

Vorträge

der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich

4. Dezember 1950: Prof. Dr. W. Heitler, Zürich:

50 Jahre Quantentheorie

(mit Lichtbildern)

Die Physik vor 1900 machte ausschliesslich von kontinuierlichen Ideen Gebrauch (kontinuierliche Bewegung von Körpern, Feldern), mit einer Ausnahme: Der Atom-begriff (seit dem griechischen Altertum) ist eine diskontinuierliche Idee. Die absolute Identität der Atome gestattet keine kontinuierlichen Veränderungen.

PLANCK entdeckte (1900), dass Licht nur in Quanten $h\nu$ (ν = Frequenz) emittiert werden kann, ganz im Gegensatz zu den vorher herrschenden kontinuierlichen Ideen. Dies führte BOHR (1913) dazu, eine Theorie des Atoms aufzustellen, bei der die verschiedenen Zustände streng diskontinuierlich sind. Dies ermöglichte erst, den Begriff Atom und die Identität verschiedener Atome des gleichen Elements physikalisch zu fassen. Gleichzeitig stellte sich das Atom als zusammengesetzt aus Elementarpartikeln heraus (Elektronen, Protonen, Neutronen), die als die eigentlichen letzten Einheiten der Materie zu betrachten sind. Im Sinne der Quantentheorie müssen die Elektronen z. B. als absolut identische Partikel aufgefasst werden.

Die endgültige Formulierung der Quantenmechanik, die die Quantenidee einschliesst, gelang 1925. Sie hat eine ungeheuer fruchtbare Entwicklung eingeleitet, die auch alle Nachbargebiete, vor allem Chemie, aber auch Astrophysik, Biologie, Philosophie befruchtet hat.

Die zweite Hälfte (1925—1950) der Entwicklung der Quantenmechanik war der Verschmelzung mit der speziellen Relativitätstheorie gewidmet und hat weitere tiefgehende Änderungen in unserer Auffassung der atomaren Partikel mit sich gebracht. Ein Grundprinzip der speziellen Relativitätstheorie ist die Äquivalenz von Masse m und Energie E , $E = mc^2$ (c = Lichtgeschwindigkeit). Während man es früher als ein selbstverständliches Attribut des Begriffs eines atomaren Partikels hielt,

dass dieses weder zerstört oder geschaffen werden kann, hat die relativistische Quantenmechanik dazu geführt, dass dies nicht der Fall ist, sondern dass diskontinuierliche Verwandlungsmöglichkeiten der Elementarpartikel ineinander bestehen. Der Begriff des Elementarpartikels ist also weiter reduziert. Ein weiterhin noch absolut geltendes Erhaltungsprinzip ist nicht die Zahl der Partikel, sondern die gesamte elektrische Ladung sowie die Gesamtenergie.

Die Umwandlung der Elementarpartikel ineinander ist an zahlreichen Fällen seither experimentell gefunden worden. Ausser den Elektronen, Protonen, Neutronen kennt die heutige Physik noch andere Typen von Elementarteilchen, von denen insbesondere hervorzuheben sind: π -Mesonen (Masse $275 \times$ Elektronenmasse); μ -Mesonen (215 m), Neutrino (Masse sehr klein). Beispiele für Umwandlungen dieser Elementarpartikel ineinander sind:

1. Ein positives und ein negatives Elektron werden (paarweise) durch Licht erzeugt.
2. Ein Neutron zerfällt von allein in ein Proton, negatives Elektron und ein neutrales Teilchen, genannt Neutrino. (β -Zerfall.)
3. Ein Proton (beim Stoss durch ein anderes Teilchen genügend hoher Energie) geht in ein Neutron und ein positives π -«Meson» über.
4. Das π -Meson zerfällt in μ -Meson und ein Neutrino. Das μ -Meson zerfällt in ein Elektron und 2 Neutrinos.

sowie noch eine Reihe ähnlicher Fälle.

Vom gegenwärtigen Standpunkt aus erscheint die Elementarladung eines dieser Partikel e , die bei allen Elementarteilchen denselben Wert hat, als die letzte wesentliche unzerstörbare Einheit. Die weitere Entwicklung der Quantentheorie wird ohne Zweifel zu einem tieferen Verständnis dieser Tatsache führen müssen.

(Autoreferat)

18. Dezember 1950: Prof. Dr. E. Stiefel, Zürich:

Neuere Methoden der numerischen Mathematik

Der Vortrag soll in die numerischen Methoden einführen, die durch die Konstruktion der programmgesteuerten elektrischen Rechenautomaten angeregt worden sind und ausserdem über die Grundlagen des arithmetischen Rechnens mit Hilfe von elektrischen Schaltungen berichten.

Das Ziel der Anwendung von Teilen der höheren Mathematik auf vorgelegte technische und andere Probleme ist normalerweise die numerische Tabellierung einer gesuchten Funktion einer oder mehrerer Variablen. Während noch für die Mathematiker bis Euler dabei das die Funktion definierende Rechenverfahren im Vordergrund stand, hat sich seither der Funktionsbegriff gewandelt. Es ist nur noch von einer durch allgemeine Eigenschaften charakterisierten Abhängigkeit die Rede, wobei das Verknüpfungsgesetz der variablen Grössen in den allgemeinen mathematischen Theorien im Einzelfall nicht bekannt zu sein braucht. Demgegenüber muss eine Untersuchung der Struktur numerischer Prozesse gerade dem Errechnen des einzelnen Funktionswertes in diskreten Schritten der unabhängigen Variablen nachgehen und etwa folgende, nach wachsender Schwierigkeit geordnete Typen unterscheiden:

1. Arithmetischer Typus: Der Funktionswert kann in endlich vielen Schritten mit Hilfe der arithmetischen Grundoperationen, Addition, Multiplikation und Division, berechnet werden.
2. Es treten tabellierte Funktionen auf, etwa trigonometrische Grössen.
3. Die Funktion ist durch arithmetische Funktionen approximiert (Reihenentwicklung).
4. Die einzelnen Funktionswerte sind durch Auflösen von Gleichungen zu bestimmen, wobei gewöhnlich die Methode der sukzessiven Approximation angewendet wird.

In allen Fällen ist die numerische Struktur zyklisch, d. h. es muss dieselbe Folge von elementaren Operationen sehr oft, jedesmal mit anderen Zahlwerten, ausgeführt werden. In einzelnen der obigen Fälle treten sogar mehrere, einander untergeordnete Rechenzyklen auf.

Ausgehend von diesem allgemeinen Charakter höherer numerischer Probleme wird die logische Grundorganisation eines Rechenautomaten entwickelt: Die verschiedenen zyklischen Rechenpläne werden auf Lochstreifen der Maschine als Befehle zu geführt und durch ein Leitwerk in elektrische Impulse verwandelt, welche das Rechnen im Rechenwerk und die Transfere von diesem Speicherwerk, dem Gedächtnis der Maschine, regeln. Das Rechenwerk kann nur die oben genannten, arithmetischen Grundoperationen ausführen. Durch die Einführung von bedingten Befehlen wird es möglich, dass die Maschine auswählt zwischen verschiedenen möglichen Arten der Rechnung und etwa Iterationsprozesse nach Erreichen einer vorgeschriebenen Genauigkeit selbständig abbricht.

Das eigentliche Rechnen ist nur ein kleiner Teil der Arbeit des Rechenautomaten. Wesentlich neu treten die automatische Steuerung durch einen Lochstreifen und der Verkehr der Zahlen zwischen den einzelnen Organen der Maschine hinzu.

Im zweiten Teil des Vortrags wird die Verwirklichung dieser Vorgänge mit Hilfe der elektrischen Schaltungstechnik besprochen. Parallel und hintereinander geschaltete Relais oder Elektronenröhren verwirklichen unmittelbar ein Rechnen nach algebraischen Regeln, die etwas von den gewöhnlichen arithmetischen Regeln abweichen (Boolesche Algebra oder Hilbertscher Aussagenkalkül). Es wird gezeigt, wie bei Verwendung des Dualsystems für die arithmetischen Rechnungen daraus die Grundelemente eines Addierwerkes aufgebaut werden.

Die Fähigkeit eines Automaten, mit allgemeinen logischen und algebraischen Strukturen zu rechnen, wird dazu führen, dem Automaten auch Teile der mathematischen Vorbereitungsarbeiten zu überlassen, speziell das Auflösen von Gesamtbefehlen — etwa: «Integriere eine Funktion» — in Teilbefehle bis zu den arithmetischen Grundoperationen.

Die Rückwirkung der Rechenautomaten auf die Methoden der numerischen Mathematik scheint in einer gewissen «Atomisierung» zu bestehen. So wird in den USA

versucht, zum Beispiel Diffusionsvorgänge mathematisch nicht wie bisher durch Differentialgleichungen zu erfassen, sondern direkt die Elementarvorgänge bei den Zusammenstößen zwischen den einzelnen

Gasmolekülen im Rechenautomaten nachzuspielen. Er muss dafür ein neues Organ bekommen, welches Zufallswerte nach einer gegebenen Wahrscheinlichkeitsverteilung erzeugen kann. (Autoreferat)

8. Januar 1951: Mitteilungen der Zürcherischen Arbeitsgemeinschaft zur Erforschung und Bekämpfung der Silikose.

1. Prof. Dr. P. H. Rossier und Dr. A. Bühlmann, Zürich:

Ergebnisse des Arbeitsversuches bei Silikotikern

Die Messung der arteriellen Sauerstoffsättigung ermöglicht eine Beurteilung der Anpassung der Atmung an körperliche Belastungen. Auf photoelektrischem Wege ist eine fortlaufende Messung und Registrierung der Sauerstoffsättigung ohne Eröffnung einer Arterie möglich. Ein neuartiges, mit Dr. SIGRIST entwickeltes Gerät, vermeidet dank Verwendung neuer elektrischer Prinzipien einen Teil der bisherigen Apparaten anhaftenden Nachteile und ermöglicht eine praktisch einfach zu handhabende Registrierung, besonders auch unter den erschwerenden Bedingungen des Arbeitsversuches. Eichversuche ergaben eine grosse Empfindlichkeit für die Sättigung und eine relativ kleine Beeinflussung durch individuelle Faktoren, so dass sich Eichungen in jedem Einzelversuch erübrigen.

Bei den Silikotikern kommt es zu einem Absinken der Sättigung bei einer bestimmten Arbeitsgrösse in Watt gemesen, die vom

Ausmass der funktionellen Schädigung abhängt. Wenn die Arbeit stufenweise gesteigert wird, lässt sich die Grenze der Anpassungsfähigkeit bestimmen. Der Versuch der so erhaltenen Werte mit Versuchen bei gesunden Personen gibt ein Mass für die Arbeitsfähigkeit des Silikotikers.

Bei diesen Patienten ist die Verschlechterung der Lungenfunktion hauptsächlich eine Folge der Verminderung der Oberfläche, der spastischen Bronchitis und des Emphysems, bzw. des vergrösserten funktionellen Totraumes. Letztere Faktoren, Zunahme der Atemwiderstände und Totraum, können bei gesunden Versuchspersonen im Modellversuch durch Einschalten einer künstlichen Stenose oder eines zusätzlichen Totraumes wirksam gemacht werden. Auch in diesen Versuchen kommt es bei kleineren Belastungen zu einer Untersättigung im Vergleich zur unbehinderten Atmung. (Autoreferat)

2. Prof. Dr. U. Cocchi, Zürich:

Die Silikose im Bronchogramm

Die silikotischen Veränderungen im Lungengewebe, an der Pleura, am Zwerchfell, an den Bronchien und Lymphknoten lassen sich gut im gewöhnlichen Röntgenbild der Lunge und im Tomogramm erkennen. Für die Untersuchung der Bronchien muss hingegen die Bronchographie zu Hilfe genommen werden, d. h. die Darstellung der Bronchien mittels Kontrastfüllung derselben. Dies wird neuerdings gefahrlos mit was-

serlöslichen Kontrastmitteln durchgeführt. Hierdurch gelingt es, nicht nur Verlagerungen der Bronchien und Erweiterungen derselben, Bronchiectasen, sowie Verschlüsse und Verengerungen zu beobachten, sondern auch Spasmen der Bronchien als Folgezustände chronischer Bronchitiden. Für diese stellt die Bronchographie überhaupt die einzige Möglichkeit dar, um diese am Lebenden im Bild festzuhalten. (Autoreferat)

3. Prof. Dr. F. Lang, Luzern:

Neuere Untersuchungen über die Silikose bei Giessereiarbeitern, Granit- und Sandsteinhauern

Im Verlauf der letzten Jahre haben wir zusammen mit verschiedenen Mitarbeitern im Suva-Sektor (BUCHER, BURRI, GREINACHER, THÜRLIMANN, UHLLINGER F., ZOLLINGER R.) die

uns zur Kenntnis gelangten Silikosen in verschiedenen Berufen monographisch bearbeitet. Dadurch erhielten wir u. a. wertvolle Anhaltspunkte für vergleichende Betrachtungen

tungen, die zeigen, wie verschieden die Silikose in den einzelnen Berufen verläuft, ohne auf Details einzutreten. Im heutigen Kurzreferat wird der Hauptakzent auf diese Vergleiche gelegt, die dokumentieren, dass die Diagnose Silikose noch lange nicht in allen Fällen unbedingt frühe und schwere Invalidität oder frühen Tod bedeuten muss.

An Hand einer Anzahl von graphischen Darstellungen werden die Verhältnisse in den einzelnen Berufen erläutert und zusammenfassend festgestellt, dass man im Krankengut der Silikosen zwei grosse Gruppen mit folgender Charakterisierung feststellen kann:

- | | | |
|--|---|---|
| I. 1. Lange Exposition bis mehrere Jahrzehnte | } | Giessereiarbeiter,
Keramikarbeiter,
Steinhauer,
Granitsteinhauer. |
| 2. Relativ benigner Verlauf | | |
| 3. Keine oder nur geringe Lebensverkürzung | | |
| 4. Tod oft an interkurrenten Alterskrankheiten | | |
| II. 1. Kurze Exposition | } | Sandstrahler, gewisse Stollenarbeiter,
Brecherwarte, Putzmittelarbeiter. |
| 2. Maligner Verlauf | | |
| 3. Früher Tod | | |

4. Dr. J. R. Rüttner, Zürich:

Experimentelle Silikose

An Hand von mehreren Beispielen wird die Bedeutung des Tierversuches für die Silikoseforschung erläutert. Die wichtigsten Aufgaben des Tierversuches bestehen darin: 1. möglichst weitgehende Einblicke in die Entwicklung der durch den Quarzstaub verursachten morphologischen Veränderungen zu schaffen; 2. Anhaltspunkte für die Wirkungsweise des schädigenden Staubes im lebenden Gewebe zu gewinnen, d. h. zu prüfen, ob die Gewebeeränderungen die Folge rein physikalischer, rein chemischer oder kombinierter Einwirkungen sind; 3. den

Massgebend für die verschiedenen Verläufe ist in erster Linie die Menge des inhalieren silikogenen Staubes, der in allen unseren Fällen immer Quarz von geeigneter Korngrösse war. Daneben mögen noch Begleitstaube im Sinne einer Retardierung oder Akzelerierung eine gewisse Rolle spielen.

Kurze Ausführungen über die medizinische und technische Prophylaxe. Die dadurch bis heute erzielten Erfolge lassen auch weiterhin einen Rückgang der Silikose-Neuerkrankungen erwarten.

(Autoreferat)

Nachweis zu erbringen, dass ein aus einer menschlichen Silikose-lunge isolierter Staub tatsächlich in der Lage ist, silikotische Veränderungen zu erzeugen; 4. systematisch zu prüfen, welche Staubarten und Staubgemische, wie sie im Gewerbestaub angetroffen werden, schädlich sind (Silikose-test); 5. zu untersuchen, ob die Schädlichkeit eines Staubes von seiner Korngrösse abhängig ist.

Zur Prüfung dieser Fragen bedienen wir uns vor allem des intraperitonealen Mäuseversuches, den wir zur Standardmethode ausgebaut haben.

(Autoreferat)

5. Dr. A. Glauser, Zürich:

Pseudo-Asbestosiskörperchen

Es wurde von Gebilden gesprochen, die den bekannten Asbestosiskörperchen sehr ähnlich sehen, und die im Lungeninhalt eines Bleistiftfabrikarbeiters aufgefunden worden sind. In diesem fand sich jedoch kein Asbest, sondern Carborundum und Graphit. Der erstere war in zwei Modifikationen vertreten: der bekannten trigonalen, die als Körner vorhanden war, und der kubischen, die z. T. recht lange Nadeln bildete. Um die letzteren fanden sich gelbe bis blutrote Hüllen in grosser Formenmannigfaltigkeit. Es

traten dieselben Gebilde auf, wie sie im Fall der Asbestosiskörperchen wiederholt beschrieben worden sind. Auch um den Graphit, der in Plättchen- und Leistenform auftrat, konnten solche Hüllen beobachtet werden, die aus derselben Substanz bestanden wie die Hüllen um die erwähnten Nadeln. Obschon die Ansicht dahin geht, dass solche Gebilde pathognomonisch für die Asbestose sind, finden sich in der Literatur Angaben, dass ausser Asbest auch andere Stoffe zu ihrer Entstehung führen können. Dies

scheinen nun unsere Beobachtungen bestätigt zu haben. Da Carborund und Graphit im Körper nicht löslich sind, können diese Körperchen nicht das Resultat einer chemischen

Reaktion zwischen diesen Mineralien und dem Gewebesafte darstellen. Ihre Entstehung ist vielmehr physiologisch-physikalischer Natur. (Autoreferat)

6. Prof. Dr. H. Gessner, Zürich:

Technische Messung des Staubes in Betrieben

Es wird kurz über die Untersuchungen im technischen Sektor der Arbeitsgemeinschaft referiert.

Es sind die Staubzustände in einer Reihe von technischen Betrieben, d. h. das Milieu, in welchem die Silikosen erworben werden, untersucht worden. Die umfassende Staubuntersuchung besteht jedesmal in der Bestimmung der Gesamtkonzentration (mg/m^3), der Kornabstufung des in der Luft vorhandenen Staubes und der mineralogisch-petrographischen Zusammensetzung des Staubes. Die Untersuchung muss in jedem Betrieb durch Auswertung einer grösseren Anzahl von Stichproben den massgebenden Mittelwert der in der Praxis immer sehr starken Schwankungen unterworfenen Zustände erfassen.

Es werden an Hand einiger Lichtbilder die Methoden der Staubmessung (Filter, Impinger) gezeigt und die Resultate einiger Untersuchungen von Bohrversuchen in der Gaszelle und aus dem Stollenbau diskutiert. Der auftretende Staubzustand ist immer das Produkt aus der eigentlichen Stauberzeugung durch die mechanische Bearbeitung und der herrschenden Belüftungs-

bedingungen. Die Gesetzmässigkeiten werden an Hand eines Beispiels erläutert.

Auf Grund des Untersuchungsmaterials kommt der Referent zur folgenden Beurteilung der verschiedenen Staubzustände, die im Sinne einer Arbeitshypothese zur Diskussion gestellt werden:

Abstufung der Silikosegefahrlichkeit für einen mittleren Quarzgehalt von 40 %.

Feinstaubkonzentrationen (Anteile feiner als 10μ)

über $100 \text{ mg}/\text{m}^3$ führen innert weniger Jahre zu sehr schweren Silikosen.

$100-20 \text{ mg}/\text{m}^3$ sind silikosegefährlich.

$20-10 \text{ mg}/\text{m}^3$ können nach längeren Expositionszeiten (Jahrzehnte) zu Silikosen führen.

$10-5 \text{ mg}/\text{m}^3$ müssen als unsichere Grenze angenommen werden.

weniger als $5 \text{ mg}/\text{m}^3$ sind wahrscheinlich auch nach längeren Expositionszeiten nicht mehr als schädlich zu beurteilen. (Autoreferat)

7. Dr. A. Steiger, Luzern:

Überblick über die Tätigkeit der SUVA auf dem Gebiete der Verhütung und Bekämpfung der Silikose

In grossen Zügen wird geschildert, wie die SUVA in den 30er Jahren, als die Silikose in der Schweiz allgemeiner bekannt wurde und die Grösse der Gefahr sich abzuzeichnen begann, den Kampf gegen diese verheerendste aller Berufskrankheiten aufnahm und durchführte.

Wenn möglich, ist vor allem darauf gedrungen worden, dass die verwendeten quarzhaltigen Stoffe durch andere, harmlosere ersetzt wurden. Erwies sich diese radikale Lösung als undurchführbar, so verlangte die SUVA, dass durch geeignete, den verschiedenen Arbeitsvorgängen angepasste Massnahmen dafür gesorgt wurde, dass kein

oder möglichst wenig quarzhaltiger Staub in die Atemluft der Arbeiter gelangen könne.

Für die Arbeiter, die nicht gänzlich vor jeder Quarzstaubeinwirkung geschützt werden konnten, führte die SUVA periodische ärztliche Untersuchungen mit grossen Röntgenaufnahmen der Lungen ein.

Trotz mannigfacher Schwierigkeiten sind — besonders in den ehemals silikosegefährlichsten Gewerben — schöne Erfolge erzielt worden. Es bleibt aber noch viel zu tun, so dass der Kampf gegen die Silikose mit unverminderter Anstrengung weitergeführt wird. (Autoreferat)