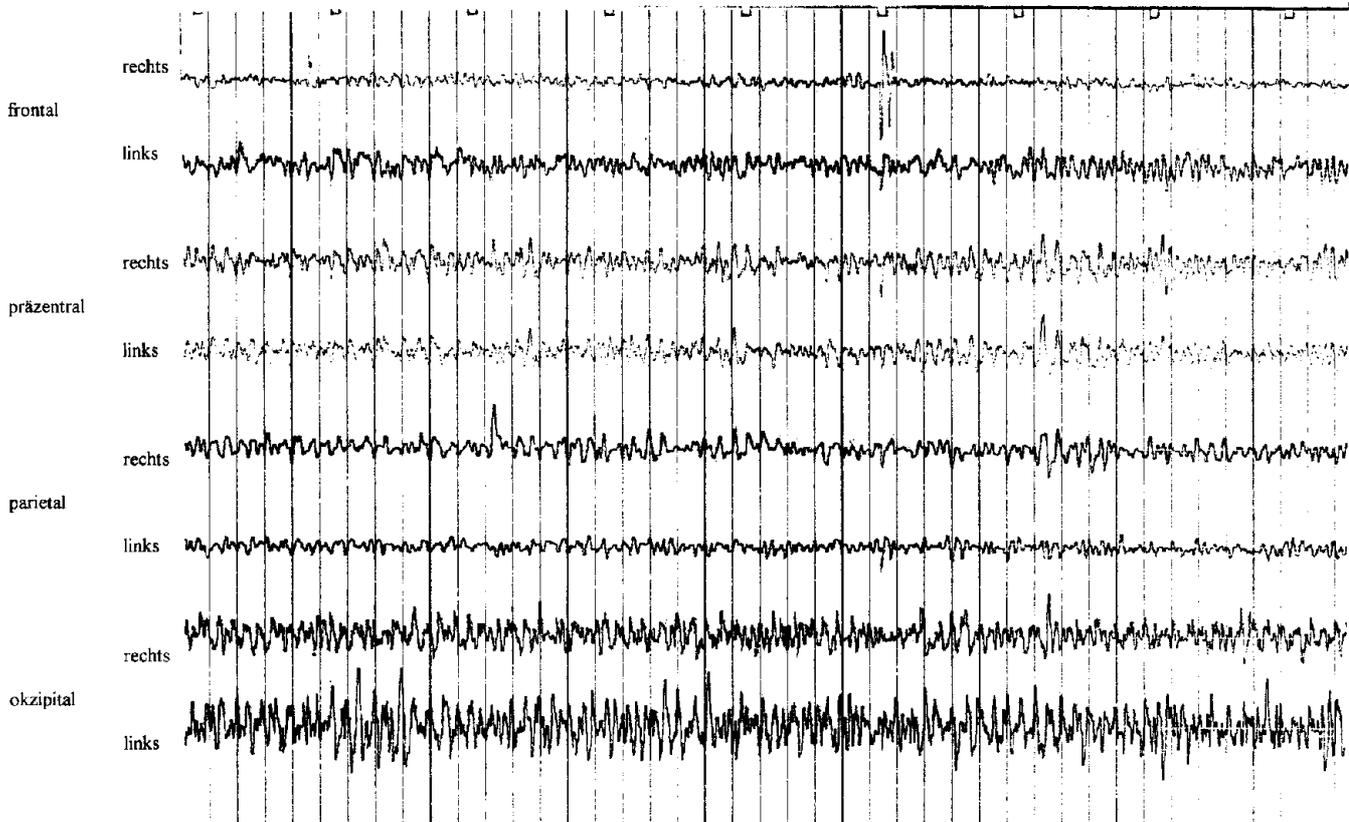


Abb. 1: EEG mit geschlossenen Augen

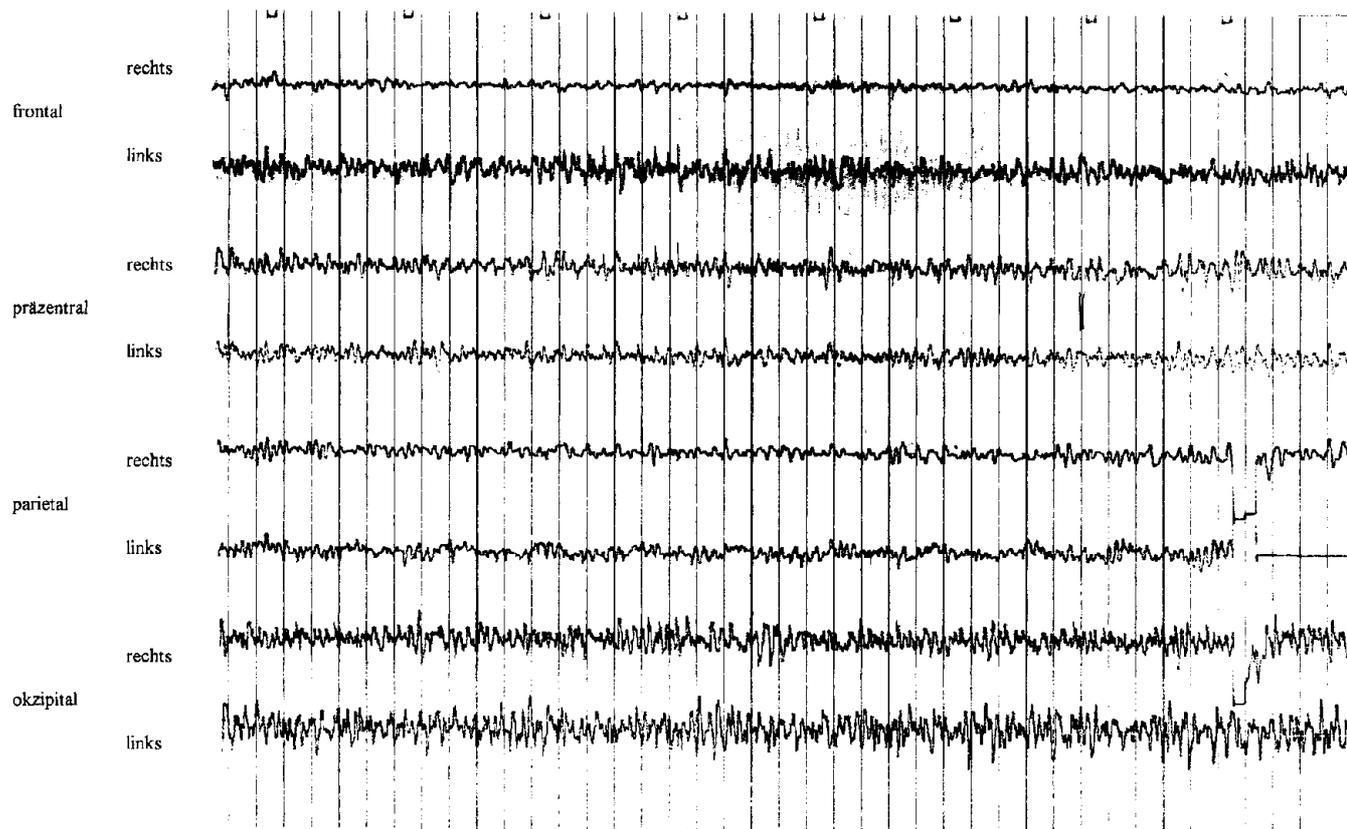


Abb. 2: EEG mit geöffneten Augen ohne binokulare Vollkorrektion

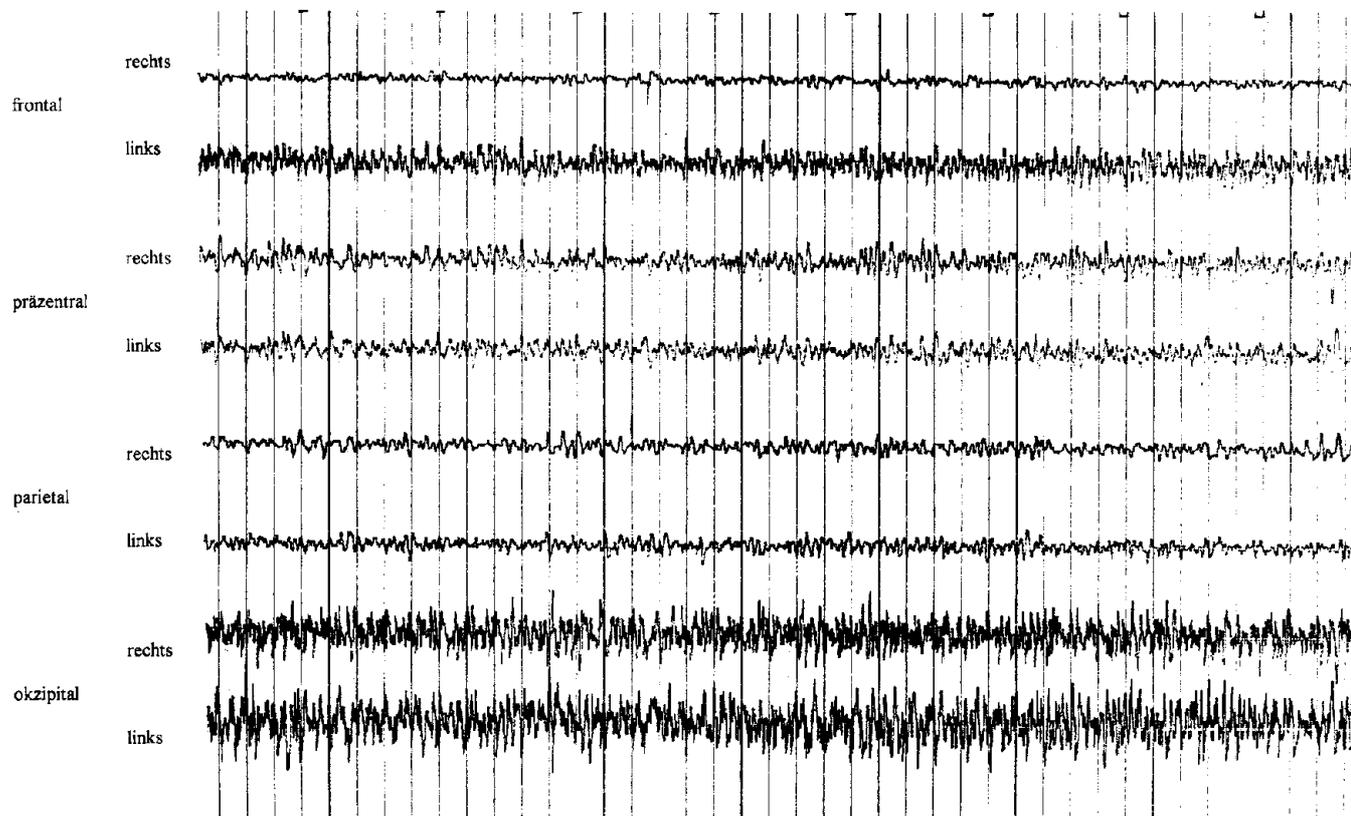


Abb. 3: EEG mit geöffneten Augen und mit binokularer Vollkorrektion.

sind als bei geöffneten Augen. Die Amplitude der Hirnwellen nimmt bei geöffneten Augen ab. Dies bedeutet, daß die aktiven Nervenzellen des Gehirns nun weniger synchron tätig sind als bei geschlossenen Augen. Beim Tragen der binokularen Vollkorrektur bleibt die Frequenz unverändert. Die Zahl der aktivierten Nervenzellen ist also weitgehend unabhängig davon, ob die binokulare Vollkorrektur getragen wurde oder nicht. Die Frequenz erhöht sich jedoch beim Tragen der binokularen Vollkorrektur deutlich. Die aktiven Nervenzellen sind nun in einem stärkeren Maße synchronisiert als es vorher der Fall war.

Das EEG zeigt in einem Fall Unterschiede, je nachdem, ob die binokulare Vollkorrektur getragen wurde oder nicht. In einem weiteren Fall wurden zwar ebenfalls Veränderungen beobachtet, diese sind jedoch zu gering, als daß aus ihnen weiterreichende Konsequenzen gezogen werden könnten. Es ist bekannt, daß mit einem EEG bei rund 30% von Anfallskranken ein unauffälliger Kurvenverlauf aufgezeichnet wird. Der Anteil falsch negativer Testergebnisse ist also relativ hoch. Es kann daher in unseren Untersuchungen aus einem unveränderten Kurvenverlauf nicht notwendigerweise geschlossen werden, daß im Gehirn keine Veränderungen stattgefunden haben. Das EEG kann aber offensichtlich als ein geeignetes Verfahren herangezogen werden, um mögliche Veränderungen im Bereich des Gehirns, die auf das Tragen der binokularen Vollkorrektur zurückzuführen sein könnten, zu erfassen.

Die verschiedenen EEG von Proband 1 lassen die Vermutung zu, daß das Tragen der binokularen Vollkorrektur einen positiven synergetischen Einfluß auf die Nervenzellen im Gehirn haben kann. Aus dem positiven Ergebnis

dieser einen Meßreihe können jedoch keine allgemein gültigen Folgerungen gezogen werden. Um die oben geäußerte Vermutung zu bestätigen, werden nun an Personen, die keinerlei Auffälligkeiten des Binokularsehens aufweisen, die hier beschriebenen Messungen wiederholt. Es werden ihnen Prismen mit definierter Stärke und Basislage vorgehalten und dann die EEG aufgezeichnet.

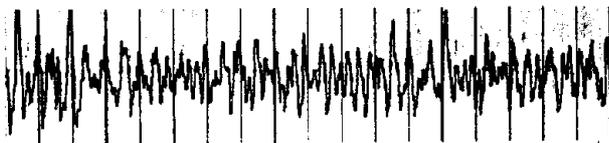
Weiterhin sollen ähnliche Messungen an emmetropen Personen durchgeführt werden, die künstlich hyperopisiert worden sind. Es soll dann ermittelt werden, ob übermäßige Akkommodationsanstrengungen zu besonderen Aktivitäten im Gehirn und damit zu Veränderungen im EEG führen. Wenn asthenopische Beschwerden auf unzureichende optische Korrektur zurückzuführen sind, sollten sich diese im EEG nachweisen lassen.

Danksagung

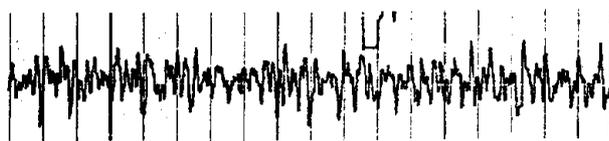
Wir danken Dr. med. Armentsoudis und Frau Becker für die große und unkomplizierte Hilfsbereitschaft bei der Erstellung der EEG. ■

okzipital links

geschlossene Augen



ohne Prismen



mit Prismen

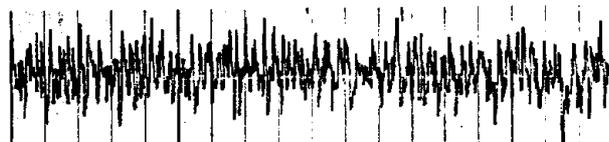


Abb. 4: Vergleich der EEG (okzipital links)