

Vorträge

21. Februar 1955: Prof. Dr. G. Busch, Zürich:

Elektronenleitung in festen Stoffen

Metalle und Halbleiter sind Elektronenleiter, deren Eigenschaften auf Grund der Elektronen-Theorie mit Hilfe des Begriffes der sogenannten Energiebänder weitgehend erklärt werden. Während Metalle stets unvollständig gefüllte Energiebänder besitzen, zeigen Halbleiter bei sehr tiefen Temperaturen nur leere oder vollständig besetzte Bänder. Mit steigender Temperatur gehen jedoch Elektronen des höchsten gefüllten Bandes in das nächst höhere, leere Band, das sogenannte Leitungsband über, unter Zurücklassung einer gleich grossen Zahl von Löchern im Energieband, aus welchem die Elektronen stammen. In einem Halbleiter steigt die Zahl der freien Elektronen mit der Temperatur rasch an, ein Verhalten, das sich am deutlichsten im Verlaufe der magnetischen Suszeptibilität mit der Temperatur äussert. Die wachsende Elektronen- und Löcherkonzentration hat das für einen Halbleiter typische Anwachsen der elektrischen Leitfähigkeit mit steigender Temperatur zur Folge. Im Gebiet hoher Temperatur beobachtet man Eigenleitung, deren Grösse und Temperaturkoeffizient für jeden Halbleiter charakteristisch ist. Bei tiefen Temperaturen tritt dagegen die sogenannte Störleitung in Erscheinung, die im wesentlichen von Verunreinigungen und Vorgeschichte der Präparate abhängt. Man unterscheidet n- und p-Halbleiter, je nachdem der Strom überwiegend von Elektronen oder von Löchern getragen wird.

Sowohl für rein wissenschaftliche Arbeiten wie auch für technische Anwendungen

ist die Reinigung der halbleitenden Substanzen ein äusserst wichtiges Problem. Chemische Reinigungsmethoden genügen im allgemeinen nicht. Das sogenannte Zonen-Schmelzverfahren ist dagegen in vielen Fällen ausserordentlich wirksam und führt zu Substanzen, die weniger als 10^{-6} % Verunreinigungen enthalten. Die Herstellung hinreichend grosser Einkristalle ist eine weitere wesentliche Aufgabe.

Kontakte zwischen Metallen und Halbleitern, bzw. zwischen n- und p-Halbleitern wirken als Gleichrichter. Auf diesem Gebiet ist eine äusserst rege Entwicklung im Gange, die schon heute zu praktisch verwendbaren Gleichrichtern mit einem sehr günstigen Verhältnis von Leistung zu Volumen geführt haben.

Mit der Erfindung des Transistors durch BARDEEN und BRATTAIN hat die Halbleiterphysik einen ungeahnten Auftrieb erfahren. Der Transistor ist im Stande, ähnliche Funktionen auszuüben, wie etwa eine Triode. Der Transistor zeichnet sich jedoch durch seine kleinen Abmessungen und durch die Abwesenheit einer geheizten Kathode aus. Als Verstärkerelement hat sich der Transistor schon heute z. B. für Hörgeräte ausserordentlich bewährt und es besteht kein Zweifel, dass sich auf zahlreichen Gebieten der Schwachstromtechnik wesentliche Neuerungen und Fortschritte ergeben werden. Der Transistor zeigt mit aller Deutlichkeit, dass die Grundlagenforschung für die technische Entwicklung von ausschlaggebender Bedeutung ist. (Autoreferat)

28. Februar 1955: Dr. rer. nat. et med. E. Effenberger, Hamburg/Zürich:

Hygienische Probleme der Großstadt

Die hastende und unregelmässige Lebensweise des heutigen Großstädtlers und die zahlreichen Noxen, denen er im täglichen Leben ausgesetzt ist, sind die wesentlichen Ursachen der Zivilisationsschäden, die wir als die «Neurasthenie des Großstädtlers» bezeichnen. Zu den Problemen des Städtehygienikers, nämlich der Versorgung der Be-

völkerung mit einwandfreiem Trinkwasser, der Abwasserkontrolle, der Beseitigung der Abfälle usw. sind nun noch Probleme der Lufthygiene und das Lärmproblem zur Bearbeitung hinzugekommen.

Luftverunreinigungen. Innerhalb der Troposphäre (bis rund 10 km Höhe) besteht die Luft aus 78 % Stickstoff, 21 %

Sauerstoff und 1 % Edelgasen. Darüber hinaus enthält sie gasförmige, flüssige und feste Beimengungen. Beimengungen, die schädigende oder belästigende Wirkungen auf den Menschen ausüben, bezeichnen wir als Luftverunreinigungen. Die fortschreitende Industrialisierung und Motorisierung haben in den letzten 50 Jahren zu einer stärkeren Zunahme des Verunreinigungsgrades der Luft, insbesondere durch Rauchgase, Auspuffgase von Vergaser- und Dieselmotoren, Abgase von Industrien usw. geführt. Das Ausmass dieser Zunahme lässt sich aus dem steigenden Kohlen- und Ölverbrauch und der wachsenden Zahl der Kraftfahrzeuge ersehen. So betrug die jährliche Kohlenförderung der Welt im Jahre 1885 rund 400 Millionen Tonnen, 1950 aber bereits 1500 Millionen Tonnen. Die jährliche Ölförderung stieg von rund 15 Millionen Tonnen im Jahre 1900 auf über 400 Millionen Tonnen im Jahre 1950 an. Die Zahl der Kraftfahrzeuge stieg in den USA von 17,7 Millionen im Jahre 1925 auf 48,5 Millionen im Jahre 1950, in Deutschland von 0,2 Millionen im Jahre 1925 auf 1,9 Millionen im Jahre 1950 an. Allein die westdeutschen Kraftwerke liefern zurzeit jährlich 230 Milliarden m³ Rauchgas aus Steinkohle und 142 Milliarden m³ Rauchgas aus Braunkohle. Zusätzlich werden hierbei noch 1,43 Millionen Tonnen Flugasche an die Luft abgegeben.

Die wichtigsten gasförmigen Luftverunreinigungen sind Kohlendioxyd, Kohlenoxyd, Schwefeldioxyd, nitrose Gase, eine Reihe von Geruchsstoffen (Mercaptane u.a.) usw. Die wichtigsten festen Verunreinigungen (Staub) sind Russ, Asche, Kohleteilchen, Sandpartikelchen, Mikroorganismen usw. Besondere Bedeutung kommen dem Kohlenoxyd, dem Schwefeldioxyd, den nitrosen Gasen und Aldehyden (Dieselauspuffgase) und dem Staube zu. Neuere Untersuchungen zeigten, dass beim Großstadtbewohner der COHb-Gehalt des Blutes (Verbindung des Hämoglobins mit dem Kohlenoxyd) im Vergleich zur Landbevölkerung stark erhöht ist, da die Luft in verkehrsreichen Strassen durch die Auspuffgase der Vergasermotoren und in verschiedenen Räumen durch Verunreinigung mit Tabakrauch, Spuren von Kohlenoxyd (bis zu 0,01 Vol. %) enthält. Insbesondere kann bei starken «Lungenrauchern» bis zu 15 % des vorhandenen Hämoglobins an Kohlenoxyd ge-

bunden sein. Das Schwefeldioxyd stammt in erster Linie aus den Rauchgasen (bei der Verbrennung schwefelhaltiger Kohle entsteht SO₂). Es schädigt bereits in kleinsten Konzentrationen die Vegetation (besonders empfindlich sind die Koniferen und verschiedene Gartenpflanzen) und die Sandsteinbauten und fördert die Korrosion des Eisens. Das SO₂ hat somit eine grosse wirtschaftliche Bedeutung. Messungen des Staubgehalts der Luft in Hamburg ergaben bis zu 600 Partikelchen im Kubikzentimeter Luft während einer Inversionslage des Winters 1953/54. Mehr als 100 Staubteilchen pro Kubikzentimeter Luft muss bereits als starke Verunreinigung angesehen werden. Weitere ernste Fragen werden durch die Zunahme der Radioaktivität der Luft, als Folge der Versuche mit Atombomben und durch die zu erwartenden radioaktiven Abfallstoffe bei der Ausnutzung der Atomenergie, aufgeworfen. Eng gekoppelt, im einzelnen aber noch nicht geklärt, ist die Frage: Welche Luftverunreinigungen sind die wesentliche Ursache für das starke Ansteigen des Lungenkrebses?

Ausbreitung der Luftverunreinigungen: Von grösster Wichtigkeit ist hierfür das Austauschproblem. Der Austauschkoefizient ist ein Mass für die Ausbreitung der Luftverunreinigungen und für den Austausch verschiedener Eigenschaften der Luft (Wärmeinhalt usw.). Mit Hilfe des atmosphärischen Austausches kann man unter Berücksichtigung der Windrichtung das Ausbreitungsgebiet von Luftverunreinigungen, die z. B. durch einen Schornstein der Luft übergeben werden, abschätzen. Insbesondere lassen sich z. B. Zonen der toxischen Wirkung einer Beimengung, der Geruchsschwelle eines Gases usw. ermitteln. Ein sorgfältiges Studium der Austauschverhältnisse der bodennahen Luftschicht über einem Stadtgebiet und die Bestimmung der Häufigkeit bestimmter Minima und Maxima des Austauschkoefizienten im Jahreszyklus sind daher von grosser Wichtigkeit. Es stehen für diese Untersuchungen die Wärmehaushaltsmethode (erforderlich: Spezialmessungen über Wärmespeicherung des Pflasters, der Teerstrassen und des rasenbedeckten Bodens), die Windkomponentenmessung und das Verfahren der Ausmessung von Geruchs- und Staubfahnen (Rauchfahnen) zur Verfügung. Mit der letzten Methode konnten

die Ausbreitungsgebiete von Geruchsstoffen in einem Großstadtgebiet näher untersucht und eine Geruchskarte für diese Großstadt hergestellt werden. So wurde z. B. festgestellt, dass von einer einzigen chemischen Fabrik eine Geruchsfahne von 13 km Länge ausging, die auf einer Fläche von rund 16 km² den sehr unangenehmen Geruch der Isomeren des Hexachlorcyclohexans verbreitete.

Das Lärmproblem. Unter dem Lärm versteht man Geräusche und Töne, die durch ihre Qualität und Quantität unangenehm empfunden werden. In den letzten 60 Jahren hat der Lärm an den Arbeitsstätten (Betriebslärm), im Strassenverkehr (Verkehrslärm) und in den Wohnungen (Wohnungslärm) erheblich zugenommen. Die Intensität einer Schallwelle wird durch den Schalldruck (Mikrobar = 1 dyn/cm²) oder die Schallstärke (Mikrowatt/cm²) gekennzeichnet. Die subjektive Lautstärkeempfindung wird durch die Lautstärke (phon) angegeben. Die normalen Geräusche in Wohnungen haben Lautstärken um 40 phon, die Lautstärke im Abteil eines fahrenden Zuges liegt bei 75 phon, der Strassenlärm in einer verkehrsreichen Strasse einer Großstadt bei 80 phon und ein Presslufthammer in 2 m Entfernung gibt 120 phon. Die Lästigkeit eines Geräusches kann wegen einer Reihe subjektiver Faktoren nicht hinreichend durch ein objektives Mass ausgedrückt werden. Begutachtungen sollten daher stets von einem medizinischen Sachverständigen vorgenommen werden und sollten nicht nur auf Grund von Lautstärkemessungen und eventuellen Frequenzanalysen, sondern auch unter Berücksichtigung der subjektiven Merkmale durchgeführt werden.

Die lange Einwirkung (mehrere Jahre) von Lautstärken über 80 bis 90 phon führt zu Schädigungen des Gehörs. Kleinere Lautstärken wirken über das vegetative System auf die Körperfunktionen. Jede Lärmein-

wirkung, auch wenn sie nicht besonders empfunden wird, ist eine nervöse Belastung des Körpers, der für die gleiche Leistung eine grössere Energie aufbringen muss. Die Forderungen des Hygienikers gehen dahin, dass in Werkstätten 50 bis 60, in Büroräumen 30 bis 40, in Wohnräumen 40 bei Tag und 25 bis 30 in der Nacht und in Krankenhäusern 20 bis 30 phon nicht überschritten werden sollen.

Massnahmen zur Bekämpfung des Lärms: Der Betriebslärm kann wirksam bekämpft werden durch Verbesserungen an den Maschinen oder im Fabrikationsgang (Ablösung des Nietverfahrens durch die Schweiss-technik, Getriebezahnräder aus Kunststoffen usw.), Absonderung stark lärmender Maschinen in eigenen Hallen, Verminderung des Raumschalls durch Auskleiden der Wände und Decken mit schallschluckenden Stoffen. Der Lärm in Büroräumen kann ebenfalls durch Verbesserung der Maschinen, Verhinderung von Resonanzböden bei der Aufstellung von Büromaschinen, Unterbringung der Rechen- und Schreibmaschinen in besonderen Räumen, Auskleidung der Wände und Decken mit entsprechenden Stoffen usw. mit Erfolg bekämpft werden. Zur Verminderung des Strassenlärms kommen folgende Massnahmen in Frage: Festlegung von Höchstlautstärken für bestimmte Fahrzeugtypen, häufigere Kontrollen der im Verkehr befindlichen Fahrzeuge, Verfolgung des Hupenmissbrauches, Ersatz der Liefer- und Lastwagen im Stadtverkehr durch Elektrokarren, Umleitung des Fernlastverkehrs und Verlegung der Umladeplätze ausserhalb der Wohngebiete, gewisse städtebauliche Massnahmen usw. Eine beachtliche Verschlechterung hat die heute vielfach eingebürgerte Leichtbauweise für den Wohnungslärm gebracht. Eine sorgfältige Beachtung der Luftschalldämmung und der Vorschriften für die Trittschallstärke durch die Architekten, wäre sehr erforderlich.

(Autoreferat)

16. Mai 1955: Prof. Dr. Emil Vogt, Zürich:

Das Pfahlbauprobblem

Der Referent führt aus, wie ihn die eigenen Ausgrabungen im Wauwilermoos seit 1950 bewegt haben, die bisherige Auffassung, dass die «Pfahlbauten» im Wasser

stehende Häuser gewesen seien, aufzugeben. Diese traditionelle Auffassung beruhte auf verschiedenen Trugschlüssen, die verständlich sind, wenn man bedenkt, dass das Aus-

grabungswesen vor 100 Jahren, als die ersten Entdeckungen gemacht wurden, aber auch in den nachfolgenden Jahrzehnten, sich noch völlig unzulänglicher Methoden bediente, während wir heute wissen, dass aufschlussreiche Ergebnisse nur von grossflächigen Grabungen, die entsprechend grosse Aufwendungen heischen, zu erwarten sind. So ist leider der grössere Teil der älteren Grabungsergebnisse unbrauchbar, und erst die Untersuchungen der letzten 35 Jahre, die ein beträchtliches archäologisches Material zutage förderten, schufen die Grundlagen für die heutige Einstellung zum Pfahlbauproblem. Eine restlose Abklärung des komplizierten Fragenkreises bedarf noch weiterer Stütze aus wissenschaftlich genau durchgeführten Ausgrabungen, wobei eine vermehrte Beteiligung der naturwissenschaftlichen Disziplinen dringend erwünscht ist; wurde doch z. B. die Pollenanalyse erst seit 1928 auf die Pfahlbauforschung angewandt, während etwa die Feinuntersuchungen der Kulturschichten immer noch ungenügend sind. Neben der Forderung einer möglichst verlustlosen Erfassung aller archäologischen Reste stellen sich Fragen nach den natürlichen Siedlungsgrundlagen der damaligen neolithischen und bronzezeitlichen Menschen, verlangt der moderne Forscher Feinuntersuchungen sowohl der Schichten unter dem Siedlungsniveau als auch jener darüber, bedarf er der Auskünfte über die allgemeine Moor- und Seeuferbiologie, über das Baumaterial, die Hölzer, Baumrinden usw.

Der Referent geht dann auf das Problem des Baugrundes ein. Zunächst sind jene Stationen zu erwähnen, die auf Moorböden standen und sich durch besonders gute Erhaltung auszeichnen. Bei ihnen bestand nie ein Zweifel, dass es sich um ebenerdige Bauten handelte. Die Kulturschicht und die oft noch erhaltenen Hausböden liegen immer auf Torf auf. Gebaut wurde mit Prügeln. Die Hausböden bestanden einfach aus Balken, die direkt auf den schlechten Baugrund, oder aus querliegenden Balken, die auf Längsschwellen gelegt worden wa-

ren. Mehrere längs und quer übereinander gelegte Balkenroste unter dem eigentlichen Hausboden zeigen unzweifelhaft die Tendenz zur Isolierung vom feuchten Untergrund. Solche Böden versanken allmählich, neue wurden darüber gelegt, so dass ganze Pakete entstanden.

An den Seeufern lagen andere Verhältnisse vor: unter der Kulturschicht findet man nie Torf, sondern Seekreide, Sand oder Gytta (= Faulschlammschichten). Auf solchem Baugrund, der mindestens zeitweise begehbar war, wurden keine Prügelböden, sondern u. a. Rinden- oder Lehmschichten ausgelegt. Die Besiedlungen erfolgten, als das Wasser tiefer stand; sie wurden später beim Steigen des Wassers wieder aufgegeben. In Egolzwil 3 fanden sich Rindenstücke, die zur Isolation gegen die Feuchtigkeit direkt auf der Seekreide ausgebreitet waren und die beweisen, dass dieser Boden begehbar gewesen sein musste. — Neuerdings haben merkwürdige Lehminseln von sich reden gemacht, die der Referent überzeugend als Herdstellen auf ebenem Boden deutet und damit einen weiteren Beweis für die Bewohnbarkeit des Seekreidebodens erbringt.

Woher stammen aber die zahlreichen gefundenen Pfähle? Der Referent bezeichnet sie als das Ergebnis der Bebauung während längerer Zeit. Die Kulturschichten sanken durch das Gewicht des darüber liegenden Torfes allmählich ein und die Spitzen der Pfähle ragten frei heraus. Die scheinbar angebrannten Pfahlenden aber sind oft gar nicht verkohlt, sondern verdanken ihre schwarze Farbe einer oberflächlichen Verwitterungs- und Korrosionsschicht.

Zum Schluss seiner durch zahlreiche Lichtbilder dokumentierten Ausführungen gibt der Referent einen Hinweis, warum überhaupt Moor- und Seeufersiedlungen errichtet wurden. Es scheint dies mit dem Siedlungsanspruch der damaligen bäuerlichen Bevölkerung zusammenzuhängen, die im offenen Gelände zu wohnen wünschte, sei es auf Kuppen, an Seeufern oder auf Mooren.

(Zusammenfassung des Sekretärs)