

(Aus dem Universitätsinstitut für gerichtliche Medizin und Kriminalistik Breslau.
Direktor: Prof. Dr. *Gerhard Buhtz.*)

Spektrographische Fremdkörperuntersuchung am Auge.

Von

Dr. Hellmut Dencks,

Assistent am Institut.

Mit 5 Textabbildungen.

Bei Augenleiden von Versicherten ist oft die Frage zu prüfen, ob es sich um Folgen von Betriebsunfällen oder um einen natürlichen, krankhaften, schicksalsmäßigen Verlauf handelt.

Traumatische Verletzungen des Augapfels sind als Betriebsunfälle nur zu entschädigen, wenn der ursächliche Zusammenhang mit dem Betriebe nachzuweisen ist.

Die Feststellung eines Fremdkörpers, seine Form und Zusammensetzung sind bei der Begutachtung unter Umständen von entscheidender Bedeutung für die Frage, ob ein Betriebsunfall des Auges anzunehmen ist oder nicht. Röntgenologische und spektrographische Untersuchungen können Aufklärung geben, wie sich aus dem nachfolgend geschilderten Fall ergibt:

Bei einer Versicherungssektion wurde eine traumatische Katarakt festgestellt. Es ergab sich die Frage, ob der die Katarakt vermutlich verursachende Fremdkörper noch nachzuweisen wäre.

Nach Angabe der Ehefrau hatte der mit 39 Jahren verstorbene Mattierer Richard G. in seinen letzten Lebensjahren mit dem Sandstrahlgebläse gearbeitet. Im Alter von 15 Jahren, also bereits vor 24 Jahren, sollte ihm aber als Schmiedelehrling beim Bearbeiten von glühendem Eisen mit dem Schmiedehammer ein Stückchen Hammerschlag in das linke Auge geflogen sein. Bereits im Anschluß an diese Verletzung sollte eine völlige Erblindung des linken Auges eingetreten sein.

Es war von Interesse, nachzuprüfen, ob die traumatische Katarakt durch das Sandstrahlgebläse oder durch den Unfall in der Jugendzeit entstanden war.

An dem bei der Sektion entnommenen linken Auge ließ sich folgender Befund erheben: An der Hornhaut fand sich bei 7 Uhr eine weiße Narbe mit eingheiltem Iris- und Linsenprolaps. Die Linse war vollständig getrübt, verzogen und zeigte mehrere kleine, gelblich-weiße, bis zu stecknadelkopfgroße, derbe Körner. Im Glaskörper konnte nichts Pathologisches festgestellt werden. Am oberen Pol des Bulbus in der Netzhaut, dicht hinter der Ora serrata fand sich bei 11 Uhr eine 6 mal 7 mm große, weiße, blutgefäßarme Stelle, die als Aufschlagstelle des in

das Auge geflogenen Teilchens anzusprechen war. An den hinter diesen Netzhautteilen liegenden Skleralbezirken konnten keine Veränderungen oder Narben festgestellt werden.

Eine Röntgenaufnahme des Bulbus in 2 Ebenen von vorn (Abb. 1) und oben (Abb. 2) ergab im Bereich des Linsengebietes 4 kleine schwarze Schatten, die den Schluß zuließen, daß sich hier Fremdkörper befanden, die der Organismus möglicherweise eingekapselt hatte oder die zu Kristallisationspunkten für mineralische Körperbestandteile geworden waren. Auf der Vorderansicht (Abb. 1) gibt der nach hinten führende Nervus opticus durch seine Dichte und Länge eine erhebliche Verschattung, in deren Bereich sich 3 Fremdkörperschatten gut, der 4. weniger gut, abzeichnen. Auf der Abb. 2 sind die 4 Schatten besser zu sehen. Sie liegen im zugehörigen Linsenbereich hinter der schwach



Abb. 1.



Abb. 2.

abgebildeten Hornhaut und der vollkommen klaren Vorderkammer. Fremdkörperschatten im betroffenen Netzhautgebiet und dem entsprechenden Skleralbereich konnten nicht festgestellt werden.

Eine spektrographische Untersuchung dieser Fremdkörper auf Eisen war deshalb besonders aussichtsreich, weil die Linse bekanntlich keine Blutgefäße zu ihrer Versorgung besitzt, so daß ein störender Eisengehalt des Blutes von vornherein außer Betracht gelassen werden konnte.

Die Untersuchung wurde folgendermaßen ausgeführt:

Die Linse wurde von den an der Prolapsstelle befindlichen Irisresten befreit und an der Luft in einem Glasschälchen getrocknet. Die lufttrockene Linse wog 7,7 mg. Daraufhin wurde eine nochmalige Röntgenaufnahme vorgenommen, um festzustellen, ob die Fremdkörper sich in Anbetracht der Kleinheit des Objektes auch tatsächlich in der Linse befanden. Die Aufnahme bestätigte das Vorhandensein der 4 kleinen Fremdkörperschatten.

Spektrographisch wurde in Vorversuchen festgelegt, daß das Formalin, in dem der Bulbus aufbewahrt worden war, frei von Eisen gewesen

war und daß die zur Auflösung der Fremdkörper verwendete konz. Salzsäure, sowie die benutzten Kohleelektroden ebenfalls keine Eisen-
spuren aufwiesen. Chemische Vorproben mit Kaliumferricyanid und Ammoniumrhodanid hatten bereits die Abwesenheit von Eisen im Formalin und in der Salzsäure ergeben. Salzsäure wurde genommen, um den vermutlichen Kalkpanzer um die Fremdkörper aufzulösen.

Spuren von Calcium, die noch besser beim Zusatz von Salzsäure zum Vorschein kamen, fanden sich in den Kohleelektroden. Das Formalin war calcium- und magnesiumfrei. Die spektrographische Untersuchung erfolgte im elektrischen Funken eines Zeiss-Spektrographen (Qu 24). Die Anregungsbedingungen waren: Feussner Funken-

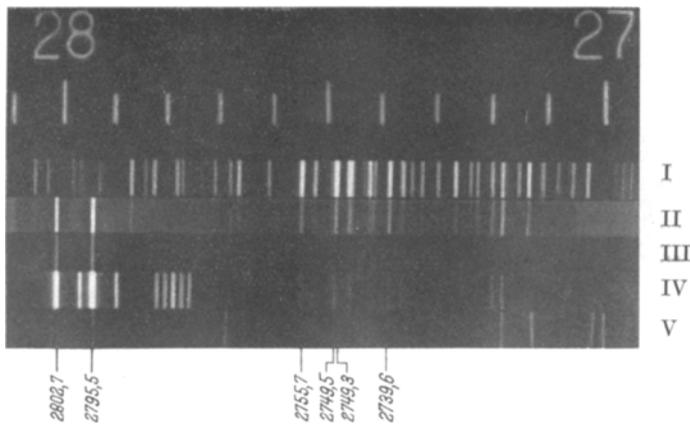


Abb. 3.

erzeuger Transformatorstufe 4 (annähernd 12000 Volt), Kapazität 3000 cm, Selbstinduktion 800000 cm (F. F. 4, C 1/1, L 1/1). Als optische Bedingungen wurden genommen: Zwischenblende 5, Spaltbreite 0,015 mm, Blende des Spektrographenobjektivs 1:15, Kollimatorstellung 6,5.

Die in der Bohrung der unteren Kohleelektrode befindliche Linse wurde mit Salzsäure beträufelt. Hierbei fiel auf, daß sich einige feinste Gasbläschen bildeten. Hieraus war zu schließen, daß die Fremdkörper Calcium in Carbonatform enthielten. Bestätigt wurde der Calciumgehalt weiter durch den starken rötlich-violetten Funken bei dem nun folgenden Abfunken der in der Bohrung befindlichen Linse.

Zur besseren Ermittlung der Spektrallinien wurden Vergleichsspektren von Eisen, Magnesium, Calcium und Kupfer aufgenommen. Abb. 3 zeigt die mit dem Spektrenprojektor vergrößerte Aufnahme. Unter der Skalenteilung von 2700—2800 Angström-Einheiten finden sich Spektrenausschnitte von reinem Eisen (I, linienreichstes Spektrum),

darunter solche der Linse (II), dann die von Ca (III), Mg (IV), Cu (V). Die Belichtungszeiten unter den oben angegebenen Bedingungen verhalten sich in Sekunden:

$$I:II:III:IV:V = 10:180:10:10:15,$$

d. h., die Abfunkzeit der Linse wurde gegenüber der der Vergleichselemente sehr stark erhöht, da man annehmen konnte, daß nicht sehr große Fe-Mengen vorhanden sein würden.

Die Auswertung ergibt, daß das „Linsenspektrum“ neben typischen Eisenlinien auch Mg- und Ca-Linien aufweist.

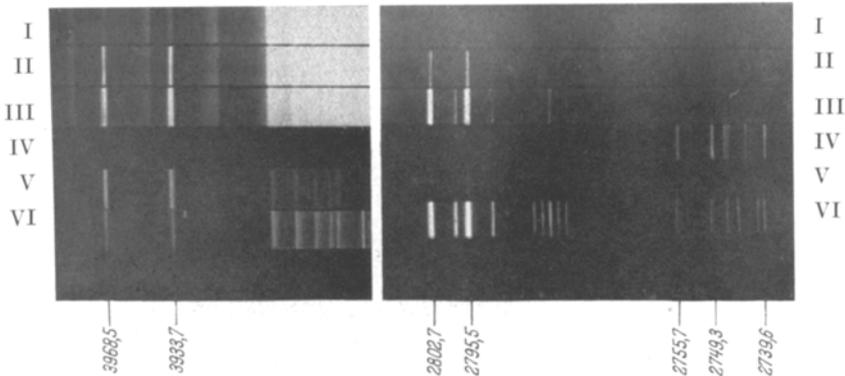


Abb. 4.

Abb. 5.

Eisenlinien in A.E.: 2755,7; die schwache Linie 2749,5 dicht neben der stärkeren 2749,3; ferner 2739,6 und zwischen den beiden letzten Linien die auf dem Bild nicht ausgezeichneten, in doppelter Spaltbreite mit gleicher Intensität als eine Linie erscheinenden Linien 2746,9 und 2746,4, die durch die oben angegebene Spaltbreite nicht mehr hinreichend getrennt werden; ferner die 3 aus demselben Grunde ineinander übergehenden Linien 2742,4—2742,2—2742,0, von denen die mittelste die größte Intensität besitzt.

Mg-Linien: 2802,7 und 2795,5.

Da die Ca-Linien bei 3968,5 und 3933,7 zu finden sind und somit „zu weit weg liegen“, wurden sie hier nicht mit aufgezeigt.

Im Ca-Spektrum (III) finden sich Verunreinigungen mit Mg und im Mg-Spektrum (IV) Verunreinigungen mit Fe. Man braucht zum Vergleich immer nur die Linien der betreffenden Vergleichsspektren nach den jeweiligen Seiten zu verlängern.

Man muß hieraus den Schluß ziehen, daß in der Linse Eisen vorhanden ist und daß sich wahrscheinlich beim Aufprall des Eisensplitters auf die Hornhaut kleinste Eisenteile gelöst hatten. Diese sind dann

durch Calcium und Magnesium in carbonatartiger Bindung eingekapselt worden, bevor sie gänzlich vom Gewebswasser aufgelöst wurden.

Bei der auf gleiche Weise untersuchten Netzhautnarbe mit den vorhandenen spärlichen Blutgefäßen fand sich dagegen spektrographisch kein Eisen. Daraus kann man entnehmen, daß die hier vorhandene bessere Gewebsversorgung die Eisenpartikelchen im Laufe der Zeit resorbiert hat.

Zur weiteren Kontrolle, ob Linsen überhaupt Eisen enthalten, wurden einige senile Katarakte, die mir freundlichst von der Univ.-Augenlinik Breslau zur Verfügung gestellt wurden, untersucht. Luft-trocken wogen diese Linsen zwischen 30 und 81 mg.

Abb. 4 und 5 zeigen Ausschnitte aus einem „Linsenspektrum“ der Spektren der verschiedenen untersuchten senilen Katarakte. Das Spektrum I gibt das Spektrum der Kohleelektroden wieder, II ein solches mit konz. Salzsäure, III das Spektrum der Linse, die mit konz. HCl beträufelt worden ist, ferner zum Vergleich: IV ein Eisenspektrum, V ein Calciumspektrum, VI ein Magnesiumspektrum. Die Anregungs- und optischen Bedingungen waren die gleichen wie oben, nur war der Spalt etwas enger gestellt. Die Belichtungszeiten verhalten sich in Sekunden:

$$I:II:III:IV:V:VI = 180:180:180:10:10:10.$$

Die Auswertung der Linien (Zahlenangaben und Zuordnung zu den Elementen siehe oben) ergibt kein Eisen im Spektrum der Linse, wohl aber vermehrt Calcium und Magnesium, qualitativ gemessen an der Intensität der Linien bei gleichen Belichtungszeiten gegenüber dem Spektrum II, einem reinen Kohleelektroden-HCl-Spektrum.

Was hier für die eine Linse aufgezeigt wurde, ergab sich auch für die übrigen und, wie auch oben angegeben wurde, für die traumatisch verletzte Linse in bezug auf ihren Ca- und Mg-Gehalt.

Damit kann als erwiesen gelten, daß es sich tatsächlich um einen Eisensplitter gehandelt hat, der dem G. vor 24 Jahren beim Schmieden das Auge verletzte.

Dieser spektrographische Nachweis hat gegenüber dem chemischen die Vorteile, daß er auch noch bei sehr kleinen Mengen anwendbar ist, die chemisch schlecht faßbar sind, und es in diesem Falle wohl auch gewesen wären, und daß sich die Spektralaufnahme als Dokument aufbewahren läßt. Bei chemischer Arbeit läßt sich weiterhin ein Substanzverlust durch Anstellung der Reaktionen nicht vermeiden, während dies bei spektrographischer Arbeit kaum der Fall ist, da man sämtliche vorhandenen spektregebenden Substanzen auf einer Aufnahme erhält und diese ohne großen Materialverlust wiederholen kann. Ledig-

lich die Analysierung der vorhandenen Spektrallinien erfordert, besonders bei linienreichen Aufnahmen, eine besondere Übung.

Versicherungsrechtlich kann dieser Methode z. B. bei der Klärung der Frage große Bedeutung zukommen, ob bei vorhandener Verletzung des Bulbus oder eines anderen Körperteiles der vorgefundene schädigende Fremdkörper nach eventueller Säuberung von Blut- oder Schmutzresten vom Arbeitsplatz des Betroffenen stammt oder nicht, oder ob er gegebenenfalls zu Betrugszwecken untergeschoben wurde. Durch im Spektrum vorgefundene Beielemente, die z. B. durch Metallverunreinigungen bedingt sein können, ist es möglich, den Unfall zu erhärten oder einen Täuschungsversuch nachzuweisen.

Zusammenfassend läßt sich also sagen, daß Verletzungen des Bulbus durch Fremdkörper noch nach Jahren auf spektrographischem Wege nachweisbar sind. Diese Methode kann unter Umständen auch bei anderen Körperverletzungen Anwendung finden und versicherungsrechtlich entscheidend sein.