

Aus dem Max Planck-Institut für Hirnforschung, Physiologische Abteilung,  
Göttingen (Direktor: Prof. Dr. A. E. KOENMÜLLER)

## EEG bei hypnotischer Blindheit

Von  
**HELMUT EMRICH**

Mit 2 Textabbildungen

(Eingegangen am 18. Februar 1965)

Hypnose, autogenes Training und verwandte Zustände wurden auf ihre physiologischen Grundlagen hin mit EEG und EKG bereits systematisch untersucht. Es unterliegt wohl keinem Zweifel, daß die Hypnose primär auf das Zentralnervensystem wirkt, dessen Reaktionen beim Menschen bis heute am besten mit dem EEG zu beobachten sind. Daher haben sich mehrere Autoren mit dem EEG unter Hypnose befaßt. Einige von ihnen betrachten das EEG unter hypnotischer Blindheit, vor allem LOOMIS, HARVEY u. HOBART; DIAMANT u. Mitarb. und einige andere. Da die Ergebnisse sich zum Teil widersprechen und die Untersuchungen mit Ausnahme der von DIAMANT nur mit je einer Versuchsperson durchgeführt wurden, stellt sich die Frage, ob sich bei einer größeren Zahl von Versuchen und statistischer Behandlung unter Zuhilfenahme von Messungen ein Ergebnis sichern läßt.

### Methode

Zur Auswertung konnten die Kurven von zehn Versuchspersonen herangezogen werden, wobei mit jeder Versuchsperson vier große Serien durchgeführt wurden. Die Versuchspersonen waren fast durchweg Studenten der Altersgruppe 19 bis 30 Jahre, vier weiblichen, sechs männlichen Geschlechts.

a) *Ableitung.* Nach 2–3 Vorversuchen begann der Hauptversuch mit angelegten Elektroden im verdunkelten Raum. Die Kontrollableitung im Anschluß an den Versuch erfolgte unter den gleichen Bedingungen. Jede Lichtreizung fing frühestens nach 35 min an, so daß völlige Dunkeladaptation gewährleistet war.

Die Ableitung erfolgte unipolar, zur Kontrolle auch bipolar und zwar beidseitig hochfrontal, parietal und occipital, wobei drei Occipitalelektroden benutzt wurden, die mittlere lag 0,5 cm über der Protuberantia occipitalis ext. Die indifferente Elektrode und die Erde wurden je an den Ohrläppchen angebracht. Zur Aufzeichnung verwendeten wir den Schwarzer-Elektroencephalographen EEP 16 bei einer Papiergeschwindigkeit von 3 cm/sec. Die Zeitkonstante betrug 0,1 sec und die Frequenzblende 30 Hz, 50  $\mu$ V sind auf 8 mm geeicht worden. Eine in der Intensität regulierbare 60 W-Lampe wurde zur Lichtreizung benutzt, vor der zur homogenen Ausleuchtung des Gesichtsfeldes ein Schirm angebracht war. Die Augen der Versuchspersonen waren während des ganzen Versuchs geschlossen, von Hypnosebeginn an und während der Kontrolle. Alle Ergebnisse gelten also für geschlossene

Augen. Die Reizung erfolgte mit Einzelbelichtungen von je 2 sec Dauer, zunächst ansteigend von 0,4—0,8—4,3 bis auf 15,0 Lux und wieder zurück. Diese Werte sind subjektiv etwa gleichmäßig abgestuft, d. h. sie werden als gleichmäßig empfunden; die 0,4 Lux wurden von allen Versuchspersonen bei der Kontrolle ohne Hypnose gerade noch gesehen. Jede Lichtqualität wurde viermal appliziert, so daß sich insgesamt rund 2500 Lichtreizungen ergaben. Die Folge war unregelmäßig, damit die Versuchspersonen das Licht nicht erwarten konnten, denn sobald ein gewisser Rhythmus entstand, antworteten die Versuchspersonen bei der „Normal“-Ableitung in der Zeit, in der sie das Licht etwa erwarteten, mit Muskelpotentialen. Die Ableitung führten wir im Liegen durch, wobei ein Netz unter dem Kopf die Occipitalregion freimachte.

*b) Hypnose.* Nachdem sich die Versuchsperson bequem auf das Untersuchungsbett gelegt hatte, begann die Fixationsmethode, die durch die erforderliche ruhige Lage der Versuchsperson, der Elektroden wegen, als die geeignete erschien. Die Versuchsperson fixierte zwei Finger des VI., wobei die Suggestionen mit der Unfähigkeit des Scharfsehens begannen, dann Lidschwere und schließlich Augenschluß eintraten. Jetzt kamen Suggestionen der Entspannung, innerer Ruhe und Wohlbefinden, sowie des Beginns eines hypnotischen Zustandes. Zur Probe wurde der Katalepsieversuch gemacht. Nach zweimaligem Handauflegen auf die Stirn war der tiefhypnotische Zustand erreicht, was die Versuchspersonen bestätigten. Nun wurden mehrere Szenen suggeriert, die sie erlebten. Noch in der Hypnose sind sie zuweilen nach den Erlebnissen befragt worden. Darauf folgte Suggestion völliger Blindheit. Jetzt kam die Lichtreizung nach den oben angegebenen Regeln. Suggestion sehr grellen Lichtes schloß sich an, das stechend in die Augen dringt, und wieder wurde das gleiche Licht appliziert, allerdings zur Verstärkung der Suggestion ab 15 Lux absteigend. Nach der Desuggestion und Beendigung der Hypnose wurden die Versuchspersonen nochmals nach allen Erlebnissen gefragt.

Die vorliegende hypnotische Blindheit unterscheidet sich grundlegend von einer solchen, wobei bestimmte Dinge nicht mehr gesehen werden (im Somnambulismus). Es handelt sich hierbei nicht um Sehdinge, sondern um den maximal physiologischen und minimal psychologischen Reiz, da ein völlig undifferenziertes Licht den Reiz darstellt.

*c) Auswertung.* War die Suggestion einmal durchbrochen worden und wurde ein Licht gesehen, so haben wir die Werte ausgeschlossen, so daß nur tatsächlich nicht gesehene verarbeitet wurden. Die Versager sind gesondert vermessen. Die Auswertung erfolgte hauptsächlich durch die Messung der unipolaren Ableitung des Punktes 0,5 cm über der Protuberantia occ. ext. und der kontralateralen hochfrontalen Unipolarableitung. Gemessen ist die Amplitude mit der Meßschablone der Fa. Schwarzer von Spitze zu Spitze, die Frequenz durch Auszählen. Die Angabe der Frequenz geschieht direkt in Hz, der Amplitude wegen besserer Übersichtlichkeit in Gesamtspannungsproduktion in der Sekunde, nur als Vergleichswert ohne Anspruch auf Absolutheit. Daraus kann der Mittelwert jeder Einzelwelle erhalten werden, indem die Mikrovolt je Sekunde dividiert werden durch die Frequenz.

Zur Beurteilung der reinen Lichtwirkung erfolgte die gleiche Messung 2 sec vor jeder Lichtreizung, das entspricht 6 cm. Nun kann die auftretende Differenz zwischen der Ableitung vor der Lichtreizung und der unter Belichtung nur durch die Wirkung des Lichtes hervorgerufen sein. Neben den absoluten Werten (Tab. 1) wurden diese Differenzen als Amplituden- bzw. Frequenzverminderung und -erhöhung gesammelt und rechnerisch gemittelt (Tab. 2).

Sicher wäre es physiologischer, nur die regelmäßigen Stücke der Kurve zu vermessen, dann wäre aber die Entscheidung willkürlich, welches Stück der Kurve zu messen ist. Es sei daher nochmals betont, daß stets die ganze Strecke unter Licht-

reizung vermessen wurde (2 sec = 6 cm) und die ganze Strecke unmittelbar vor der Belichtung, ebenfalls 6 cm. Dabei war es gleichgültig, wie das Wellenbild aussah, sodaß auch langsamere und schnellere Wellen als die des  $\alpha$ -Bandes verwertet wurden. Allerdings hat die Berechnung ergeben, daß die vom  $\alpha$ -Band abweichenden Wellen zu weniger als 5% vertreten waren, also den Extrembereichen einer Häufigkeitsverteilung entsprechen, deren Mittel innerhalb des  $\alpha$ -Bereichs liegt. So betrachtet kann die Untersuchung als auf das  $\alpha$ -Band beschränkt angesehen werden.

Die mathematische Behandlung erfolgte durch arithmetische Mittelung und Berechnung der Standardabweichung. Zur Signifikanzbestimmung benützten wir den *t*-Test, der gültig ist für  $N_1 + N_2$  größer als 200, was im vorliegenden Fall erfüllt ist<sup>1</sup>.

### Ergebnisse

Versuche über physiologische Reaktionen im Zustand der Hypnose müssen zunächst die Wirkung der Hypnose auf den Indicator, hier das EEG, berücksichtigen. Zu diesem Zweck wurde während der ganzen Einleitung des Zustandes das EEG registriert mit einer Papiergeschwindigkeit von 0,75 mm/sec. Hierbei ergibt sich ein Band, an dem das Verhalten der Amplitude gut ablesbar ist. Es zeigt sich, daß mit Vertiefung der Hypnose die Amplitude abnimmt, occipital stärker als frontal und am stärksten nach Suggestion der Blindheit. Auch die Frequenz nimmt ab, von 9,71 Hz im „Normal“-Zustand (ohne Hypnose) auf 8,44 Hz in Tiefhypnose. Ferner besteht zwischen der Hypnose während der Blindheit und der während der Suggestion grellen Lichtes ein signifikanter Unterschied von 0,73 Hz für die Frequenz und von 38,6  $\mu$ V/sec für die Amplitude und zwar in Richtung der Vergrößerung der Amplitude und Erhöhung der Frequenz während Grellsuggestion.

Ein deutlicher Unterschied des EEG unter Hypnose zu dem des Schlafes zeigte sich bei unseren Schlafversuchen. Schon die geringsten Geräusche und alle Störungen führten zu Weckreaktionen, aber selbst lautere Töne ließen das Ruhebild unter Hypnose unbeeinflußt.

Die wichtigsten Ergebnisse sind in Tab. 1 enthalten. Da bei einer solchen Untersuchung mehrere Faktoren eine Rolle spielen, versuchten wir zunächst den Faktor, bedingt durch die Hypnose an sich, zu errechnen und zu eliminieren. Dazu wurde eine Messung von Amplitude und Frequenz in der Aufzeichnung kurz vor jeder Lichtreizung durchgeführt, worauf das Licht sicher noch keinen Einfluß haben konnte. Es ergibt sich für den „Normal“-Zustand ein signifikant höherfrequentes und ein signifikant höheramplitudiges Bild gegenüber dem Hypnosezustand. Eine Mittelstellung weist die Hypnose unter Grellsuggestion auf, die Differenz ist aber für Amplitude und Frequenz sowohl gegen den „Normal“-Zustand als auch gegen die Hypnose bei Blindheit mit 99% Wahrscheinlichkeit immer noch signifikant.

<sup>1</sup> An dieser Stelle sei Fräulein ELKE STREEK für die aufopfernde Mitarbeit bei Durchführung und Auswertung der Versuche gedankt.

Nachdem diese Differenzen der Hypnosegrade statistisch gesichert sind, kann man unvorbelaestet von Fremdfaktoren in die eigentliche Untersuchung gehen. Die Differenz, die sich ergibt zwischen der Lichtreizung selbst und der Zeit unmittelbar davor, sogenannte Vorlichtzeit, kann nur durch das Licht ausgelöst sein, da es die einzige geänderte

Tabelle 1  
*Mittelwerte der occipitalen Frequenz*

	Vorlicht		Licht	
	Mittelwert Hz	Standard- abweichung	Mittelwert Hz	Standard- abweichung
Kontrolle: „normal“ (ohne Hypnose)	9,71	1,37	9,54	1,44
Suggestion: „blind“	8,44	1,72	8,73	1,61
Suggestion: „grell“	9,17	1,67	8,95	1,66

*Mittelwerte der occipitalen Amplitude*

	Vorlicht			Licht		
	Amplitude μV/sec	Standard- abweichung	Mittel jeder Einzelwelle	Amplitude μV/sec	Standard- abweichung	Mittel jeder Einzelwelle
Kontrolle: „normal“	206,2	84,2	21,2	172,2	71,8	18,1
Suggestion: „blind“	129,4	56,3	15,3	146,2	65,0	16,7
Suggestion: „grell“	168,0	75,9	18,3	139,9	64,9	15,6

Die kursiv gedruckten Zahlen sind nicht signifikant.

Bedingung darstellt. Die Spontanschwankungen, die selbstverständlich in jedem EEG vorkommen, müssen in Kauf genommen werden. Diese aber mitteln sich mit hoher statistischer Wahrscheinlichkeit durch die große Zahl der Versuche aus, in dem Sinne, daß diese Zufälle in jeder Bedingung gleich häufig auftreten.

Wie aus Tab. 1 hervorgeht, bestehen signifikante Unterschiede mit 99% Wahrscheinlichkeit bei der Bedingung „normal“ für Amplitude und Frequenz im Sinne einer Verminderung durch das Licht. Unter *Verminderung* verstehen wir ganz allgemein einen *Rückgang der Voltage* bzw. ein *Absinken der Frequenz*.

Unter der Bedingung hypnotischer Blindheit läßt sich für die Frequenz keine Verminderung nachweisen. Der Unterschied zwischen der Frequenz vor der Lichtgabe und der während dieser ist sehr klein und

nicht signifikant. Es kann zwar mathematisch-statistisch immer nur ein „Unterschied“ bewiesen werden, nicht aber „kein Unterschied“, angesichts der großen Zahl der Versuche aber ist „kein Unterschied“ recht wahrscheinlich.

Für die Amplitude ergibt sich unter Blindheitssuggestion ebenfalls keine Verminderung (diejenige im „Normal“-Zustand ist über viermal so groß), jedoch eine signifikante Amplitudenerhöhung während der Belichtung gegenüber der Strecke unmittelbar davor. Diese Amplitudenerhöhung ist etwa dreimal stärker als im „Normal“-Zustand und etwa ebensovielmal stärker als in der gleichen Hypnose unter der Suggestion grellen Lichtes. Dies wird aus Tab.2 ersichtlich.

Tabelle 2. *Differenzen Vorlicht—Licht*  
*Frequenz und Amplitude*  
*Mittelwerte occipital*

	Verminderung		Erhöhung	
	Frequenz Hz	Amplitude $\mu\text{V/sec}$	Frequenz Hz	Amplitude $\mu\text{V/sec}$
„normal“ (ohne Hypnose)	0,569	41,49	0,20	7,44
„blind“	0,413	9,71	0,49	26,64
„grell“	0,653	36,87	0,20	8,52

Hier wurden alle Abweichungen, die zwischen der Lichtreizung und der Vorlichtzeit bestanden, zahlenmäßig festgehalten. War die Frequenz vor der Lichtreizung etwa 10,0 Hz, während dieser aber etwa 9,3 Hz, so wurde in der Tabelle für diesen Einzelwert  $-0,7$  aufgetragen, was damit einer Verminderung entspricht. War die Amplitude vorher 150  $\mu\text{V/sec}$ , während der Belichtung aber etwa 183  $\mu\text{V/sec}$ , dann verzeichneten wir  $+33$ , also unter der Spalte Erhöhung. Dann wurden die Werte gemittelt. Eine gewisse Spanne, in der weder Erhöhung noch Verminderung zu verzeichnen sind, ist hierbei kaum gegeben, da nur die absolute Differenz „null“ diese bedeuten könnte. Es stellen zwar Reaktionen von 1  $\mu\text{V/sec}$  keine realen dar, es erhebt sich aber dann die Frage, wo die Grenze zu ziehen ist zwischen realer Erhöhung und „keiner Reaktion“. Deshalb haben wir auf eine künstliche Grenzziehung verzichtet und begnügen uns mit der mathematisch gegebenen.

Obwohl auch die Frequenz eine mehr als zweimal so starke Erhöhung im Blindzustand aufweist gegenüber dem „Normalen“, ist sie dennoch stabiler gegenüber einer Bedingungsänderung als die Amplitude. Auch in den Schwankungen bei den einzelnen Versuchen weist sie eine größere

Stabilität auf. Das zeigt der Variabilitätskoeffizient  $V = \sigma/M \cdot 100$ , der für die Frequenz 17,7 beträgt, für die Amplitude aber 43,7. Die Amplitude schwankt also etwa  $2^{1/2}$  mal so stark wie die Frequenz.

Die Verhältnisse während Suggestion grellen Lichtes entsprechen etwa denen im „Normal“-Zustand (Tab. 2). Die Frequenzverminderung liegt sogar etwas höher als die der „Normal“-Werte, in der Amplitude allerdings etwas niedriger, obwohl das Licht subjektiv meist greller empfunden wurde als das der „Normal“-Serie. Die Werte sind aber nicht unbedingt vergleichbar, weil die „Grell“-Serie nicht alle Abstufungen der anderen beiden enthält.

Die Versager, d. h. die Lichtreizungen, die trotz Blindsight vereinzelt gesehen wurden, ergaben bei Vermessung ebenso eine Verminderung wie beim Wachzustand. Die Mittelwerte sind:

	Frequenz	Amplitude
Vorlicht	8,94 Hz	156,9 $\mu$ V/sec
Licht	8,90 Hz	143,3 $\mu$ V/sec

In Abb. 1 sind die errechneten Amplituden- und Frequenzerhöhungen für die einzelnen Lichtintensitäten graphisch dargestellt. Die hier gezeigten Unterschiede zwischen den Intensitäten dürfen aber nur als Tendenz bewertet werden, da eine Signifikanz zumeist nicht erzielt werden konnte. Die Erhöhung der Blindwerte ist deutlich ausgeprägt. Die Amplitudenerhöhung erreicht ihren Gipfel bei der stärksten Belichtung 15,0 Lux, die stärkste Frequenzerhöhung fällt interessanterweise damit nicht zusammen, sie erreicht ihren Gipfel erst bei 4,3 Lux absteigend. Die „Normal“-Serie läuft etwas regellos mit leichter Tendenz zum Anstieg, fällt allerdings am Ende wieder ab. Bemerkenswert erscheint nur das Minimum der „Normal“-Werte beim absteigenden Durchgang der 4,3 Lux, wo bei „blind“ das Frequenzmaximum liegt. Ein recht ähnliches Bild ergibt auch die Beurteilung durch den Augenschein, der zeigt, daß rund ein Drittel aller Amplitudenerhöhungen rein occipitale sind.

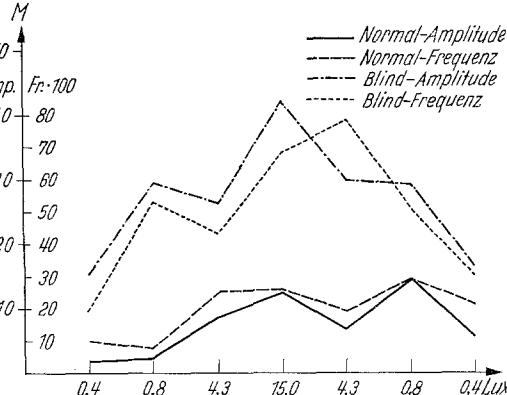


Abb. 1. Amplituden- und Frequenzerhöhung bei den verschiedenen Lichtintensitäten. Berechnet als Differenz Vorlicht-Licht. Für die Amplitude sind die Werte direkt aufgetragen, der Wert der Frequenz ist mit 100 multipliziert. Man achtet auf die unterschiedliche Ordinate für Amplitude und Frequenz

Die entsprechende Aufzeichnung für die Verminderung besteht nur aus etwa parallelen Kurven für „normal“ und „blind“, wobei „normal“ weit über „blind“ liegt. Die „Normal“-Kurve erreicht einen flachen Gipfel bei der großen Lichtintensität 15 Lux, die „Blind“-Kurve fällt gleichmäßig ab vom Beginn bis zum Versuchsende. Auffällig ist der hohe Beginn beim ersten Licht, das von schwacher Intensität ist.

Die weitere Betrachtung des Hirnstrombildes läßt erkennen, daß nach der Belichtung nicht immer der ursprüngliche Zustand sich wieder einstellt. Es sind als off-Effekte sowohl Verminderungen wie Erhöhungen von Amplitude oder Frequenz nachweisbar. Dabei zeigt sich außer einer Betonung der starken Lichtintensitäten bei der „Normal“-Serie kein regelmäßiger Verlauf. Immerhin ist aber bemerkenswert, daß bei der off-Verminderung im Gegensatz zur on-Verminderung die „Blind“-Werte eine leichte Tendenz zum Anstieg verzeichnen und die Betonung des ersten Lichtes hier überhaupt fortfällt. Besonders auffällig ist der Sachverhalt bei Betrachtung der off-Erhöhung. Hier zeigt sich wieder eine

Tabelle 3. *Latenzzeit der Lichtreaktionen im EEG*  
(on-Latenzzeit)  
*Mittelwerte*

	Amplitudenminderung msec			Amplitudenerhöhung msec		
	frontal	occipital	Differenz	frontal	occipital	Differenz
normal	292 240	205 208	— 87	473 301	551 296	+ 78
blind	326 258	217 160	—109	537 370	658 326	+121
grell	280 270	215 240	— 65	340 328	487 345	+147

Die kursiv gedruckten Zahlen bedeuten jeweils die mittlere quadratische Abweichung vom Mittelwert.

Betonung des ersten Wertes, so daß eine gekreuzte Gegenbewegung entsteht: Die on-Verminderung verhält sich dem ersten Licht gegenüber wie die off-Erhöhung, die on-Erhöhung wie die off-Verminderung. Dabei verhalten sich off-Verminderung entgegengesetzt der on-Verminderung und off-Erhöhung entgegengesetzt der on-Erhöhung. Wegen mangelnder statistischer Sicherung können aber daraus keine weitreichenden Schlüsse gezogen werden.

Die Mittelwerte der Latenz zwischen dem Lichteinfall und der ersten cerebralen Reaktion der Amplitude im EEG sind in Tab. 3 dargestellt. Man ersieht eine occipital viel rascher einsetzende Verminderung der Amplitude, während die Amplitudenerhöhung frontal schneller beginnt.

Generell ist die on-Latenz der Verminderung ziemlich genau halb so lang wie die der Erhöhung. Es besteht ferner die Tendenz, daß die kürzeste Latenz bei Grellsuggestion mit Lichtreizung angetroffen wird, dann folgt der „Normal“-Zustand und die längste Latenz hat man bei hypnotischer Blindheit. Es kann daher vermutet werden, daß Amplitudenerhöhung und -verminderung unterschiedene Reaktionen sind, die an verschiedenen Orten entstehen. Bei Annahme gleicher Leitungsgeschwindigkeit müßte der Entstehungsort der Amplitudenerhöhung näher der Frontalrinde liegen und der der -minderung näher dem Occiput.

Zum Schluß sei nochmals auf Tab. 1 verwiesen. Dort ist ein Absinken von Amplitude *und* Frequenz festzustellen. Dies steht nicht im Einklang mit bisherigen Erfahrungen bei Untersuchungen mit andersartiger Konditionierung, lediglich MARINESCO, SAGER u. KREINDLER teilen einen ähnlichen Befund mit.

### Besprechung der Ergebnisse

In vorliegender Untersuchung haben wir bei rein verbaler Hypnose bereits eine Änderung des EEG-Bildes gegenüber dem „Normal“-Zustand. Da keinerlei Schlafzeichen nachzuweisen sind, dürfte es sich um ein Ruhe-EEG handeln mit Niedervoltage und leichtem Sinken der Frequenz. Daß dieses Ruhebild einem Einschlaf-EEG ähnelt, darf uns nicht verwundern, denn es sind für die hier angewandte Hypnose wie den Schlafbeginn die gleichen Voraussetzungen erfüllt: Zunehmende Relaxation des Körpers, allerdings mit dem grundlegenden Unterschied, daß für den Schlaf alle Bewußtseinsfunktionen auf Ruhe geschaltet werden, bei Hypnose aber werden besondere gezielt ausgenommen, weshalb der Ruhezustand in Hypnose auch nicht per se zum Schlafe führt. Einige kleine Unterschiede des Ruhe-EEG zum Einschlafbild bestehen außerdem: Obgleich die  $\alpha$ -bursts im Hypnosezustand relativ seltener sind als im Einschlafstadium, treten nie  $\beta$ -bursts auf, die zwar in drowsiness selten sind, aber doch vorhanden. Die Frequenz nimmt zudem nicht in dem Maße ab wie beim Einschlafen, sie liegt immer noch an der unteren Grenze des  $\alpha$ -Bandes. Die Abnahme überhaupt mag dadurch mitbedingt sein, daß die Versuche im Liegen durchgeführt wurden, wobei auch LOOMIS, HARVEY u. HOBART einen ähnlichen Befund erhielten. Solche Voltageabfälle wurden zudem von BLAKE u. GERARD gefunden, von MARINESCO, SAGER u. KREINDLER, von BARKER u. BURGWIN u. v. a. Diese Autoren sind sich aber mit DYNES; FORD u. YEAGER, mit HEIMANN u. SPOERRI u. a. einig, daß es sich dabei um ein Wachbild handelt.

DIAMANT u. Mitarb. fanden 40% der Versuchspersonen mit eingeschränktem Wachzustand, nicht nur in Hypnose sondern auch bei Wachableitungen, was die Autoren als oberflächliche Schlafaktivität

bezeichnen. Diese Beobachtung wurde auch in vorliegender Untersuchung zuweilen gemacht.

Andere Autoren sehen die Hypnose als partiellen Schlaf, vor allem FRANEK u. THREN, die vom autogenen Training ausgehend schon während der Fixation 6 Hz-Wellen erhielten und kurz darauf 3—1,5 Hz-Wellen mit Amplitudenerhöhung.

Die unterschiedlichen Ergebnisse sind wahrscheinlich auf unterschiedliche Hypnosetechnik zurückzuführen. In unserem Fall ist das Bild neben der Ruhesuggestion durch die ruhige Lage der Versuchsperson über 1 Std lang bestimmt und durch die für die nachherige Belichtung nötige Abdunkelung des Raumes, wodurch die Versuchspersonen in einen Ruhezustand gelangen ohne jedoch zu schlafen.

Das Hauptergebnis stellt die signifikante Amplitudenerhöhung dar während hypnotischer Blindheit im Gegensatz zur signifikanten Verminderung von Amplitude und Frequenz bei den Bedingungen „normal“ und „grell“. Suggerierte Blindheit scheint ein physiologisch unterschiedener Zustand zu sein gegenüber jedem ohne die Blindsightsuggestion. Diese Ergebnisse stehen im Einklang mit LOOMIS, HARVEY u. HOBART, die allerdings mit offenen Augen experimentierten, wobei das Licht ständig leuchtete und Aufflammen und Erlöschen nur suggestiv bestand. FORD u. YEAGER; DIAMANT u. Mitarb., auch BLAKE u. GERARD fanden dagegen trotz Blindsightsuggestion eine Amplitudenminderung. Allerdings führen letztere das auf ungenügende Hypnosetiefe zurück. Die genannten Untersucher hatten mit Ausnahme von DIAMANT nur je eine Versuchsperson. LUNDHOLM u. LÖWENBACH arbeiteten mit drei Versuchspersonen und konnten bei Versuchen mit *posthypnotischer* Blindheit keinerlei Änderung des Hirnstrombildes gegenüber dem Normalzustand finden. Im vorliegenden Falle aber führte eine große Zahl von Versuchen und statistische Methodik zum Befund der Amplitudenerhöhung während der „Blindsight“.

Dagegen kann eingewandt werden, es handle sich bei der Erhöhung der Amplitude lediglich um einen paradoxen on-Effekt im herkömmlichen Sinne, also nur abhängig von der Ausgangslage. Die (unbeabsichtigten) Versager hatten jedoch, mit der einzigen Ausnahme der „Nichtblindheit“, die gleichen Bedingungen wie zur Zeit der tatsächlichen „Blindsight“. Trotzdem verhalten sie sich entsprechend der „Normal“-Serie, was für eine spezifische Wirkung hypnotischer Blindheit spricht. Ein weiterer Einwand könnte lauten: Die Versager hatten (zufällig) einen etwas höheren Ausgangswert, auf den einerseits die Amplitudenminderung zurückzuführen ist und was andererseits die hirnphysiologische Ursache für das Versagen darstellt.

Auf Grund der Kontrollserie („normal“) haben wir den Wert bestimmt, von dem an nach oben Amplitudenverminderungen auftreten,

und den, von dem an nach unten Erhöhungen verzeichnet werden. Der Wert zwischen den beiden stellt dann die Scheide zwischen Amplitudeminderung und -erhöhung dar. Es besteht eine bestimmte Relation zwischen dem Ausgangswert und dem Auftreten von Erhöhung oder Verminderung, dergestalt, daß niedere Amplituden zur Erhöhung, höhere aber zur Verminderung neigen. Stellen wir die Hypothese auf, diese Relation sei prozentual, dann können wir von der Kontrollserie („normal“) ausgehend für jeden Ausgangswert die Zahl errechnen, von der ab Verminderung und die, von der ab Erhöhung der Amplitude hypothetisch zu erwarten sind. Die Hypothese wird gestützt durch den Wert „grell“ in der untenstehenden Tabelle, der sich zum „Normal“-Wert prozentual verhält. Stimmt die Behauptung, die Amplituden-erhöhung sei nur ein paradoyer on-Effekt, abhängig von der Ausgangslage *allein*, dann müßten die tatsächlichen Zahlen der Erhöhungs- bzw. Verminderungsgrenzen bei „blind“ mit den hypothetischen einigermaßen übereinstimmen, wie das bei „grell“ auch der Fall ist.

Grenzwert Ampl.-Verminderung $\mu$ V		hypothetisch
Normal:	217,1	—
Blind:	143,2	136,2
Grell:	178,7	177,0
Grenzwert Ampl.-Erhöhung $\mu$ V		hypothetisch
Normal:	170,4	—
Blind:	121,5	106,9
Grell:	135,6	138,8

Es zeigt sich keine solche Übereinstimmung. Die „tatsächlichen“ Zahlen liegen bei der Erhöhung wesentlich höher als die „hypothetischen“, d. h., daß während hypnotischer Blindheit die Bereitschaft besteht, viel höhere Ausgangswerte noch zu steigern als nach der Hypothese zu erwarten war. In die gleiche Richtung deutet der „tatsächliche“ Grenzwert für die Amplitudenverminderung, er ist ebenfalls erhöht, was bedeutet, daß die Amplitude schon höhere Grade erreichen muß als zu erwarten, um die Chance der Verminderung zu haben. Ganz ähnliche Verhältnisse bestehen auch bei der Errechnung des gewogenen Mittels, bei dem die jeweilige *Höhe* von Amplitudensteigerung oder -verminderung berücksichtigt wird.

Bei der Vermessung der frontalen Werte ereignete sich der Glücksfall, daß die Amplitudenausgangswerte der Bedingungen „grell“ und „blind“ gleich waren. Dennoch ergab sich bei „blind“ eine eindeutige Erhöhung der Amplitude, bei „grell“ aber eine Verminderung. Nachstehend die Zahlen:

	Vorlicht $\mu$ V	Licht $\mu$ V	Differenz
Blind:	157,7	174,5	+16,8
Grell:	157,6	150,2	— 7,4

Aus dem eben Gesagten scheint hervorzugehen, daß die hypnotische Blindheit eine Amplitudenerhöhung im EEG verursacht über den herkömmlichen paradoxen on-Effekt hinaus.

BAROLIN u. BECK untersuchten das evoked potential der Sehrinde unter Suggestion eines hellen und nahen Lichtes und zum anderen eines trüben und fernen bei identischer Lichtquelle. Die evoked potentials unterschieden sich nicht signifikant. Wenn dieses Ergebnis mit dem vorliegenden verglichen werden kann, was nicht ohne Bedenken ist, da es sich bei BAROLIN u. BECK nicht um völlige hypnotische Blindheit handelt, dann scheint der Lichtreiz in der Sehrinde jedesmal völlig gleich beantwortet zu werden ungeachtet hypnotischer Beeinflussung. Das vorliegende Ergebnis aber zeigt eine signifikante Amplitudenerhöhung des EEG unter Belichtung bei hypnotischer Blindheit gegenüber dem „Normal“-Zustand.

Schon das Auftreten einer Reaktion im EEG während Lichtreiz bei hypnotischer Blindheit zeigt, daß das Licht im ZNS „angekommen“ sein muß, die evoked potentials bei BAROLIN u. BECK waren ebenfalls immer gleich groß. Dennoch ist das Licht bei hypnotischer Blindheit nicht „bewußt“ wahrgenommen, perzipiert worden. Der gewöhnliche Weg eines überschwülligen Lichtreizes geht bis zur „bewußten“ Wahrnehmung, bei hypnotischer Blindheit aber offenbar nicht. Vor dem Eintritt in eine noch unbekannte Region, in der wir die Bewußtwerdung einer Wahrnehmung vermuten müssen, könnte durch die Suggestion die Lichtwahrnehmung gebremst werden, und diese „Bremse“ scheint mit einer Erhöhung der Amplitude im EEG verbunden. Versagt diese Bremsung (siehe Versager), dann gibt es keine Amplitudenerhöhung, sondern eine Verminderung wie im „Normal“-Zustand. Dabei ist es nicht unwahrscheinlich, daß solche Wahrnehmungshemmungen mit Phänomenen der Aufmerksamkeit eng verknüpft sind.

LEHMANN u. Mitarb. erzeugten kleine schwache Lichtpunkte auf Kontaktsschalen am Auge. Auf Grund von Aufmerksamkeitsschwankungen entgingen diese zeitweise der Wahrnehmung. In den Zeiten aber, da die Lichtchen nicht gesehen wurden, bestand eine deutlich höhere  $\alpha$ -Amplitude.

Abb.2 stammt von einer Versuchsperson unter noch anderen, die dazu angab, sie habe das Licht nur ganz kurz gesehen, den Bruchteil einer Sekunde lang (es blieb aber 2 sec). Hier kann man folgendes vermuten: Versuchsperson hat den Blindheitsbefehl „vergessen“, sieht momentan Licht, das nach einer Latenzphase eine Amplitudenminderung auslöst (Abb.2), sie wird durch das Licht „erinnert“, löscht es aus indem sie wieder „blind“ wird und antwortet mit einer Erhöhung der Amplitude. Die Vermutung vor die „bewußte“ Wahrnehmung geschalteter „Bremsysteme“, die durch die Blindsight suggestion aktiviert werden und sich in einer Amplitudenerhöhung kundtun, erscheint zunächst sehr weit gegangen.

Die Befunde jedoch von DIXON u. LEAR lassen sich zwanglos auf diese Weise interpretieren, obgleich die Autoren andere Möglichkeiten diskutieren, damit aber nur einen Teil ihrer Befunde erläutern können.

Ihre Ergebnisse sollen kurz referiert sein: Aus einem Assoziationstest suchten die Autoren für jede Person 4 sicher gefühlbetonte Wörter und 4 neutrale. Sie boten nun die Worte mit unterschwelligem Licht

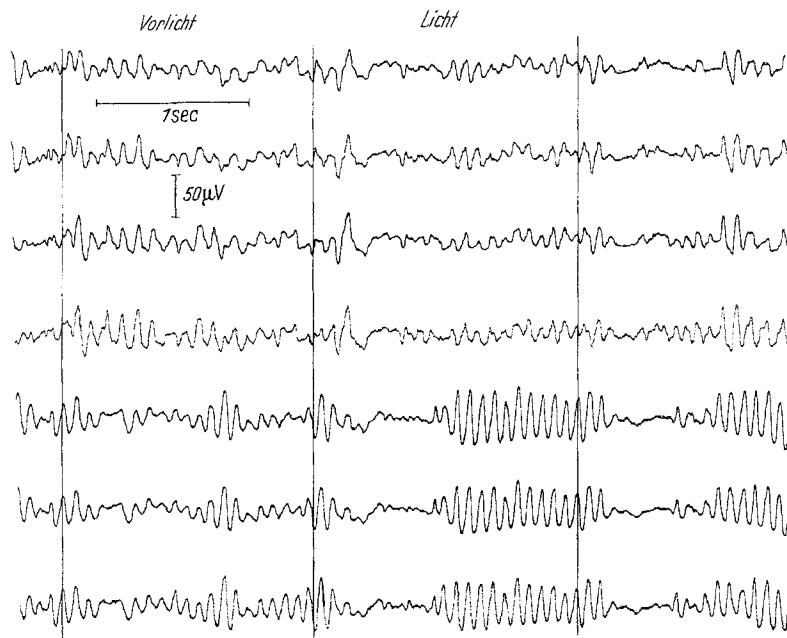


Abb. 2. Hypnotische Blindheit. Von oben nach unten: 1 und 2 hochfrontale, 3 und 4 parietale, 5—7 occipitale Unipolarableitungen. — Der mittlere senkrechte Strich bezeichnet den Beginn des Lichtreizes, der folgende sein Ende. Auf Lichtreiz entsteht occipital nach einer Latenz Amplitudenniedrigung, lokal gefolgt von starker Amplitudenerhöhung ungewöhnlicher Konstanz. Das zweite Auftreten einer ähnlichen Erhöhung nach dem Lichtreiz ist vielleicht Wirkung des Nachbildes. Weiteres im Text

dar, steigerten dann die Intensität bis die Versuchsperson gerade einen Lichtschein erkennen, und weiter bis sie das Wort lesen konnte. Die neutralen Wörter brauchten eine bestimmte, für alle relativ konstante, Intensität bis sie erkannt wurden. Hier waren im EEG keine Auffälligkeiten zu bemerken. Die gefühlbetonten Wörter aber schieden sich in zwei Gruppen: Die erste brauchte eine signifikant kleinere Lichtintensität bis zur Erkennung und hatte im EEG noch vor der Erkennung weniger  $\alpha$ -Tätigkeit mit kleineren Amplituden als bei neutralen Wörtern. Die zweite Gruppe hatte eine höhere Reizschwelle, brauchte also eine größere Lichtintensität bis zur Erkennung des Wortes und hatte dabei vermehrt  $\alpha$ -Tätigkeit im EEG gegenüber den Neutralwörtern mit signifikant erhöhter Amplitude, vor der Erkennung des Wortes.

Wahrscheinlich waren die Wörter der ersten Gruppe positiv gefühlsbetonte, die der zweiten aber negative, die zu erkennen subjektiv unangenehm ist.

Die Parallele zur vorliegenden Untersuchung drängt sich auf: Hier „*darf*“ die Versuchsperson das Licht nicht sehen, bei DIXON u. LEAR dagegen „*will*“ sie das Wort nicht erkennen, bis es dann wegen zu großer Intensität „*unumgänglich*“ wird. In beiden Fällen entsteht eine Vergrößerung der Amplitude im EEG.

Prinzipiell ist eine Hemmung der bewußten Wahrnehmung schon lange bekannt, denn es wird bei weitem nicht alles, was an Reizen ins Auge dringt, „bewußt“ wahrgenommen. Es muß ohnehin ein System bestehen, das eine Auswahl trifft. Diese scheint einerseits nach Reizstärke getroffen zu werden, andererseits aber auch nach dem Bedeutungsgehalt für das Individuum, wie die Habituation zeigt, die gleichfalls durch Hypnose zu beeinflussen ist (EMRICH). Ein Reiz aber, der, wie im vorliegenden Fall, wegen seiner Stärke ins „Bewußtsein“ treten müßte, kann dennoch blockiert werden, dazu aber scheint eine besondere Aktion nötig zu sein, die sich vielleicht in der beschriebenen Amplitudenerhöhung kundtut. Immerhin ist die Amplitudenerhöhung um so größer, je stärker der Lichtreiz ist (Abb.1). Wie weit auch hier erregbarkeitssteuernde Vorgänge im Sinne KORNMÜLLERS die physiologische Grundlage darstellen, kann nach diesem Material nicht mit Sicherheit beurteilt werden.

### Zusammenfassung

EEG-Versuche am Menschen wurden durchgeführt mit insgesamt etwa 2500 Augenbelichtungen bei stets geschlossenen Augen. Es wurde experimentiert unter „Normal“-Bedingungen (Kontrolle) und bei hypnotischer Blindheit.

Bei „Normal“-Bedingung (ohne Hypnose) ergab die Lichtreizung eine signifikante Amplituden- und Frequenzminderung des  $\alpha$ -Rhythmus gegenüber der Zeit unmittelbar vor der Lichtreizung. Genauso verhielt es sich in Hypnose ohne Suggestion von Blindheit. Während hypnotischer Blindheit dagegen zeigte sich eine signifikante *Vergrößerung der Amplitude* unter Lichtreiz und keine signifikante Veränderung der Frequenz. Versager bei hypnotischer Blindheit, die trotz Blindsight Licht sahen, wiesen Amplituden- und Frequenzminderung auf so wie im Mittel alle Versuche unter „Normal“-Bedingungen (ohne Hypnose).

Die Latenzzeit der Amplitudenminderung nach Lichtreizung (on-Latenz) war im Mittel um die Hälfte kürzer als die Amplitudenerhöhung. Occipital war gegenüber frontal die on-Latenz der Amplitudenminderung kürzer, frontal aber hatte die Amplitudenerhöhung die kürzere Latenz.

Die Amplitudenerhöhung unter Lichtreiz bei hypnotischer Blindheit wird als Ausdruck einer Hemmung der Perception gedeutet.

### Literatur

- BARKER, W., and S. BURGWIN: Brain wave patterns during hypnosis, hypnotic state and normal sleep. *Arch. Neurol. Psychiat. (Chic.)* **62**, 412—420 (1949).
- BAROLIN, G. S., u. E. C. BECK: Über den Einfluß hypnotischer Suggestionen auf evoked potentials. Referat: Jahrestagung der österreich. EEG-Gesellschaft Wien 1962.
- BLAKE, H., and R. GERARD: Brain potentials during sleep. *J. Physiol. (Lond.)* **119**, 692—703 (1937).
- DIAMANT, J., M. DUFEK, J. HOSKOVEC, M. KRIŠTOF, V. PEKÁREK, B. ROTH, and M. VELEK: EEG in waking state and hypnosis. *Int. J. clin. exp. Hypnos.* **8**, 199—212 (1960).
- DIXON, N. F., and T. E. LEAR: EEG Correlates of threshold regulation. *Nature (Lond.)* **198**, 870—872 (1963).
- DYNES, J. B.: Objektive method for distinguishing sleep from the hypnotic trance. *Arch. Neurol. Psychiat. (Chic.)* **57**, 84 (1947).
- EMRICH, H.: Habituation im menschlichen EEG, ihre Unterdrückung durch Hypnose. (In Vorbereitung.)
- FORD, W. L., and C. L. YEAGER: Changes in the electroencephalogram in subjects under hypnosis. *Dis. nerv. Syst.* **916**, 190—192 (1948).
- FRANEK, B., u. R. THREN: Hirnelektrische Befunde bei gestuften aktiven Hypnose-übungen. *Arch. Psychiat. Nervenkr.* **182**, 360 (1949).
- HEIMANN, H., u. TH. SPOERER: Elektroenzephalographische Untersuchungen an Hypnotisierten. *Msch. Psychiat. Neurol.* **125**, 261 (1953).
- KORMÜLLER, A. E.: Elektroenzephalographie. *Klin. Wschr.* **1953**, 228—233.
- LEHMANN, D., G. W. BEELER u. D. H. FENDER: EEG und Aufmerksamkeitschwankungen des Menschen. Vortrag auf dem 12. deutschen EEG-Kongreß 1964 in Stuttgart.
- LOOMIS, A. L., E. N. HARVEY, and G. A. HOBART: Brain potentials during hypnosis. *Science* **83**, 239 (1936).
- LUNDHOLM, H., and H. LÖWENBACH: Hypnosis and the alpha activity of the electroencephalogram. *Character and Personality* **11**, 145—149 (1942/43).
- MARINESCO, G., O. SAGER et A. KREINDLER: Études electroencéphalographiques. Le sommeil naturel et le sommeil hypnotique. *Bull. Acad. Méd. (Paris)* **117**, 273—276 (1937); zit. nach DIAMANT.

Dr. H. EMRICH,

MPI für Hirnforschung, Physiolog. Abt., 34, Göttingen, Bunsenstraße 10