

Tab. II. The effect of ischemia or spreading depression on ion outflux from cerebral and cerebellar cortices

Ions	Tissue	20 min washing intervals			After decapitation				Spreading depression		Statistical significance
		Before decapitation							Control	2,4 DNP	
		3	2	1	1	2	3	4			
K (mEq/l)	Cerebral cortex	0.038 ± 0.003	0.040 ± 0.005	0.039 ± 0.006	0.047 ± 0.004	0.045 ± 0.007	0.051 ± 0.009	0.046 ± 0.019	0.021 ± 0.001	0.041 ± 0.006	0.020 ± 0.05 P 0.01
	Cerebellar cortex	0.056 ± 0.007	0.039 ± 0.007	0.047 ± 0.007	0.050 ± 0.006	0.069 ± 0.011	0.051 ± 0.009	0.056 ± 0.006	0.026 ± 0.004	0.052 ± 0.008	0.026 ± 0.006 P 0.01
Na (mEq/l)	Cerebral cortex	0.352 ± 0.058	0.364 ± 0.066	0.385 ± 0.015	0.201 ± 0.039	0.064 ± 0.019	0.043 ± 0.009	0.044 ± 0.018	0.215 ± 0.034	0.289 ± 0.035	0.074 ± 0.023 P 0.05
	Cerebellar cortex	0.487 ± 0.050	0.460 ± 0.050	0.478 ± 0.049	0.183 ± 0.020	0.097 ± 0.012	0.084 ± 0.009	0.073 ± 0.008	0.450 ± 0.040	0.450 ± 0.040	± 0 N. S.

Zusammenfassung. Ischämie ruft in der Kleinhirnrinde eine ähnliche Depolarisation hervor wie in der Grosshirnrinde. Durch lokale KCl-Applikation erhält man in der Kleinhirnrinde langsame Potentialwellen, die in Amplitude und Ausbreitungsgeschwindigkeit der «spreading depression» von LEÃO in der Grosshirnrinde entsprechen. Ischämie und lokale Applikation von 2,4-Dinitrophenol

bewirken in beiden Rindengebieten gleiche Verschiebungen der Kaliumionen.

E. FIKOVÁ, J. BUREŠ, O. KH. KOSHTOYANTS,
J. KŘIVÁNEK, and T. WEISS
Institute of Physiology, Czechoslovak Academy of Sciences, Prague, and Institute of Biological Physics, Academy of Sciences of USSR, Moscow, May 31, 1961.

PRAEMIA

Nobelpreise 1961 für Physik, Chemie und Medizin

Der diesjährige Nobelpreis für Physik wurde zu gleichen Teilen an ROBERT HOFSTADTER in Würdigung seiner Arbeiten über die Streuung von energiereichen Elektronen und die damit erzielte Strukturanalyse von Atomkernen und Nukleonen und an RUDOLF MÖSSBAUER für die Entdeckung des inzwischen nach ihm benannten Effekts in der Kernresonanzfluoreszenz verliehen.

Robert Hofstadter

wurde am 5. Februar 1915 in New York geboren. Er studierte in New York und Princeton und promovierte 1938; seine Arbeiten aus dieser Zeit beschäftigten sich mit Infrarotspektroskopie und Photoleitfähigkeit von Kristallen. Nach einigen Jahren Tätigkeit an der Universität von Pennsylvania und an verschiedenen Laboratorien kehrte er 1947 als Professor nach Princeton zurück. Dort galt sein Interesse der damals gerade aufkommenden Szintillationsspektroskopie von γ -Strahlen. Wesentliche Fortschritte in der Herstellung von Szintillationskristallen sind seinen damaligen Untersuchungen zu verdanken. Nach seiner Übersiedlung zur Stanford Universität in Kalifornien im Herbst 1950 begann HOFSTADTER alsbald mit der Vorbereitung der Experimente über die Streuung von hochenergetischen Elektronen an Atomkernen, von denen man Aufschlüsse über die elektrische Ladungsverteilung in den Kernen erwarten konnte. Die Möglichkeit zu derartigen Untersuchungen wurde eröffnet durch den in Stanford im Bau befindlichen grossen Elektronen-Linearbeschleuniger (HANSEN, GINZTON, PANOFKY), mit dessen Hilfe HOFSTADTER mit einer Reihe von Mitarbeitern in den folgenden Jahren – zunächst bei 180 MeV, später

nach Erweiterung des Beschleunigers bei 500 MeV und seit kurzem bei Elektronenenergien bis zu 900 MeV – in einer Vielzahl von Arbeiten jene Untersuchungen machen konnte, deren fundamentale Bedeutung jetzt durch die Preisverleihung gewürdigt wurde. Elektronen hoher Energie sind die idealen Sonden zur Untersuchung der elektrischen Ladungsverteilung in den Atomkernen, da sie keiner Beeinflussung durch die Kernkräfte unterliegen und ihr Durchgang durch die Kernmaterie nur von der wohlbekannten elektromagnetischen Wechselwirkung beherrscht wird. Das Prinzip der Experimente ist dabei das gleiche wie bei der Strukturanalyse von Kristallen mit Röntgenstrahlen oder der Bestimmung von Gitterkonstanten aus optischen Beugungsversuchen. Man lässt einen scharf gebündelten Strahl monoenergetischer Elektronen das Target durchdringen und beobachtet die Winkelverteilung der von den Atomkernen des Targets aus dem primären Strahl elastisch herausgestreuten Elektronen. Die Zahl der gestreuten Elektronen als Funktion des Streuwinkels hängt in charakteristischer Weise von der räumlichen Verteilung der positiven Ladungen im Kern ab. Denkt man sich die gesamte Ladung punktförmig konzentriert – was bei wesentlich niedrigeren Elektronenenergien eine ausreichende Näherung ist –, so erhält man eine Streuverteilung, die im wesentlichen mit \sin^{-4} des halben Streuwinkels abfällt. Da aber in Wirklichkeit die Ladungen im Kern über ein endliches Raumgebiet verteilt sind, wird diese Streuverteilung durch «Formfaktoren» modifiziert, und zwar werden dadurch grosse Streuwinkel noch stärker benachteiligt. Aus der experimentell ermittelten Streuverteilung (den Formfaktoren) erhält man unmittelbar die Ladungsstruktur des Kerns, das heisst die räumliche Ladungsdichte als Funktion des Abstands vom Kernmittelpunkt. Dabei sind die noch auflösbaren Struktureinheiten – wie bei jedem Beugungsproblem – um so feiner, je kleiner die Wellenlänge, also je höher die Energie

der Elektronen ist. Bei Energien von etwa 200 MeV erhält man im wesentlichen nur eine Aussage über die Aussenbezirke und damit den Radius des Kerns, bei höheren Energien dringt man immer weiter zu den Einzelheiten der Struktur im Kerninnern vor.

Die bei höheren Energien immer mehr wachsenden experimentellen Schwierigkeiten bestehen vor allem in den sehr kleinen Wirkungsquerschnitten, die mit hoher Genauigkeit möglichst absolut gemessen werden müssen, und in der Notwendigkeit, durch eine magnetische Energieanalyse der gestreuten Elektronen die für die Strukturanalyse allein interessierenden elastischen Streuprozesse von den inelastischen und von den im Target produzierten Mesonen abzutrennen.

Aus den HOFSTADTERschen Arbeiten ergibt sich, dass alle Atomkerne eine durchweg konstante Dichte besitzen, ihre Radien also mit der dritten Wurzel aus der Massenzahl anwachsen. Für mittlere und schwere Kerne (Ca–Bi) findet man: $R = R_0 A^{1/3}$ mit $R_0 = 1,2 \cdot 10^{-13}$ cm; ferner findet man eine «Auflockerung» des Kernrandes, die Ladungsdichte an der Oberfläche fällt über einen radialen Bereich von etwa $2,4 \cdot 10^{-13}$ cm allmählich ab. Bei den leichten Kernen wurden bei Elektronenenergien um 500 MeV nicht nur die Radien, sondern weitere Parameter der Ladungsverteilung näher am Zentrum des Kerns bestimmt; es zeigte sich, dass sich aus dem Experiment die auf Grund des Schalenmodells zu erwartende Ladungsverteilung ergab.

In den letzten Jahren galt das Interesse HOFSTADTERs und seiner Arbeitsgruppe vornehmlich der Struktur von Proton und Neutron. Beide Elementarteilchen sind keineswegs punktförmig, sondern besitzen mit der sie stets umgebenden Mesonenwolke eine endliche räumliche Ausdehnung. Bei genügend hohem Auflösungsvermögen lässt sich nach der gleichen Methode wie bei den zusammengesetzten Kernen aus Elektronenstreuexperimenten an Wasserstoff und Deuterium die räumliche Verteilung sowohl der elektrischen Ladung wie des magnetischen Moments dieser Teilchen bestimmen. HOFSTADTER konnte in seinen Arbeiten zeigen, dass die Ladungsverteilung des Protons und die Verteilung des magnetischen Moments im Proton und im Neutron eine radiale Ausdehnung von je etwa $0,8 \cdot 10^{-13}$ cm besitzen. Die sehr grossen experimentellen Schwierigkeiten verhinderten zunächst eine genaue Analyse der inneren Struktur dieser Verteilungsfunktionen. Erst im letzten Jahr konnten hier Fortschritte erzielt werden durch die Arbeiten von R. R. WILSON an der Cornell Universität und die neuesten Messungen HOFSTADTERs, die in schöner Übereinstimmung jetzt folgendes Bild ergeben: Sowohl Proton wie Neutron besitzen einen zentralen Bereich positiver Ladung von etwa $0,2 \cdot 10^{-13}$ cm Radius und ihm überlagert eine ausgedehntere Wolke von positiver Ladung beim Proton und negativer beim Neutron mit einem effektiven Radius von ca. $0,8 \cdot 10^{-13}$ cm, während ein kleiner Teil positiver Ladung bei beiden Teilchen über einen noch grösseren Bereich verschmiert ist. Diese mit Hilfe der Elektronenstreuung möglich gewordenen Untersuchungen und Erkenntnisse gehören zweifellos zu den interessantesten und fundamentalsten der Elementarteilchenphysik.

Rudolf Mössbauer

wurde am 31. Januar 1929 in München geboren. Er studierte an der Technischen Hochschule München und promovierte 1958. Bereits in seiner Dissertation, in der er sich auf Anregung seines Lehrers H. MAIER-LEIBNITZ mit der Kernresonanzfluoreszenz von γ -Strahlung in Ir^{191} beschäftigte, fand er den jetzt nach ihm benannten Effekt der rückstossfreien Absorption von γ -Quanten. In einer

kurz darauf folgenden Arbeit, deren experimenteller Teil ebenso wie die Dissertation am MPI in Heidelberg ausgeführt wurde, gelang ihm der eindeutige Beweis für die Richtigkeit seiner Erklärung des Effekts und damit gleichzeitig eine neue Methode zur Bestimmung der natürlichen Linienbreite der Resonanz- γ -Strahlung. Es folgten dann eine Reihe weiterer Arbeiten von ihm aus dem Münchner Institut, in denen er sich mit weiteren Untersuchungen über diesen Effekt und seine Anwendungen beschäftigt. Anfang 1960 ging MÖSSBAUER als Gast ans California Institute of Technology in Pasadena, wo er heute noch ist.

Die Resonanzfluoreszenz von γ -Strahlung ist das kernphysikalische Analogon zu dem entsprechenden Effekt in der Atomhülle: der Übergang eines Kerns vom Grundzustand in einen angeregten Zustand (Term) durch Absorption eines Lichtquants der durch den Termabstand E_0 gegebenen Resonanzfrequenz, wobei dieses Lichtquant aus dem Emissionsprozess eines andern Kerns der gleichen Art aus dem gleichen Übergang stammt. Der Effekt kann entweder durch das vom angeregten Kern reemittierte («resonanzgestreute») Licht oder durch die Intensitätsabnahme des primären Strahls («Resonanzabsorption») beobachtet werden. Wenn während des Emissions- und Absorptionsprozesses beide Kerne räumlich festgehalten sind, liegen Emissions- und Absorptionslinie an der gleichen Stelle E_0 im Spektrum und ihre Linienbreiten sind ausserordentlich schmal, nämlich gleich der «natürlichen Linienbreite», die umgekehrt proportional zur Lebensdauer des angeregten Zustands ist.

In Wirklichkeit sind im allgemeinen weder Emittent noch Absorber räumlich festgehalten, sondern führen erstens eine thermische Bewegung aus, die zu einer beträchtlichen symmetrischen Verbreiterung der Linie durch Dopplereffekt führt und zweitens wird beim Emissions- und beim Absorptionsprozess vom Lichtquant auf den Kern ein Rückstoss ausgeübt. Damit hat das emittierte Lichtquant nur eine um die vom Kern aufgenommene Rückstossenergie R verringerte Energie $E_0 - R$; umgekehrt kann ein Lichtquant nur dann absorbiert werden, wenn es zusätzlich zur Resonanzenergie E_0 des Absorbers noch den Energiebetrag R mitbringt, der vom getroffenen Kern als kinetische Energie aufgenommen wird. Der Rückstosseffekt führt also dazu, dass Emissions- und Absorptionsspektrum um den Betrag $2R$ gegeneinander verschoben sind. Während in der Atomhülle der Rückstosseffekt wegen des kleinen Impulses der Lichtquanten im sichtbaren Spektralbereich zu vernachlässigen ist, nimmt er bei den hohen Energien der γ -Quanten (129 keV in Ir^{191}) erhebliche Werte an; dass die Kernresonanzfluoreszenz überhaupt noch zu beobachten ist, liegt daran, dass wegen der Dopplerverbreiterung die gegeneinander verschobenen Spektren sich noch zu einem kleinen Teil überlappen, also wegen ihrer thermischen Bewegung noch einige Kerne da sind, die die Resonanzbedingung erfüllen können.

Die entscheidende Entdeckung MÖSSBAUERs besteht nun darin, dass man unter gewissen Umständen tatsächlich die Kerne festhalten und damit die Rückstosseffekte ausschalten kann, wodurch für eine grosse Zahl von Kernen die Resonanzbedingung ideal erfüllt wird. Bei der Untersuchung der Temperaturabhängigkeit der Resonanzabsorption fand er, dass bei Abkühlung von Emittent und Absorber ein starker Anstieg der Absorption eintrat, während man wegen der durch die abnehmende Dopplerverbreiterung geringeren Überlappung eine Abnahme erwarten würde. MÖSSBAUER erklärte diesen Anstieg als Folge der Kristallbindung der Atome in Emittent und Absorber. Der Rückstoss führt im allgemeinen zu einer Änderung des Schwingungszustandes des Kristallgitters. Wegen der

Quantelung der inneren Energie kann der Kristall die Rückstossenergie aber nur in diskreten Beträgen aufnehmen und mit abnehmender Temperatur nimmt die Wahrscheinlichkeit für die Anregung der Gitterschwingungen immer mehr ab. Wenn die Rückstossenergie des Kerns in der Grössenordnung der Abschneideenergie des Debye'schen Schwingungsspektrums oder darunter liegt, tritt für eine grosse Zahl der Strahlungsprozesse keine Änderung der Gitterenergie ein und die betreffenden Quanten werden «rückstossfrei» emittiert bzw. absorbiert; dabei nimmt der Kristall als Ganzes den Rückstossimpuls auf, was aber wegen seiner grossen Masse zu keiner Energieverschiebung führt.

MÖSSBAUER wies die Existenz dieser rückstossfreien Linie der Energie E_0 nach, indem er den Emittor relativ zum Absorber bewegte und durch den dadurch erzeugten Dopplereffekt die beiden Spektren gegeneinander verschob. Aus der gemessenen Absorption als Funktion der Relativgeschwindigkeit ergibt sich die Form und die Halbwertsbreite der Linie. Bereits bei wenigen cm/s Relativgeschwindigkeit ist die Resonanzbedingung völlig gestört. Das Verhältnis dieser Geschwindigkeit zur Lichtgeschwindigkeit ist ein Mass für die Schärfe der Linie. Im Falle des Ir^{191} ergab sich die Linienbreite zu $4,6 \cdot 10^{-6}$ eV und daraus die Lebensdauer des Zustands zu $1,4 \cdot 10^{-10}$ s.

Gleich nach seiner Entdeckung wurden Versuche über den Mössbauer-Effekt an vielen Laboratorien aufgenommen und das Verfahren auf andere Kerne ausgedehnt. Neben der Messung der Lebensdauern haben sich weitere

Anwendungen ergeben. Als Beispiel sei genannt die Untersuchung der Hyperfeinstrukturaufspaltung der γ -Linien in Festkörpern, aus der man Aufschlüsse über die Kernmomente sowie die magnetischen und elektrischen Felder in den Kristallen erhält und deren Abhängigkeit von der chemischen Bindung man studiert.

Die grundlegende Bedeutung des Mössbauer-Effektes für die Physik besteht darin, dass die rückstossfreien Linien in ihrer Frequenz schärfer definiert sind als alle sonst bekannten Schwingungsvorgänge. So ist zum Beispiel beim Kern Fe^{57} die relative Linienbreite $3 \cdot 10^{-13}$; das entspricht einem erreichbaren Auflösungsvermögen bei der Aufnahme der Spektren von $3 \cdot 10^{13}$ oder in der Sprache der Optik: die vom Kern emittierte Strahlung hat eine Kohärenzlänge von $3 \cdot 10^{13}$ Wellenlängen. Damit verfügt man über einen Zeit- oder Energiemaßstab von bisher unerreichter Genauigkeit und damit die Möglichkeit, noch bisher prinzipiell unmessbare Energiedifferenzen zu beobachten.

Die bisher am meisten Aufsehen erregende Anwendung fand der Mössbauer-Effekt in einem 1960 von POUND und REBKA durchgeführten Experiment, in welchem sie Emittor und Absorber in 22 m Abstand vertikal übereinander anordneten und dann zeigen konnten, dass die Lichtquanten bei ihrer Bewegung im Schwerfeld von oben nach unten Energie gewinnen und damit ihre Frequenz ändern. Die relative Frequenzverschiebung betrug $5 \cdot 10^{-15}$; genau in dieser Grösse wird der Effekt von der allgemeinen Relativitätstheorie vorhergesagt. H. EHRENBERG

Der Nobelpreis 1961 für Chemie wurde an

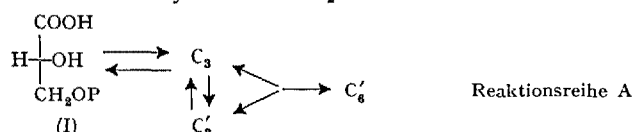
Melvin Calvin

für seine Arbeiten über die Kohlendioxyd-Assimilierung bei Pflanzen verliehen. Calvin wurde im Jahre 1911 in St. Paul (Minnesota) geboren. In seiner Vaterstadt erwarb er 1935 den Titel eines Doktors der Chemie. Nachdem er sich ein Jahr lang bei Prof. M. POLANYI an der Universität in Manchester betätigt hatte, wurde er Instruktor und später Professor an der Universität von Kalifornien, an der er noch heute tätig ist.

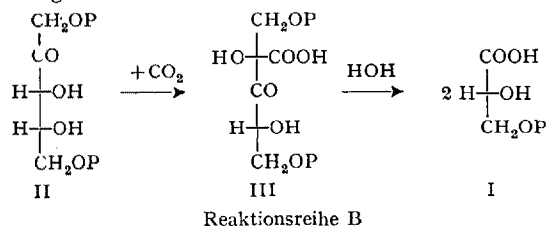
Die in den Chloroplasten stattfindende Rückumwandlung des bei der Atmung bzw. Verwesung der Tiere und Pflanzen entstandenen CO_2 in lebenswichtige organische Verbindungen beruht auf 2 Teilprozessen: 1) Gewinnung von chemischer Energie aus der Lichtenergie und 2) Überführung des CO_2 durch die so gewonnene chemisch verwertbare Energie in Kohlenhydrate, woraus die mannigfachen anderen Verbindungen gebildet werden.

Über den Vorgang der Energieumwandlung ist man nur sehr wenig orientiert. Es ist das Verdienst MELVIN CALVINS, dass der Chemismus der Reduktion des CO_2 zu Kohlenhydraten sehr weitgehend geklärt ist. Diese Arbeit wurde erst möglich, als Mitte der 40er Jahre radioaktives $^{14}\text{CO}_2$ in genügender Menge zugänglich war. Wird der Assimilationsvorgang nach wenigen Sekunden abgebrochen, so findet sich praktisch die ganze Radioaktivität des aufgenommenen $^{14}\text{CO}_2$ im Carboxyl der bei der Assimilation als Hauptprodukt entstandenen Phosphoglycerinsäure (I), die im weiteren Verlauf zum Gleichgewichtsgemisch von Phosphoglycerinaldehyd (C_3) und Phosphodioxyaceton (C_3') reduziert wird¹. Je 1 Mol dieser beiden Verbindungen vereinigen sich dann zu Diphosphofructose (C_6). Die Reaktionsreihe A ist die Umkehrung des ersten Teiles der Reaktionsfolge, die zur biologischen Ver-

brennung von Diphosphofructose auf dem Wege des Zitronensäurezyklus zu 6 CO_2 führt.

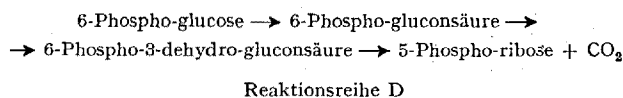
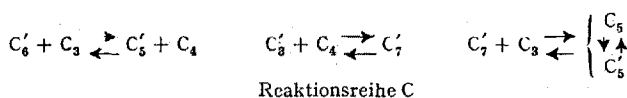


Besonders schwierig war die Aufklärung des CO_2 -Akzeptors, der als Diphosphoribulose (II) erkannt wurde. Die Reaktionsreihe B bietet die Erklärung, warum sich die gesamte Radioaktivität im Carboxyl der Phosphoglycerinsäure (I) befindet. Das angenommene Zwischenprodukt (III) wird durch «Säurespaltung» in zwei gleiche Hälften geteilt.



Calvin gelang auch die Entstehung des CO_2 -Akzeptors (II) aufzuklären. Die Reaktionsreihe C konnte durch Bestimmung der relativen Verteilung der Radioaktivität in den einzelnen Zuckern gestützt werden.

¹ Einzelne Reaktionen sind hier nur durch die C-Arithmetik angedeutet: C_3 , C_6 etc. bedeuten Aldehydzucker (Glycerinaldehyd, Glucose etc.) und C_3' , C_6' etc. Ketozucker (Dioxyaceton, Fructose etc.). Bei dieser einfachen Formulierung konnte die Veresterung mit Phosphorsäure nicht angedeutet werden. Die bei den Reaktionen beteiligten Energieträger, Enzyme und Coenzyme (wie TPNH und ATP) werden nicht erwähnt. P in den Formeln bedeutet den Phosphorsäurerest.



Die obersten 2 C-Atome von 6-Phospho-fructose (C'_6) werden auf Phospho-glycerinaldehyd übertragen, wobei 5-Phospho-ribulose (C'_5) gebildet wird. An die restlichen 4 C-Atome addiert sich Phospho-dioxyaceton unter Entstehung von Diphospho-sedoheptulose (C'_8), die sich (nach partieller Verseifung) in einer weiteren Reaktion mit Phospho-glycerinaldehyd zu je einem Molekül Phospho-ribose und Phospho-ribulose umsetzt. Es werden also aus $2\frac{1}{2}$ Mol Hexose 3 Mol des CO_2 -Akzeptors (II) gebildet.

Die Reaktionsreihe C ist noch aus einem anderen Grund von Interesse, da sie die Umkehrung eines Teilvorganges

der zweiten Art vollständiger biologischer Verbrennung von Glucose vorstellt, die in ihrer ersten Phase unter CO_2 -Abspaltung zu 5-Phospho-ribose führt (Reaktionsreihe D).

Die vollständige Verbrennung dieser Ribose geschieht durch Rückverwandlung in Glucose, wobei die Reaktionsreihe C in umgekehrter Reihenfolge durchlaufen wird (später von HORECKER festgestellt). Es entstehen so aus 3 Mol Pentose $2\frac{1}{2}$ Mol Glucose. 5malige Wiederholung der Reaktionsreihen D und C bedeutet eine vollständige biologische Verbrennung der Glucose zu 6 CO_2 .

L. RUZICKA

Der Nobelpreis für Medizin 1961 wurde

Georg von Békésy

verliehen (geboren 1899 in Budapest; 1923 Abschluss seines Physikstudiums an der Universität Budapest; als Forschungsingenieur in Ungarn, Deutschland und am königlich-technischen Institut in Stockholm tätig; seit 1947 als Research Fellow in «Psycho-Physics» an der Harvard Universität in Boston (Mass.) Akademische Ehrungen: 1931 Denker-Preis der Ohrenheilkunde, 1939 Guyot-Preis der Universität Groningen, 1950 Shambaugh-Preis, 1955 Dr. med. h. c. der Universität Münster/Westf., 1957 Goldmedaille der American Otological Society).

In seiner *Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik* hat H. von HELMHOLTZ seine nach ihm benannte Resonanzhypothese geschaffen, die während 70 Jahren unwiderlegt ihren Platz als die klassische Hörtheorie zu behaupten vermochte. Erst durch die zu Beginn dieses Jahrhunderts einsetzende rasch fortschreitende Entwicklung der Elektro-Akustik wurde endlich technisch die Möglichkeit geschaffen, akustische Hypothesen experimentell exakt zu überprüfen.

G. von BÉKÉSY hat als einer der ersten die der Funktion des Hörorganes zugrundeliegenden akustischen Probleme experimentell durch mechanische und elektro-akustische Methoden zu lösen versucht. 1928 erscheint die erste seiner Veröffentlichungen aus der Reihe seiner Arbeiten *Zur Theorie des Hörens*, worin er sich mit der Schwingungsform der Basilarmembran der Schnecke auseinandersetzt. Während von HELMHOLTZ annahm, dass die Basilarmembran mit ihrer von der Schneckenbasis zur Schneckenkehlspitze zunehmenden Faserlänge ein System von Saiten darstelle, welche bei bestimmten Frequenzen in Resonanz mitschwingen, konnte von BÉKÉSY (1939) auf Grund der Ergebnisse zahlreicher Modellversuche den Beweis erbringen, dass es sich bei der Schnecke um ein hydrodynamisches System handelt, welches periodische in aperiodische Schwingungen umzuwandeln vermag. Dies setzt jedoch eine optimale Dämpfung des gesamten Schwingungssystems voraus, eine Bedingung, die mit der Annahme eines Resonanzsystems im Sinne von HELMHOLTZS unvereinbar ist. VON BÉKÉSY hat in einer Reihe weiterer Arbeiten (*Über die mechanischen Vorgänge beim Hören* 1939, *Über die Schwingungen der Schneckenkammwand beim Präparat und Ohrmodell* 1942, *Über die Frequenzauflösung in der menschlichen Schnecke* 1944) gezeigt, dass die über den schalleitenden Apparat zugeführte Schallenergie innerhalb der Cochlea keine stehenden, sondern Wanderwellen erzeugt. Letztere weisen an ganz bestimmten Orten der Basilarmembran ein frequenzabhängiges Schwingungs-

maximum auf, welches gekennzeichnet ist durch das Auftreten scharf begrenzter, wirbelartiger Strömungen. In späteren Arbeiten über die mechanische Frequenzanalyse in der Cochlea hat von BÉKÉSY auch den Beweis dafür geliefert, dass die Wanderwellen auf der Basilarmembran trotz ihrer flachen Amplitudenverteilung eine exakte Lokalisierung entlang der ganzen Schneckenkammwand erlauben. Dadurch führen bereits kleinste Frequenzänderungen zu Ortsverschiebungen und werden ihrerseits auf Grund der letzteren als Frequenzänderungen wahrgenommen (*Über das Verhalten der Wanderwellen entlang der Basilarmembran* 1955).

G. von BÉKÉSY hat sich während seiner jahrzehntelangen experimentellen und theoretischen Grundlagenforschung auf dem Gebiet der Physiologie des Hörens auch mit allgemeinen sinnes-physiologischen Problemen beschäftigt, wie zum Beispiel mit dem sogenannten Recruitmentphänomen (FOWLER). Dieses spielt in der Pathophysiologie des Hörorganes eine wichtige Rolle. Es handelt sich dabei um die Erscheinung, dass bei einer cochlearen Funktionsstörung trotz stark erhöhter Hörschwelle überschwellige Töne unverhältnismässig laut gehört werden und die subjektive Lautstärke schliesslich diejenige eines normalen Gehörs erreicht. VON BÉKÉSY hat nachgewiesen, dass dieses Recruitmentphänomen auch für den Vibrationssinn der Haut existiert und dass analog der Unterschiedsschwelle für das Gehör auch eine solche für die vibrationsempfindlichen Sinnesendstellen der Haut besteht (1947, 1948).

G. von BÉKÉSY hat durch seine exakten experimentell-physikalischen Untersuchungen akustischer Phänomene beim Hören in erster Linie die mechanisch-akustischen Erscheinungen der Schalleitung weitgehend aufklären können und damit das Fundament für eine neue Hörtheorie geschaffen. Wird dadurch auch die sich während 70 Jahren behauptende *Helmholtzsche Resonanzhypothese* endgültig widerlegt, so finden doch viele Gedanken jenes weit über seine Zeit hinausragenden Physikers und Arztes in der neuen Hypothese von BÉKÉSY ihre den neuzeitlichen Erkenntnissen der Physik und Physiologie angepasste Bestätigung.

Die von G. von BÉKÉSY aufgedeckten, sich während des Hörens abspielenden physiologischen Vorgänge sind nicht nur für die allgemeine Sinnesphysiologie als neue wissenschaftliche Erkenntnisse von grosser Bedeutung, sondern wirken sich auch praktisch-medizinisch dahin aus, dass sie die eigentliche theoretische Grundlage für die Erforschung jener technischen Möglichkeiten bilden, womit dem Schwerhörigen durch Besserung seines Hörvermögens geholfen werden kann.

C. R. PFALTZ