

tive Avitaminose¹³ erzeugt wird, das werden spätere Untersuchungen klären.

Zum Schluß sei auf folgendes aufmerksam gemacht: Kohlgemüse ist ein Bestandteil der menschlichen Nahrung und könnte bei zu reichlichem Genuß als Kropfnoxe dann eine Rolle spielen, wenn die kropferregende Substanz weder durch eine Vitamin C enthaltende Kost noch durch ein Ascorbinsäure-Präparat entgiftet wird. Bei der absichtlichen Erzeugung von experimentellen Schilddrüsenveränderungen ist es wichtig, zu beachten, daß mit dem Futter nicht übermäßig C-Vitamin,

¹³ Über die Deutung des Begriffes s. Klaus Schwarz, Hoppe-Seylers Z. physiol. Chem. **281**, 101 [1944].

im Hinblick auf dessen antistrumigenen Eigenschaften, verabreicht werden sollte. Sicherlich wirkt auch vitamin-C-reiche Kost bei Mensch und Tier prophylaktisch gegen Kohlkropf. Eine Prophylaxe mit Ascorbinsäure ist in diesem Falle der mit Alkalijodid (wegen der Gefahr der Basedow-Entwicklung) vorzuziehen. Das Suchen nach Strumen hemmenden und erregenden Stoffen wird fortgesetzt, um in kropfartige Krankheitsvorgänge einen besseren Einblick als bisher zu bekommen.

Hrn. Prof. Dr. A. Dietrich, Stuttgart, danken wir herzlich für die Beurteilung einiger histologischer Präparate. Fr. E. Schreiber war an der Durchführung der Versuche mitbeteiligt. Hr. Maas führte die mikrophotographischen Aufnahmen aus.

Zur Entwicklungsphysiologie der Selbststerilität von Petunia

Von JOSEF STRAUB

Aus dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Biologie, Abtlg. von Wettstein, Hechingen-Boll

(Z. Naturforschg. **1**, 287—291 [1946]; eingegangen am 22. März 1946)

Die Vorstellung Yasudas über die Selbststerilität bei *Petunia*, wonach ein „Hemmstoff“ vom Fruchtknoten nach oben in das Griffelgewebe diffundiert und die Wachstumsverlangsamung der eigenen Pollenschläuche hervorruft, ist nicht zutreffend. Durch Bestäubungen in verschiedenen Höhen des Griffels wird bewiesen, daß *alle Teile* des Griffel-Leitgewebes die Wachstumsreaktion mit den Pollenschläuchen in gleicher Weise auszuüben vermögen. Das Wachstum der Pollenschläuche nach Selbstung hört stets nach 15—20 mm auf, ganz gleich, wo und in welcher Richtung diese Strecke im Griffel zurückgelegt wird. Die Wirkung des Mechanismus, welcher die Unterschiede im Schlauchwachstum nach Selbstung und Fremdung bedingt, kann in vitro reproduziert werden. Läßt man nämlich aus dem abgeschnittenen Ende eines zuvor bestäubten Griffels die Pollenschläuche in einen Tropfen White-Lösung treten, so wachsen sie nach Zusatz fremden Leitgewebes besser als nach Zusatz von eigenem.

Die Versuche wurden im Sommer und Herbst 1945 durchgeführt.

Die vorliegenden Untersuchungen an *Petunia* gehen auf einen Befund zurück, den wir bei *Antirrhinum*-Wildarten machten. Das diploide *Antirrhinum glutinosum* Wildsippe *orgiva* ist streng selbststeril. Die daraus ausgelösten Tetraploiden erwiesen sich als selbstfertil¹. Im Gegensatz zu den Verhältnissen bei den Diploiden wachsen die Pollenschläuche der Tetraploiden bis zu den Eizellen durch, wo es zur Befruchtung und normalen Samenbildung kommt. Da das Wachstum des Pollenschlauches nicht selbständig, sondern vom Leitgewebe des Griffels abhängig ist, können Änderungen in seiner Intensität auf Änderungen der Pollenkonstitution oder solchen des Griffelgewebes beruhen. Wenn also diploide Pollenkörner in tetraploiden Griffeln besser wachsen als haploide Pol-

lenkörner derselben Pflanze in den dazugehörigen diploiden Griffeln, so können dafür zwei bzw. drei verschiedene Ursachen angenommen werden. Entweder reagieren die diploiden Pollenkörner auf die gleichgebliebene Wachstumskomponente des Leitgewebes anders als die haploiden Körner, oder die Wachstumskomponente des Griffels hat sich verändert. Schließlich ist an eine Kombination beider Möglichkeiten zu denken. Zur Entscheidung ist es notwendig, von den selbststerilen Pflanzen homozygote Formen herzustellen und an ihnen entsprechende Kreuzungsexperimente durchzuführen. Diese Experimente sind im Gange. Daneben versuchen wir, *die Wachstumsbedingungen der Pollenschläuche zu erfassen*. Für diesen Zweck sind *Antirrhinum*-Arten aus verschiedenen Gründen ungeeignet. Günstiger erscheint *Petunia*. Auch bei

¹ J. Straub, Ber. dtsch. bot. Ges. **59**, 296 [1941].



ihr sind, wie Stout und Chandler² unabhängig von uns nachwiesen, Tetraploide aus selbststerilen Formen selbstfertil. Im Hinblick auf unsere entwicklungsphysiologische Fragestellung lockte *Petunia* insofern ganz besonders, als Yasuda^{3,4} bei ihr mit der Analyse der Wachstumskomponente im Griffelgewebe bereits begonnen hatte, wobei sich für unsere Fragestellung günstige Ansatzpunkte zeigten.

Yasuda läßt die Pollenkörner einer selbststerilen *Petunia violacea* in Rohrzuckerlösung keimen. Die Schläuche bleiben ganz klein, wenn man der Kulturlösung einen Extrakt von Griffeln derselben Pflanze zusetzt, sie wachsen bei Zusatz fremden Griffelgewebes normal aus. Yasuda führt dies auf die Wirkung eines im Griffel vorhandenen Hemmstoffes zurück, der nur auf Schläuche von Pollen derselben Pflanze einwirkt. Da *Blütenknospen nach Selbstung ansetzen, die Pollenschläuche im Griffel reifer Blüten* (ebenfalls nach Selbstung) *ihr Wachstum in der unteren Griffelhälfte* aber einstellen, folgert Yasuda, daß der Hemmstoff gegen die Blütenreife hin im Fruchtknoten gebildet wird und von dort auch in den Griffel emporsteigt. In seinem Pollenkeimungsversuch weist Yasuda den Hemmstoff denn auch als vorwiegend in der unteren Griffelhälfte und im Fruchtknoten vorkommend nach.

Das von uns verwendete Material stammt aus Samenproben verschiedener Samenhandlungen und botanischer Gärten (*Petunia hybrida*). Unter 28 Herkunftten waren 2 nahezu, 1 einzige vollständig selbststeril. Diese, mit der Saatnummer W 166, diente als Versuchsmaterial.

1. Kultur keimender Pollen mit Zusatz von Griffelgewebe oder Griffelgewebe-Extrakt

In 10-proz. Rohrzuckerlösung, der man 0,01% Borsäure zusetzt, keimt frischer, weißer *Petunia*-Pollen zu 95 % aus. Die Schläuche erreichen bis 6 mm Länge. In Übereinstimmung mit Yasuda fanden wir, daß der Zusatz von ausgepreßtem Griffelsaft derselben Pflanze oder der Zusatz von zerquetschtem bzw. fein zerschnittenem Griffelgewebe derselben Pflanze eine starke Hemmung des Schlauchwachstums, vor allem aber frühzeitiges Platzen der Pollen oder Pollenschläuche be-

wirkt. Dasselbe tritt jedoch — also im Gegensatz zu den Befunden Yasudas — in der Kontrolle ein, wo andere, d. h. kreuzungsfertile Pflanzen als Griffelpender dienen. Etwa 1200 Versuche, die hinsichtlich der Konzentration der Zuckerlösung, der verwendeten Griffelmenge und Zubereitung des Griffelgewebezusatzes variierten, ergaben das gleiche: *Die Wirkung des Zusatzes von Griffelgewebe derselben Pflanze ist unspezifisch*. Sie ist wohl die Wirkung von Stoffen, die durch das Absterben von Zellen entstehen. Wir kamen damit an unserem Material zu anderen Ergebnissen als Yasuda. Da uns die Einsichtnahme in die Originalarbeiten von Yasuda derzeit nicht möglich ist, möchten wir die Erklärung für die Ursache der verschiedenen Resultate zurückstellen.

Die Wachstumsunterschiede, welche die Pollenschläuche in eigenem Griffelgewebe gegenüber denen im fremden Griffelgewebe zeigen, lassen sich also an Kulturen keimenden Pollens unter Zusatz von eigenem bzw. fremdem Griffelgewebe nicht reproduzieren. Es bliebe vielleicht noch die Möglichkeit, daß das den Unterschied bedingende Prinzip erst während des Wachstums der Schläuche im Griffelgewebe gebildet wird, und dann an keimenden Pollen nachweisbar wäre. Entsprechende Versuche, in denen wir Griffel geselbsteter bzw. gefremdeter Blüten in bestimmten Zeitabständen von der Bestäubung als Gewebespender benutzten und zu Pollenkulturen zusetzten, schlugen jedoch fehl. Daß es recht unwahrscheinlich ist, den Wachstumsunterschied an Kulturen keimender Pollen überhaupt nachweisen zu können, zeigt die genaue Verfolgung des Pollenschlauch-Wachstums im Griffelgewebe nach Selbstung und Fremdung.

2. Die Wachstumskurve der Pollenschläuche bei Fremdungen und Selbstungen

Die Blüten werden nach Fremdung und Selbstung bei konstant $24^{\circ} \pm 1^{\circ}$ gehalten. An je 15 Blüten stellen wir dann im Abstand von je 2 Stdn. fest, wo sich die Spitzen der größten Schläuche (mindestens jeweils 5 Spitzen) befinden.

Die beiden Wachstumskurven (Abb. 1) unterscheiden sich während der ersten 6 Stdn. nicht. Dann steigt die Fremdenungskurve gleichmäßig weiter, während die Selbstungskurve zuerst ganz wenig, von 10 Stdn. an aber immer stärker zurückbleibt, um nach 30 Stdn. horizontal zu verlaufen. Die Mehrzahl der Schläuche aus einer Selbstung

² Science (New York) **94**, 118 [1941].

³ Botanic. Mag. Tokyo **43**, 156 [1929].

⁴ Bull. Imp. Coll. agr. forest. Morioka Nr. 20, 1 [1934].

stellt bei 15–20 mm Narbenentfernung das Wachstum ein, über 20 mm findet man nur noch einzelne. Es tritt also nicht eine plötzliche Hemmung ein, sondern die Wachstumsgeschwindigkeit nimmt langsam und stetig ab.

Die Aufnahme der Wachstumskurven ist in doppelter Hinsicht aufschlußreich. Es erscheint da-

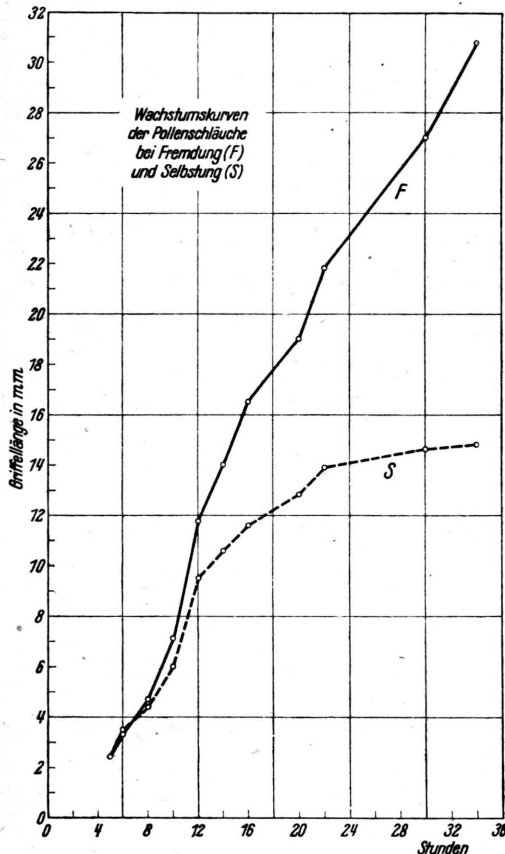


Abb. 1. Pollenschlauchwachstum nach Fremdung (F) und Selbstung (S) im Griffel von *Petunia*.

nach unmöglich, den Wachstumsunterschied der Pollenschläuche bei Selbstung und Fremdung in Kulturen keimender Pollen reproduzieren zu können, denn die ersten Millimeter des Wachstums verlaufen in beiden Fällen identisch. Nur wenn man annimmt, daß der Mechanismus, welcher die Wachstumsunterschiede bestimmt, in dieser obersten Zone überhaupt nicht vorhanden ist, kann man es für möglich halten, daß der Zusatz von Gewebe aus der unteren Hälfte eigener bzw. fremder Griffel auch Unterschiede an solchen Pollenschlauchkulturen ergeben könnte. Andererseits ist im Hinblick auf die Anschauung Yasudas

über den Ort der „Hemmstoff“-Bildung wesentlich, daß die Wachstumsverlangsamung im eigenen Griffel *immer schon ab 5–6 mm Narbenentfernung*, also nicht erst in der unteren Griffelhälfte, zu beobachten ist. So veranlaßten uns die Wachstumskurven der Pollenschläuche dazu, Experimente zu unternehmen, die über den *Wirkungsbereich* des Mechanismus, welcher die Wachstumsunterschiede der Pollenschläuche bedingt, Aufschluß geben können. Wir führten zu diesem Zweck Bestäubungen auf verschiedenen Höhen des Griffels durch.

3. Die Verteilung des den Wachstumsunterschied bedingenden Mechanismus im Griffel

Die Griffel der Versuchs-*Petunien* sind im Durchschnitt 32 mm lang. Sie bestehen aus einem parenchymatischen festigenden *Mantelgewebe* und einem *langzellig-parenchymatischen*, locker aufgebauten *Leitgewebe*, das als Strang zentral liegt. Die Pollenschläuche wachsen zwischen den Zellen des Leitgewebes. Diese sind leicht trennbar. An reifen Blüten findet man zwischen ihnen eine Flüssigkeit, die auch die wachsenden Schläuche umgibt. Man kann das Mantelgewebe mit einer Nadel durchstoßen und Pollenkörner auf jeder Griffelhöhe an und in das Leitgewebe schieben. Die Pollenkörner wachsen bei dieser Art der Bestäubung wie auf der Narbe aus. Wir machten Selbstungen, bei denen in 5, 10, 15 und 20 mm Abstand von der Narbe seitlich bestäubt wurde. Wir verfolgten dann das Wachstum. *In allen Fällen wurden die Schläuche etwa 15 mm lang*. So kam es bei Selbstungen, die im Abstand von 20 mm von der Narbe, also in der unteren Griffelhälfte ausgeführt wurden, *zum Ansatz*. Dies beweist, daß in der unteren Griffelhälfte keine größere Hemmung eintritt als in der oberen. Bestäubt man seitlich, dann wachsen Pollenschläuche auch von der Bestäubungsstelle nach oben, also gegen die Narbe hin. Diese Schläuche wachsen nicht stärker als jene, deren Wachstum nach unten gerichtet ist. *Das Schlauchwachstum wird vom Griffelgewebe immer in gleicher Weise beeinflusst*, nach 15–20 mm hört es auf. In welchem Teil des Leitgewebes die Strecke von 15–20 mm durchwachsen wird, ist gleichgültig. Unter Verwendung dieser Erkenntnis läßt sich eine interessante reziproke Verschiedenheit in der Kreuzbarkeit erzielen. Man kann selbststerile Pflanzen eines Klons durch verschiedene äußere Bedingungen zur Bil-

dung von großen und kleinen Blüten mit entsprechend verschieden langen Griffeln veranlassen. Bestäubt man dann solche, die extrem kleine, etwa 20 mm lange Griffel besitzen, mit großgriffiligen, dann tritt schwacher Ansatz ein, umgekehrt nie.

Die hier für *Petunia* gefundene Tatsache, daß alle Teile des Griffelleitgewebes in gleicher Weise das Schlauchwachstum nach Selbstung beeinflussen, steht in bester Übereinstimmung mit den Befunden, die in jüngerer Zeit Emerson⁵ an selbststeriler *Oenothera organensis* erhielt.

4. Der Nachweis des Wachstumsunterschiedes in wäßriger Lösung

Die Ergebnisse aus 2. und 3. ermöglichten es, die Wachstumsunterschiede, welche die Pollenschläuche nach Selbstung und Fremdung zeigen,

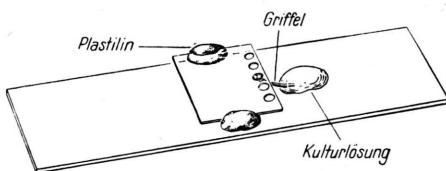


Abb. 2. Darstellung unserer Methode zur Beobachtung des Pollenschlauchwachstums.

so in vitro nachzuweisen, daß ihre Identität mit den unter den Bedingungen des lebenden Griffels auftretenden nicht zu bezweifeln ist. Es war dazu aber noch notwendig, eine besondere Technik zur Beobachtung und Messung des Pollenschlauchwachstums auszuarbeiten. Auf einem Objektträger wird ein Cellophanplättchen mit Plastilinklötzchen kippbar aufgebaut (Abb. 2). An einer Seite des Plättchens befinden sich Durchbohrungen von 0,7 mm Durchmesser. Man bestäubt und bringt die Blüten in den Thermostaten mit $24^{\circ} \pm 1^{\circ}$. Nach 5 Stdn. wird ein Stück von 4 mm am oberen Griffelende abgeschnitten. Dieses Stück setzt man durch die Cellophanbohrung schief auf den Objektträger und träufelt auf das Schnittende einen Tropfen „White“-Lösung mit 10% Rohrzucker und 0,01% Borsäure (White I nach Gautheret⁶). Bald danach wachsen die Schläuche in die Lösung hinein und darin weiter (Abb. 3). Beim Zusetzen von vorsichtig auspräpariertem Leitgewebe kann man Unterschiede messen, je nachdem ob eigenes oder fremdes Leitgewebe verwendet wurde. Am besten drückt sich dies in den endgültig erreichten Längen der Schläuche aus. Die Ergebnisse sind in Tab. 1 zusammengestellt.

⁵ Bot. Gaz. 101, 890 [1940].

Wir wählten diese Versuchsanordnung, um die Unterschiede im Schlauchwachstum dort zu fassen, wo sie auch in vivo zuerst in Erscheinung treten. Die Unterschiede der Mittelwerte sind nicht groß und statistisch nur in den beiden ersten Fällen gesichert. Auch dieser Umstand scheint uns für die Identität der gemessenen Unterschiede mit denen, die in vivo auftreten, zu sprechen.

In zwei weiteren Versuchsreihen verwendeten wir Leitgewebe von der oberen und der unteren Griffelhälfte getrennt als Zusätze. Die beiden Ver-

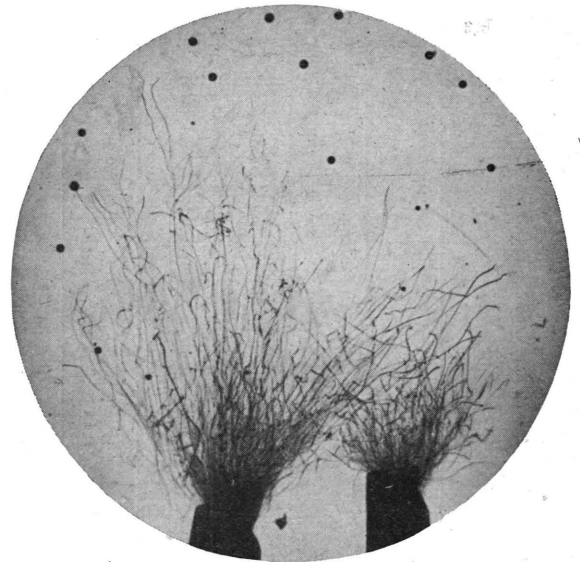


Abb. 3. Aus zwei abgeschnittenen Griffelstücken auswachsende Pollenschläuche. Vergr. 13/1.

suche ergaben keinerlei Unterschiede und bewiesen erneut die Ergebnisse von Tl. 3.

Es drängt sich naturgemäß die Frage auf, ob das geringere Wachstum der Pollenschläuche nach Selbstung bzw. in *White*-Lösung unter Zusatz von eigenem Leitgewebe als Wirkung hemmender Stoffe oder als Fehlen der Wirkung fördernder Stoffe, die nur zusammen mit fremden Schläuchen fördern können, aufzufassen ist. Im Griffel-Schlauchwachstumsversuch, den wir zum Nachweis der Wachstumsunterschiede oben verwendeten, fördert sowohl der Zusatz des eigenen wie des fremden Leitgewebes gegenüber der reinen *White*-Lösung. Wir konnten daher noch keine Entscheidung über die beiden Möglichkeiten treffen. Sie wird in einwandfreier Form wohl erst möglich sein, wenn die stoffliche Natur des die Wachstumsunterschiede

⁶ R. J. Gautheret, Manuel technique de culture des tissus végétaux. Mason & Cie., Paris 1942.

Versuchsdatum	20. 9. 45.		13. 10. 45.		22. 10. 45.	
Pollenpflanzen	166 K	166 K	166 K	166 K	166 K	166 K
Griffelpflanzen	166 K	166 H	166 K	166 H	166 K	166 H
Leitgewebezusatz von . .	166 K = eign.	166 H = fremd.	166 K = eign.	166 H = fremd.	166 K = eign.	166 H = fremd.
M des größten Wachstums ± 3 mm in mm	2,5 ± 0,5	4,4 ± 1,2	1,53 ± 0,36	3,87 ± 1,86	1,83 ± 0,37	3,83 ± 2,20

Tab. 1. Ergebnisse von drei Pollenschlauch-Wachstumsversuchen unter Verwendung von White-Lösung. 166 K und 166 H sind die Kennzeichen der benützten kreuzungsfertilen Petunien.

bedingenden Prinzips aufgefunden werden kann. Auf die Versuche, die an anderen Objekten zur Entscheidung der Frage „Hemmungsmechanismus

oder Förderungsmechanismus“ durchgeführt wurden, soll in einer ausführlichen Mitteilung eingegangen werden.

Selektiv-Filterung des Elektrenkephalogramms

Von JOHANNES PRAST und BRUNO FRANEK¹

(Z. Naturforschg. 1, 291—297 [1946]; eingegangen am 18. März 1946)

Gegenüber den bisherigen Versuchen einer nachträglichen Frequenzanalyse des aufgenommenen EEG wird in dem beschriebenen Verfahren durch selektive, elektrische Filterung jede Einzelfrequenz für sich isoliert und dann aufgezeichnet. Auf diese Weise konnten mehrere, verschiedene Frequenzen ihren quantitativen wie qualitativen Eigenschaften nach unterschieden, und frequenzisolierte, zeitlich und örtlich in Zusammenhang mit dem Reiz stehende Hirnaktionsschwingungen betrachtet werden. Mit der Erschließung höherfrequenter Bereiche für die analytische Forschung werden die Feinheiten des EEG erst der Möglichkeit einer Deutung zugeführt.

Die von der Kopfhaut abgeleiteten elektrischen Potentialschwankungen sind heute soweit bekannt, daß sie nicht nur wertvolle Hinweise bei der Erforschung der Vorgänge im Zentralnervensystem bieten, sondern auch schon für die klinische Untersuchung von Hirnschädigungen herangezogen werden². In beiden Anwendungen sind noch wesentliche Fortschritte durch weitere gründliche Erforschung der Feinheiten und Einzelheiten des Elektrenkephalogramms (EEG) und durch Einsatz leistungsfähiger Meßverfahren zu erwarten.

Seit den ersten graphischen Registrierungen der Potentialschwankungen des Gehirns bestanden zwei Hauptschwierigkeiten; 1. war die Aufgabe einer möglichst wirklichkeitsgetreuen graphischen Wiedergabe zu lösen, was dank ausgezeichnete technisch-physikalischer Methoden im Laufe der

Zeit weitgehend gelang; 2. die Frage einer geeigneten Interpretation des erhaltenen Kurvenbildes³.

Ein unter den üblichen Bedingungen aufgenommenes EEG zeigt einen recht unübersichtlichen Kurvenverlauf. Bei der Auswertung wurde im allgemeinen nur auf den zeitlichen Ablauf der deutlichsten Schwankungen und deren krasseste Veränderungen geachtet. Die Frequenz wurde durch Auszählung der Nulldurchgänge oder der positiven bzw. negativen Spitzen ermittelt. Dabei zeigte sich, daß die größten und am häufigsten auftretenden Schwankungen etwa einer Frequenz von 10 Hz entsprechen (α -Wellen, Berger⁴). In Zeiten, die weitgehend von α -Wellen frei sind, kann man außerdem Schwankungen einer Frequenz von 20 Hz auszählen. (β -Wellen. — Wir bezeichnen mit Kornmüller nur die 20-Hz-Schwingungen als β -Wellen, alle höherfrequenten Schwingungen werden direkt durch ihre Frequenz gekennzeichnet.)

Neben den α - und β -Wellen enthält das EEG noch viele Schwingungen höherer Frequenzen. Diese sind den

¹ Die Untersuchungen wurden von B. Franek 1942/43 in der Physiologischen Abteilung des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Hirnforschung und 1944/45 in der Neurophysiologischen Abteilung der Universitäts-Nervenklinik Wien nach einer 1942 von J. Prast entwickelten Methodik durchgeführt.

² Die Literatur hierzu bei: A. E. Kornmüller, Klinische Elektrenkephalographie, München-Berlin J. F. Lehmann 1944.

³ Hierzu s. z. B.: A. E. Kornmüller u. R. Janzen, Arch. Psychiatrie 110, 237 [1939].

⁴ Nova acta Leopoldina, N. F. 6, 191 [1938]; 6, 296.