

Neue Physik im Kurbad

Die Naturforscherversammlung 1920 in Bad Nauheim leitete eine Neuausrichtung der Physik in Deutschland ein.

Arne Schirmmacher

Wenn von der 86. Naturforscherversammlung von 1920 die Rede ist, steht meist nur die Debatte zwischen Albert Einstein und Philipp Lenard im Mittelpunkt. Die Bedeutung des ersten großen Treffens der Physiker nach dem Ersten Weltkrieg ging aber für die Physik weit darüber hinaus. Wie in einem Brennglas bündeln die Sitzungen und Diskussionen wesentliche Elemente einer folgenreichen Neuausrichtung der Physik.

Die Idee einer großen wissenschaftlichen Tagung keine zwei Jahre nach Kriegsende schien fast aussichtslos, hatten doch der Mangel an Nahrung, Papier und fast allem anderen Deutschland fest im Griff, und ein erster Inflationsschub hatte den Geldwert dezimiert. Für einen Staat aber, dem nach der militärischen und wirtschaftlichen Niederlage als Zukunftspfand nur die Wissenschaft blieb – so das Credo, das insbesondere Max Planck verbreitete –, war zugleich nichts dringender als eine Wiederbelebung des wissenschaftlichen Austauschs. Hatte der Kapp-Putsch in Berlin noch im März die instabile Lage insbesondere in den Städten gezeigt, so war der Kurort Bad Nauheim eine gute Wahl für die Naturforscherversammlung vom 19. bis 25. September. Nach der verbreiteten Rhetorik vom

„Stahlbad des Krieges“, das auch die Wissenschaft zu Großtaten erkräftigen sollte, ist das Wissenschaftlertreffen im Kurbad ein offensichtlicher und nicht nur symbolischer Gegensatz. Die Kurverwaltung, die sich sicherlich einen gewissen Werbeeffekt erhofft hatte, bot nicht nur kostenlose Übernachtungen in den Hotels für alle Teilnehmer sowie gute und günstige Verpflegung an, ohne Kurtaxe standen alle Kurmittel unentgeltlich zur Verfügung inklusive zweier täglicher Kurkonzerte sowie Theater- und Opernaufführungen und ein Ball. Auch die Studierenden aus Frankfurt, Gießen, Marburg und Darmstadt konnten kostenlos dabei sein, allerdings nur an den wissenschaftlichen Veranstaltungen. Abends waren Gasthäuser nach Disziplinen zum geselligen Austausch reserviert.

Aufrufe wie etwa in den Verhandlungen der DPG ermunterten besonders den Nachwuchs zur Teilnahme, sodass es im Kurbad weniger um die Rekonvaleszenz alter Physik(er) ging als um eine Verjüngungskur und um neue Ideen. Das zeigen auch die etwa 60 Vorträge der Abteilung für Physik, deren weit überwiegender Teil von der Altersgruppe von Zwanzig, darunter Wolfgang Pauli, bis etwa

1) M. Born, Brief an F. Klein vom 20. November 1920, Nachlass Klein, Göttingen

Der Dienstagvormittag war ohne Parallelsessionen den „neuen Forschungen über den Bau der Moleküle und Atome“ gewidmet. Peter Debye übernahm die Aufgabe, den Stand der Atomphysik zusammenzufassen. Von der Quantentheorie Plancks und Bohrs bis hin zu Rutherford, dem es jüngst gelungen war, die „Atomwelt des Stickstoff mit α -Strahlen zu sprengen“ ([5], S. 80). James Franck referierte, wie das Franck-Hertz-Experiment und die Elektronenstoßmethode die Atomspektren nach Bohr und Sommerfeld verstehen lassen, während Walter Kossel zeigte, wie das alles mit den chemischen Tatsachen im Einklang stand. Er proklamierte schließlich, dass der Zweck der Atomphysik sei, „die Gesamtheit der anorganischen Naturerscheinungen zu einer Einheit zu verschmelzen“ ([6], S. 279).

Ab Mittwoch begannen nach Geschäftssitzungen inklusive der Diskussion über die Zeitschriftenfrage die Fachsitzungen der insgesamt 30 Abteilungen in den verschiedenen Badehäusern und Sälen. Den Anfang für die Physik machten im Badehaus 8 (Abb. 2) die „alten Meister“ der Experimentalphysik zu Elektrizität und Strahlung: Der Nobelpreisträger Philipp Lenard, der sich erst am Tag zuvor für einen Vortrag gemeldet hatte, wie man dem täglich erscheinenden eigenen Tageblatt entnehmen konnte, präsentierte seine Wasserfalltheorie der Gewitter [7]. Willhelm Hallwachs und ein Schüler widmeten sich der Lichtelektrizität, und Walther Nernst stellte zur Diskussion, ob neue experimentelle Befunde eine Änderung der Planckschen Strahlungsformel nötig machten (Abb. 3).

Wegweisender indes war die Nachmittags Sitzung mit zehn Vorträgen. Zwischen Beiträgen über Röntgenstreuung etwa von Friedrich Dessauer oder Peter Debye (und auch einem zu Wünschelruten) stachen die Präsentationen von Carl Ramsauer, Max Born und Otto Stern heraus. Nicht

nur, dass hier drei „junge Meister“ von etwa 40 Jahren, die alle gerade auf dem Sprung auf neue Positionen waren, interessante Experimente präsentierten, die für die Quantenmechanik wegweisend wurden. Gewissermaßen trafen hier die Lenard-Schule und Freunde und ehemalige Mitarbeiter Einsteins aufeinander²⁾ – aber auf dem Gebiet des Experiments (statt sich über Theorie zu streiten). Sommerfeld sollte am Ende die „schwebenden Fragen“ der Atomphysik zusammenfassen.

Mit Lenard hatte Carl Ramsauer (Abb. 4) eine magnetische Methode entwickelt, um die Absorption von langsamen Elektronen zu messen und so die Molekülgröße zu approximieren. Nun konnte Ramsauer mit einem neuen einflussreichen Konzept und mit einer Überraschung aufwarten. Die Querschnitte der Absorption und Ablenkung fasste er zusammen: „Diese Größe soll kurz als *Wirkungsquerschnitt* bezeichnet werden“. Damit war einer der wohl einflussreichsten Begriffe der modernen Physik aus der Taufe gehoben ([8], S. 514). Mit seiner Methode und Begrifflichkeit ließ sich nun für Stickstoff relativ genau der gaskinetisch zu erwartende Querschnitt reproduzieren, beim Edelgas Argon allerdings trat überraschend der (Ramsauer-)Effekt auf, bei dem die Elektronen das Gas fast ohne Wechselwirkung durchqueren.

Ob aus Vorbehalten gegen die Lenard-Schule oder genereller Skepsis, Ramsauers Ergebnisse stießen noch auf wenig Interesse, auch wenn er in der Diskussion auf James Francks Hinweis, dass andere dieses Phänomen nicht gesehen hätten, zurecht auf deren noch zu hohe Elektronengeschwindigkeit

2) Carl Ramsauer war von 1906 bis 1921 Assistent und Mitarbeiter bei Lenard in Heidelberg. Otto Stern war in Prag und Zürich Mitarbeiter Einsteins, der mit Max Born seit 1916 einen privaten Briefwechsel pflegte [9].

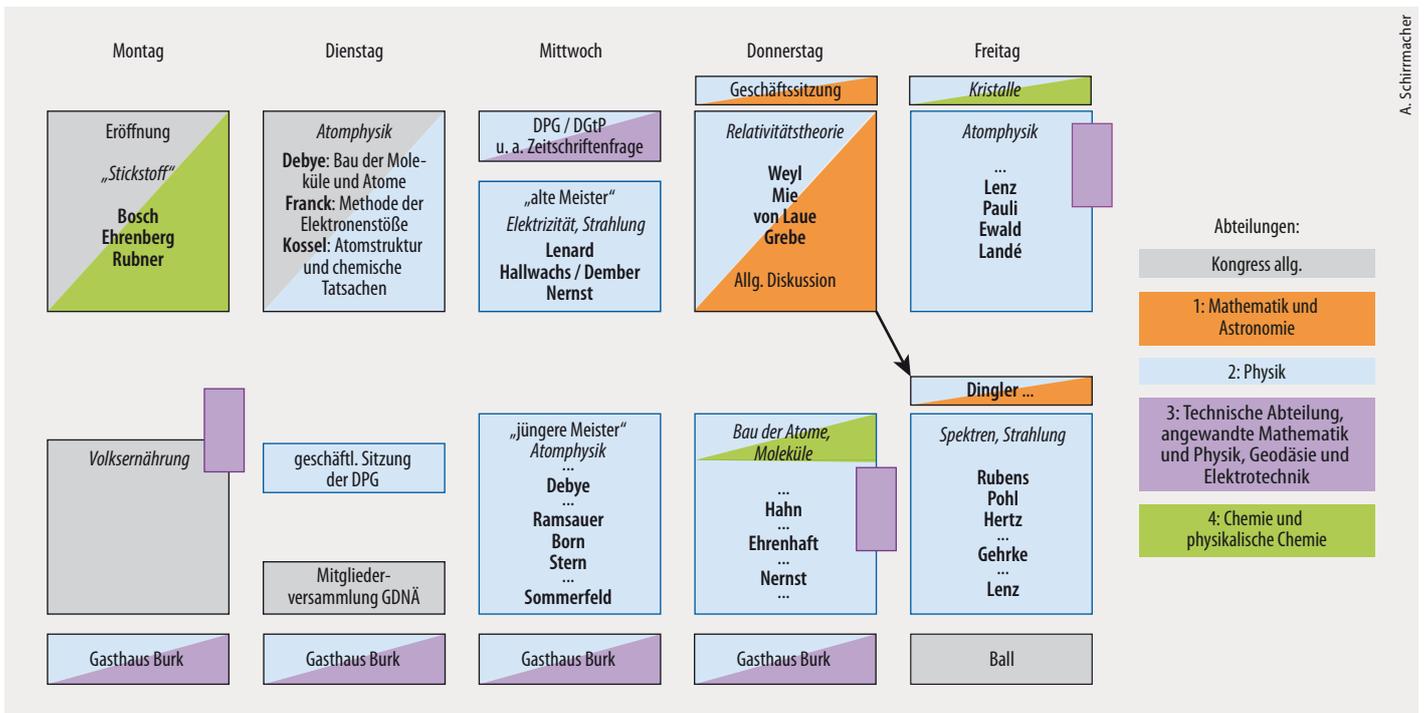


Abb. 3 Das Programm der Naturforscherversammlung aus der Sicht der Physiker. Rekonstruierte Sitzungen im Plenum und in Sektionen der Abteilung 2 „Physik“ nach Angaben im Tageblatt der Versammlung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte, den Berichten in der Physikalischen Zeitschrift und archivalisch belegbaren Darstellungen der Forschungsliteratur.

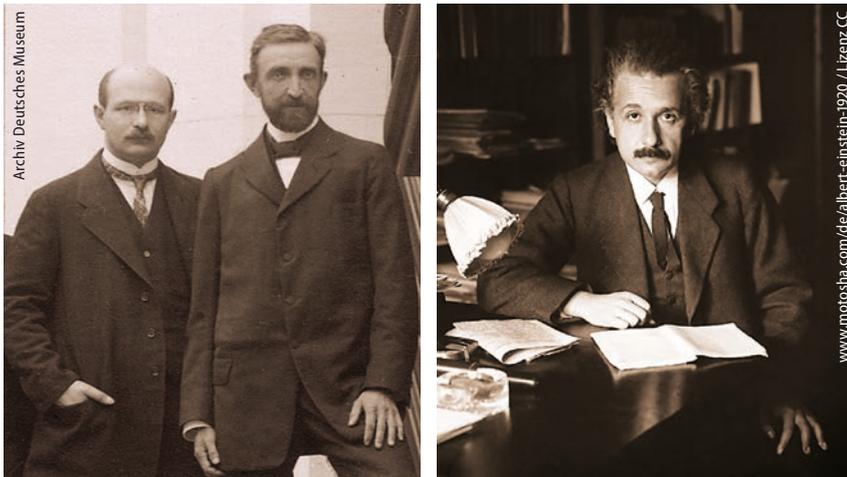


Abb. 4 Carl Ramsauer und Philipp Lenard (links) 1913 in Heidelberg und Albert Einstein (rechts) um 1920 in seinem Arbeitszimmer

hinweisen konnte. Erst auf dem ersten Physikertag 1921 in Jena, nachdem sein Annalen-Paper, das er vor der Naturforscherversammlung eingereicht hatte, endlich erschienen und er Ordinarius in Danzig geworden war, wurde die Relevanz der „schier verrückten Behauptung Ramsauers“ für die Quantentheorie erkannt ([9], S. 92). Born, der zunächst dachte, diese theoretisch widerlegen zu können, beauftragte sogleich Hertha Sponer, Experimente durchzuführen, und ließ Friedrich Hund wenig später eine Theorie dazu ausarbeiten, die allerdings ohne Verwendung der Quantentheorie wenig überzeugte. Später nahm sich Born mit Pascual Jordan die Frage selbst vor. So wurde der Ramsauer-Effekt, der offenbart hatte, dass sich selbst freie Elektronen nicht allein mit der klassischen Physik beschreiben lassen, zu einem der Wege zur Quantenmechanik ([10], 88ff.).

Auf Ramsauers Vortrag folgten Born und Stern (**Abb. 5**), die auch von neuen Experimenten berichteten, mit denen sich erstmals Grundgrößen der kinetischen Gastheorie direkt messen ließen. Während Stern seine bereits (in der Zeitschrift für Physik) publizierte Bestimmung der Geschwindigkeitsverteilung von Silberatomen referierte – sein erstes Experiment auf dem Weg zur Molekularstrahlmethode und dem Stern-Gerlach-Experiment – überließ er es Born, erste Ergebnisse mit den Silber-Molekularstrahlen vorzustellen. Wie Hedwig Born im Sommer an Einstein geschrieben hatte, war Max „sehr fleißig, sein Versuch ... geht endlich und er sitzt bis abends 8 Uhr im Institut und mißt.“ ([9], S. 55). Zusammen mit seiner Assistentin hatte sich Born vorübergehend zum Experimentalphysiker gewandelt und eine elegante Methode entwickelt, die freie Weglänge neutraler Atome und den Stoßparameter direkt zu messen. Er hoffte, dass man so die Art der Wechselwirkung erforschen könnte [11].

Wir wissen heute, dass Born nicht für seine damaligen Experimente berühmt wurde, sondern eher für sein Buch über die Relativitätstheorie, das für Bad Nauheim nicht mehr rechtzeitig in Druck ging. Otto Stern sollte den Wechsel von der Theorie zum Experiment eher meistern und eine ganze Dynastie von Nobelpreisträgern begründen.³⁾ Zur Zeit der Tagung war Born gerade in Verhandlungen zu seinem Ruf nach Göttingen, und er entwarf einen detail-

lierten Plan, wie die dortige Physik neu auszurichten sei. In Arbeitsteilung mit Stern wollte er in Göttingen die Physik der Atome theoretisch und experimentell erforschen. Ihre Hinwendung zum Experiment und die ersten erfolgversprechenden Themen wie die gerade geplante und von Born auch finanziell geförderte Idee, die Richtungsquantelung zu messen, zeigen einen wichtigen Faktor, der die Entwicklung der Physik in den folgenden Jahren maßgeblich bestimmen sollte: die enge Abstimmung von Theorie und Experiment. Dieser Umstand wird durch die Fokussierung auf den Theoretiker Heisenberg häufig überdeckt. Zu Borns

Arbeitsplan und Forschungsprogramm von 1920 gehörten Experiment und Theorie. Bis zur Quantenmechanik veröffentlichte er fast abwechselnd zu beidem in unterschiedlichen Konstellationen – nur dass nicht Stern sein Partner in Göttingen wurde (hier spielte nun Antisemitismus eine Rolle), sondern James Franck ([10], S. 75f).

Debattenkultur und -themen

Das große öffentliche Interesse an der Relativitätstheorie, das die Presse weiter befeuert hatte, und die Propaganda der Gegner, die etwa am 24. August 1920 in der (alten) Berliner Philharmonie die Relativitätstheorie als „wissenschaftliche Massensuggestion“ entlarven wollten, sind ein gutes Beispiel, wie der Erste Weltkrieg und die Krisen der Republik politische Polarisierungen in der Gesellschaft auch auf die Wissenschaft übertrugen. Will man aber die Entwicklung der Physik verstehen, so tut man gut daran, verschiedene Diskursebenen zu unterscheiden.

Die fast tägliche Berichterstattung des Berliner Tageblatts zeigte Einstein als Gewinner einer Kontroverse, aber auch das offensichtliche Kommunikationsdesaster zwischen Einstein und Lenard (**Abb. 6**). Einstein hatte den Nobelpreisträger vor aller Öffentlichkeit beleidigt: „in der theoretischen Physik hat er noch nichts geleistet“ und „seine Einwände ... sind von solcher Oberflächlichkeit...“, dass er gar nicht darauf eingehen wollte.⁴⁾ Zumindest regte er an, Einwände in Bad Nauheim wissenschaftlich zu diskutieren. Dass er mit seinem Artikel, in dem er als erster eine Verbindung mit Antisemitismus unterstellte, eine unbedachte „Dummheit“ begangen hatte, war Einstein schnell klar. Lenard hatte sich an der Anti-Relativitätstheorie-Propaganda bis dahin nicht beteiligt, aber zu einer entsprechenden Entschuldigung war Einstein weder von Walther Nernst, Wilhelm Wien, Max Planck oder Franz Himstedt zu bewegen ([12], S. 31f.).

3) Etwa I. I. Rabi, Felix Bloch, Edward Purcell, Charles Townes, Willis Lamb, Polykarp Kusch, Norman Ramsay, Dudley Herschbach, Yuan T. Lee, vgl. www.nobelprize.org/prizes/chemistry/1986/herschbach/lecture, S. 269.

4) Berliner Tageblatt, 27. August 1920 (Morgen-Ausgabe), Titelseite

Alan Tempelton



Abb. 5 Otto Stern (links) und Max Born berichteten in Bad Nauheim über ihre neuen Experimente.

In dieser Lage fand am Donnerstagvormittag die berühmte gemeinsame Sitzung der Abteilungen Mathematik und Physik zur Relativitätstheorie statt. Leider ist die Einstein-Lenard-Episode offensichtlich besonders anfällig für Erinnerungsfehler und Fehlinterpretationen, die häufig unkritisch übernommen wurden. Eine genauere Analyse zeitgenössischer Quellen kann viele spätere Behauptungen nicht bestätigen, etwa dass zum Schutz der Veranstaltung morgens das Kurhaus (obwohl die Sitzung im Badehaus 8 war, Abb. 2), mit Soldaten umstellt war, dass Lenard bössartige antisemitische Angriffe gegen Einstein unternommen hätte, dass es zu lautstarken Auseinandersetzungen gekommen sei.⁵⁾

Es ist aufschlussreich, dass die Beleidigungsfrage, die die gesamte Tagung überschattete, anders als häufig zu lesen, gerade nicht die wissenschaftliche Debatte erfasste. Auch der herbeigeschriebene „Kampf um Einstein“ fand nicht statt.⁶⁾ Vielmehr behauptete das „System Wissenschaft“ seine Regeln auch in der Sitzung über die Relativitätstheorie. Alle zeitgenössischen Quellen zeigen, dass unter Plancks Leitung „die ganze Aussprache von Anfang bis zu Ende mit einer geradezu vorbildlichen Sachlichkeit und Ruhe geführt“ wurde, wie es die Deutsche Allgemeine Zeitung berichtete.⁷⁾ Auch waren Lenards Einwände durchaus diskutierenswert und nicht alle schnell von der Hand zu weisen. So brauchte Hermann Weyl in seinem Bericht schon einige Seiten, um neben der Ausräumung von Missverständnissen auch „unverhohlen zuzugeben“, dass Lenard zumindest mit einem seiner Einwände zeigte, dass „noch ernstliche Schwierigkeiten vorliegen“ ([13] S. 61f.).

Was wir sicher wissen, ist, dass am Donnerstag nur Fürsprecher von Einsteins Theorie vortrugen, die Aussprache zwischen Einstein und Lenard keine Viertelstunde dauerte, Lenard keine antisemitischen öffentlichen Angriffe machte und Einstein sich nicht, wie zunächst in Aussicht gestellt, öffentlich bei Lenard entschuldigte. Es gibt verschiedene Berichte, dass beide daraufhin vorzeitig abreisten, und Planck und Himstedt sollten erst am Tag danach eine eher

5) Einige Fehler werden von Albrecht Fölsings Einstein-Biographie (Suhrkamp 1993) und in Band 7 der Einstein Collected Papers ausgeräumt. Ich danke Brigitte Faatz vom Stadtarchiv Bad Nauheim für Hinweise auf die lokale Berichterstattung.

6) Vossische Zeitung 24. Sept. 1920.

7) Deutsche Allgemeine Zeitung 25. Sept. 1920, Morgenausgabe.

unauffällige Richtigstellung veröffentlichen ([14], S. 351ff.; [15], S. 233ff.). Zuvor war indes noch im Berliner Tageblatt zu lesen, dass Einstein das „Rede-Duell“ gewonnen hätte und alle Argumente Lenards „widerlegte“. So waren jedenfalls bei den weiteren Vorträgen zur Relativitätstheorie insbesondere vom Einstein-Kritiker Hugo Dingler, die auf Freitag vertagt wurden, weder Einstein noch Lenard zugegen und auch sonst blieben diese weitgehend unbeachtet.

Die Debatte war für den Erfolg der Tagung wenig folgenreich, das zeigen die Sitzungen von Donnerstagnachmittag und Freitag, in denen wieder die Atom-, Molekül- und Kristallphysik im Mittelpunkt standen, zum Teil gemeinsam mit den Chemikern. Neben Otto Hahn und Walther Nernst taten sich Paul Ewald, Wolfgang Pauli und Alfred Landé hervor. Die größte Diskussion – und ungleich länger als die Lenard-Einstein-Debatte – entfachte indes Felix Ehrenhaft. Jedenfalls dokumentierte die Physikalische Zeitschrift die Diskussion auf sechs Seiten, in der es um Kritik der ganzzahligen Elementarladung und Anzeichen für Subelektronen ging [16].



Staatsbibliothek Berlin, bit.ly/3xwMWH8

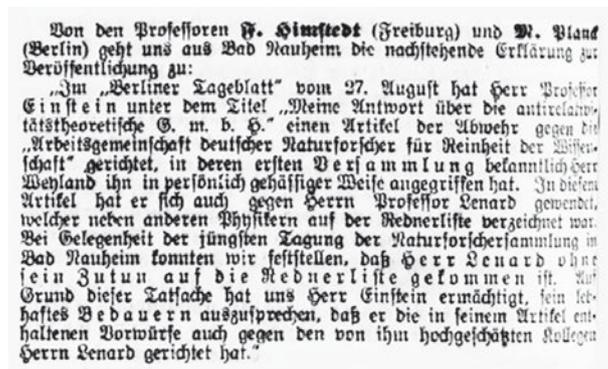


Abb. 6 Das Berliner Tageblatt berichtete am 24. Sept. 1920 über die Lenard-Einstein-Debatte und druckte am Folgetag die eher unauffällige Richtigstellung von Max Planck und Franz Himstedt, nach der Einstein seinen Fehler bedauert.

Fazit

Wenn man beurteilen möchte, was die erste deutsche Nachkriegskonferenz nach sieben Jahren Pause für die Physik bedeutete, hilft der Hinweis auf die Lenard-Einstein-Debatte wenig. Vergleicht man die Vorträge in Bad Nauheim mit denen der entsprechenden Tagungen in England und Amerika in diesem Jahr, fällt die besondere Priorität der Atomphysik auf ([4], S. 43). Die durch Boykott vom internationalen Diskurs abgeschnittenen deutschen Physiker hatten sich offenbar entschieden, in welche Richtung es gehen sollte, und ihre Erfolge im Austausch mit den neutralen Staaten – insbesondere mit Niels Bohrs neuem Institut in Kopenhagen – sowie die Effektivität ihrer neuen Organisations- und Publikationsstrukturen sollten das nur bestätigen.

Das Kurbad war der ideale Ort zur Kontaktpflege und Selbstvergewisserung, was die deutsche Physik nach den Erfahrungen des Kriegs und dem instabilen Frieden leisten könnte. Während sich für einige ältere Physiker Verwerfungen auftraten und sich auch Widerstand gegen Neuerungen formierte, für die neue Generation der Quanten- und Atomphysiker war die Erfahrung der Woche in Bad Nauheim mit ihrem geballten Angebot an neuer Physik und ausführlicher Diskussion zweifellos prägend. In diesem Sinne begann ein Weg, der zur Quantenmechanik führte, auch in Bad Nauheim.

Literatur

- [1] *W. Hillers*, Zeitschrift für mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht **52**, 124 (1921)
- [2] *C. Lembrecht*, Archiv für Geschichte des Buchwesens. **61**, 111 (2007)
- [3] *S. Wolff*, The Establishment of a Network of Reactionary Physicists in the Weimar Republic, in: *P. Forman* et al. (Hrsg.): Quantum Mechanics and Weimar Culture, London 2011, S. 293-318, 301 ff.
- [4] *P. Forman*, Die Naturforscherversammlung in Nauheim im September 1920, in: *D. Hoffmann* und *M. Walker* (Hrsg.), Zwischen Autonomie und Anpassung. Die Deutsche Physikalische Gesellschaft im Dritten Reich, Wiley-VCH, Weinheim (2007), S. 29
- [5] *K. Körner*, Zeitschrift für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht **52**, 79 (1921)
- [6] *W. Kossel*, Verhandlungen GdNÄ **86**, 263 (1920)
- [7] *P. Lenard*, Annalen der Physik **65**, 629 (1921)
- [8] *C. Ramsauer*, Annalen der Physik **65**, 513 (1921)
- [9] *M. Born* und *A. Einstein*, Albert Einstein – Hedwig und Max Born: Briefwechsel 1916 – 1955, Nymphenburger, München (1969)
- [10] *A. Schirmmacher*, Establishing Quantum Physics in Göttingen: David Hilbert, Peter Debye and Max Born in Context, 1900 – 1926, Springer, Cham (2019)
- [11] *M. Born*, Physikalische Zeitschrift **21**, 578 (1920)
- [12] *C. Schönbeck*, Albert Einstein und Philipp Lenard: Antipoden im Spannungsfeld von Physik und Zeitgeschichte, Springer, Berlin (2013)
- [13] *H. Weyl*, Die Relativitätstheorie auf der Naturforscherversammlung in Bad Nauheim, in: Jahresberichte der Deutschen Mathematiker-Vereinigung **31**, 51 (1922)
- [14] *C. Schönbeck* (Hrsg.), Philipp Lenard. Wissenschaftliche Abhandlungen, Bd. 4, GNT-Verlag, Diepholz (2003)
- [15] *A. Schirmmacher* (Hrsg.), Philipp Lenard: Erinnerungen eines Naturforschers, Springer, Heidelberg (2010)
- [16] *F. Ehrenhaft*, Physikalische Zeitschrift **21**, 675 (1920)

Der Autor

Leopoldina / Markus Scholz



Arne Schirmmacher (FV Geschichte der Physik) promovierte 1994 in Physik an der LMU München. Er war langjähriger Mitarbeiter am Forschungsinstitut des Deutschen Museums und ist seit 2008 in Berlin, zunächst am MPI für Wissenschaftsgeschichte und seit 2010 am Institut für Geschichtswissenschaften der Humboldt-Universität. 2015 habilitierte er in Wissenschaftsgeschichte an der TU Berlin und ist Heisenberg Fellow an der HU. Er übernahm dort und an der Universität Regensburg Gastprofessuren. Neben der Physikgeschichte forscht er auch zur Geschichte des Wissenschaftsmuseums und zu Architekturen der Wissenschaft.

Priv.-Doz. Dr. Arne Schirmmacher, Institut für Geschichtswissenschaften, Humboldt-Universität zu Berlin, Unter den Linden 6, 10099 Berlin

INFRAtec.

1.920
x
1.536
Detektor

640
x
512
1.004 Hz

±1
%

Trigger

≤ 15
mK

High-Speed-Thermografie mit ImagerR®

Nie den richtigen Moment verpassen!

- Höchste Vollbildraten mit bis zu 1.004 Hz im Format (640 × 512) IR Pixeln
- Integriertes Triggerinterface garantiert hochpräzise, wiederholgenaue Datenaufzeichnung schneller Vorgänge
- HDR-Funktion (High Dynamic Range) für ein lückenloses Thermografieren von Objekten mit extrem großen Temperaturgradienten und -änderungen
- High-Speed-Datenspeicherung mit Teilbildraten von bis zu 105.000 Hz via 10 GigE

- MicroScan-Technologie erlaubt Bildauflösung von bis zu (2.560 × 2.048) IR-Pixeln
- Fernsteuerbare, präzise und schnelle motorische Fokussierung inkl. Autofokusfunktion
- Modulares Design zur optimalen Anpassung an die Mess-/Prüfsituation
- Präzisions-Wechseloptiken (z. B. Tele-, Makro-, Mikroskopobjektive) mit erstklassiger Übertragungsgüte

