

50 Jahre Quantentheorie

Autor(en): **Höfling, Oskar**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Prisma : illustrierte Monatsschrift für Natur, Forschung und Technik**

Band (Jahr): **4 (1949)**

Heft 12

PDF erstellt am: **07.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-654504>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

50 Jahre Quantentheorie

Als Max Planck am 14. Dezember 1900 auf der Sitzung der Deutschen Physikalischen Gesellschaft in Berlin seinen Vortrag „Zur Theorie des Gesetzes der Energieverteilung im Normalspektrum“ hielt, ahnte keiner der anwesenden Physiker, daß hier eine der größten und bedeutungsvollsten Entdeckungen vortragen wurde, die jemals in der Geschichte der Physik gemacht worden ist. Die damals ausgesprochenen Gedanken waren so überraschend und neuartig, daß selbst die berufenen Fachleute zunächst wenig damit anzufangen wußten; es hat vielmehr recht lange gedauert, bis man alle sich hieraus ergebenden Folgerungen in ihrer ganzen Tragweite erkannt hat. Heute ist diese Entwicklung zu einem gewissen Abschluß gelangt. Sie hat eine geistige Wandlung herbeigeführt, die weit über die Grenzen der Physik hinausreicht; nicht nur die naturwissenschaftlichen Nachbargebiete erfuhren durch diese Entdeckung eine ungeahnte Förderung, sondern darüber hinaus verlangen die neuen Gedanken auch bei allen auf wissenschaftlicher Einsicht gegründeten weltanschaulichen Betrachtungen eine entschiedene Berücksichtigung.

Will man den Inhalt der Planckschen Entdeckung in rechter Weise würdigen, so muß man sich an die Gesamtsituation der Physik zu Beginn unseres Jahrhunderts erinnern. Die Physik war damals ein großartiges, innerlich geschlossenes Gedankengebäude, in dem sich die Fülle der Erfahrungstatsachen aus wenigen Grundprinzipien logisch ableiten ließ. Am klarsten und überzeugendsten war dies für die Mechanik gelungen; dieser von Galilei und Newton entwickelte Zweig der Physik fand seine Krönung in der Theorie der Planetenbewegung, die es dem Physiker ermöglichte, aus den mechanischen Grundgesetzen, dem Newtonschen Gravitationsgesetz und der Kenntnis eines Augenblickszustandes der Planeten ihre Bewegungen für Jahrhunderte und Jahrtausende vorwärts und rückwärts zu berechnen. Auch die übrigen physikalischen Erscheinungsgebiete waren in zunehmendem Maße auf mechanische Vorgänge zurückgeführt worden, so daß sich für jene Zeit das gesamte Naturgeschehen als Bewegungsvorgänge von Atomen und Elektronen sowie von Schwingungen des zunächst ebenfalls mechanisch gedachten Äthers darstellte. Dieses Weltbild ermöglichte eine vollständige Beherrschung aller bekannten Naturerscheinungen und wurde zur Grundlage der zahlreichen technischen Erfindungen von der Dampfmaschine bis zum Rund-

funk. Im Ablauf der all diesen technischen Errungenschaften zugrunde liegenden Naturgesetze gibt es keine Willkür und keinen Zufall. Man hatte diese Epoche der Physik mit Recht als die der „klassischen Physik“ bezeichnet, um damit die Unantastbarkeit und Erhabenheit zum Ausdruck zu bringen, die durch die Exaktheit und Allgemeingültigkeit der sie beherrschenden Gesetze gegeben ist.

Das Gedankengebäude der klassischen Physik ruht auf drei fundamentalen Prinzipien, die — ohne daß sie im Einzelnen immer ausgesprochen werden — als die tragenden Säulen dieses gewaltigen Baues betrachtet werden müssen; es sind dies die Stetigkeit, die Kausalität und die Objektivierbarkeit. Die Plancksche Entdeckung zeigt sich erst in ihrer wirklichen Tragweite, wenn man ihre Auswirkungen auf diese Grundprinzipien der klassischen Physik, deren Inhalt zunächst kurz dargelegt werden muß, untersucht.

Der Begriff der Stetigkeit tritt uns bereits bei den einfachsten Bewegungsvorgängen entgegen. Es ist eine alltägliche Erfahrung, daß ein Körper nicht von einem Ort zu einem anderen gelangen kann, ohne in lückenloser Folge eine zusammenhängende Bahn zu beschreiben, die vom Ausgangs- zum Endpunkt führt. Diese Tatsache, die ihren Ausdruck in dem oft zitierten Satz „Natura non facit saltus“ — die Natur macht keine Sprünge — gefunden hat, ist uns so selbstverständlich geworden, daß es überflüssig erscheinen könnte, sie überhaupt zu erwähnen. Und dennoch müssen wir die für ein tieferes Verständnis der Quantentheorie wesentliche Feststellungen machen, daß die Stetigkeit der Naturvorgänge keine Denknöwendigkeit ist, sondern daß es im Gegenteil durchaus denkbar wäre, wenn ein Körper plötzlich an einer Stelle verschwindet und ebenso plötzlich an einer anderen Stelle wieder auftaucht. Zwar zeigen die uns im täglichen Leben entgegentretenden Körper ein solches Verhalten nicht; es wäre aber ein Irrtum, hieraus den Schluß zu ziehen, daß auch in anderen, unserer unmittelbaren Erfahrung ferner liegenden Bereichen der Natur solche Möglichkeiten von vornherein ausgeschlossen sein sollen. Es ist vielmehr — wie noch genauer dargelegt werden wird — eines der wichtigsten Ergebnisse der Quantentheorie, gezeigt zu haben, daß das Prinzip der Stetigkeit in weiten Bereichen der Physik nicht erfüllt ist, daß insbesondere Änderungen der Energie nicht in stetiger Weise erfolgen und daß die Natur

im Gegensatz zu allen Vorstellungen der klassischen Physik häufig wirklich „Sprünge macht“.

Die gesamte Naturbetrachtung vergangener Zeiten ging von der Überzeugung aus, daß jeder Vorgang in der Natur durch ganz bestimmte Ursachen in gesetzmäßiger Weise bestimmt sei und daß gleiche Ursachen stets gleiche Wirkungen nach sich ziehen. Man bezeichnet diesen Zusammenhang von Ursache und Wirkung als **Kausalität**. Die Kausalitätsvorstellung ist dem Menschen ebenfalls so selbstverständlich, daß bedeutende Philosophen und Physiker sie für eine unumgängliche Denknöwendigkeit gehalten haben. Aber auch hier mußte die Quantentheorie eine grundsätzliche Wandlung herbeiführen, indem sie zu der Erkenntnis gelangte, daß in weiten Bereichen der Physik von einer lückenlosen Kausalität offenbar nicht die Rede sein kann.

Der dritte Grundpfeiler der klassischen Physik, der durch die Quantentheorie ebenfalls erschüttert wurde, ist die **Objektivierbarkeit** der physikalischen Gegenstände. Die Physiker aus der Zeit vor 1900 haben nie an der Tatsache gezweifelt, daß ein fallender Körper oder ein seine Bahn beschreibender Planet oder irgendein anderes physikalisches Ereignis Vorgänge darstellen, die völlig unabhängig von der menschlichen Beobachtung ablaufen; der Planet beschreibt zum Beispiel seine Bahn ohne Rücksicht auf die Anzahl der ihn beobachtenden Fernrohre, in einer vom untersuchenden Subjekt völlig losgelösten Weise. Bis zur Entdeckung der Quantentheorie hat man irrtümlich geglaubt, die gesamte Physik in solche objektiven Vorgänge oder Zustände auflösen zu können und war sehr überrascht, als man dann erfahren mußte, daß auch diese Objektivierbarkeit auf gewisse Bereiche der Physik beschränkt ist und daß es andere Bereiche gibt, in denen auch dieses Grundprinzip der klassischen Physik keine Gültigkeit mehr hat.

Diese kurzen Bemerkungen zeigen bereits, wie tiefgreifend der Bruch ist, den die Quantentheorie in unserem ganzen physikalischen Denken mit sich gebracht hat und wie berechtigt es ist, mit dem Auftauchen dieser Theorie eine neue Epoche der Physik beginnen zu lassen, die man im Gegensatz zur klassischen Physik als die „moderne Physik“ bezeichnet. Wenn Planck kurz nach seiner grundlegenden Entdeckung auf einem Spaziergang zu seinem Sohne gesagt haben soll: „Heute habe ich eine Entdeckung gemacht, die ebenso wichtig ist wie die Entdeckung Newtons“, so trifft dies — wie die Entwicklung der vergangenen fünfzig Jahre gezeigt hat — die Situation sehr genau; in Newton und Planck repräsentieren sich uns die Begründer zweier Zeitalter der Physik.

Als Max Planck im Jahre 1900 die Aufstellung der Quantentheorie gelang, war er bereits ein berühmter

Physiker, der eine große Zahl bedeutender Untersuchungen, vor allem auf dem Gebiet der Wärmeerscheinungen, durchgeführt hatte. Er knüpfte dabei an die Arbeiten von Boltzmann an, die der Auffassung, daß die Wärme eines Körpers nichts anderes als die Gesamtwirkung der von seinen Atomen ausgeführten Bewegungen ist, zum endgültigen Siege verholfen hatten; mit zunehmender durchschnittlicher Geschwindigkeit der Atome steigt danach die Temperatur des Körpers. Planck versuchte nun, die Analyse dieser Atombewegungen mit Hilfe der Statistik zu vertiefen und wurde dabei auch auf das Problem der Wärmestrahlung geführt. Es war eine längst bekannte Tatsache, daß die von einem erhitzten Körper ausgehenden Strahlen in ihrer Zusammensetzung von der Temperatur des ausstrahlenden Körpers abhängig sind. So sendet ein eiserner Ofen meist nur unsichtbare Wärmestrahlen aus; wird die Erhitzung jedoch weiter getrieben, so tritt zunächst Rot- und später Weißglut auf, das heißt, der Ofen sendet jetzt auch sichtbare Strahlen aus. Die Physiker Lummer und Pringsheim hatten durch experimentelle Untersuchungen festgestellt, wie sich die Zusammensetzung der Strahlung bei Temperaturänderungen verschiebt. Planck wollte nun dieses durch Versuche ermittelte Gesetz der Wärmestrahlung aus den Prinzipien der klassischen Physik herleiten; obwohl er zur Bewältigung dieser Aufgabe das gesamte Rüstzeug der damaligen Wissenschaft heranzog, gelang es ihm nicht, die zweifellos zuverlässigen Messungen richtig zu berechnen. Im Gegenteil, die aus den Voraussetzungen der klassischen Physik gewonnenen Formeln standen in auffallendem Widerspruch zu den genannten Meßergebnissen. Planck zog hieraus nun die allein mögliche Folgerung, daß an den Grundprinzipien der klassischen Physik irgend etwas nicht stimmen könne. Es gehörte ein ungewöhnlicher geistiger Mut dazu, die Richtigkeit der durch Jahrhunderte so glänzend bewährten Prinzipien der klassischen Physik in Zweifel zu ziehen. Planck brachte diesen Mut auf, indem er zunächst das Prinzip der Stetigkeit für die Energie aufgab; damit gelang es ihm dann, das Gesetz der Wärmestrahlung mathematisch zu entwickeln und zu verstehen. Während die Physik bis dahin der Auffassung gewesen war, daß die Energie in stetigem, kontinuierlichem Strom von einem Körper abgegeben oder aufgenommen wird, soll dies nach der Planckschen Auffassung nun nur noch gleichsam brockenweise geschehen können. Eine Energiemenge besteht hiernach aus einer großen Zahl von unteilbaren Brocken oder Portionen, die Planck als **Energiequanten** bezeichnet und die wie die Geschoßgarbe eines Maschinengewehres von einem Energie aussendenden Körper abgegeben werden. Da nun alle Naturvorgänge von Energieumsetzungen begleitet werden und diese

immer nur in ganzen Quanten erfolgen können, so erhält der Ablauf des gesamten Naturgeschehens den Charakter des Unstetigen und Sprunghaften. *Natura facit saltus* — ja, sie besteht eigentlich nur aus Sprüngen. Wenn die klassische Physik die Stetigkeit aller Naturerscheinungen als selbstverständlich vorausgesetzt hatte, so war dies eine Täuschung, wie etwa auch jeder Film einen stetigen Ablauf vor-täuscht, während er in Wirklichkeit ein sprunghaftes, unstetiges Aneinanderreihen einzelner Bilder ist.

Es war natürlich für den Physiker von besonderem Interesse, auch etwas über die Größe dieser Energiequanten zu erfahren. Planck fand, daß die Quanten für die verschiedenen Strahlungsarten verschieden groß sind. Jede Strahlung ist durch eine Wellenlänge oder eine Schwingungszahl gekennzeichnet; das violette Licht hat eine größere Schwingungszahl als das rote und dieses wiederum eine größere als die Wärmestrahlung. Die Größe der Energiequanten ergibt sich nun, indem man die Schwingungszahl mit einer festen Zahl multipliziert. Diese neue Konstante, für welche die Physiker der ganzen Welt nach dem Vorschlag von Planck heute den Buchstaben h benutzen, heißt das Plancksche Wirk-

quantum. Man stand diesem Begriff zunächst ziemlich ratlos gegenüber. Planck selbst sagt hierüber in einer Rede, die er anlässlich der Verleihung des Nobelpreises im Jahre 1919 gehalten hat: „Entweder war das Wirkungsquantum nur eine fiktive Größe; dann war die ganze Deduktion des Strahlungsgesetzes prinzipiell illusorisch und stellte weiter nichts vor als eine inhaltsleere Formelspielerei. Oder aber der Ableitung des Strahlungsgesetzes lag ein wirklich physikalischer Gedanke zugrunde; dann müßte das Wirkungsquantum in der Physik eine fundamentale Rolle spielen, dann kündigte sich mit ihm etwas ganz Neues, bis dahin Unerhörtes an, das berufen schien, unser physikalisches Denken, welches

seit der Begründung der Infinitesimalrechnung durch Leibniz und Newton sich auf der Annahme der Stetigkeit aller ursächlichen Zusammenhänge aufbaut, von Grund aus umzugestalten.“

Je tiefer man in die Quantentheorie eindrang, umso deutlicher zeigte sich tatsächlich, daß das Wirkungsquantum eine physikalische Realität von außerordentlicher Bedeutung war. Diese zunächst nur im Zusammenhang mit dem Strahlungsgesetz gefundene Größe taucht bald auf den verschiedensten anderen

Gebieten der Physik auf und brachte immer neue Überraschungen. Es ist unmöglich, hier alle Gebiete auch nur streifen zu wollen, in denen das Wirkungsquantum heute eine Rolle spielt. Die eigentlich große Zeit der Quantentheorie begann, als der dänische Physiker Niels Bohr im Jahre 1913 das Plancksche Wirkungsquantum in genialer Weise mit den Vorstellungen vom Aufbau der Atome verknüpfte. Durch diesen Schritt wurde nicht nur das Verständnis für zahlreiche bis dahin unerklärliche Erscheinungen aus der atomaren Welt ermöglicht, sondern es wurden damit überhaupt erst die Voraussetzungen für die gewaltigen Fortschritte, die in den vergangenen Jahrzehnten auf dem Gebiete der Atomforschung errungen werden konnten,

geschaffen. Es ist dabei den Physikern gelungen, die dem Wirkungsquantum zunächst noch anhaftenden Rätsel vollkommen zu lösen, so daß dieser Begriff heute in aller Klarheit erkannt und in seinen umfassenden Auswirkungen übersehbar ist.

Die umwälzende Bedeutung dieser neuen Erkenntnisse ist aber keineswegs auf die Physik beschränkt geblieben, sondern hat weit darüber hinaus nahezu alle Zweige der Naturforschung erfaßt. So konnte mit ihrer Hilfe die Chemie vertiefte Einblicke in die Struktur- und Reaktionsgesetze der Materie gewinnen; der Astronomie gelang es, jene gewaltigen Vorgänge zu verstehen, die sich in den Weiten des Weltalls abspielen und die mit ihren ungeheuren Energieum-



Max Planck, 23. 4. 1858—4. 10. 1947

setzungen auf der Erde wohl niemals nachgeahmt werden können. Auch die Biologie hat sich dem Einfluß des Wirkungsquantums nicht entziehen können; wenn die in dieser Richtung sich erstreckenden Untersuchungen heute auch noch keineswegs abgeschlossen sind, so hat doch der im Aufbau begriffene neue Forschungszweig der Quantenbiologie bereits zahlreiche Ausblicke eröffnet, die zu einem wesentlich vertieften Erfassen der Lebenserscheinungen zu führen versprechen. Nicht zuletzt verdienen aber die Auswirkungen besondere Beachtung, die die Quantentheorie auf grundlegende philosophische Probleme ausgeübt hat. Hierauf beziehen sich die Äußerungen eines bekannten Physikers der Gegenwart, der schreibt: „Planck hat aus der Stille eines zurückgezogenen Gelehrtenlebens heraus die Weltgeschichte beeinflusst, indem er der geistigen Entwicklung der Menschheit neue Bahnen eröffnete.“

Am Anfang der Quantentheorie stand der Verzicht auf das Prinzip der Stetigkeit. Eine konsequente Weiterführung dieses Gedankens machte es dann notwendig, auch die beiden anderen Grundprinzipien der klassischen Physik, die Kausalität und die Objektivierbarkeit, für gewisse Bereiche der physikalischen Wirklichkeit aufzugeben.

Die durch die Quantentheorie ermöglichte Erschließung der Welt der Atome stellte die Physiker vor die überraschende Tatsache, daß hier ganz andere Gesetze herrschten, als man es bis dahin angenommen hatte. Die grundsätzlich neue Erkenntnis bestand darin, daß eine Anzahl gleichartiger Atome auf die gleichen physikalischen Bedingungen in ganz verschiedener Weise reagieren kann; die gleichen Ursachen lösen hier also nicht mehr die gleichen Wirkungen aus. Allerdings sind die Reaktionsmöglichkeiten der Atome nicht völlig willkürlich; bei einer genügend großen Zahl von Atomen vielmehr tritt jede der vorhandenen Reaktionsmöglichkeiten mit einer ganz bestimmten statistischen Häufigkeit auf; immerhin verfügt aber das einzelne Atom über eine gewisse „Freiheit“, auf bestimmte Einflüsse in dieser oder jener Weise zu reagieren. So kommt es, daß sich die im Bereich der Atome geltenden Naturgesetze wesentlich von denen der klassischen Physik unterscheiden, indem sie nur die für bestimmte Einwirkungen vorhandenen Reaktionsmöglichkeiten und die statistische Häufigkeit angeben, mit der sich die Atome für jede dieser Möglichkeiten entscheiden.

Man hat dieses merkwürdige Verhalten der atomaren Welt durch einen Mangel an Kenntnissen zu erklären versucht und besonders von philosophischer Seite diesen ungewohnten Erkenntnissen dadurch entgegen zu können geglaubt, daß man verborgene Ursachen für das verschiedene Reagieren der Atome verantwortlich machen wollte. Demgegenüber muß

jedoch als Ergebnis der modernen Quantenphysik besonders hervorgehoben werden, daß es sich bei der Reaktions„freiheit“ der Atome nicht um eine durch zeitbedingte Unwissenheit hervorgerufene Täuschung des Physikers handelt, sondern daß der klassische Zusammenhang zwischen Ursache und Wirkung im Bereich der Atome tatsächlich nicht existiert, und daß es infolgedessen wohl auch in Zukunft nicht gelingen kann, eine heute noch verborgene Kausalität aufzufinden und so doch schließlich eine Voraussage über das Reagieren des Atoms auf bestimmte Einwirkungen zu ermöglichen. Es darf an dieser Stelle jedoch nicht verschwiegen werden, daß Planck selbst ebenso wie andere große Physiker — so Albert Einstein und Max von Laue — und bedeutende Naturphilosophen eine Einschränkung des Kausalitätsprinzips nur im Sinne eines Absehens vom strengen Determinismus verstanden wissen wollen; das heißt, daß nach ihrer Meinung selbst die vollständige Kenntnis der Bedingungen eines Geschehens nicht genügt, seinen künftigen Ablauf eindeutig voraussagen zu können, daß aber an der Gültigkeit des Kausalitätsprinzips als einer Voraussetzung jedes Forschens nicht gezweifelt werden könne.

Schließlich ist das dritte Fundament der klassischen Physik, die Objektivierbarkeit, durch die Ergebnisse der Quantentheorie für den Bereich der Atome und ihrer Bausteine erschüttert worden. Es war auch den Physikern der klassischen Epoche bereits aufgefallen, daß bei vielen physikalischen Messungen eine Rückwirkung des Meßinstrumentes auf den zu messenden Vorgang oder Zustand eintritt, so daß dieser sich durch die Messung selbst verändert. Wenn man zum Beispiel die Temperatur einer Wassermenge mißt, so wird diese Temperatur durch den Meßvorgang beeinflusst, indem eine gewisse Wärmemenge auf das Thermometer übergeht. Den sich hieraus ergebenden Schwierigkeiten konnte man in der klassischen Physik jedoch dadurch entgehen, daß man genügend feine Meßinstrumente wählte und sich durch entsprechende Berücksichtigung der Rückwirkung in Form anzubringender Korrekturen einer idealen Messung beliebig zu nähern in der Lage war. So arbeitete man in der gesamten klassischen Physik immer nur mit Vorgängen, die unabhängig vom Beobachter und seinen Instrumenten verlaufen.

Im Bereich der atomaren Physik ist dies aber grundsätzlich anders, weil hier nicht mehr die Möglichkeit besteht, die Meßinstrumente im Vergleich zu den Gegenständen der Messung beliebig klein zu machen; das Wirkungsquantum bedeutet hier eben eine grundsätzliche Grenze. Es kann deshalb in diesem Bereich der Physik gar nicht mehr von objektiven Vorgängen, die unabhängig vom Beobachtungsprozeß ablaufen, gesprochen werden. So ist es unmöglich,

den die Atomkerne umkreisenden Elektronen in ähnlicher Weise objektive Bahnen zuzuschreiben, wie dies bei den Planeten geschieht. Ohne auf Einzelheiten hier näher einzugehen, sei nur darauf hingewiesen, daß durch die berühmte „Ungenauigkeitsrelation“ von Heisenberg eine völlige Klärung dieser Verhältnisse erreicht worden ist. Im Hinblick auf das obengenannte Beispiel besagt diese Ungenauigkeitsrelation, daß es unmöglich ist, Ort und Geschwindigkeit eines Elektrons gleichzeitig genau zu messen; es muß vielmehr jede Genauigkeitssteigerung in der Ortsbestimmung durch eine Zunahme der Ungenauigkeit bei der Geschwindigkeitsmessung erkauft werden und umgekehrt. Auch hierbei spielt das Wirkungsquantum wieder eine entscheidende Rolle. Daß die alten philosophischen Begriffe von Realität und Wirklichkeit unter diesen Umständen einer Überprüfung unter-

zogen werden müssen, braucht im einzelnen nicht begründet zu werden.

So hat also die Quantentheorie nicht nur für das engere Fachgebiet der Physik eine Menge neuer, tiefer Einsichten hervorgebracht, sondern sie hat darüber hinaus die Bearbeitung grundsätzlicher philosophischer Probleme auf eine wesentlich veränderte Grundlage gestellt, so daß der bekannte Quantenphysiker P. Jordan die sich hierbei ergebenden Erkenntnisse „als eine Weltwende menschlichen Denkens, naturwissenschaftlicher Vorstellungsformen“ bezeichnet hat; er schreibt in diesem Zusammenhang weiter: „Mit gutem Grunde haben wir heute das Gefühl, mit dieser Denkform am Anfang einer neuen Zeit, am Beginn erstmaliger Erfassung tiefster Erkenntnisprobleme zu stehen, die über Biologie und Psychologie in zentrale philosophische Fragen reichen.“

Dr. Oskar Höfling

Operative Behandlung der Otosklerose-Schwerhörigkeit

Die Schwerhörigen befinden sich gegenüber den Kurzsichtigen oder Weitsichtigen in dem Nachteil, daß ihr Leiden nicht mit Hilfe einer ziemlich unbeschwerlichen Prothese, wie es die Brille ist, korrigiert werden kann. Zur Behandlung der Schwerhörigkeit ist nun ein operatives Verfahren, das sich an die Namen Holmgren, Sourdille und Lempert knüpft, in das besondere Interesse des therapeutischen Handelns gerückt. Um Mißverständnissen vorzubeugen, sind zunächst zwei Punkte hervorzuheben: Erstens kommt diese Operation nur für die „Otosklerose“ in Betracht, für keine andere Form der Schwerhörigkeit, und zweitens darf das Leiden noch nicht so weit fortgeschritten sein, daß eine Schädigung des Innenohres vorliegt. Beides entscheidet der Ohrenarzt. Von Bedeutung ist, daß gerade die Otosklerose häufig ist, daß sie zumeist im jugendlichen Alter einsetzt und daß sie stetig fortschreitend durch das ganze Leben zunimmt. Zunächst wird gewöhnlich das eine Ohr ergriffen, später auch das andere, wobei aber eines stets das bessere bleibt. Häufig kommt es zu langdauernden quälenden Ohrgeräuschen. Zeitweilige Ohrenscherzen werden nur bei einem Teil der Betroffenen beobachtet. Völlige Taubheit tritt meist nicht ein. Erbbiologisch ist das Krankheitsbild nicht völlig geklärt. In manchen Fällen wurde familiäres Vorkommen nachgewiesen, in anderen war keinerlei Belastung aufzufinden. O. v. Verschuer hält eine einfache dominante Erbanlage für wahrscheinlich, welche sich aber nur bei einigen Probanden in Hörstörungen zu erkennen gibt, während bei anderen lediglich im Gewebefund entsprechende Veränderungen nachweisbar sind. Das Wesen des Krankheitsgeschehens besteht darin, daß im Knochen der Labyrinthkapsel des Ohres herdförmige Umbauprozesse vor sich gehen. Liegen diese „Otosklerose-Herde“ im Bereich des ovalen Fensters des Labyrinthes, so

kommt es zu einer Vermauerung und damit Bewegungseinschränkung der Steigbügel-Fußplatte. Diese Tatsache ist von größter Tragweite für den Hörvorgang. Das Ohr hat einen komplizierten Bau und eine subtile Funktionsweise. Die Ohrmuschel spielt beim Menschen, im Gegensatz zu vielen Tieren, kaum eine Rolle als Schallfänger. Die Töne und Geräusche, die als Schallwellen in den Gehörgang eindringen, versetzen zunächst das Trommelfell in Schwingungen. Von dort setzen die Schwingungen sich auf die drei Gehörknöchelchen „Hammer“, „Amboß“ und „Steigbügel“ fort und werden über die Steigbügel-Fußplatte durch das ovale Fenster auf die Lympheflüssigkeit des Innenohres übertragen. Hierdurch wird auf die Endigungen des Hörnerven ein Reiz ausgelöst, welcher dem Gehirn als Erregung zugeleitet wird. Nach einer Reihe von Schaltungen im Gehirn entsteht aus bis heute im einzelnen noch nicht deutbaren Vorgängen das Erlebnis des Hörens. Befindet sich in der Kette dieser Abläufe eine Störstelle, wie beispielsweise eine Vermauerung der Steigbügel-Fußplatte im ovalen Fenster als Folge eines krankhaften Verknöcherungsprozesses, so kann die Weiterleitung der Schwingungen nicht in normaler Weise erfolgen und das Ergebnis ist Schwerhörigkeit. Das Prinzip der heute geübten operativen Behandlung besteht darin, über dem krankhaft veränderten ovalen Fenster ein neues Fenster anzulegen und so den Schallwellen einen direkten Weg ins Innenohr zu bahnen. Der wichtigste Nachteil war zunächst, daß das künstliche Fenster sich durch Verwachsungsvorgänge bald wieder knöchern verschloß. Inzwischen konnte aber eine Methode entwickelt werden, bei der ein Stück Ohrknorpel in das neue Fenster eingepflanzt und eine Verknöcherung verhütet wird. Bei geeigneter Auswahl der Patienten werden bei bis zu achtzig Prozent der Fälle Hörverbesserungen erreicht. *Dr. med. Thea Lüers*