

Vorträge

der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich

22. Oktober 1951: Prof. Dr. E. Hadorn, Zürich:

Genetik und Chemie

(mit Lichtbildern und Demonstration)

Die mannigfachen und immer stärker hervortretenden Beziehungen zwischen der Vererbungswissenschaft und der Chemie können von drei Grundfragen ausgehend diskutiert werden.

1. Was ist über die chemische Natur der Erbsubstanz bekannt? Da die gemischten Einheiten des Erbgutes Teilstücke von Chromosomen sind, hat man zunächst festzustellen, welche Substanzen die Chromosomen aufbauen. Es sind dies Nukleoproteide, d. h. komplizierte Verbindungen von basischen Eiweisskörpern mit Nukleinsäuren. Neue Untersuchungen an isolierten Chromosomen haben gezeigt, dass im Eiweissanteil neben Protaminen und Histonen auch noch weitere Proteine vorkommen. Dagegen besteht der Nukleinsäureanteil wohl ausschliesslich aus Desoxyribose-Nukleinsäure. Aus genetischen Befunden geht hervor, dass die Chromosomen in ihrer Längsrichtung so weit strukturell differenziert sind, dass pro Chromosom einige hundert bis einige tausend individualisierte Stellen vorkommen, die alle unter sich verschieden sind. Es ist zur Zeit noch nicht bekannt, welche Gruppen der Nukleoproteidmoleküle für die unterschiedliche Wirkungsspezifität der Genstellen verantwortlich sind.

2. Wie reagiert die Erbsubstanz auf äussere chemische Einwirkungen? Im allgemeinen verhalten sich die Gene gegenüber chemischen Einflüssen verschiedenster Art sehr stabil. Erst vor wenigen Jahren ist es gelungen, Mutationen mit Chemikalien auszulösen. Als besonders stark mutagen erwiesen sich vor allem Senfgas und die «Nitrogen-Mustards». Direkte Behandlung von explantierten Ovarien der

Fruchtfliege *Drosophila* zeigte, dass Mutationen auch durch Phenol bewirkt werden können. Die durch Chemikalien verursachten Mutationen unterscheiden sich in ihrer Auswirkung nicht von den strahleninduzierten und den spontanen Erbänderungen. Die Kenntnis der mutagenen Wirkung von Strahlen und Chemikalien bildet die Voraussetzung für eine verantwortungsbewusste Mutationsprophylaxis.

3. Was weiss man über die biochemische Wirkung der Gene? Erbbedingte Stoffwechsellanomalien des Menschen, z. B. Alkaptonurie, zeigten erstmals, dass bestimmte Erbfaktoren genau erfassbare chemische Umsetzungen in spezifischer Weise bewirken. Entscheidende Fortschritte brachte später das Studium der genbedingten Synthese der Augenpigmente von Insekten. Die tiefsten Einsichten in die chemische Wirkungsweise der Gene ergaben schliesslich die Untersuchungen am Schimmelpilz *Neurospora*. Hier kann gezeigt werden, wie der Aufbau von Aminosäuren, von Kernstoffen und von Vitaminen vom spezifischen Einsatz einzelner Mendelfaktoren abhängt. Verschiedene weitere Untersuchungsmethoden, so u. a. auch die Papierchromatographie, vermitteln neue Aufschlüsse über die Beeinflussung grundlegender Stoffwechselfvorgänge durch Gene.

An der Entwicklung der biochemischen Genetik waren und sind zahlreiche Genetiker und Chemiker beteiligt, ihre Namen können in diesem Vortragsauszug nicht genannt werden. Die gewonnenen Erkenntnisse bereichern ebenso sehr die chemischen wie die biologischen Wissenschaften.

(Autoreferat)

5. November 1951:

Das Betatron der radiotherapeutischen Klinik in Zürich.

a) Prof. Dr. H. R. Schinz, Zürich:

Einführung.

Bei der Planung für die Zürcher Spitalneubauten war eine Hochvolanlage vorge-

sehen. Damals kam ein Kaskadengenerator oder ein elektrostatischer Hochspannungs-

generator — System van de Graaff — in erster Linie in Betracht. Die Spannungen dieser Apparaturen betragen einige Millionen Volt. Sie mussten wegen ihrer hohen Überschlagsspannung in sehr großen Hallen untergebracht werden, wobei die Kosten des Gebäudes die Anlage wesentlich überstiegen. Immerhin erlaubten sie gegenüber den bisherigen Röntgenapparaturen von 200 bis 400 kV die Applikation von grossen Röntgendosen in der Tiefe des menschlichen Körpers, ohne die darüberliegenden gesunden Gewebsschichten stark zu schädigen. Während des Krieges wurden nun neue Apparaturen geschaffen, die auf einem neuartigen Prinzip der Elektronenbeschleunigung beruhen. Es sind dies der Linearaccelerator und das Betatron. Ich entschloss mich zur Anschaffung einer Betatronanlage, nachdem die Firma Brown Boveri sich bereit erklärt hatte, die Konstruktion unter Leitung des

Erfinders, Ingenieur Dr. WIDERÖE, zu übernehmen. Das Betatron der radiotherapeutischen Klinik erfüllt folgende Funktionen: 1. dient es als therapeutisches Instrument zur Krebsbehandlung; 2. wird es zu strahlenbiologischen Forschungen verwendet; ohne Strahlenbiologie sind keine Fortschritte auf dem Gebiet der Krebsbehandlung zu erzielen; 3. ist es zu Experimenten auf dem Gebiet der Kernphysik geeignet, speziell zur Erforschung photonukleärer Prozesse, 4. ist die Erzeugung von Spuren künstlicher radioaktiver Stoffe möglich, die als markierte Atome oder sogenannte Tracer beim Studium des Stoffwechsels von höchstem Werte sind; 5. ist die Apparatur ein diagnostisches Hilfsmittel zur Materialprüfung von Werkstücken.

(Autoreferat)

b) Dr. ing. R. Wideröe, Baden:

Der 31-Millionen-Volt-Strahlentransformator (Betatron) der Firma Brown Boveri und seine Verwendung für die Materialuntersuchung

Der bereits im Jahre 1922 erfundene Strahlentransformator gehört zu den ersten Maschinen, die vorgeschlagen wurden, um geladene Teilchen auf eine extrem grosse Geschwindigkeit (Energie) zu beschleunigen. Die von Brown Boveri entwickelte 31-MeV-Maschine unterscheidet sich in vieler Hinsicht von den bisher gebauten Maschinen. Um den inneren Magnetkern befindet sich eine kreisförmige abgeschmolzene Vakuumröhre (ein «Toroid»), in welcher die Elektronen beschleunigt werden. An zwei gegenüberliegenden Stützen sind Elektronenspritzen angebracht, die abwechselnd und jeweils 50 mal in der Sekunde mit einer Impulsspannung erregt werden und abwechselnd einen Elektronenstrahl in die Kreisröhre injizieren. Die Elektronen bewegen sich abwechselnd mit und gegen den Uhrzeiger, je nach der Richtung des magnetischen Feldes. Sie werden bei jedem Umlauf im Mittel mit 31 Volt beschleunigt und haben nach einer Million Umläufen eine kinetische Spannung von 31 MeV erreicht. In diesem Augenblick wird das magnetische Führungsfeld geändert, die Kreisbahnen erweitern sich (Expansion) und treffen auf

eine Antikathode T auf. Je nach dem Umlaufsinn der Elektronen wird dann ein Röntgenstrahl nach der einen oder anderen Richtung erzeugt. Die Strahlung dauert nur ganz kurze Zeit, ca. 10 us, im Mittel können aber Röntgenstrahlenintensitäten von über 100 r/min in 1 m Abstand erreicht werden.

Die erste Anlage dieser Art befindet sich seit etwa 7 Monaten im ständigen Betrieb im Kantonsspital Zürich. Die Anlage wurde von vornherein für den regulären Therapiebetrieb eingerichtet; bis jetzt sind etwa 65 Patienten behandelt worden.

Die 31-MeV-Strahlung verspricht auch für die Materialprüfung von grösster Bedeutung zu werden. Man kann Eisendicken von wenigen Zentimetern bis zu einem halben Meter mit noch durchaus erträglichen Belichtungszeiten untersuchen und erreicht dabei eine Fehlererkennbarkeit von etwa 1% der Eisendicke. Die ausgezeichnete Schärfe und die fehlende Überstrahlung der Röntgenbilder ist bemerkenswert und hat ihren Grund teils in der Kleinheit der Antikathode (ca. 0,1 mm) teils in der geringen Seitenstreuung der 31-MeV-Strahlen.

(Autoreferat)

c) Prof. Dr. H. Wäffler, Zürich:

Kernphysikalische Probleme und deren Bearbeitung mit Hilfe des Betatrons

Das Betatron ist ein Apparat, der entweder sehr energiereiche elektromagnetische Strahlung, oder sehr energiereiche Elektronen liefert. Es handelt sich also hier in beiden Fällen um Elementargebilde von vorwiegend elektrischer Natur.

Von den Atomkernen dagegen wissen wir, dass sie durch Kräfte in sich zusammengehalten werden, die nicht elektrischer Natur sind. Die Kräfte zwischen den Kernbausteinen stellen einen gänzlich neuen Krafttypus dar.

Nun sind die Kernkräfte sehr viel stärker, als die elektrischen. Das äussert sich sehr augenfällig darin, dass die Kerne viel stabilere Gebilde sind, als die von elektrischen Kräften zusammengehaltenen Atomhüllen. Aus diesem Grunde ist auch die Wechselwirkung zwischen elektromagnetischer Strahlung (oder Elektronen) und Atomkernen viel schwächer als zwischen Nucleonen und Atomkernen. Das äussert sich in einer für den Experimentator unangenehmen Weise darin, dass Kernprozesse, die unter dem Einfluss elektromagnetischer Strahlung erfolgen, viel seltener sind und viel schwächere «Ausbeuten» ergeben als Kernprozesse unter Teilchenbeschuss (Neutronen, Protonen). Kernprozesse durch elektromagnetische Einwirkung sind aber gleichwohl sehr interessant, weil sie nämlich besonders einfach sind.

Es ist sehr leicht einzusehen, was man lernen kann, wenn man die am einfachsten gebauten, leichtesten Kerne mit der Betatron-Bremsstrahlung betrachtet. Beginnen wir mit dem Wasserstoffkern, dem Proton. Eine sehr interessante Frage für den Physiker ist, ob das Proton ebenso klein ist wie das Elek-

tron oder ob es bedeutend grösser ist. Es ist nun prinzipiell durchaus möglich, wenn auch nicht gerade leicht, die räumliche Ausdehnung des Protons mit Gammastrahlen abzutasten. Interessante Fragen ergaben sich auch hinsichtlich der Wechselwirkung zwischen elektromagnetischer Strahlung und dem punkto Einfachheit auf den Wasserstoff folgenden Kern, dem Deuton. Das Deuton besteht aus dem Teilchenpaar Neutron-Proton, das durch die anziehenden Kernkräfte zusammengehalten wird. Wird ein Deuton von einem Gammaquant, das eine grössere Energie besitzt, als die Bindungsenergie dieses Kernsystems beträgt, getroffen, so wird der Kern gespalten und Neutron und Proton fliegen diametral auseinander. Aus der Richtungsverteilung, welche die Verbindungslinie der emittierten Teilchen mit der Einfallsrichtung des Gammaquants bildet, lassen sich wiederum Schlüsse über die Natur der Neutron-Proton-Kraft ziehen. Die hier erwähnten Experimente besitzen den Vorteil, dass sie sich rechnerisch in strenger Weise behandeln lassen. Bei photonuklearen Reaktionen an schweren Kernen ist das nicht mehr der Fall, und man ist hier auf ziemlich ungenaue Näherungsverfahren angewiesen. Mit zunehmender Teilchenzahl im Kern wird der Reaktionsmechanismus naturgemäss immer komplizierter und die theoretische Deutung der Versuchsergebnisse immer schwieriger.

Es ist aber gleichwohl in vielen Fällen gelungen, mit relativ einfachen Modellvorstellungen die Erscheinungen bei der Wechselwirkung zwischen schweren Kernen und elektromagnetischer Strahlung in befriedigender Weise zu erklären. (Autoreferat)

d) P.-D. Dr. G. Joyet, Zürich:

Medizinische Anpassung, Strahlenschutz und biologische Eichung des Betatrons

Die Absorption der Röntgenstrahlen in der Materie erfolgt hauptsächlich durch photoelektrischen Effekt, Comptoneffekt, und wenn die Energie hinreichend gross ist, durch Paarerzeugung. Die Energie eines Strahlenquants wird also auf ein oder zwei Elektronen übertragen und das einfallende

Quant verschwindet als solches. Es sind nun diese Sekundärelektronen, welche den biologischen Effekt durch Anregungsprozesse oder Ionisationen hervorrufen.

Bei 200 kV-Spannung, die der üblichen Tiefentherapie entspricht, erfolgt 1,5 % der Absorption durch Photoeffekt, und der Rest,

d. h. 98,5 % durch Comptonabsorption. Die Sekundärelektronen besitzen in diesem Fall eine Reichweite im Wasser von etwa 0,5 mm.

Für X-Strahlen von 30 MeV erfolgt die Absorption der Energie hauptsächlich durch Comptonprozess und Paarerzeugung. Die Paarelektronen und die Comptonelektronen besitzen in jenem Fall mittlere Reichweiten in Wasser von 5 bis 6 cm. Es sind diese grossen Reichweiten der Elektronen, die die bemerkenswerte Form der Transitionskurve, d. h. die Verteilung der Ionisationsintensität in der Tiefe der Gewebe hervorgerufen. Die Transitionskurve wurde am Betatronstrahl in einem Phantom von Plexiglas studiert, einem organischen Material, dessen spezifisches Gewicht (1,18) und physikalische Eigenschaften (mittlere Kernladungszahl und Zahl der Elektronen pro Gramm) nahe den physikalischen Eigenschaften der Gewebe liegen. Die Tiefenverteilungskurve zeigt, dass bei gleicher Maximal-Hautdosis der Strahlung, die Tiefendosis im Prinzip mit einem Faktor 3,4 multipliziert werden kann gegenüber der Therapie mit 200 kV.

Für Strahlenenergien, die grösser als 3 MeV sind, ist die Bestimmung der Ionisation in Luft, d. h. die Messung der Strahlenmenge in «r»-Einheiten kein Mass mehr für die Energieabsorption in den Geweben.

e) Frau Dr. H. Fritz-Niggli, Zürich:

Biologische Experimente mit dem Betatron

Um das neue 31-MeV-Betatron der Therapie zugänglich zu machen, ist es von grosser Wichtigkeit, seine biologische Wirkung kennenzulernen und mit derjenigen von gewöhnlichen Röntgenstrahlen, wie z. B. 180 keV, zu vergleichen. Die Puppe der Taufliede, *Drosophila melanogaster* stellt ein ausgezeichnetes Objekt für eine qualitative biophysikalische Untersuchung dar. Bestrahlt man nämlich eine junge Puppe, 5 Stunden nach der Puppentönnchenbildung mit 2500 r und 180 keV, dann schlüpft aus der Puppe eine Fliege mit gespreizten Flügeln und einem defekten Borstenmuster aus. Um die gleiche Wirkung mit den Betatronstrahlen zu erzielen, muss eine Dosis von 4000 r verwendet werden. Die gleiche herabgesetzte Wirksamkeit der energiereichen Betatronstrahlen gegenüber gewöhnlichen 180-keV-Röntgenstrahlen findet sich auch

Es existiert jedoch noch keine Methode, die die Messung dieser Absorption erlaubt, und man kam daher überein, auch in diesem Energiegebiet noch die Luft-Ionisationskammer von Victoreen zu verwenden.

Der Patient ausserhalb des Strahlenkegels und das Personal, das in den Nebenräumen und am Schaltpult des Betatrons steht, sollten gegen die Nebenstrahlung geschützt werden. Dicke Bleiplatten, Bleitüren von 4 cm Dicke, und dicke Betonwände und Betonblöcke haben einen hinreichenden Schutz gewährt, so dass die Strahlentoleranz-Intensität nirgends überschritten wird.

Die «biologische Eichung» des Betatrons wurde ausgeführt durch die Beobachtung der Überlebenszeit von Gruppen von Mäusen gleicher Zucht und gleichen Alters, die der Strahlung des Betatrons, beziehungsweise eines Therapieapparates von 400 kV ausgesetzt wurden. Die Mäuse werden in der Masse von Plexiglas, am Maximum der Transitionskurve bestrahlt. Die ersten Resultate der Experimente zeigen, dass für einzelne Dosen von 1200 bis 2500 «röntgen» keine Differenz entsteht in der Überlebenszeit nach Bestrahlungen mit 30 MeV oder 400 kV. Für geringere Einzeldosen, von 500 bis 750 r, scheinen kleinere Differenzen aufzutreten, die jedoch noch nicht einwandfrei festgestellt sind. (Autoreferat)

bei der Bestrahlung von 4- und 7,5stündigen *Drosophila*-Eiern. Die Deutung dieser Ergebnisse ist recht schwierig, und vielleicht kann die verschiedenartige Ionentopographie der beiden Strahlungsarten für ihre unterschiedliche Wirksamkeit verantwortlich gemacht werden, da energiereiche Strahlen Sekundärelektronen erzeugen, die wesentlich weniger dicht ionisieren als weichere Strahlen. In der Therapie kann dieser Effekt durch eine entsprechende Dosiserhöhung ausgeglichen werden. An Hand von Versuchen an Krallenfrosch-Larven, die in einem Wasserphantom in bestimmten «Gewebe»-tiefen bestrahlt worden sind, kann die ausserordentliche Tiefenwirkung der Betatronstrahlen im Gegensatz zu der oberflächlicheren Wirkung der 180-keV-Strahlen demonstriert werden. (Autoreferat)

f) P.-D. Dr. med. K. Hohl, Zürich:

Klinische Frühresultate mit der Betatron-Behandlung

Der grundlegende Unterschied bei der Betatronbestrahlung gegenüber der bisherigen Röntgentiefentherapie (200—400 kV) besteht in der günstigeren Tiefendosis. Beim 31-MeV-Betatron liegt die Maximaldosis nicht im Bereiche der Körperoberfläche, sondern in 5,3 cm Tiefe. Mit den sogenannten «ultraharten Röntgenstrahlen» kann praktisch jeder beliebig tiefe Herd im Körper mit einer genügenden Dosis belastet werden, ohne dass wie früher die Körperoberfläche geschädigt wird. Die Bestrahlungstechnik ist im wesentlichen dieselbe, mit der Ausnahme, dass der Patient nach dem Bestrahlungstabus gerichtet werden muss. Das Zürcher Betatron ist unbeweglich.

Der Röntgenkater ist nicht stärker als bei der gewöhnlichen Tiefentherapie. Die Veränderungen des Blutbildes sind infolge der

relativ kleineren Knochenabsorption geringer.

Die klinischen Frühresultate sind bei den Krebsen der oberen Luft- und Speisewege sehr gut (7 von 8 Patienten symptomfrei, 1 Patient gebessert). Befriedigend sind die Erfolge beim Speiseröhrenkrebs (3 von 7 Patienten symptomfrei, 4 gebessert). Ähnliche Resultate zeigen das Genital- (7 von 11 Patienten symptomfrei, 3 gebessert) und Rectum-Carcinom (nur 1 Patient, dieser symptomfrei). Unbefriedigend sind bis heute die Resultate beim Bronchial-Carcinom. Es wurden allerdings nur Spätfälle in schlechtem Allgemeinzustand palliativ bestrahlt.

Zusammengefasst sind die Frühresultate ermutigend, so dass die Einführung des Betatrons einen Fortschritt in der Behandlung des Krebses der tieferen Körperregionen bedeutet. (Autoreferat)

g) Besichtigung des Betatrons der radiotherapeutischen Klinik in Zürich.

Unter Führung von Herrn Prof. Dr. H. R. Schinz und einer Reihe seiner Mitarbeiter fanden an den Nachmittagen des 6. bis 9. November (jeweils von 18.00 bis 19.00 Uhr) Besichtigungen des Betatrons und seiner Hilfseinrichtungen im Kantonsspital statt, die von rund 80 Personen besucht wurden.

Der Sekretär: O. Jaag

19. November 1951: Prof. Dr. J. Eggert, Zürich:

Stand und Probleme der Farbenphotographie (mit Lichtbildern und Demonstrationen)

Mit der farbigen Darstellung der Gegenstände auf photographischem Wege hat man sich schon bald nach der Entdeckung der Photographie (1839) befasst. Der Schweizer ISENING kolorierte seine Daguerreotypien nach sehr kunstfertigem Verfahren bereits 1840. Eine zwangsläufige Farbenphotographie wurde aber erst möglich, als M. W. VOGEL 1873 die Sensibilisation entdeckte.

Vom physikalischen Standpunkte am elegantesten arbeitet das Verfahren von G. LIPPMANN (1891). Es beruht darauf, dass in feinstkörnigen photographischen Schichten stehende Wellen erzeugt werden können, wobei das Silber in Gestalt von Lamellen entsteht, die bei Betrachtung des Bildes im auffallenden weissen Licht die Farben durch Interferenzwirkung erscheinen lassen.

Die Praxis geht den von J. C. MAXWELL 1857 vorgeschlagenen Weg, die Zerlegung und den Wiederaufbau der Bildelemente nicht rein spektral, sondern nach den drei Dritteln des sichtbaren Gesamtspektrums: Rot (etwa 700 bis 600 m μ), Grün (etwa 600 bis 500 m μ) und Blau (etwa 500 bis 400 m μ) vorzunehmen. Fast alle sich aus diesem Prinzip ergebenden Wege hat L. DUCOS DU HAURON seit 1869 gezeigt.

Additive Verfahren: Das Original wird dreimal hinter Filtern photographiert, die die oben genannten Spektralgebiete Rot, Grün und Blau hindurchlassen. Dabei entstehen drei konturgleiche, je nach den Originalfarben verschieden gedeckte Schwarz-Weiss-Negative (= Farbauszüge). Stellt man von ihnen transparente Positivkopien

her, bedeckt sie mit den entsprechenden Aufnahmefiltern und projiziert man die drei Kombinationen mit weissem Licht so, dass sie auf dem Schirm genau zur Deckung kommen, so entsteht durch die Mischung der Lichter Rot, Grün und Blau in den verschiedensten Intensitäten ein farbtreues Bild des Originals. — Ohne optische Hilfsmittel findet diese additive Lichtmischung psychologisch statt, wenn die Aufnahme- und Wiedergabefilter in ein Mosaik von winzigen Einzelteilchen aufgelöst werden, so dass das unbewaffnete Auge diese Elemente nicht mehr voneinander unterscheiden kann. Diese Farb- und Linsenrasterverfahren lassen sich so durchführen, dass sie in einem Zuge von der Aufnahme bis zum fertigen Bilde arbeiten. Allen additiven Methoden ist der Nachteil gemeinsam, dass sie sehr lichtschwach sind, was sich besonders bei der Wiedergabe der Bilder auf dem Wege der Projektion störend bemerkbar macht. Aus diesem Grunde sind die additiven Verfahren in der Photographie praktisch verlassen, kommen aber auf anderem Gebiete wieder zu Ehren: beim farbigen Fernsehen (Columbia - Broadcasting - System).

Subtraktive Verfahren: Sie arbeiten mit drei Farbstoffen, die den genannten drei Dritteln des sichtbaren Spektrums verwandt sind. Während aber die Spektralgebiete Rot, Grün und Blau von den bei den additiven Verfahren benutzten Farbstoffen durchgelassen werden, werden diese Gebiete von der neuen Dreiergruppe von Farbstoffen absorbiert. Diese drei Farbstoffe führen die Bezeichnungen: Blaugrün, Purpur und Gelb («Komplementär» zu Rot, Grün, Blau). Denkt man sich diese Farbstoffgruppe in einem Bindemittel gelöst und gemischt und auf einer Unterlage aufgetrocknet, so erscheint die Schicht schwarz, weil jeder der drei Farbstoffe ein Drittel des Spektrums absorbiert. Nimmt man nun an, dass die drei Farbstoffe nicht lichtecht, also ausgleichbar sind, so ist zunächst einleuchtend, dass weisses Licht die anfangs schwarze Schicht mit der Zeit zu Weiss ausbleicht. Rotes Licht kann nur den Farbstoff zerstören, der rotes Licht absorbiert; das ist Blaugrün. Es bleiben also Gelb und Purpur übrig, und diese ergeben subtraktiv gemischt Rot, also gerade den Farbwert, der aufgestrahlt wurde.

Diese verblüffend einfache Methode wurde zwar von J. H. SMITH und W. MERKENS in Zürich mit dem «Utocolorpapier» 1907 verwirklicht, musste aber wegen verschiedener Schwierigkeiten verlassen werden.

Die meisten Farbenverfahren arbeiten mit getrennten Aufnahme- und Wiedergabemethoden. Tatsächlich hat, wie wir wissen, diese Trennung zu vollem Erfolg geführt; denn täglich sehen wir in Illustrationsbunt drucken farbige Papierbilder, und jederzeit können wir in den Kinotheatern nach der Technicolor-Methode Farbfilme ansehen. In beiden Fällen werden im ersten Schritt Farbauszüge hergestellt und im zweiten nach diesen Auszügen Positive in den Komplementärfarben der Aufnahmefilter kopiert, meist durch Übereinanderdrucken auf die gleiche Unterlage. Für den photographischen Bedarf gehen das Kodak Dye-Transfer-Verfahren und der Duxochromprozess grundsätzlich ähnliche Wege.

Den letzten Fortschritt konnte die Farbenphotographie auf Grund einer entscheidend wichtigen Idee von RUDOLF FISCHER tun, die dieser zwar schon 1911 in Patenten veröffentlichte, die aber erst 25 Jahre später zu allgemeiner Anwendung gelangte. FISCHER zeigte, dass die Entwickler der p-Phenylen-diamin-Reihe bei Zugabe bestimmter organischer Substanzen (Kuppler) zur Entwicklerlösung ausser dem Silberbild auch Nebenbilder in gelber, purpurner und blaugrüner Farbe erzeugen. Wird das Aufnahmematerial in drei übereinander gelagerten (untrennbaren) Schichten hergestellt, von denen jede nur für einen Spektralteil empfindlich und nachträglich ausschliesslich zu dem zugehörigen komplementären Farbbild entwickelbar ist, so kann das Verfahren für beliebige farbphotographische Zwecke Verwendung finden: Es können Transparentbilder aller Formate, es können aber auch in Gestalt des Negativ-Positiv-Verfahrens Papierbilder oder Kinofilme hergestellt werden. Das wichtigste Erfordernis ist, dass die Kupplersubstanzen nur in der zugeordneten Schicht wirksam sein dürfen, eine Forderung, die von den verschiedenen Herstellern in unterschiedlicher Weise gelöst wurde (Tabelle siehe *Experientia* VI [1950], S. 409): Agfa versah die aktiven Kupplermolekeln mit Fettresten, so dass die Substanzen zwar löslich blieben, aber «diffusionsecht» wur-

den; Kodak bettete die Kuppler in eine hydrophile Kunstharzmasse ein, die in Form kleinster Partikel in der Schichtgelatine verteilt ist; du Pont verlässt als erste Herstellerin die Gelatine als Bindemittel und verwendet dafür ein quellbares Polyvinyl-derivat, an das der Kuppler chemisch gebunden wird.

Trotz dieser raschen Entwicklung gibt es noch eine stattliche Anzahl von Problemen, an deren Lösung die Industrie arbeitet. Eine wichtige Aufgabe ist die Verbesserung der farb- und kontrastreuen Wiedergabe des Originals. Sie wird durch die Verwendung von «Masken» erreicht, die vor allem den Zweck haben, die fehlerhaften Absorptionsgebiete der Farbstoffe des Negativs zu kompensieren. — Sodann wird an der Verbesserung der Lichtechtheit der Farbstoffe gearbeitet. — Ferner haben die Farbenverfahren bislang nur eine feststehende Art von Positivmaterial zur Verfügung, während für Schwarz-Weiss-Kopien bekanntlich 5 bis 7 Papiersorten verschiedener Gradation zur Wahl stehen. — Ein anderes Problem ist die Erzielung hinreichender Bildschärfe, die durch die Übereinanderlagerung dreier Schichten eine verständliche Einbusse er-

leidet. — Die Dreischichtenanordnung wäre vermeidbar, wenn sich drei Teilchenarten herstellen liessen (ähnlich den von Kodak verwendeten), die neben den Kupplern auch die zugehörige, selektiv sensibilisierte lichtempfindliche Substanz enthielten. Die Schicht bestünde dann aus einer Mischung dieser drei Teilchenarten. — Weitere Aufgaben ergeben sich für die Kinoindustrie, da die Theaterkopien nicht alle vom Originalnegativ hergestellt werden können, sondern die Erzeugung von Zwischennegativen (durch Umkopieren) erfordern, wobei Farbverzerrungen eintreten. — Ein ähnliches Problem beherrscht seit langem die Reproduktionstechnik, die in USA dazu übergegangen ist, die Farbkorrektur sowie auch die durch die Rasterung notwendig werdenen Korrekturen, die bisher ausschliesslich durch Handretuche durchgeführt wurden, von äusserst sinnreich konstruierten Abtastmaschinen, Electronic Scanners, vorzunehmen zu lassen, wobei jene Korrekturen, für die NEUGEBAUER bestimmte Gleichungen aufstellte, durch elektronische Rechenmaschinen in etwa einer Millisekunde je Rasterpunkt bestimmt werden.

(Autoreferat)

3. Dezember 1951: Prof. Dr. H. Sch ä p p i, Winterthur:

Symmetrie und Rhythmus im Bau der Blütenpflanzen (mit Lichtbildern)

Für die ältere Botanik war ein Organ symmetrisch, wenn es sich durch eine oder durch mehrere Ebenen in spiegelbildlich gleiche Teile zerlegen liess. Demgegenüber hat zuerst K. GOEBEL hervorgehoben, dass bei einer solchen Betrachtung nur ein Teil der Erscheinungen erfasst wird, und dass daneben viele Gestalten auftreten, die zwar keine Symmetrieebenen haben, aber doch symmetrisch erscheinen, da ihre Teile sich regelmässig wiederholen. Entscheidend für die neuere Symmetriebetrachtung ist also die rhythmische Wiederholung gleichartiger Elemente. Der Symmetriebegriff ist damit wesentlich erweitert worden. — Bei Pflanzen findet man in der Regel eine mehr oder weniger stark ausgeprägte Längsachse. Dementsprechend unterscheidet man eine longitudinale und eine laterale Symmetrie. Unter longitudinaler Symmetrie versteht man demnach die rhythmische

Wiederholung gleichartiger Teile längs einer Achse. Vielfach freilich ist für die Gestaltung der Pflanze nicht die Wiederholung z.B. gleicher Sprosssteile entscheidend, sondern die Unterschiede in ihrer Ausbildung an der Basis und an der Spitze, wodurch oft eine ausgeprägte Polarität zustande kommt. In entsprechender Art versteht man unter lateraler Symmetrie die Wiederholung gleicher Teile um die Achse herum. In diesem Sinne ist die Lehre von der Symmetrie bei Pflanzen von K. GOEBEL ausgebaut und von W. TROLL, W. RAUH und vielen anderen weitergeführt worden, was an Hand von mehreren Beispielen aus dem vegetativen Bereich dargelegt wurde.

Die Sprosse vieler Pflanzen zeigen die charakteristische Längenperiode der Internodien, die graphisch dargestellt eine eingipflige Kurve ergibt. Bei manchen Stauden sind die den Blütenstand tragenden Inter-

nodien verlängert, was zu zweigipfligen Kurven führt. Dies gilt auch für einige einheimische Orchideen, während bei anderen mannigfache Abwandlungen auftreten. So erlaubt die Untersuchung der longitudinalen Symmetrie der Sprosse (Internodienlänge und Blattgestaltung) ein schärferes Erfassen der Erscheinungsform.

Die Beziehungen von Symmetrie und Verzweigung wurden an Hand der Holzpflanzen dargestellt. Bei Bäumen setzt die Verzweigung relativ spät ein und erfolgt dann akroton. Die Sträucher hingegen verzweigen sich frühzeitig, und die basalen Triebe sind gefördert (Basitonie). In der Verzweigung der Seitenäste zeigt sich bei Sträuchern häufig eine Förderung der oberseitigen Knospen (Epitonie), während bei Bäumen oft Hypotonie oder Amphitonie herrscht. Diese Erscheinungen, oft in mannigfacher Art kombiniert und abgewandelt, geben Einblicke in das Zustandekommen der verschiedenen Formen der Holzgewächse, wie bei mehreren Beispielen gezeigt wurde.

Bemerkenswert sind auch die Beziehungen zwischen Sproßsymmetrie und Blattbildung. Während radiärsymmetrische Stengel in der Regel gleichartige und symmetrische Blätter tragen, findet man bei dorsi-

ventralen Achsen oft asymmetrische Blattorgane (Ulme, Begonie usw.).

In einer letzten Gruppe von Beispielen wurde auf die Kakteen hingewiesen. Unter diesen treten sehr eigenartige Formen auf, die infolge ihrer Regelmässigkeit oft beinahe an Kristalle erinnern. Dies gilt im besonderen für Rippenkakteen (*Cereus* usw.), deren Zustandekommen erläutert wurde.

Die Erforschung rhythmischer und symmetrischer Erscheinungen im Bau der Pflanzen ist eine Aufgabe der Morphologie. Sie hat dadurch und zusammen mit weiteren Untersuchungen die Gestalt der Pflanze so genau wie möglich abzuklären. Dagegen ist die Symmetriebetrachtung nicht in der Lage, Beiträge zur Kausalanalyse der Pflanzengestalt zu liefern. Hier stellen sich weitere Probleme, wie Korrelation, induzierte und autonome Erscheinungen und vieles andere mehr, die nur durch das Experiment einer Lösung näher gebracht werden können. — Weitere Untersuchungen an Pflanzen einerseits und geometrische Überlegungen (A. FREY-WYSSLING) andererseits werden erlauben, die Symmetrie der Gewächse noch schärfer zu fassen.

(Autoreferat)

10. Dezember 1951: Prof. Dr. Curt Stern, Berkeley, University of California:

Probleme der menschlichen Erbforschung

Der Vortrag behandelt die drei folgenden allgemeinen Gebiete der Humangenetik:

1. Spontane Mutation. Es stehen jetzt Schätzungen der Mutationsrate von 11 verschiedenen Genen des Menschen zur Verfügung. Der Mittelwert beträgt $2,6 \times 10^{-6}$; dabei ist die Variation erstaunlich klein. Einige dieser Schätzungen beruhen auf der direkten Feststellung der Häufigkeit einer Mutation in der Population. Andere sind theoretisch abgeleitet aus der Annahme, dass ein Gleichgewicht besteht zwischen der Selektion, die gegen ungünstige Gene wirkt, und der Neuentstehung solcher Gene durch Mutation. Die Annahmen, die zu diesen Schätzungen führen, werden kritisch diskutiert.

2. Strahlen-induzierte Mutationen. Über ein grosses Gebiet des Strahlenspektrums existiert eine lineare Beziehung zwischen

der Strahlendosis und der Rate der induzierten Mutation, dabei spielt die Intensität keine Rolle. Es werden verschiedene Schätzungen angegeben für den zahlenmässigen Mutationseffekt, den eine bestimmte Strahlendosis auf die menschliche Erbsubstanz ausübt. Diese Schätzungen setzen Annahmen in bezug auf die Zahl der Gene des Menschen voraus. Die so erhaltenen Werte werden verglichen mit der spontanen Mutationsrate bekannter menschlicher Mutationen. Die Gefährdung der menschlichen Erbsubstanz durch induzierte Mutationen wird hervorgehoben.

3. Eugenische Betrachtungen. Die moralische Verantwortung des Menschen reicht in die Zukunft und verlangt eine rationale Beurteilung der verschiedenen Handlungs-

weisen, durch welche die Erbsubstanz unverändert erhalten oder verändert werden kann. Die Wirkung der Selektion gegenüber dominanten und rezessiven Genen wird veranschaulicht. Anschliessend wird diskutiert, wie sich die unterschiedliche Vermehrungsrate der verschiedenen sozialen Schichten der westlichen Völker auswirkt. Dabei stützt sich diese Betrachtung auf die wahrscheinlich polygenische Vererbung der normalen psychischen Merkmale. Es darf an-

genommen werden, dass in den verschiedensten sozialen Schichten, selbst in den weniger umweltbegünstigten, ein grosser Vorrat von günstigen Genen vorhanden ist. Obschon Massnahmen gegen ungünstige Erbfaktoren zur Zeit keineswegs dringend erscheinen, verdienen diese Fragen im Hinblick auf die künftige Entwicklung des Menschen heute schon unser spezielles Interesse. (Autoreferat)

17. Dezember 1951: Gewässerschutz in der Schweiz:

Wissenschaftliche Grundlagen und Organisation.

Kurzvorträge (mit Lichtbildern)

a) Prof. Dr. H. Mooser, Zürich:

Durch Trinkwasser übertragene Infektionskrankheiten

Die Verhütung der Infektionskrankheiten kann je nach der Art der Krankheit erreicht werden entweder durch aktive Immunisierung (Impfung) oder dadurch, dass dem Erreger der Weg vom Infizierten zum Gesunden verlegt wird. Wenn wir die Liste der ansteckenden Krankheiten durchsehen, ergibt sich, dass in der Schweiz und anderswo recht wenige derselben entweder ganz verschwunden oder selten geworden sind, während die Grosszahl derselben noch endemisch ist und von Zeit zu Zeit in epidemischer Form auftritt. Es sind der Typhus, der Paratyphus und die bazilläre Ruhr, welche bei uns recht selten geworden sind und die Cholera ist ganz verschwunden. Warum sind aber gleichzeitig die andern ansteckenden Krankheiten, wie Diphtherie, Masern, Grippe, Kinderlähmung usw. nicht verschwunden, ja nicht einmal selten geworden? Es beruht dies auf der verschiedenen Art der Übertragung der ansteckenden Krankheiten.

Wir können, wenn wir von den Geschlechtskrankheiten absehen, dieselben in zwei Gruppen einteilen:

1. Krankheiten, deren Erreger vom infizierten Individuum durch die Atmungswege, d. h. beim Sprechen, Husten, Niesen ausgeschieden und vom nichtinfizierten mit der Atemluft aufgenommen werden.

2. Krankheiten, deren Erreger mit den Faeces ausgeschieden und vom Nichtinfizierten mit den Nahrungsmitteln und dem Wasser aufgenommen werden.

Zur ersten Gruppe gehören die ansteckenden Krankheiten, die bei uns nicht verschwunden sind, weil es bis jetzt nicht möglich war, Methoden zu finden, um die Luft, die wir einatmen, in jeder Situation zu desinfizieren. Hier würde nur die aktive Immunisierung, wie im Falle der Pocken, welche auch zu dieser Gruppe gehören, dauernden Erfolg bringen.

Zur Gruppe zwei gehören die Cholera, der Typhus, der Paratyphus und die Dysenterie. Sie sind bei uns selten geworden oder verschwunden, weil es durch die Sanierung des Milieus, in dem wir leben, möglich war, den Kurzschluss zwischen dem Bazillenausscheider und dem Gesunden zu unterbrechen. Es geschah dies durch die Trinkwassersanierung, durch die Kanalisation der Abwässer, durch die Überwachung des Lebensmittelhandels und durch die Befolgung der Regeln der persönlichen Reinlichkeit (Hygiene), kurz durch die Vermöglichkeit, dass Faeces eines Bazillenausscheiders in den Mund eines Gesunden gelangen. Die Trinkwassersanierung allein genügt nicht, um diese Krankheiten zum Verschwinden zu bringen, weil das Trinkwasser nicht das einzige Vehikel für die mit den Faeces ausgeschiedenen Erreger ist. Hingegen ist das Trinkwasser das häufigste Vehikel für die epidemische Verbreitung dieser Krankheiten in Orten mit zentraler Trinkwasserversorgung. An das sollten diejenigen denken, welche glauben in südlichen Ländern genüge es, kein

Wasser zu trinken, um sich vor Typhus usw. zu schützen. Zirka 2 % aller Personen, die an Typhus litten, scheiden für den Rest ihres Lebens Typhusbazillen mit ihren Faeces aus. Wenn es sich dabei um Personen handelt, die mit der Zubereitung von Lebensmitteln zu tun haben, bringen sie die Bazillen mit unreinen Händen auf die Lebensmittel. Darum soll man sich auf Reisen

in gewissen Ländern zur Regel machen, nur gekochte und heiss servierte Nahrung zu geniessen. An Hand von graphischen Darstellungen wird gezeigt wie der Typhus seit der Einführung des Sandfilters mit und ohne Wasserchlorierung als epidemische Krankheit in den Großstädten der USA und in Zürich verschwunden ist. (Autoreferat)

b) Prof. Dr. O. Jaag, Zürich:

Die neuere Entwicklung und der heutige Zustand schweizerischer Gewässer

Die hydrobiologischen Untersuchungen, die seit wohl 70 Jahren an schweizerischen Gewässern durchgeführt wurden, haben mit erschreckender Deutlichkeit gezeigt, dass sich viele unserer Bäche, Flüsse, Seen und Grundwässer in einer ungünstigen Entwicklung befinden, und dass manche von ihnen bereits einen derart hohen Grad der Verunreinigung und Verderbnis erreicht haben, dass sie zu ernster Besorgnis Anlass geben.

Diese Entwicklung hat ihre Ursache in der Einführung von Abwässern aus Wohnsiedlungen, gewerblichen und industriellen Anlagen sowie aus der Landwirtschaft. Durch diese Abwässer erleiden die Seen eine Anreicherung an Pflanzennährstoffen, also eine ungewollte Düngung. Durch sie wird die pflanzliche Produktionskraft des Gewässers in einem solchen Masse gesteigert, dass in neuerer Zeit in vielen unserer Seen Massenentfaltungen von Algen (*Oscillatoria rubescens* u. a.) auftraten. Seither reicht die Reserve des im See gelösten Sauerstoffs nicht mehr aus, um die pflanzliche Produktion auf aerobem Wege abzubauen. Die Abbauprozesse verlaufen anaerob mit Bildung von giftigen Endprodukten, wie Schwefelwasserstoff, Ammoniak, Sumpfgas usw.

Dies hat zur Folge, dass das Eimaterial der Tiefenlaicher unter den Edelfischen am Seegrunde verfault, und dass auch die

Bodentiere absterben. Überdies nimmt sauerstofffreies Wasser Fehler an; es löst Eisen und Mangan und wird dadurch in seiner Verwendbarkeit als Trink- und Brauchwasser in hohem Masse beeinträchtigt.

Nicht besser ist es um zahlreiche unserer Fliessgewässer bestellt. Viele von ihnen sind infolge der Verunreinigung durch Abwässer nicht nur für die Fischerei, sondern auch für jeden Badebetrieb verloren gegangen. Vielerorts ist aber bereits von solchen verunreinigten Fluss- und Bachstrecken aus das Grundwasser des betreffenden Tales verdorben worden. Besonders gefährdet sind Stauräume von Flüssen, die mit Abwasser belastet sind.

Durch die Erstellung von Abwasser-Reinigungsanlagen kann diese gefährliche Entwicklung in den chemisch-physikalischen und biologischen Verhältnissen unserer Gewässer aufgehalten werden. Ein allgemeiner Gewässerschutz ist deshalb für unser Land eine dringliche Aufgabe von höchster Bedeutung, und zwar ebensowohl mit Hinsicht auf eine ausreichende Versorgung mit Trink- und Brauchwasser, als mit Hinsicht auf die Volksgesundheit, die Berufs- und Sportfischerei und schliesslich mit Hinsicht auf das ganz einfache Bedürfnis nach Sauberkeit und Ordnung, das unserm Volk eigen ist. (Autoreferat)

c) Dr. K. Wuhmann, Zürich:

Schutz der Gewässer vor Verunreinigung

Die Erfahrung lehrt, dass der Vorteil, welcher in hygienischer Beziehung für die Bevölkerung grösserer Siedlungen mit der Ableitung der festen und flüssigen Abgänge

des Menschen und der Industriebetriebe mit der Schwemmkanalisation erreicht wird, nur mittels anschliessender Reinigung der Abwässer ausgenützt werden kann. An Zah-

lenbeispielen wird gezeigt, dass ein wirksamer Schutz der Gewässer vor Verschlämungen, Massenentwicklungen heterotropher Mikroorganismen und Eutrophie (Seen) nur mittels sogenannten biologischer Reinigungsverfahren zu erreichen ist. Nach einem kurzen Hinweis auf die Arbeitsweise der für die Schweiz in Frage kommenden Systeme (Tropfkörper- und Belebtschlammverfahren) erfolgte eine Darstellung der wichtigsten chemischen Veränderungen des Abwassers bei diesen Reinigungsmethoden. Während gewöhnliche mechanische Kläranlagen nur relativ geringe Schmutzmengen aus dem Abwasser zu entfernen vermögen, vermindern sich in biologischen Anlagen, die den mikrobiellen Abbau der festen und gelösten Abwasserstoffe anstreben, die Konzentrationen fermentativ angreifbarer Substanzen in grossem Umfange. Dies verunmöglicht nicht nur unhygienische Ver-

schlammungen der Vorfluter, sondern schliesst auch sogenannte sekundäre Verunreinigungen durch Wucherungen heterotropher Mikroorganismen aus, wie dies mittels Modellversuchen (die von der Praxis voll bestätigt sind), gezeigt werden kann. Bezüglich der Elimination eutrophierend wirkender Nährionen aus den Abwässern muss man sich bis heute mit Maximalleistungen in der Grössenordnung von 50 % (Gesamtstickstoff respektiv Phosphor) begnügen. — Eine Erhöhung der Abbauleistung von Abwasserreinigungsverfahren erscheint erst möglich, wenn die in den komplexen Gärungssystemen der Anlagen sich vollziehenden Reaktionen genauer bekannt sind. Dies gilt besonders auch für die mikrobielle Denitrifizierung, die u. U. einen Weg zur Erhöhung der Stickstoffelimination bei der Abwasserreinigung öffnet.

(Autoreferat)

d) Herr A. Mathey-Doret, eidg. Fischereiinspektor, Bern:

Gesetzgebung über den Schutz der Gewässer gegen Verunreinigung

Die zur Zeit gültigen bundesgesetzlichen Bestimmungen über den Schutz der Gewässer gegen Verunreinigung (Art. 21 des Bundesgesetzes vom 21. Dezember 1888 über die Fischerei und die gestützt hierauf erlassene bundesrätliche Spezialverordnung vom 17. April 1925) haben sich als ungenügend erwiesen, um der zunehmenden Verschmutzung der Gewässer zu begegnen. Der Grund hierfür liegt vor allem darin, dass die Anwendbarkeit dieser Bestimmungen auf den Fischereischutz beschränkt ist. Angesichts der grossen Gefahr, welche die Verschlimmerung des Zustandes der Gewässer für unser Land bedeutet, hat sich das Bedürfnis nach einem Bundesgesetz geltend gemacht, das über die Forderungen der Fischerei hinaus den übrigen im Spiele stehenden Interessen (öffentliche Gesundheitspflege, Versorgung mit einwandfreiem Trink- und Brauchwasser, Erhaltung des Landschaftsbildes u. a. m.) Rechnung trägt und sich sowohl auf die oberirdischen als auch auf die unterirdischen Gewässer bezieht. Der Erlass eines solchen Gesetzes scheint um so dringlicher, als die Kantone mit wenigen Ausnahmen von der ihnen ein-

geräumten Befugnis, den Gewässerschutz unter Berücksichtigung aller in Frage stehenden Gesichtspunkte gesetzgeberisch zu regeln, bisher nicht oder nur ungenügend Gebrauch gemacht haben.

Nach der Auffassung namhafter Rechtswissenschaftler und der zuständigen eidgenössischen Behörden bedarf indessen der Erlass eines Bundesgesetzes über den Schutz der ober- und unterirdischen Gewässer gegen Verunreinigung einer verfassungsmässigen Grundlage. Das Eidgenössische Departement des Innern hat deshalb unter Mitwirkung der Kantone und der an der Wassernutzung beteiligten Verbände ausser einem Gesetzesentwurf einen Vorschlag für einen neuen Verfassungsartikel 24 quater ausgearbeitet. Diese Entwürfe wurden einer ausserparlamentarischen Kommission vorgelegt, der Professor Dr. O. JAAG, Präsident der Schweizerischen Vereinigung für Gewässerschutz, vorstand und in der insbesondere die Wirtschaftsgruppen vertreten waren, für die der Vollzug der in Aussicht genommenen Gesetzesbestimmungen mit finanziellen Opfern verbunden sein wird. Nachdem diese Kommission sich Ende Au-

gust 1951 ihres Auftrages entledigt hat, wird der Bundesrat für die Unterbreitung entsprechender Botschaften an die Bundesversammlung Antrag zu stellen haben, worauf die Vorlagen in den eidgenössischen Räten zur Behandlung gelangen werden. Es dürfte noch einige Zeit verstreichen, bis der zu schaffende Verfassungsartikel vom Volk angenommen und die Gesetzesvorlage, die ihm, falls das Referendum ergrif-

fen werden sollte, ebenfalls zur Abstimmung unterbreitet werden müsste, erlassen sein wird. Ausserdem werden die in Aussicht genommenen Bundesvorschriften erst gehandhabt werden können, nachdem der Bundesrat die zugehörigen Ausführungsvorschriften erlassen haben wird und auch die Kantone mit ihren Vollziehungsbestimmungen bereit sein werden. (Autoreferat)

14. Januar 1952: P.-D. Dr. E. Frey, Zürich:

Zur Biologie und Psychologie der akustischen Wahrnehmungen mit spezieller Berücksichtigung der unbewussten musikalischen Erlebnisse

Die im Titel zusammengefasste Problemstellung kann deswegen als biologisch fundiert betrachtet werden, da diese von rein ärztlicher und naturwissenschaftlicher Seite angegangen wurde. Es handelt sich hier um Ergebnisse jahrzehntelanger Forschungen auf dem Gebiete der Hypno-Therapie, die eine Aktivierung der Leistung des Unbewussten durch Hypnose, mit gleichzeitiger Registrierung der unbewussten Vorgänge durch die Bewusstseinsphäre des Hypnotisierten, als die wesentlichste Erscheinung enthält. Wichtig ist hier vor allem die dynamische Seite des Hypnosezustandes, bei subjektiven Erlebnissen auf allen Gebieten der Sinnessphären. Solche spontan erlebte Situationen beziehen sich vor allem auf die optische Sinnessphäre mit Wahrnehmungen von Farben, Formen, abstrakt, schematisch oder in der Realität verankert. Zuletzt sind phantasievolle oder auch sich an die Realität anknüpfende, bis auf dramatische Geschehnisse mit sinnvollem und künstlerischem Aufbau der Handlung zu erwähnen. Ausserdem können spontane und interozeptiv bedingte Reize, wiederum sehr dynamisch gestaltet und von bestimmtem symbolischem Wert in jeder anderen Sinnessphäre entstehen (Oberflächen- oder Tiefensensibilität, Lagesinn, Sensationen auf dem gesamten Gebiet der Körperfühlsphäre, des sogenannten Körperschemas, Geruch- oder Geschmacksinn und zuletzt akustische, bzw. musikalische innere Empfindungen). Eine besondere Eigenart dieser Behandlungsmethode stellt die doppelte psychische Leistung des Hypnotisierten dar, der die unbewussten Erlebnisse durch das

Registrieren des Bewusstseins erfasst und diese mnemisch fixiert.

Verschiedene, zufällig im Zustand der Hypnose durch die Hypnotisierten wahrgenommene akustische Reize haben in einigen Fällen sehr interessante Reaktionen gezeigt wie Affektausbrüche, optische Synthesen oder sinnvoll gestaltete Traumphantasien.

Versuche mit Anwendung der Einwirkung vollwertiger Musikstücke haben im Prinzip Entfaltungen der unbewussten Phantasie künstlerischer und schöpferischer Art ausgelöst, meistens angepasst an die momentane innere psychische Lage zur Zeit der unbewussten Musikwahrnehmung.

Es liessen sich im allgemeinen aus systematischen Beobachtungen rein dynamische Reaktionen mit Affektausbrüchen positiver oder negativer Art in reiner Form, dann Entfaltungen von hochwertigen Phantasien mit Aktivierung des Farbensinnes oder eine rein ästhetische unbewusste Erfassung des Inhalts von hochwertigen musikalischen Schöpfungen feststellen. Die Musik von J. S. Bach hat dabei speziell die Entfaltung der religiösen Gefühle aktiviert und meistens unbewusst im Sinne von Erlösungsmotiven verarbeitet.

Eine rein ästhetische Reaktionsart wurde im Falle eines zeichnerisch begabten, aber unmusikalischen Patienten, der seine Träume systematisch zu illustrieren imstande war, beobachtet.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass bis jetzt durchgeführte Musikversuche an Hypnotisierten eine Aktivierung und Mobilisierung der unbewussten schöpferischen

Phantasie bei den Versuchspersonen zutage brachten.

In diesem liegt auch der psychotherapeutische Effekt beim Anwenden der Musik bei oben angegebener Behandlungsmethode durch Hypnose.

Der Vortrag wurde illustriert durch das Vorspielen der angewandten Musik bei Hyp-

noseversuchen und Vorlesen der durch die Versuchspersonen selbst verfassten Protokolle ihrer subjektiven Erlebnisse. Ausserdem gelangten farbige Zeichnungen eines Patienten auf musikalische Eindrücke in der Hypnose, die er rein ästhetisch verarbeitet hat, zur Projektion. (Autoreferat)