

bei gedehntem Kautschuk beobachten kann. Wie zu erwarten, zeigt der ungedehnte Film eine vollkommen homogene Durchlässigkeit für Elektronen wie ein Gelatine- oder Cellonfilm. Der um 800–1000% gedehnte Kautschukfilm zeigt dagegen eine auffällige Streifenbildung. Diese

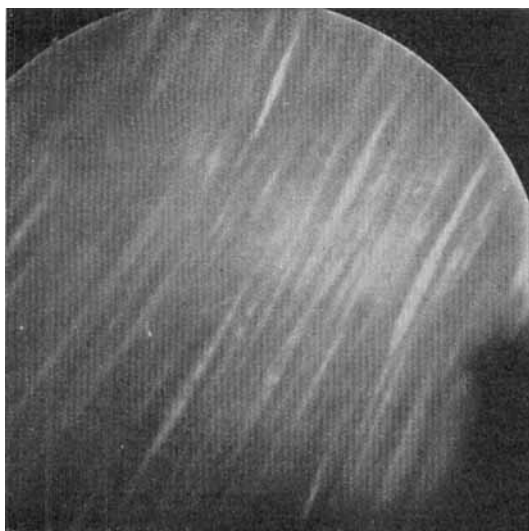


Abb. 12. Elektronenbild einer 800–1000% gedehnten Kautschukmembran. Helle Streifen $0,5\text{--}0,75\text{ }\mu$ breit und etwa $20\text{ }\mu$ lang. $U = 79\text{ kV}$; Elektronen-V $1900:1$.

Kautschukhäutchen wurden hergestellt durch Ausstreichen einer sehr dünnen Schicht von Latex auf einem Objektträger. Der Objektträger wurde dann auseinandergeschnitten und der Kautschukfilm durch Auseinanderziehen der Glasbruchstücke gedehnt und in diesem Zustand, durch kleine Zangen gehalten, zur Untersuchung gebracht. Der gedehnte

Film war ungefähr so dick wie der Durchmesser eines Latextröpfchens ($1\text{--}2\text{ }\mu$). Da die spindelförmigen Streifen in Abb. 12 ungefähr $20\text{ }\mu$ lang und $0,5\text{--}0,75\text{ }\mu$ breit sind, vermuten wir, daß es sich um gedehnte Latextröpfchen handelt, die sich bei etwa 1000%iger Dehnung in Richtung des Zuges auf den 10fachen Betrag verlängert und in Richtung quer zur Zugrichtung etwas zusammengezogen haben. Es kann noch nicht entschieden werden, ob der Kautschukfilm an diesen hellen Stellen dünner ist als an den dunkleren, oder ob ein besonderer, geordneter Bau dieser Bereiche („Kautschukkrystallite“) eine bessere Durchlässigkeit für Elektronen bedingt. Von E. Sauter¹⁷⁾ wurden ähnliche Bilder, wie sie Abb. 10 zeigt, durch Aufnahme von gedehntem Kautschuk in polarisiertem Licht bei gekreuzten Nicols erhalten. Die etwa $1,5\text{ }\mu$ breiten Streifen werden von ihm als Kristallamellen in dem Kautschuk-„Einkristall“ angesprochen.

In dieser Zusammenstellung wurden unsere Versuche an kolloidchemischen Systemen gezeigt. Es soll zum Schluß noch darauf hingewiesen werden, daß F. Krause¹⁸⁾ und später auch B. v. Borries, E. Ruska und H. Ruska¹⁹⁾ in Deutschland das Elektronenmikroskop auch auf die Untersuchung biologischer Objekte mit Erfolg angewandt haben, und es ist nach diesen Untersuchungen zu erwarten, daß das Instrument besonders im Kampf gegen bisher unsichtbare Krankheitserreger wertvolle Dienste leisten wird¹⁸⁾.

Für die Ermöglichung vorliegender Arbeit und für eingehende Beratung sind wir dem Leiter des Hochspannungsinstituts Neubabelsberg, Herrn Professor A. Matthias, und dem Direktor des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Physikalische Chemie und Elektrochemie, Herrn Professor P. A. Thieffens, zu großem Dank verpflichtet. [A. 27.]

¹⁷⁾ E. Sauter, Z. physik. Chem. Abt. B. **26**, 405 [1937].

¹⁸⁾ F. Krause, Naturwiss. **26**, 122 [1938].

VERSAMMLUNGSBERICHTE

Deutsche Gesellschaft für innere Medizin.

50. Tagung in Wiesbaden vom 28.—31. März 1938.

Verhandlungsthema:

Vitamin B₁.

Erster Berichterstatter: Abderhalden, Halle.

Das Vitamin B₁, dessen Entdeckung bekanntlich Ausgangspunkt für die Lehre von den Vitaminen war, ist in den letzten Jahren durch die Arbeiten von Windaus und seiner Schule und durch die des Amerikaners Williams in seiner Konstitution aufgeklärt und der Synthese zugänglich gemacht worden. Vortr. schildert in großen Zügen die historische Entwicklung unserer Kenntnisse von diesem Wirkstoff und würdigt insbes. die Verdienste der deutschen Chemiker bei seiner Reindarstellung, Konstitutionsaufklärung und Synthese¹⁾. Bei der physiologischen Wirkung des Aneurins, wie das isolierte Vitamin B₁ auch genannt wird, sind besonders seine Beziehungen zum Kohlenhydratstoffwechsel interessant. Peters hat als erster festgestellt, daß bei Abwesenheit des B₁-Stoffes der Kohlenhydratabbau im Organismus unvollständig ist, und zwar findet man als Ausdruck eines B₁-Mangels im Blut, im Herz- und Skelettmuskel eine Anhäufung von Milchsäure, im Zentralnervensystem die Brenztraubensäure. Sehr wahrscheinlich sind auch alle klinischen Manifestationen des B₁-Mangels auf diese Störung im Kohlenhydratstoffwechsel zurückzuführen. Der nähere Mechanismus des gestörten Stoffwechsels ist bekanntlich in letzter Zeit durch Lohmann²⁾ aufgeklärt worden, dem wir die Entdeckung verdanken, daß der phosphorylierte B₁-Stoff

¹⁾ S. a. Dtsch. Chemiker **8**, 40 [1937].

²⁾ Vgl. a. diese Ztschr. **50**, 221 [1937].

eine Decarboxylase ist, welche die Decarboxylierung der α -Ketonsäuren besorgt. Von großer praktischer Bedeutung ist die Tatsache, daß der tägliche Bedarf an B₁-Vitamin neben vielen anderen Faktoren abhängig ist von der Menge der zugeführten Kohlenhydrate. Es ist möglich, allein durch Zufuhr großer Kohlenhydratmengen, sowohl im Tierversuch als auch beim Menschen, eine Beriberi zu erzeugen. Hinsichtlich der Frage des Vorkommens von B₁-Hypovitaminosen bei unserer Bevölkerung ist auch Vortr. der Ansicht, daß die Gefahr einer unzureichenden Versorgung mit diesem Vitamin besteht.

Zweiter Berichterstatter: Schroeder, München.

Klinisch hat die B₁-Hypovitaminose besonders als Ernährungsproblem Beachtung gefunden. Nach den neuesten Veröffentlichungen aus allen Teilen der Welt scheint der tägliche Mindestbedarf um 500–600 γ zu liegen. Sehr wichtig ist der Umstand, daß die Spanne zwischen der eben zur Erhaltung der Gesundheit ausreichenden und der zum optimalen Gedeihen notwendigen Menge beim Vitamin B₁ besonders groß ist. Aus Berechnungen Scheunert's³⁾ geht klar hervor, daß nur durch die Verwendung eines hochausgemahlten kleiehaltigen Brotes die Vitamin-B₁-Darreichung in unserem Volk in den Bereich der optimalen Zufuhr gehoben wird. Für eine ausreichende Versorgung mit dem B₁-Vitamin spielt in unserer Kost außerdem die Kartoffel eine wichtige Rolle. Die Beriberi ist auch in Europa heimisch, denn in den vergangenen Jahren sind mehrere einheimische Beriberi-Erkrankungen beobachtet worden. Allerdings handelt es sich bei diesem Krankheitsbild nicht um eine reine B₁-Avitaminose, sondern um einen Mangel an mehreren Vitaminen. Der Folgezustand lang fortgesetzter B₁-armer Ernährung, ein sog. latenter B₁-Mangel, ist gar nicht selten.

³⁾ S. diese Ztschr. **50**, 108 [1937].

Eine endgültige Indication für die Verwendung des B₁-Vitamins in der ärztlichen Praxis läßt sich noch nicht abstecken. Erfolgversprechend ist sie vor allem bei den Erkrankungen des Nervensystems, deren Vitaminabhängigkeit als gesichert gelten kann, das sind vor allem die Polyneuritis diabetica, alcoholica, die Schwangerschaftspolyneuritis und die verschiedenen toxischen Neuritiden. In der inneren Medizin hat die B₁-Behandlung besonders bei Erkrankungen des Magen-Darm-Kanals und bei gewissen cardiovasculären Erkrankungen an Bedeutung gewonnen. Für die Aufklärung des B₁-Stoffwechsels beim gesunden und kranken Menschen bedeutet die Möglichkeit der Bestimmung des B₁-Vitamins durch die von Jansen angegebene Thiochrom-Methode sicher einen wichtigen Schritt vorwärts.

Martin, Halle.

Im Thomasschen Institut in Leipzig hat Votr. sehr interessante Untersuchungen über die Beziehungen des B₁-Stoffes bzw. des B-Komplexes zum Kohlenhydratstoffwechsel durchgeführt. Er konnte dabei zeigen, daß Hunde, bei denen die Pankreasdrüse entfernt worden war und die mit einem B-Komplex-freien Futter ernährt wurden, gegenüber dem Insulin allmählich unempfindlicher wurden. Dabei wurden die Tiere immer elender und wiesen typische Veränderungen am Haarpelz und an der Schleimhaut auf. Sobald nun dem Futter der B-Vitaminskomplex in reichlicher Menge zugefügt wurde, trat schlagartig eine Erhöhung der Insulinwirksamkeit auf. Auch das Allgemeinbefinden wies sehr schnell weitgehende Besserung auf. Beim menschlichen Diabetes sind bisher übereinstimmende Erfolge mit der Vitamintherapie noch nicht erzielt worden. Doch kann man nach dem bisher Bekannten annehmen, daß auch hier eine Beziehung zwischen B-Vitamin und Diabetes besteht. Vielleicht spielt ein B-Mangel die Rolle eines auslösenden Faktors bei einer bestehenden Disposition. Es scheint, als ob ganz allgemein eine ausreichende Vitaminversorgung des Organismus für eine optimale Funktion der Hormone notwendig ist.

Luckner, Hamburg: „Über die gemeinsamen Ursachen des Hungerödems und des Ödems bei Beriberi.“

Durch eine an Eiweiß und an Vitamin B₁ arme Ernährung gelang es, tierexperimentell eine Erkrankung zu erzielen, die weitgehend der klassischen B₁-Avitaminose, der Beriberi, gleicht. So fanden sich bei den Tieren z. B. die typischen Ödeme und auch die Veränderungen am Herzen und Kreislauf, wie wir sie bei der Beriberi kennen.

Stepp, München.

In der Aussprache zu dem Thema Vitamin B₁ macht Redner auf die Beziehung des B₁-Vitamins zur Zahnkaries aufmerksam und verweist auf die Untersuchungen des Zahnarztes Roos in der Schweiz, aus denen die Bedeutung der Ernährung besonders des Vollkornbrot für die Verhütung von Zahnschäden klar hervorgeht. Zu diesem Problem konnte auch Meulengracht, Kopenhagen, einen wichtigen Beitrag liefern. Die Grönländer hätten solange ausgezeichnete Zähne, als sie bei ihrer alt überlieferten Nahrung, nämlich in der Hauptsache Seehund und Fische, blieben. Durch das Eindringen der Zivilisation spielen jetzt Milch, Kaffee und Weißbrot in der Kost eine wichtige Rolle. Mit dieser Umstellung in der Ernährung ist nun eine auffällige Verschlechterung des Gebisses bei den Grönländern einhergegangen.

Strieck, Würzburg.

In der Grafeschen Klinik sind seit 1936 neuartige Insuline geprüft worden, die durch Koppelung an bestimmte andere Stoffe schwerer resorbierbar und daher über längere Zeit wirksam sind. Als erstes dieser Insuline wurde das Protamininsulin geschaffen, das sich nach Erfahrungen amerikanischer Kliniker ausgezeichnet bewährt hat. Inzwischen sind außerdem noch mehrere andere Insuline in den Handel gekommen, die das gleiche Wirkungsprinzip besitzen. Die klinischen Erfahrungen, die Votr. mit den neuen Insulinen gemacht hat, sind äußerst günstig. Der Vorteil gegenüber dem alten Insulin besteht darin, daß der Blutzuckerabfall allmählicher eintritt und die Gefahr einer hypoglykämischen Reaktion vermieden werden kann. Mit dem neuen Insulin gelingt es oft mit einer Injektion täglich, auch bei schwerem Diabetes auszukommen.

Vitamin B₂.

Berichterstatter: R. Kuhn, Heidelberg.

Lactoflavin.

Im Jahre 1933 gelang es R. Kuhn, P. György u. Th. Wagner-Jauregg, einen noch unbekannten B-Faktor, das Lactoflavin, aus Molke in reiner kristallisierter Form zu erhalten. Dieses Vitamin B₂ (im engeren Sinne), das in der Natur als gelber, grün fluoreszierender Farbstoff vorliegt, wirkt im Rattenversuch als Wachstumsfaktor. In der Natur kommt Lactoflavin sowohl in freier als auch in gebundener Form vor. Am weitest verbreitetsten ist es als „gelbes Ferment“, in dem das Lactoflavin als Phosphorsäureester an einen kolloidalen Eiweißkörper gebunden ist. Durch Dialyse bei schwach saurer Reaktion findet eine Spaltung des nicht fluoreszierenden gelben Fermentes in die grün fluoreszierende Flavinphosphorsäure und einen kolloidalen Träger statt. Die Spaltung ist umkehrbar. Im Anschluß an die Synthese des Lactoflavins gelang es mit H. Rudy u. F. Weygand, die Lactoflavin-5'-phosphorsäure auf dem Wege über die Tritylverbindung aufzubauen und ihre Identität mit der natürlichen zu beweisen. Die synthetische Lactoflavin-5'-phosphorsäure vermag wie die natürliche bei neutraler Reaktion mit dem kolloidalen Träger unter Bildung eines gelben Chromoproteids zu kuppeln. Die Vorstellung Willstätters, daß ein Ferment aus einem kolloidalen Träger und einer prosthetischen Gruppe besteht, konnte durch die Synthese des gelben Fermentes als richtig erwiesen werden.

Im allg. besteht die Auffassung, daß die B-Vitamine mit geradzahligem Index (B₂, B₄, B₆) für die Ernährung der Säugetiere, die mit einem ungeradzahligem für die Vögel notwendig sind. Doch konnte L. C. Norris zeigen, daß diese Einteilung nicht zu Recht besteht. Füttert man B₂-arm ernährten Hühnern zur Nahrung Lactoflavin zu, so ist bei jungen Hühnern ein deutlich schnellerer Gewichtsanstieg zu verzeichnen. Die mit Lactoflavin ernährten Hühner sind auch in der Legeperiode ausgezeichnet: aus den befruchteten Eiern schlüpfen mehr Küken (80%) aus als aus den Eiern der B₂-arm ernährten Legehennen (20–30%).

Als Bausteine der Eiweißkomponente des gelben Fermentes, dessen Molgewicht 70000 beträgt, wurden mit P. Desnuelle folgende Aminosäuren kristallisiert erhalten: Arginin, Histidin, Lysin, Glutaminsäure und Asparaginsäure. Von den übrigen im Hydrolysegemisch enthaltenen Aminosäuren wurden stufenphotometrisch bestimmt: Tyrosin, Tryptophan, Glykokoll, Cystin, Phenylalanin.

Ein grundsätzlicher Unterschied zwischen den Aminosäuren bekannter Proteine und den im gelben Ferment enthaltenen hat sich bisher weder qualitativ noch quantitativ ergeben. Die Mengenverhältnisse entsprechen in guter Näherung der von M. Bergmann angegebenen Formel $2^n \cdot 3^m$ (n und m = 0, 1, 2, 3...).

Nicotinsäure.

Die Nicotinsäure wurde im Jahre 1911 von U. Suzuki und 1913 von C. Funk aus pflanzlichem Material (Reiskleie) bei Versuchen zur Anreicherung von Vitamin B₁ isoliert. O. Warburg (1934) und H. v. Euler (1935) erkannten das Nicotinsäureamid als wichtigen Bestandteil der Co-Dehydrogenasen. B. C. J. G. Knight konnte 1937 zeigen, daß Nicotinsäureamid ein Wachstumsfaktor für Staphylococcus aureus ist. C. A. Elvehjem machte 1937 die wichtige Entdeckung, daß Nicotinsäure und Nicotinsäureamid die bei Hunden auftretende „blacktongue“ zu heilen vermögen. Die bei einseitiger Fütterung mit Mais bei Schweinen auftretenden schweren Krankheiterscheinungen lassen sich nach H. Chick durch 50 mg Nicotinsäure pro Tag heilen.

Adermin.

Unter den übrigen Faktoren der B-Gruppe beansprucht der von P. György in seinen Wirkungen beschriebene Faktor B₃ ein großes Interesse, dessen Fehlen in der Nahrung bei der Ratte zu einer pellagra-ähnlichen Dermatitis (Akrodermie) führt. Wie weitere Forscher bestätigt haben, handelt es sich um eine niedrig molekulare, leicht dialysierbare, hitze- und alkali-beständige Verbindung.

Wie R. Kuhn und G. Wendt gefunden haben, ist das anti-dermatitische Vitamin B₃ in dem Rückstand eines bei niedriger Temperatur dialysierten Lebedew-Saftes in einer hochmoleku-

laren, nicht dialysierbaren, hitze- und alkaliempfindlichen Form enthalten. Die hochmolekulare Verbindung, für die die Autoren den Namen Adermin-Protein vorschlagen, ließ sich nach den üblichen Methoden der Eiweißchemie weiter reinigen und zeigte nach Zufütterung bei B₆-arm ernährten Ratten eine auffällig rasche Heilung der pellagra-ähnlichen Dermatitis.

Durch Erhitzen wird die prosthetische Gruppe von dem Protein gespalten. Nach weiterer Reinigung ist es gelungen, durch Einwirkung von Essigsäureanhydrid die prosthetische Gruppe in eine chloroformlösliche Verbindung überzuführen, die im Vakuum bei 10⁻⁴ mm zwischen 85 und 90° destilliert.

Durch Hydrolyse der Acetylverbindung mit verd. Salzsäure erhält man das Aderminchlorhydrat, das aus wasserhaltigem Aceton in derben Prismen kristallisiert, die bei 204 bis 205° unter Zersetzung schmelzen. Das Chlorhydrat hat die Bruttoformel C₈H₁₁O₃NCl. Je Tag und Ratte sind 8–10 γ erforderlich. Es gibt eine rotbraune Farbreaktion mit FeCl₃ und kuppelt mit diazotierter Sulfanilsäure unter Bildung eines orangegelben Azokörpers. Es ist optisch inaktiv und zeichnet sich durch ein schön kristallisierendes Silicowolframat und Reineckat aus. Mit einem von der Firma E. Merck, Darmstadt, zur Verfügung gestellten Präparat, das J. B. Keresztesy u. J. R. Stevens aus Reiskleie gewonnen haben, konnte das Aderminchlorhydrat aus Hefe verglichen werden. Der Mischschmelzpunkt ergab keine Depression. Das Vitamin B₆ der Hefe ist also mit dem der Reiskleie identisch.

Funktion und Erkrankungen der Nebenniere.

Von Bergmann, Berlin, gibt einen Überblick über die historische Entwicklung unserer Kenntnisse von diesem Organ. Erstaunlich sind besonders die neuen Erkenntnisse hinsichtlich der Funktion der Nebennierenrinde, deren Hormon auch chemisch durch die Arbeiten von Reichstein weitgehend aufgeklärt ist. Votr. betont bei den Aufgaben des Rindenhormons im Organismus besonders die von Versar u. Mitarb. gefundene Beziehung zum Lactoflavin bzw. der Lactoflavinsphosphorsäure und den Phosphorylierungsvorgängen. Damit eng verbunden ist ja die Bedeutung der Nebennierenrinde für die Resorption besonders des Fettes im Darmkanal überhaupt. Unter den vielseitigen Aufgaben der Nebennierenrinde hebt Votr. ihre Aufgaben für den Wasser-Salz-Stoffwechsel und für den Mineralstoffwechsel (Kalkarmut der Knochen bei Addison) hervor. Bei der Nebenniereninsuffizienz kommt es z. B. zu einer Hypochlorämie. Eingehend werden auch die Beziehungen der Nebenniere zum Vitamin C, das bekanntlich besonders reichlich in dieser Drüse enthalten ist, behandelt. Die kombinierte Hormon-Vitamin-Therapie, die bereits bei einer Reihe von schweren Infekten besonders bei der Diphtherie angewandt wird, bedarf zur endgültigen Beurteilung noch weiterer klinischer Erfahrungen. Sehr bedeutungsvoll erscheinen Votr. die anatomischen Arbeiten seines Mitarbeiters Lohadov, nach denen Rinde und Mark nicht scharf getrennt sind, sondern deutliche anatomisch nachweisbare Verbindungen aufweisen.

Diese Verbindungen deuten vielleicht auch die funktionelle Einheit an.

Einhauser, München.

Von anatomischer Seite ist schon vor langer Zeit auf die Beteiligung der Nebennieren im Verlauf schwerer Verbrennungen hingewiesen worden. Tatsächlich zeigt sich eine ganze Reihe von Ähnlichkeiten im Bild der schweren Verbrennung und dem der akuten Nebenniereninsuffizienz. Votr. hat im Tierversuch festgestellt, daß die Wirkstoffe der Nebennierenrinde, nämlich das Rindenhormon und das Vitamin C, eine spezifische Heilwirkung nach schweren Verbrennungen entfalten. Unabhängig davon haben englische Kinderkliniker bereits günstige Erfahrungen bei der Behandlung schwerer Verbrennungen mit Nebennierenrindenhormon und Vitamin C gemacht.

Baumann, Basel.

In den letzten Jahren ist vielfach eine Hormon-Vitamin-Behandlung bei der Diphtherie angewandt worden und hat teils begeisterte Zustimmung, teils völlige Ablehnung gefunden. Votr. glaubt, daß noch weitere Erfahrungen zur Beurteilung der Behandlungserfolge bei dieser Krankheit mit Nebennierenrindenhormon und Vitamin C gesammelt werden müssen. Bei der malignen Diphtherie konnte in der Kölner Kinderklinik kein eindeutiger Einfluß auf den Verlauf der Erkrankung beobachtet werden, dagegen war die Blutungsneigung nach der Vitamin-C-Darreichung deutlich herabgesetzt. Sehr wesentlich ist anscheinend, daß die Behandlung frühzeitig einsetzt.

Thaddea, Berlin.

Neben der Hormonbehandlung ist die Behandlung der Addisonischen Krankheit, die bekanntlich durch krankhafte Veränderungen der Nebennierenrinde bedingt ist, auch mit der Aminosäure Cystein möglich. Der günstige Einfluß des Cysteins auf den Ablauf der Stoffwechselvorgänge beim Morbus Addison erklärt sich nach Votr. dadurch, daß es bei dieser Erkrankung zu Fehlkatalysen kommt, die durch das Redoxpotential des Cysteins beseitigt werden.

Lucke, Göttingen.

Zu den Symptomen einer Nebenniereninsuffizienz gehört unter anderem eine Störung im Mineralstoffwechsel. So kommt es z. B. zu einem Calcium- und Phosphorverlust, der durch eine Behandlung mit Nebennierenextrakt aufgehalten werden kann.

Nitschke, Berlin.

Bei der Untersuchung der Einwirkung der Nebenniereninsuffizienz auf den Mineralstoffwechsel fand Votr. einen Anstieg des Blutkaliumspiegels, der durch Organextrakte aus der Nebenniere, nicht aber durch Corticosteron, gesenkt werden konnte. Auffällig ist die Beobachtung, daß das Blut bei sehr tiefem Kaliumspiegel ungerinnbar wird.

Faraday Society. Bristol, 11.—13. April 1938.

Verhandlungsthema: *Chemische Reaktionen, an denen feste Stoffe beteiligt sind.*

Teil I. Energiezustände in Ideal- und Real-Kristallen; elektrische Leitfähigkeit und Diffusion sowie chemischer Umsatz in festen Stoffen.

Prof. N. F. Mott, Bristol: „Energiezustände in Real- und Ideal-Kristallen.“

Ein reiner NaCl-Kristall zeigt keine meßbare Elektronenleitfähigkeit, da der Kristall aus Ionen mit abgeschlossenen Elektronenschalen (Edelgaskonfiguration) aufgebaut ist. Elektronenleitung ist jedoch möglich, wenn an einzelnen Ionen Elektronen fehlen (Elektronen-Defektleitung, z. B. durch Elektronenaustausch zwischen Cl und Cl⁻), sowie ferner bei Gegenwart überschüssiger Elektronen. Trotz der Existenz von Potentialschwellen ist infolge des wellenmechanischen Tunneleffektes keine Aktivierungsenergie für einen Elektronenplatzwechsel zu erwarten.

Von R. W. Pohl u. Mitarb. sind Alkalihalogenide mit einem Überschuß an Alkalimetall (F-Zentren) untersucht worden. Die F-Zentren werden als Elektronen am Ort einer Halogenionen-Leerstelle gedeutet. Diese Elektronen sind an sich noch nicht bewegungsfähig, sondern werden zu Leitungselektronen erst nach Ablösung aus dem speziellen Bindungszustand (z. B. Anregung durch Lichtadsorption). Leitungselektronen können in verschiedener Weise wieder festgelegt werden, bei lichtelektrischen Versuchen von R. W. Pohl u. Mitarb. vorzugsweise durch (metastabile) Anlagerung an F-Zentren unter Bildung eines F⁺-Zentrums (2 Elektronen am Ort einer Halogenionen-Leerstelle). Festlegung ist wahrscheinlich auch an Oberflächen oder an inneren Spalten möglich, jedoch zurzeit weder theoretisch noch experimentell genauer erforscht. Weiterhin werden Elektronen auch von kolloid verteilten Metallpartikeln eingefangen.