



Technik-Geschichte
in Jena e.V.



VERLAG
VOPELIUS
JENA

JENAER JAHRBUCH ZUR TECHNIK- UND INDUSTRIEGESCHICHTE

Renate Tobies (Jena)

Erwin Julius Karl Boegehold

JJB 24 (2021) S. 71–89

Nutzungsbedingungen:

Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Renate Tobies (Jena)

Erwin Julius Hans Karl Boegehold



Bild 1: Dr. Hans Boegehold
1948 (Zeiss-Archiv B III07070
Ausschnitt)

Mathematiker, Optiker, Museumsleiter,
Wissenschaftshistoriker

- geboren: 28.7.1876 Niederstüter (Kreis Hattingen an der Ruhr), Westfalen; gestorben: 14.5.1965 Jena
- *Vater*: Bergrat Ernst Boegehold (*1832, †19.1.1887 Witten)
- *Mutter*: Francisca Boegehold, geb. Anz (†18.9.1918)

- *Geschwister*: drei Brüder, der Erstgeborene starb jung; Hans war der Zweitgeborene; ein weiterer Bruder starb im Alter von 26 an Tuberkulose; Bruder Franz (auch Mathematiker) fiel 1917 im Ersten Weltkrieg und hinterließ eine Witwe, einen Sohn und zwei Töchter, um die sich Hans Boegehold (der nie heiratete) kümmerte.

Hans Boegehold (Bild 1) war elf Jahre alt, als sein Vater verstarb. Dessen Vorfahren waren Beamte und Handwerker gewesen und zu Beginn des 19. Jahrhunderts von Norwegen nach Deutschland gekommen. Die Großmutter väterlicherseits war eine geborene von Riese. Ihr Bruder war der Bonner Mathematiker Christian von Riese (1790–1868). Die Mutter entstammte einer norddeutschen Pfarrersfamilie und zog als Witwe mit ihren Söhnen nach Höxter. Hans Boegehold erhielt zunächst Privatunterricht und besuchte danach ein Gymnasium in Bochum, ein Realgymnasium in Witten und ein Gymnasium in Höxter, wo er Ostern 1894 das Abitur ablegte. Anschließend wählte Francisca Boegehold Jena als Wohnort; ihr Bruder Julius Anz war damals zweiter Bürgermeister in Weimar. Hans Boegehold konnte in Jena studieren, und seine Mutter engagierte sich im Jenaer Verein Frauenwohl – gemeinsam mit Ernst Abbes Schwägerin Anna Snell. [Privatnachlass. *Stier*:1]

Studium und Promotion in Jena

Da Hans Boegehold bereits in der Schulzeit besondere Neigung zur Mathematik besaß, studierte er das Fach ab Sommersemester 1894 an der Universität Jena, mit den Nebenfächern Physik und Philosophie. Er besuchte Lehrveranstaltungen bei den Mathematikern Johannes Thomae (1840–1921), der sein Doktorvater wurde, bei Hermann Schaeffer und Gottlob Frege. Er hörte Astronomie bei Otto Knopf (1856–1945), Philosophie bei Otto Liebmann, Rudolf Eucken und auch beim Extraordinarius Franz Bruno Erhardt (1864–1930). Die physikalische Ausbildung erwarb Boegehold bei Adolph Winkelmann (1848–1910), an dessen Institut für Experimentalphysik erhielt er nach der Promotion eine Assistentenstelle; er hörte außerdem beim theoretischen Physiker Felix Auerbach und bei Rudolf Straubel, der 1893 Privatdozent und 1897 Extraordinarius geworden war. Als Ernst Abbe im Wintersemester 1897/98 seine letzte Vorlesung (über optische Beugung) an der Universität vor fünf Hörern hielt, gehörte Boegehold zu diesem Kreis [CZA,

Arch. 32428]. Außerdem belegte er Veranstaltungen in Chemie, Mineralogie, Archäologie und Psychiatrie.

Hans Boegehold gehörte seit Studienbeginn dem Jenaer Mathematischen Verein an und wurde 1922 dessen Ehrenmitglied. Am 12. Februar 1898 reichte er seine Dissertation *Historisch-kritische Darstellung der Konstruktionen der Fläche 2. Ordnung aus 9 Punkten* [Boegehold 1898] ein, die Thomae begutachtete. Das Rigorosum im Hauptfach Mathematik (Thomae) und den Nebenfächern Physik (Winkelmann) und Philosophie (Liebmann) absolvierte Boegehold am 26. Februar 1898 mit der Gesamtnote *magna cum laude*. Das Doktordiplom erhielt er am 11. Juni 1898; es sollte ihm vergönnt sein, das Goldene Doktorjubiläum zu erleben. [UAJ: Bl. 159–63]

Adolph Winkelmann, der im Doktorexamen den Kandidaten getestet hatte (Fragen zur Bestimmung elektrischer Größen im absoluten Maßsystem; zu neueren Entwicklungen von Maxwell und Heinrich Hertz in der Elektrizitätslehre, Induktion u.a.) [UAJ: Bl. 160], wählte Boegehold zum Sommersemester 1898 als Assistenten, was er bis Ostern 1899 blieb.

Fortgesetzte Ausbildung und Tätigkeiten in Göttingen, Kiel und Berlin

Da sich Hans Boegehold mit der Experimentalphysik weniger anfreunden konnte, ging er zum Sommersemester 1899 an die Universität Göttingen, um seine Ausbildung zu vervollkommen, wobei er vor allem Versicherungsmathematik (1895 war hier das deutschlandweit erste Universitäts-Seminar für Versicherungstechnik etabliert worden, vgl. Tobies 2021: 418–21) und Mathematik belegte; in Felix Kleins (1849–1925) Forschungsseminar (zur Funktionentheorie) hielt er am 7. Juni 1899 den Vortrag „Ueber konforme Abbildung geschlossener Flächen“ (vgl. [UBG, Bd. 15: 69–82]; Bild 2). Dies war eine gute Basis für spätere Berechnungen optischer Flächen.

Zum 1. November 1899 veränderte Boegehold erneut Arbeitsort und -feld. Er folgte einem Angebot von Friedrich Wilhelm Ristenpart (1868–1913), der im Auftrage der preußischen Akademie der Wissenschaften ein Projekt *Geschichte des Fixsternhimmels, enthaltend die Sternörter der Kataloge des 18. und 19. Jahrhunderts* (Berlin: Akademie-Verlag, 1900) in Kiel leitete. Ristenpart hatte zwei Semester in Jena studiert und war hier „mathemati-

bezeit im Mikro-Rechenbüro fest angestellt. Hier wurden alle optischen Konstruktionen und Berechnungen mit sphärischen und asphärischen Flächen durchgeführt, die nicht Fotooptik und militärische Teleoptik betrafen; d. h. ein breites Spektrum von Optik: Mikroskopie, astronomische, geodätische, messtechnische, feinmesstechnische spektrographische, mikro- und makroprojektivische Optik, ophthalmologische und medizinische Optik u. a. [Privatnachlass. *Stier*: 5].

Boegehold war in alle Gebiete involviert, bevor er sich bevorzugt der Mikroskopoptik widmete. So berechnete er astronomische Objektive; 1910 schuf er eine „Korrektionslinse für Astro“ [Boegehold 1910]. Derartige Berechnungen wurden zuvor von Albert König (1871–1946) ausgeführt und gingen 1911 an den neu eingestellten zweiten Assistenten August Sonnfeld (1886–1974)¹ über [Privatnachlass. *Schrade*: 4]. Seit 1910 hatte Boegehold selbst neue Hilfskräfte für das Rechenbüro auswählen können, wobei er „Moll und Schmidt aus einer Anzahl jüngerer Bewerber als Rechner ausgesucht und angelernt“ hatte; mit dem besonders „tüchtigen“ Moll und dessen Familie verband Boegehold ein enges Verhältnis. [Privatnachlass. *Tagebuch*: 6. 8. 1914]

Von 1908 bis 1918 war Boegehold an der Entwicklung einer Reihe Zeisscher Brillen (Punktal- und Katralgläser) beteiligt. Er arbeitete zur günstigsten Korrektur von torischen und doppeltorischen Brillengläsern [Boegehold 1916; 1917] und unterstützte v. Rohr bei zahlreichen weiteren Arbeiten, beim Untersuchen der Möglichkeiten für das Brillenglas, bei der Rechenarbeit zum Urethroskop, u. a. In seinen *Lebenserinnerungen* schrieb v. Rohr z. B.: „[...] hatte ich unter Benutzung der BOEGEHOLDSchen Vorrechnungsformeln eine astigmatische Brille für den am Star operierten Zimmermeister Stauda berechnet, wobei in den beiden Hauptschnitten die ungemeine Brechwertverschiedenheit von 6.1 dptr auszugleichen gewesen war.“ [Zitiert in Tobies 2017: 165].

Als v. Rohr im Jahre 1913 aus gesundheitlichen Gründen kürzer treten musste, übergab er die Leitung des Rechenbüros Mikro an Hans Boegehold, die dieser erst am 31. März 1953 aus eigener Entscheidung niederlegte. In v. Rohrs Notizen lesen wir, dass „[...] der von M. von Rohr herangezogene und geförderte Nachfolger H. BOEGEHOLD ganz ausgezeichnete Ergebnisse aufzuweisen hat, die in dem Fach der Mikroskopobjektive weit über die ROHRschen Leistungen hinausgehen.“ (Ebd. 161)

Boegehold publizierte Ergebnisse in der *Zeitschrift für ophthalmologische Optik* [*Z. f. ophth. Optik*], der *Zeitschrift für Instrumen-*

tenkunde [Z.f. *Instrumentenkunde*] – deren Mitherausgeber er 1937 wurde –, der *Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie* [Z. f. wiss. *Mikroskopie*] und weiteren Organen (vgl. Auswahl in der Bibliographie). Von 1931 bis 1944 fungierte er auch als Berichterstatter für das Review-Journal *Zentralblatt der Mathematik*. Boegehold war Hauptherausgeber der 3. Auflage von Siegfried Czapskis Buch *Grundzüge der Theorie der optischen Instrumente nach Abbe* (Leipzig: J. A. Barth, 1924, 747 S., ¹1893); er bearbeitete neun von 21 Kapiteln neu [Privatnachlass. *Boegehold*]. Mit dem Buch *Die geometrische Optik* (1927) lieferte er ein Standardwerk. Mit v. Rohr verfasste er 1934 *Das Brillenglas als optisches Instrument* (eine stark bearbeitete Neuauflage des Buches v. Rohrs *Die Brille als optisches Instrument*). Boegehold kooperierte bei Zeiss mit weiteren Forschern; hervorzuheben ist seine Zusammenarbeit mit dem aus jüdischer Familie stammenden Maximilian (Max) Herzberger (1899–1982) auf dem Gebiet der Strahlenoptik (s. u.).

Arbeiten zur Mikroskopoptik

Die Mikroskopoptik entwickelte sich zu Boegeholds Hauptarbeitsfeld, wobei ihm mit der Kreation der *Homale*² und insgesamt mit der „alles überragenden Schaffung der Planoptik“ Höchstleistungen bescheinigt wurden. [Privatnachlass. *Schrade*: 4]

Mikroskop-Objektive für höhere Vergrößerungen arbeiten immer mit großer Öffnung (numerische Apertur), um die nötige Auflösung zu erzielen. Dabei ist der Farbfehler störend, sodass bei Zeiss schon früh apochromatische Objektive entwickelt worden waren. Für die Mikroskop-*Photographie* war es zudem notwendig, die Ebene des Bildfeldes auch in den Randbereichen zu erreichen.

Im Jahre 1950 listete Hans Boegehold auf Wunsch von Hans Hartinger (1891–1960) seine wichtigsten Arbeiten selbst auf [Privatnachlass. *Boegehold*]:

- von 1910 bis 1940 schuf er folgende Ergänzungen zur Reihe der Zeissischen Objektive: Glycerinimmersion v, Ölimmersion 50x, 90x mit Irisblende, Fluoritobjektiv 50x, 75x, 100x, Apochromat 6x, 60x mit Irisblende, Epiobjektive, Achromate für das Lumineszenz-Mikroskop, Monochromat $f = 16$ mm;
- von 1910–1914 beseitigte er bei mehreren mittelstarken Objektiven den sogenannten asymmetrischen Fehler (die Koma);
- von 1912–1914 verbesserte er die sphärischen und chromatischen Eigenschaften schwächerer Objektive und von 1916–1918

das Bildfeld der schwächsten Objektive;

- von 1919 bis 1924 führte er Arbeiten aus, welche die sphärische Abweichung und die Asymmetrie der stärksten Objektive verbesserten, wobei (meist schwache) hohle Vorderflächen an der Frontlinse eingeführt wurden, die bis dahin nur Sonderzwecken dienten.
- Von 1918 bis 1922 schuf er die *Homale* – angeregt durch August Köhler³ [vgl. Boegehold/Köhler 1922]. Boegehold erwarb hierfür das Patent in sechs Ländern [vgl. unten Patent 2]. Damit war eine Ebnung des Bildfeldes auf der Okularseite verbunden, erreicht durch eine negative Linsenfolge, die gleichzeitig den Farbenunterschied der Vergrößerung behebt. Die Homale kamen 1923 erstmals auf den Markt [CZA, Arch. 17118]; das System trat in der Mikro-Fotografie an die Stelle von Ausgleichs-Okularen [Bernhardt 1956: 17].

Die Suche ging weiter, um ebene Bilder mit normalen Okularen zu erhalten. Es wird in den Zeiss-Unterlagen berichtet: „Dr. Hans Boegehold: errechnete 1932/33 schwache und mittelstarke, 1940/41 starke Planachromate und 1943/44 solche für unendliche Bildweiten, ferner seit 1944 Planapochromate.“ [CZA. Arch. 15040] Insgesamt wurde ihm bescheinigt, das Lichtmikroskop zu höchster Vollkommenheit entwickelt zu haben [Jobst 1966: 25]. Boegehold notierte selbst:

„Seit 1931 umfangreiche Arbeiten zur Ebnung des Bildfeldes des Mikroskops auf der Objektivseite (ein oder mehrere dicke Menisken, oft starke hohle Vorderfläche der Frontlinse).

1932 bis 1933: zunächst schwache und mittelstarke Planachromate
 1937 bis 1938: für starke Vergrößerungen Objektive mit geebnetem Bildfeld ohne Farbhebung⁴

1940 bis 1941: starke Planachromate

1943 bis 1944: Planapochromate, zunächst für unendliche Bildweiten (MetMi, Richtreihenmikroskop)

1944 bis 1950: Berechnung ganzer Reihen von Planachromaten und Planapochromaten. In der gleichen Zeit Verbesserung des Bildfeldes der Okulare.

1937 bis 1938: Versuche zur Isostilbenimmersion

1938 bis 1941: Versuche zu Achromaten mit NaF ⁵ statt CaF_2

1940: Lupe zum Siemensischen Übermikroskop⁶

1939 bis 1940: Objektive zur Härteprüfung.“ [Privatnachlass. *Boegehold*]

Für seine Forschungen erwarb Hans Boegehold drei Schutzschriften (Patente):

- 1) Für das *aktinisch korrigierte Linsensystem aus einem Fernrohr-objektiv und zwei Ergänzungslinsen* (DRGM 422366 vom 22. 4. 1910). Dazu publizierte er in der *Zeitschrift für Instrumentenkunde* und auch in der *Vierteljahresschrift der Astronomischen Gesellschaft* [Boegehold 1910]
- 2) Für eine *Linsengruppe, die zusammen mit einer dahinter angeordneten sammelnden Gruppe zum Herstellen von Lichtbildern in starker Vergrößerung dienen soll* (D.R.P. 350834 vom 1. 9. 1918). Dieses Patent wurde auch für die Länder Österreich, England, Frankreich und Italien beantragt und 1920 erteilt, sowie am 30. März 1926 in den USA (angemeldet am 8.8.1921).⁷ Hier handelte es sich um das Patent für das *Homal*; die zugehörigen Publikationen erschienen 1922 in der *Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie* [Boegehold/Köhler 1922] und

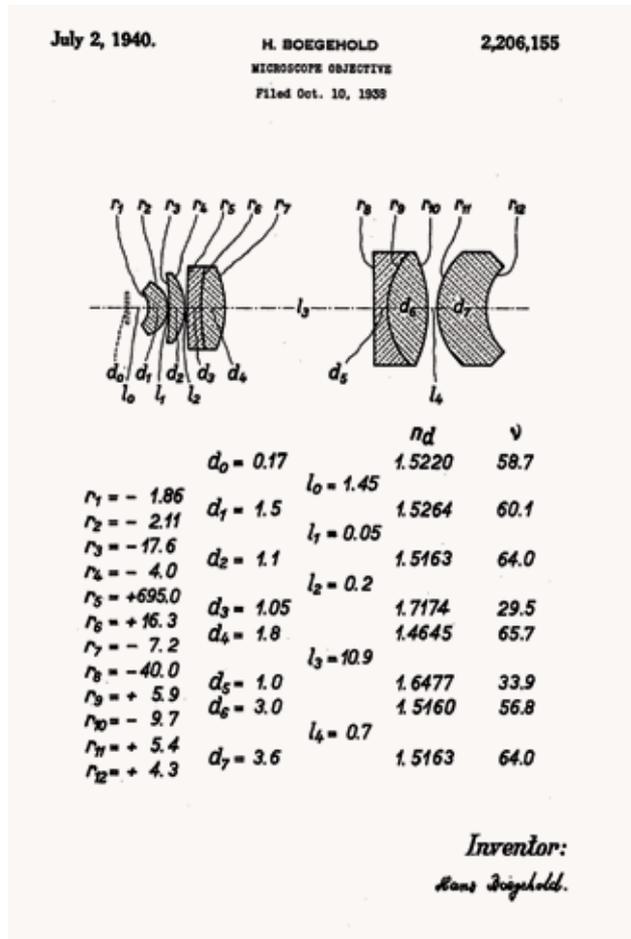


Bild 3: Auszug aus dem Patent 2206155 der US-Anmeldung.

in der *Central-Zeitung für Optik und Mechanik*. Boegehold beschreibt die „zusammengesetzten Negativlinsen (Homale)“ auch im Buch [Boegehold 1959: 135–37].

- 3) *Objectif de microscope*. Zuerst wurde dafür ein Patent (844632) am 12. Oktober 1938 in Frankreich erteilt. Diese Erfindung war in Deutschland am 13. Oktober 1937 zum Patent angemeldet worden; hier war aber die Erteilung aufgrund des Krieges u.a. verzögert worden. Es wurde erst am 28.10.1953 als Wirtschaftspatent der DDR ausgegeben.⁸ In Italien erhielt Boegehold das Patent (366493) am 28. Juli 1939. Nach Anmeldung der Erfindung in den USA (10. 10. 1938) wurde dort das Patent (2206155) am 2. Juli 1940 erteilt;⁹ außerdem in Japan (144599). [Privatnachlass. *Boegehold*: 3]

Dieses Patent betraf Boegeholds wichtigstes Forschungsergebnis im Gebiet der Mikroskop-Optik, wozu er den Artikel „Die Verbesserung des Bildfeldes der Mikroskopobjektive. (Planachromate)“ publizierte [Boegehold 1938]. Es war ihm 1937 nach langwierigen Versuchen gelungen, das gewünschte geebnete Bildfeld mittels dicker Menisken zu erreichen.

Die Firma Zeiss bot ab 1942 die ersten Planachromat-Objektive für Mikroskope an. In den Zeiss-Akten wurde berichtet: „1942 von Boegehold errechnete Mikro-Planachromaten werden zum Verkauf gebracht, die gegenüber den Apochromaten vor allem den für die Mikrophotographie ins Gewicht fallenden Vorteil besitzen, dass sie ein ebenes Objekt auch wieder in einer Ebene scharf abbilden.“ [CZA 30273, S. 225]

2. Für größere Werte von β' sind als bisher erfolgreichstes Mittel dicke Menisken angewendet worden. Kehren wir zu der Formel zurück

$$\frac{1}{f'} = (n-1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) + \frac{(n-1)^2 d'}{r_1 r_2} \quad (26)$$

und nehmen nun beispielsweise an $r_1 = -2,0$ mm; $r_2 = -3,0$ mm; $d' = 4,0$ mm (Meniskus mit dingseitigen Hohlflächen), so kommen wir zu $f' = 12,0$ mm. Dabei ist aber $P = -1/18$; ebenso ist es natürlich, wenn man den Meniskus umkehrt. Obgleich also die Brennweite positiv ist, kann durch das negative P ein sonst entstandener positiver Wert mehr oder weniger ausgeglichen werden.



Bild 33. Planachromat 40/0,65

Bild 4: Planachromat 40/0,65 der Firma Carl Zeiss Jena, 1942 (Quelle: Boegehold 1959, S. 97, dort Bild 33).

In Bild 4 ist ein Planachromat für stärkere Vergrößerungen dargestellt, für welche die Frontlinse nicht plankonvex, sondern konkavkonvex ist, wobei starke Hohlflächen angewendet wurden. Bei diesem Modell wurde zur Farbenhebung als oberer Meniskus ein Glied mit einer Kittfläche (zuweilen noch weiter oben ein besonderes Glied) angewendet. (Boegehold 1959: 97–98)

Weitere Kreationen von Boegehold betrafen die Einführung von Telesystemen für die schwachen planachromatischen Objektive u.a. Nach 1945 bildeten seine planachromatischen Objektive Ausgangspunkt für weitere Entwicklungen in diesem Bereich [Boegehold/Bernhardt 1955; Bernhardt 1956: 18; Jobst 1966: 25f.]. Boegehold leitete die Weiterentwicklung der Planachromate für größere Dingabstände; es wurden schließlich drei vollständige Serien von Planachromaten gefertigt: eine für Objektive mit endlicher Bildweite und bedeckte Präparate, die beiden anderen für Objektive mit unendlicher Bildweite für unbedeckte bzw. bedeckte Präparate. Hinzu kam die weitere Entwicklung von Planapochromaten. [Privatnachlass. *Schrade*: 4–5]

Arbeiten zur geometrischen Strahlenoptik

Boegeholds Arbeiten zu theoretischen Themen liefen während seiner Forschungszeit stets parallel. Er benannte 1950 selbst als erste derartige Arbeiten „Treue Darstellung und Verzeichnung in optischen Instrumenten“ [Boegehold 1921]; „Koma und natürliche Blende“ (*Central-Zeitung für Optik und Mechanik*, 1922); und seine Arbeiten über die Bedeutung der Cosinus-Bedingung, die er u.a. mit Bezug auf Arbeiten von Alexander Eugen Conrady (1866–1944) und T. T. Smith diskutierte [Boegehold 1924a] und mit Max Herzberger allgemein begründete [Boegehold/Herzberger 1928]. Weiterhin schrieb Boegehold zahlreiche Beiträge über Anwendungen des Eikonals¹⁰ (1930 bis 1936); Arbeiten zur Brillentheorie, u. a.

Im Kontext mit der erwähnten Edition der dritten Auflage von Czapskis Buch *Grundzüge der Theorie der optischen Instrumente nach Abbe* (1924) fand Boegehold eine Reihe offener Probleme in der geometrischen Strahlenoptik. Als er die theoretischen Kapitel bearbeitete, stellte er den Beweis für Abbes Sinusbedingung klar dar und wies nach, „dass die von Abbe entdeckte Sinusbedingung ein Spezialfall einer allgemeineren Cosinusbedingung ist.“ [Privatnachlass. *Stier*: 7]. In den *Transactions of the Optical Society* widmete er sich der von Franz Staebble (1876–1950) und Erwin Lihotzky

(1887–1941) aufgestellten Isoplanasie-Bedingung,¹¹ die sie 1919 bei der optischen Analyse sphärisch nicht korrigierter optischer Systeme gewonnen hatten, „Staeble-Lihotzky-Bedingung“ [Boegehold 1924/25]. Staeble hatte mit der Dissertation „Untersuchung der Flächen, deren Krümmungslinien bei orthogonaler Projektion auf eine andere Fläche wieder Krümmungslinien werden“ (1901) an der Universität München promoviert und 1908 in München eine Optische GmbH (Staeble-Werk) gegründet. Lihotzky erwarb den Dokortitel 1913 an der TH Wien, publizierte 1919 eine Arbeit „Verallgemeinerung der Abbeschen Sinusbedingung für Systeme mit nicht gehobener Längenaberration“ (*Sitzungsberichte der Wiener AdW, math.-nat. Kl.*, Bd. 128) und forschte seit 1920 in den Optischen Werken Leitz (Wetzlar), wo ihn Max Herzberger kennenlernte. 1930 schrieben Boegehold und Herzberger an Lihotzky und schlugen eine „einheitliche Bezeichnungsweise auf dem Gebiete der geometrischen Optik“ vor.¹²

Max Herzberger hatte in Berlin und Jena studiert, wo ihn Boegehold bereits als Zeiss-Werkstudent gefördert und auch mit Arbeiten zur Kristalloptik betraut hatte. Nachdem Herzberger mit der Dissertation *Über Systeme hyperkomplexer Größen* (1923) an der Universität Berlin die Doktorwürde erreicht und in den optischen Firmen Emil Busch AG (Rathenow) und Leitz (Wetzlar) gearbeitet hatte, war er 1927 zu Zeiss gekommen und entwickelte sich in Kooperation mit Boegehold zu einem Experten für Strahlenoptik. Das Thüringische NS-Ministerium verhinderte 1930 Herzbergers Habilitation, die an der Universität Jena beantragt worden war; aber 1931 erschien sein Buch *Strahlenoptik* als Bd. 35 der Reihe *Grundlehren der mathematischen Wissenschaften* (Berlin: J. Springer).

Das wichtigste Ergebnis von Boegehold und Herzberger zur Strahlenoptik resultierte aus einem Problem, das Boegehold – bei der Arbeit an Czapskis Buch – in einer Arbeit von Maxwell entdeckt hatte (“On the general laws of optical instruments.” *Scient. Pap.* I, 271 – 85, Prop. IX). Boegehold merkte an: „Es ist merkwürdig, daß Maxwell in derselben Abhandlung die aplanatischen Kugelflächen als Beispiel für die scharfe Abbildung *einer* Fläche erwähnt. Er hat anscheinend nicht beachtet, daß die brechende Kugelfläche sich auch auf sich selbst scharf abbildet.“ [Boegehold/Herzberger 1935b: 448]. Sie bewiesen, dass ein rotationssymmetrisches nicht teleskopisches optisches System (höchstens) zwei Objektflächen in der geometrischen Optik scharf abbilden kann. Sie publizierten darüber in der *Zeitschrift für angewandte Mathematik und Mechanik* [Boegehold/Herzberger 1935a] und in den

Niederlanden [Boegehold/Herzberger 1935b], wohin Herzberger zunächst emigriert war, da ihn die Firma Zeiss aufgrund seiner jüdischen Herkunft entlassen hatte. Der Beweisgang ist in 13 Sätze gegliedert, darunter Sonderfälle betreffend; vier Sätze seien hier angeführt:

Satz 1: „Werden zwei Flächen durch ein drehsymmetrisches optisches System scharf abgebildet, so kann unmöglich eine der beiden Ding- oder Bildflächen allein im Unendlichen liegen.“ [Boegehold/Herzberger 1935b: 453]

Satz 2: „Werden zwei endliche Flächen durch ein optisches System scharf abgebildet, so ist der sagittale¹³ Abbildungsmaßstab für jede der beiden Flächen eine Konstante und zwar gleich der Gaußischen Vergrößerung im Flächenscheitel.“ [Ebd.: 456]

Satz 3: „Werden in einem brennpunktlosen System zwei im Endlichen gelegene Flächen scharf abgebildet, so ist das System ein Knotenpunktsystem, das den ganzen Raum scharf abbildet.“ [457]

Satz 12: „In einem Nichtknotenpunktsystem können nicht drei Flächen scharf abgebildet werden.“ [474]

Politische Haltung

Hugo Schrade verwies darauf, dass Boegehold auch Aufsätze zu sozialen Problemen verfasste. Boegeholds *Tagebuch* vom Anfang des Ersten Weltkriegs dokumentiert, dass die anfänglich verbreitete Kriegsbegeisterung bei ihm und in Jena insgesamt weniger ausgeprägt war (im Vergleich mit Göttingen). Er sorgte sich um seine Mitarbeiter, um seinen Bruder Franz, der zum Landsturm musste, um seine schwerkranke Mutter, um Bekannte im Umfeld [Privatnachlass. *Tagebuch*]. Politisch sensibilisiert durch den Ersten Weltkrieg und durch den Kapp-Putsch¹⁴ trat Hans Boegehold 1920 in die Sozialdemokratische Partei Deutschlands ein. Er gehörte von 1922 bis 1933 als Abgeordneter dem Jenaer Stadtrat an, arbeitete im Rechts- und Rechnungsprüfungsausschuss mit. Aufgrund von Verdächtigungen nach dem Attentat vom 20. Juli 1944 wurde er am 22. August 1944 verhaftet und in das KZ Buchenwald gebracht. Die Firma Carl Zeiss konnte erreichen, dass er nach acht Tagen wieder entlassen wurde. Später engagierte er sich im Bund religiöser Sozialisten und war Mitglied des Kirchenvorstandes in Jena [Privatnachlass. *Stier*, 1956].

Wissenschaftshistorische Arbeiten und Museumsleiter – Ausklang

Hans Boegehold hatte sich – wie Moritz von Rohr – für historische Themen der Optik interessiert, denn neue Erfindungen erforderten die Kenntnis der Vorarbeiten. Seit 1919 publizierte er regelmäßig zu Themen der Optik-Geschichte. Er schrieb über Keplers Arbeiten zum Brechungsgesetz, dessen Einfluss auf Snell und Descartes, ergründete die Verdienste von Ludwig Schleiermacher (1785–1844) für die geometrische Optik, untersuchte die Vorgeschichte der Abbeschen Theorie der mikroskopischen Wahrnehmung u. a. Boegehold veröffentlichte auch gemeinsam mit v. Rohr zu historischen Themen und arbeitete von 1928 bis 1943 an der durch v. Rohr begründeten Reihe *Forschungen zur Geschichte der Optik* mit. Als v. Rohr im Jahre 1940 verstarb, übernahm Boegehold zusätzlich dessen bisherige Position als Geschäftsführer des Optischen Museums. Er trug dazu bei, weitere Sammlungsobjekte zu erwerben, wozu bedeutende Brillensammlungen gehörten, die zunächst nur für Forschungszwecke verfügbar waren. Im Zweiten Weltkrieg wurde das Material ausgelagert; dennoch kam es zu Schäden und Verlusten. Mit dem 1946 eingesetzten Archivar Fritz Ortlepp (1897–1959) als Verwalter kümmerte sich Boegehold noch um bessere Räumlichkeiten und um den Zugang der Öffentlichkeit zum Material (ca. 4000 Sehhilfen, Mikroskope, u. a. optische Geräte und Instrumente). Die erste Ausstellung fand erst in Boegeholds Todesjahr statt.

Als Forscher mit herausragenden Ergebnissen und als damals letzter lebende Zeiss-Mitarbeiter, der noch Ernst Abbe gekannt hatte, wurde Hans Boegehold im Jahre 1950 – gemeinsam mit Hugo Schrade (1900–1974)¹⁵ (Zeiss Jena) und August Klemm (Schott Jena) – mit dem Nationalpreis der DDR für Wissenschaft und Technik erster Klasse geehrt. Boegeholds Schriftenverzeichnis umfasst mehr als 450 Publikationen, die Heinz Bernhardt anlässlich des 85. Geburtstages im *Jenaer Jahrbuch* 1961 zusammenstellte. Dazu gehörte auch die Mitarbeit an großen Sammelwerken, wie dem *Physikalischen Handwörterbuch* (1924 und 1931); dem *Handbuch der Physik* (ed. Geiger/Scheel), Bd. 18 (1927)¹⁶ und dem *Mathematischen Wörterbuch mit Einbeziehung der theoretischen Physik* (ed. Naas/Schmid, 2 Bde.,¹1961).

Als Hans Boegehold 1953 die Leitung des Rechenbüros Mikro abgab, behielt er die wissenschaftliche Oberhand von „Mikro, Meß und Med“ [CZA, Arch. 13155]. Erst im Jahre 1958 – im 82. Lebens-

jahr – wurde er pensioniert und setzte historisches Arbeiten über sein Arbeitsfeld fort. 1958 erschien sein Buch *Das optische System des Mikroskops*, das eine zweite Auflage erlebte [Boegehold 1958, 1959] und einen Überblick bis zu den damals neuesten internationalen Entwicklungen des Mikroskopbaus lieferte. Bis zuletzt hatte er mit Dr. Langer an einer Biographie über Rudolf Straubel gearbeitet, die er in den Grundzügen noch vollendete. Als er am 14. Mai 1965 für immer die Augen schloss, war er gerade mit neuen Veröffentlichungen aus Abbes wissenschaftlichem Lebenswerk befasst gewesen.

Hans Boegehold war 57 Jahre lang für das Zeiss-Werk erfolgreich tätig. Neben der wissenschaftlichen Optik hatte er viele Interessen: er spielte gern Schach und unternahm ausgiebige Wanderungen [Privatnachlass. *Stier*: 10]. Hugo Schrade, der bei der Trauerfeier am 18. Mai 1965 die Gedenkrede auf den Verstorbenen hielt, betonte, dass sich Boegehold auch als Pensionär aktiv und beratend für die weitere Entwicklung der Mikroskopoptik interessierte. „Bis zum letzten Tag seines Lebens war der bald 89-Jährige oft mehrmals in der Woche in seinem Arbeitszimmer im Werk, arbeitete hier und tauschte Gedanken mit einem seiner langjährigen engsten Mitarbeiter Heinz Bernhardt aus.“ [Privatnachlass. *Schrade*: 1] Im Jenaer Stadtteil Winzerla existiert seit 1991 eine Boegeholdstraße.

Danksagung

Der Dank geht insbesondere an Frau Bärbel Käßplinger, die der Autorin Material über und von Hans Boegehold übergab, bei dem sie als Assistentin und Optik-Rechnerin tätig war. Ferner sei dem Zeiss-Archiv für die Bereitstellung des Porträtbildes gedankt.

Bibliographie und Quellen

[CZA] Carl-Zeiss-Archiv Jena.

[Privatnachlass] Material von und über Hans Boegehold, im Besitz der Autorin seit 2013, erhalten von der Optik-Rechnerin Bärbel Käßplinger (*1938): *Boegehold*: Lebenslauf plus Arbeiten im Zeisswerk, verfasst 1950 auf Wunsch von Hans Hartinger;
Tagebuch Boegeholds aus der Zeit 24. Juli bis 9. Dezember 1914;
Dr. Hugo *Schrade*: Gedenkrede auf Boegehold, gehalten bei der Trauerfeier am 18. Mai 1965;

- Friedrich *Stier*: Biographie über Hans Boegehold (Schreibmaschinen-Manuskript, 18 S., v. 1. Juni 1956).
- [UAJ] Universitätsarchiv Jena: Bestand M, Nr. 500, Bl. 132–164 (Promotion Boegehold).
- [UBG] Protokollband 15 der Seminare Felix Kleins.
- BERNHARDT, Heinz (1956): „Dr. Hans Boegehold – 80th Anniversary.“ *Jena Review* 2: 16–18.
- BERNHARDT, Heinz (1961): „85th Birthday of Dr. Hans Boegehold.“ *Jena Review* 6: 172.
- BOEGEHOLD, Hans (1898): *Historisch-kritische Darstellung der Konstruktion der Fläche 2. Ordnung aus 9 Punkten*. Jena: B. Vopelius (52 S.).
- BOEGEHOLD, Hans (1908): „Bestimmung der Bahn des Kometen 1825¹.“ *Astronomische Abhandlungen* als Ergänzungsheft zu den *Astronomischen Nachrichten*. Nr. 14: 1–25.
- BOEGEHOLD, Hans (1910): „Eine neue Konstruktion von Korrektionslinsen“, in *Z. f. Instrumentenkunde* 30 (1910) S. 302ff., und in *Vierteljahresschrift der Astronomischen Gesellschaft* 45 (1910) S. 4ff.
- BOEGEHOLD, Hans (1916): „Über die Korrektion des Astigmatismus bei sphärorotischen Brillen“. *Z. f. ophth. Optik* 4/6: 161–92.
- BOEGEHOLD, Hans (1917): „Physiologische und mathematische Meinungsverschiedenheiten in der Bewertung sphäro-torischer Brillen“. Ebd. 5/5 und 6/1: 129–36; 14–22.
- BOEGEHOLD, Hans (1921): „Treue Darstellung und Verzeichnung in optischen Instrumenten“. *Die Naturwissenschaften* 9: 273–79.
- BOEGEHOLD, Hans (1922): „Bildgröße und Sehschärfe beim brillenbewaffneten Auge. Ein Abschnitt aus der Geschichte der Brille“. Ebd. 10/5+6: 129–45, 161–75.
- BOEGEHOLD, Hans (1922): „Die Ebnung des mikrophotographischen Bildes (Das Homal)“. *Central-Zeitung für Optik und Mechanik* 43 (1922) 430ff.
- BOEGEHOLD, Hans (1924a): „Zur Vergrößerung bei fehlsichtigen Augen. Ein Nachtrag“. Ebd. 12/4: 97–107.
- BOEGEHOLD, Hans (1924b): „Zum Cosinussatze von A. E. Conrady und T. T. Smith“. – „Weitere Bemerkungen zum Kosinussatz“. *Central-Zeitung für Optik und Mechanik* 45/10 und 45/23; 4pp., 2 Bl.
- BOEGEHOLD, Hans (1924/25): „Note on the Staebble and Lihotzky condition.“ *Trans. Optical Society* (Great Britain) 26/5: 287–89.
- BOEGEHOLD, Hans (1927): *Die geometrische Optik* (Sammlung Borntraeger, 11). Berlin: Gebrüder Borntraeger.
- BOEGEHOLD, Hans (1929): „Über die Entwicklung der Theorie der optischen Instrumente seit Abbe“. In: *Ergebnisse der exakten Naturwissenschaften*, Bd. 8. Berlin: Julius Springer: 69–146.

- BOEGEHOLD, Hans (1932): „Das Brillenglas endlicher Dicke“. *Z. f. ophth. Optik* 20/2: 33–64.
- BOEGEHOLD, Hans (1935a): „Doppeltorische Linsen ohne Astigmatismus“. Ebd. 23/2: 41–55.
- BOEGEHOLD, Hans (1935b): „Die Leistungen von Clairaut und d'Alembert für die Theorie des Fernrohrobjektivs und die französischen Wettbewerbsversuche gegen England in den letzten Jahrzehnten des 18. Jahrhunderts“. *Z. f. Instrumentenkunde* 55/3: 97–111.
- BOEGEHOLD, Hans (1936): „Raumsymmetrische Abbildung“. Ebd. 56/3: 98–109.
- BOEGEHOLD, Hans (1938): „Die Verbesserung des Bildfeldes der Mikroskopobjektive. (Planachromate)“. *Z. f. wiss. Mikroskopie* 55: 17–25.
- BOEGEHOLD, Hans (1940): „Ein Wendepunkt in der Geschichte der rechnenden Optik“. *Z. f. ophth. Optik* 28/4: 97–128.
- BOEGEHOLD, Hans (1958): *Das optische System des Mikroskops*. Berlin: VEB Verlag Technik (192 S.), 2. berichtigte Auflage 1959.
- BOEGEHOLD, Hans; Bernhardt, Heinz (1955): „Die Weiterarbeit an Mikroskopobjektiven und -okularen im Zeisswerk seit Abbes Tode“. *Jenaer Jb.*, Teil 2: 185–206.
- BOEGEHOLD, Hans; Herzberger, Max (1928): „Zum allgemeinen Kosinussatz“. *Zeitschrift für Physik* 50: 186–94.
- BOEGEHOLD, Hans; Herzberger, Max (1930a): „Die optische Abbildung eines endlichen Ebenenstückes durch eine Umdrehungsfolge“. *Zeitschrift für Physik* 61: 15–36.
- BOEGEHOLD, Hans; Herzberger, Max (1930b): „Über die nahfeldscharfe Abbildung durch eine achsensymmetrische Folge bei endlicher Öffnung des abbildenden Bündels“. *Z. f. angewandte Mathematik und Mechanik (= ZAMM)* 10/6: 585–94.
- BOEGEHOLD, Hans; Herzberger, Max: „Zur Abbildung eines Flächenelementes in Umdrehungssystemen“. *Z. f. Physik* 78 (1932) H. 7 und 8.
- BOEGEHOLD, Hans; Herzberger, Max (1935a): „Kugelsymmetrische Systeme“. *ZAMM* 15: 157–78.
- BOEGEHOLD, Hans; Herzberger, Max (1935b): „Kann man zwei verschiedene Flächen durch dieselbe Folge von Umdrehungsflächen scharf abbilden?“ *Composito Mathematica*, Tome 1 (Groningen: Noordhoff), 448–76 (Eingang: 25.01.1934). http://archive.numdam.org/item/CM_1935__1__448_0.pdf
- BOEGEHOLD, Hans; Köhler, August (1922): „Das Homal, ein System, welches das mikrographische Bild ebnet“. *Z. f. wiss. Mikroskopie* 39: 249–62.
- BOEGEHOLD, Hans; Tiedeken, R. (1958): „Die Grundbegriffe der Strah-

- lenbegrenzung". *Jenaer Jb./II*: 22–36.
- BOEGEHOLD, Hans; Hartinger, Hans; Rohr, Moritz von (1920–26): „Übersicht über optische Arbeiten aus der letzten Zeit bis zum Ende des Jahres 1919“, bzw. 1922, 1923, 1925. *Z. f. ophth. Optik* 8: 55–64; 11: 67–96; 12: 53–80; 14: 79–121.
- HERZBERGER, Max (1933): „Zum 25jährigen Dienstjubiläum von Dr. Hans Boegehold“. *Z. f. Instrumentenkunde* 53: 327–29.
- HERZBERGER, Max (1965/66): „Persönliche Erinnerungen an Hans Boegehold (1876-1965)“. *Optik* 23: 292–95.
- JOBST, Rudolf (1966): 120 Jahre wissenschaftlicher Gerätebau in Jena“. *Jenaer Rundschau* 11: 24–31.
- ROHR, Moritz von; Boegehold, Hans, mit einem Beitrag von Hans Hartinger (1934): *Das Brillenglas als optisches Instrument*. Neubearb. Berlin: Julius Springer.
- TOBIES, Renate (2017): „Moritz von Rohr: Optik – Mathematik – Medizintechnik“. *JJB* 20: 117–69.
- TOBIES, Renate (2020): „Symbiose von Wissenschaft & Industrie...“. *JJB* 23: 11–67.
- TOBIES, Renate (2021): *Felix Klein: Visions for Mathematics, Applications, and Education* (Vita Mathematica, 20). Cham: Birkhäuser/Springer Nature.
- WEBER, Gabi (1991): „Er gehörte zur ‚Abbeschen Schule‘. Über Hans Boegehold (1876-1965), bürgerlich-humanistischer Wissenschaftler, Patentinhaber, Literatur-, Schach- und Wanderfreund“. *Prisma. Informationen für Mitarbeiter der Jenoptik Carl Zeiss Jena GmbH* 1/4: 15–16.

Anmerkungen

- 1 Die Astro-Optik wurde 1936 vom Rechenbüro-Mikro abgetrennt. August Sonnefeld, der seit 1911 Rechnungen für astronomische Objektive, Scheinwerfer, teilweise Brillen übernommen hatte, erhielt die Leitung eines selbständigen Rechenbüros (Rechnungen für Unterseeboots-Schrohre; Astro...) [CZA.Arch. 16304].
- 2 Vgl. http://www.mikroskop-online.de/Mikroskop/BDA/Mikro390_40Homale.pdf
- 3 Vgl. hierzu auch den Beitrag von Peter Bussemer über August Köhler.
- 4 Vgl. hierzu Boegeholds Patent Nr. 3.
- 5 Mit Fl dürfte hier Fluorid gemeint sein, : NaF (Natriumfluorid); CaF₂ (Flußspat)

- 6 Das Elektronenmikroskop wurde zunächst „Übermikroskop“ genannt. Es wurde 1934 von Ernst Ruska erfunden (1906–1988) – Nobelpreis 1988, der die industrielle Entwicklung des Geräts ab 1937 bei Siemens & Halske in Berlin leitete.
- 7 Vgl. hierzu <https://patentimages.storage.googleapis.com/66/e1/c7/01e10d7f063fdc/US1578259.pdf>
- 8 In Boegehold (1959), S. 186, ist angegeben: „*Zeiss, C.*, Jena: Mikroskopobjektiv. Wirtschaftspatent DDR v. 14.10.1937, ausgeg. 28.10.1953. – 815063/21 v. 7.10.1938. Erfinder *H. Boegehold*, S. 99.“ (Die Seite 99 bezieht sich auf die Buchseite, Abschnitt über Planachromate, S. 96–100, S. 99 Hinweis auf seine Patentschrift).
- 9 Vgl. <https://patentimages.storage.googleapis.com/39/ed/ce/d18eaf0c2bb50/US2206155.pdf>
- 10 Hier ist das Brunssche Eikonale gemeint, eine Funktion, nützlich für die Strahlenoptik, das bereits Hamilton bekannt war; Felix Klein verbreitete dieses Wissen, auch für Zeiss-Forscher, vgl. Tobies 2020: 40–46.
- 11 Isoplanasie: Bezeichnung für einen Zustand bei optischen Systemen, bei dem die Koma behoben ist.
- 12 Brief v. 24.9.1930, Boegehold und Herzberger (Carl Zeiss Jena) an Lihotzky (Leitzwerk), [CZA].
- 13 *Sagittal* [lat. sagitta – Pfeil]. Die Sagittalebene ist in der geometrischen Optik eine Hilfsebene zur Berechnung & Beurteilung der Eigenschaften eines abbildenden Systems. Es ist die Ebene, die durch die optische Achse und den außerhalb der optischen Achse liegenden Aufpunkt geht.
- 14 Am 13. März 1920 hatten rechtsradikale Kräfte um General Walther von Lüttwitz (1859–1946) versucht, die junge Weimarer Republik zu stürzen und unter Wolfgang Kapp (1858–1922) eine antidemokratische Regierung zu errichten. Auch in Mitteldeutschland war es zu heftigen Kämpfen zwischen Reichswehr, Freikorps und Einwohnerwehren mit bewaffneten Arbeitern und politischen Aktivisten gekommen, wobei mehrere hundert Menschen starben.
- 15 Schrade, Assistent der Personalabteilung bei Zeiss, war mit seiner jüdischen Frau am 16. Oktober 1944 verhaftet und deportiert worden, nach Intervention durch Zeiss im März 1945 wieder entlassen und nach dem Zweiten Weltkrieg als Mitglied der Geschäftsleitung eingesetzt worden; seit 1. Juli 1948 Direktor des VEB Carl Zeiss Jena.
- 16 Vgl.: https://de.wikipedia.org/wiki/Handbuch_der_Physik#Gruppe_5:_Optik

Renate Tobies

studierte Mathematik, Chemie, Physik, Pädagogik, Psychologie in Leipzig, ist für Geschichte der Mathematik und Naturwissenschaften habilitiert. Sie leitete 20 Jahre lang die *NTM-Zeitschrift für Geschichte und Ethik der Naturwissenschaften, Technik und Medizin* (*NTM-International Journal of History and Ethics of Natural Sciences, Technology, and Medicine*) (Birkhäuser, Basel) als Managing editor, publizierte mehr als 10 Bücher und Hunderte von Artikeln (darunter zu Zeiss-Forschern). Sie lehrte als Gastprofessorin in Braunschweig, Kaiserslautern, Saarbrücken, Stuttgart; Linz und Graz (Österreich), seit 2010 an der FSU Jena. Sie ist Ordentliches Mitglied der Académie Internationale d'Histoire des Sciences (Paris) und Auswärtiges Mitglied der Agder Academy of Sciences and Letters (Kristiansand, Norwegen).

renate.tobies@uni-jena.de



