

## **Der Geheimcode der Sterne - Die Geburt der Astrophysik im 19.Jht.**

Jürgen Teichmann, München

Vor 200 Jahren entdeckte Joseph Fraunhofer im Spektrum der Sonne Hunderte von dunklen Linien. Es wurde die Geburt der Astrophysik. Die Spektren der Sterne zeigten eine neue, auch ästhetisch beeindruckende und trotzdem ganz und gar fremdartige Himmelslandschaft. Mit ihr wurde das Weltall zum Labor. Sie hat unser einfaches Bild vom Nachthimmel der Lichtpunkte radikal verändert – so wie die Malerei des 19. Jahrhunderts das tradierte Bild der Natur in Farben und Formen völlig umstülpte.

## **Als der Strom noch nicht aus der Steckdose kam ...**

Wolfgang Engels, Oldenburg

Nach der Entdeckung der Elektrizität waren deren Eigenschaften und ihr möglicher Nutzen noch lange Zeit unklar. Die Wirkung einer elektrischen Ladung konnte zunächst nur durch ihre Anziehungskraft auf leichte Körper wie Daunenfedern wahrgenommen werden oder war körperlich durch den Erhalt eines elektrischen Schlages erfahrbar. Die Faszination die von dem unsichtbaren ‚Fluid‘ ausging, führte im 18.Jh. und 19.Jh. zur Konstruktion großer Elektrisiermaschinen und auch zur Entdeckung der galvanischen Elektrizität. Neue Mess- und Nachweisinstrumente zur Untersuchung des Phänomens wurden entwickelt, um dessen noch unbekannt Eigenschaften zu ergründen.

Bei diesem Workshop sollen einige dieser historischen Experimente und Instrumente mit quellengetreu rekonstruierten Geräten demonstriert werden. Hierbei wird es auch die Möglichkeit geben, eigene experimentelle Erfahrungen zu machen.

## **„Wie lernen wir aus Experimenten? Ein historisch-systematischer Blick“**

Friedrich Steinle, TU Berlin

Das physikalische Experiment wird in Lehrbüchern häufig vor allem in seiner Funktion als Test von Hypothesen und Theorien dargestellt. In der Forschungspraxis der Physik allerdings hat das Experimentieren eine ganze Vielfalt von weiteren und oftmals wichtigeren Funktionen. In Wissenschaftsgeschichte und Wissenschaftsphilosophie ist diese Vielfalt erst spät ins Blickfeld geraten. Im Vortrag soll sie anhand historischer Fälle illustriert und wichtige Nicht-Standard Funktionen des Experimentes herausgearbeitet werden. Auch für den Unterricht eröffnet das Einbeziehen anderer Experimentierweisen neue Blickwinkel und möglicherweise einen schülernäheren Zugang zu physikalischem Arbeiten.

## **Von Laura Bassi bis Maria Goeppert-Mayer - zur Geschichte der Physikerinnen**

Annette Vogt

In der Geschichte der Physik gab es mehr Physikerinnen als heute bekannt sind. Bis zum Ende des 19. Jahrhunderts waren Frauen, die Spuren in der Physikgeschichte hinterlassen haben, oft als Übersetzerinnen oder Privatgelehrte tätig, nur Laura Bassi bildete eine

Ausnahme. Eine weitere Möglichkeit bildete eine akademische Hilfs-Tätigkeit, d. h. sie unterstützten die Forschungen ihrer Brüder oder Ehemänner. Die Geschichte der Physikerinnen war und ist somit eng mit der jeweils allgemeinen Geschichte sowie der Wirtschafts-, Sozial- und Bildungsgeschichte der betreffenden Länder verwoben. Die permanente - auch juristische - Ausgrenzung und Diskriminierung der Frauen, das Fehlen gleichberechtigter Bildungs-, Zugangs- und Arbeitschancen bildete den Hintergrund, der bei den ersten Physikerinnen zu berücksichtigen ist.

Erst Ende des 19./Anfang des 20. Jahrhunderts gab es die Möglichkeit des regulären Studiums für Studentinnen und als akzeptierten Beruf den der Lehrerin in den Fächern Mathematik und Physik. Im ersten Drittel des 20. Jahrhunderts gab es zwei Ausnahme-Physikerinnen - Marie Curie in Paris und Lise Meitner in Berlin. Von 1900 bis 1933 bildete Berlin nicht nur ein Zentrum physikalischer und mathematischer Forschungen, hier lebten und arbeiteten auch vergleichsweise viele Physikerinnen, und der Bruch 1933 hatte langwährende Folgen. Zu einer nennenswerten Erhöhung der Anzahl der Physikerinnen kam es in vielen Ländern Europas erst in den 1970er/1980er Jahren. Etwa um diese Zeit begann die Wiederentdeckung ihrer akademischen Schwestern aus den 1920er Jahren.

Im Vortrag wird die Situation für Europa vom 17. bis zum 20. Jahrhundert geschildert. Die allgemeinen Bedingungen werden jeweils mit konkreten Beispielen von Physikerinnen verknüpft, es werden Vergleiche sowie Literatur-Hinweise gegeben.

## **Geschichte und Bedeutung der Heisenbergschen Unbestimmtheitsrelation**

Oliver Passon, Wuppertal

In den Zeitraum von 1925 bis 1927 fallen fast alle wesentlichen Entwicklungen der nicht-relativistischen Quantentheorie, die auch heute noch Inhalt einer QM Vorlesung sind. Am vorläufigen Endpunkt dieser Entwicklung steht die Heisenbergsche Unbestimmtheitsrelation. Im ersten Teil meines Vortrages wird der historische Kontext skizziert, in dem Heisenberg diese Entdeckung gemacht hat. Es wird gezeigt, dass sich sein Denken zwischen '25 und '27 vor allem in der Auseinandersetzung mit Schrödinger auf charakteristische Weise gewandelt und weiterentwickelt hat. Eine Kenntnis dieser Zusammenhänge erleichtert nicht nur das Verständnis der Heisenbergschen Originalarbeit, sondern weist auch erstaunliche didaktische Implikationen auf: Die Wandlungen des Verständnisses in der oben genannten Periode können nämlich mit dem verglichen werden, was in der fachdidaktischen Literatur als „Konzeptwechsel“ bezeichnet wird.

Im zweiten Teil behandelt der Vortrag aktuellere fachwissenschaftliche Entwicklungen im Zusammenhang mit der Heisenbergschen Unschärferelation, die auch neues Licht auf schulrelevante Anwendungen wie den Einfach- und Doppelspalt sowie die Unbestimmtheit zwischen Zeit und Energie werfen. Dies führt zu einer Neubewertung der semiklassischen Argumente von Heisenberg und Bohr.

## **Maßeinheiten**

Jan Frercks, Flensburg

Maßeinheiten stellen einen zentralen Bildungsinhalt des Physikunterrichts dar. In den Maßeinheiten trifft der Universalitätsanspruch der Wissenschaft auf die ganz praktischen Anforderungen von Wirtschaft und Alltag. Maßeinheiten sind in ihrer Realisierung hoch technisch und zugleich in ihrer Definition das Resultat komplexer institutionell-politischer Verhandlungen. Lernen über Maßeinheiten ist somit immer auch Lernen über grundlegende Charakteristika der Physik als kultureller Praxis.

Als Konventionen sind Maßeinheiten immer historisch. Ein historischer Zugang bietet sich aber auch von daher an, weil sich die genannten Randbedingungen für die Festlegung der Maßeinheiten im Laufe der Geschichte immer wieder verändert haben. Gerade im Vergleich ist somit die kulturelle Einbettung leichter erkennbar als für die heute gültigen, uns als selbstverständlich (oder gar als natürlich oder logisch) vorkommenden Einheiten.

Für den Meter als Einheit für die Länge werden in einem historischen Längsschnitt die entscheidenden Phasen von der Triangulation Frankreichs bis zur Festsetzung der Lichtgeschwindigkeit dargestellt. Für das Ohm als Einheit für den elektrischen Widerstand wird der Zusammenhang zu den Transatlantikkabelprojekten genauer untersucht. Möglichkeiten zur Umsetzung im Unterricht werden jeweils zur Diskussion gestellt.

## **Einst zurückgewiesen - heute wiederentdeckt: Was Goethes Farbenlehre zum Physikunterricht beitragen könnte**

Johannes Grebe-Ellis, Wuppertal

Soll man Goethes Farbenlehre im Physikunterricht behandeln? Ist sie physikalisch nicht längst erledigt, ein Kuriosum, interessant vielleicht für Historiker und Philosophen, aber für Schülerinnen und Schüler? Die Frage wird zum Anlass genommen, einen neuen Blick auf ein altes Thema zu werfen. Dabei zeigt sich, dass im Lärm der Kontroverse um den Fall „Goethe contra Newton“ manches übersehen wurde, was man aus heutiger Sicht im Physikunterricht durchaus schätzen könnte. Gestützt wird dieser Eindruck durch neuere historische, wissenschaftsphilosophische und experimentelle Untersuchungen. Diese stellen etablierte Narrative über den Autor der Farbenlehre als polemisierenden Einzelgänger und autodidaktischen Dilettanten nachhaltig infrage. Sie legen vielmehr nahe, die Farbenlehre als methodisch innovatives, multiperspektivisches Forschungsunternehmen neu zu entdecken und nach der Bedeutung zu fragen, die Goethes Naturbild und Experimentalphilosophie für die Vermittlung von Physik in der Schule haben könnte. Vor dem Hintergrund eines Überblicks über den diesbezüglichen Forschungsstand werden experimentelle, methodische und konzeptionelle Aspekte der Farbenlehre als mögliche Anregungen für den Physikunterricht zur Diskussion gestellt.

## **Wie Experimente und Nachweismethoden an Überzeugungskraft gewinnen. Fallstudien aus der frühen Radioaktivitätsforschung**

Beate Ceranski, Stuttgart

An einem so grundlegend neuen und überraschenden Phänomen wie der Radioaktivität lässt sich besonders gut studieren, wie Physiker zu Beginn des 20. Jahrhunderts lernten und das Publikum lehrten, neuartige experimentelle Methoden und revolutionäre Theorien zu akzeptieren. Im Vortrag geht es konkret um ein heute praktisch vergessenes Experiment, das um 1903 als Beweis für die Zerfallstheorie Karriere machte sowie um den Weg zum Einzelteilchennachweis.

## **Wozu kann die Geschichte der Nanotechnologie im Physikunterricht dienen?**

Andreas Junk, Flensburg

Die Geschichte der Nanotechnologie wird in vielen nicht-wissenschaftlichen und oft auch in wissenschaftlichen Veröffentlichungen als linear verlaufende Heldengeschichte erzählt, an deren Beginn der spätere Nobelpreisträger Richard Philips Feynman (1918-1988) und die am 29. Dezember 1959 von diesem gehaltene Rede „There’s Plenty of Room at the Bottom“ steht. Retrospektiv wird Feynman daher oft die Rolle des Gründervaters der theoretischen Nanotechnologie zugeschrieben, obwohl dieser im historischen Kontext nie von Nanotechnologie, sondern von Miniaturisierung gesprochen hat.

In meinem Beitrag möchte ich die ikonische „Standardgeschichte der Nanotechnologie“ und vor allem ihre Dekonstruktion vorstellen, denn die Nutzung der Rede „There’s Plenty of Room at the Bottom“ an sich erscheint mir außerhalb der oben genannten Heldengeschichte sehr wertvoll. Hierzu werden vor allem Aspekte aus dem Bereich der Natur der Naturwissenschaften eine Rolle spielen, die sehr wenig über Nanotechnologie aussagen, aber sehr viel zum Verständnis der Wissensbildung in den Naturwissenschaften beitragen.

## **StoryTelling im Physikunterricht**

Peter Heering, Flensburg

Geschichten erzählen ist eine der ältesten Kulturtechniken und wird aktuell gerade im Kontext des Unterrichts in der Primarstufe wieder sehr stark befürwortet. Geschichten stellen aber auch eine Möglichkeit dar, wie historische Inhalte in den Physikunterricht eingebracht werden können. An der Europa-Universität Flensburg arbeiten wir seit einigen Jahren in einem Projekt, dass mit einem derartigen Ansatz versucht, eine Ergänzung für den Unterricht zu bieten. Hierbei ist zum einen wesentlich (neben dem historischen Hintergrund der Geschichten), dass mittels der Geschichten Aspekte, die über die fachlichen Inhalte hinaus gehen, thematisiert werden. Andererseits ist methodisch wesentlich, dass die Geschichten durch die Lehrkraft erzählt werden. Im Rahmen dieses Beitrags wird der Ansatz vorgestellt und an Beispielen erläutert werden.

## **Von Spuren zu Teilchen: die Wechselwirkung von Experiment und Theorie in der Geschichte der Teilchenphysik**

Arianna Borrelli, Lüneburg

Die Entwicklung der Teilchenphysik wird heute oft als die Geschichte einer zweistufigen Entdeckung dargestellt. Zunächst entdeckten Experimentatoren ab den 1950er Jahren einen chaotischen "Teilchenzoo", dann entdeckten Theoretiker im Chaos eine Ordnung, die mit Hilfe mathematischer Strukturen - Symmetrien - ausgedrückt werden konnte. Durch die nähere Betrachtung ausgewählter Episoden werde ich aber zeigen, dass die Wechselwirkung experimenteller und theoretischer Forschung komplexer und vielschichtiger war, als es in der üblichen linearen Erzählung scheinen würde.

## **Brechung und Farben: Ein historisch motivierter Zugang zu Lichtmodellen**

Michael Barth, Flensburg

Das Brechungsgesetz ist eines der ersten quantitativen Gesetze außerhalb der Astronomie, dafür gab es beginnend im 17. Jahrhundert vielfältige Erklärungen, diese müssten sich selbstverständlich stets auch auf das faszinierende Phänomen „Farben“ erstrecken. Im Vortrag werde ich diverse historische Lichtmodelle (vermutlich unbekannte und auch bekannte) darstellen und das Auftreten von Farben damit auf die unterschiedlichste Art erklären. Anhand dieser Beispiele kann man u.a. dem physikalischen Modellbegriff (insbesondere Kriterien für ein „gutes“ Modell) und dem „Erklären“ selbst nachgehen, ferner Fachmethoden bewusst machen. Den historischen Blick finde ich dafür sehr hilfreich.

Genau so geschah es auch in meinem Unterricht zur Optik in der Sekundarstufe 2, meine Lerngruppen hat dieser Zugang immer wieder sehr interessiert und motiviert. Insgesamt wird also auf die Vermittlung von Kompetenzen aus dem Bereich Erkenntnisgewinnung eingegangen, illustriert und belegt mit Schülerbeiträgen, Aufgaben aus Unterricht und Klausur sowie mit methodischen Informationen und Unterrichtsmaterialien. Den Zuhörer erwartet also eine Kombination von Informationen und praktischen Hinweisen, ich denke auch, von einigem Neuen und Überraschenden.

## **Späte Nachzügler: zum quantenmechanischen Verständnis von Photonen und Laserlicht**

Johannes-Geert Hagmann, München

Die Geschichte der Optik verläuft in Wellen - so interpretierte der niederländische Nobelpreisträger Frits Zernike (1888-1966) einmal den historischen Verlauf in seiner eigenen Disziplin in einem Vortrag. Folgt man seinem Bild, so steuerte die Entwicklung in der Optik Ende der 1950er Jahre auf einen neuen Wellenberg zu. Neue experimentelle Messungen zur Korrelationen von Photonen brachten bereits etablierte Konzepte und Modelle ins Wanken, und die Entdeckung des Lasers als neue Lichtquelle warf grundlegende Fragen zu dessen physikalischen Grundlagen auf. Der Vortrag behandelt die Geschichte der beiden Ereignisse - das Hanbury-Brown-Twiss-Experiment und die Entwicklung des Lasers - und ihre Konsequenzen auf die Entstehung einer Quantentheorie der optischen Kohärenz: als späte quantenmechanische Nachzügler in der Physik des 20. Jahrhunderts und Grundlage für die Begründung der Quantenoptik als neue Disziplin. Johannes-Geert Hagmann, München

## **Und was ist nun herausgekommen? – Das Ringen in der Physik um das Ergebnis einer Messung, ein historischer Streifzug**

Susanne Heinicke, Münster

Mehrmals messen, Mittelwert berechnen, Standardabweichung ermitteln, Studentfaktor berücksichtigen, Literaturwert innerhalb der 1-Sigma-Umgebung, Normalverteilung der Daten annehmen - alles Standardprozeduren, wenn es um die Auswertung quantitativer Experimente in der Physik geht. Aber ihre Anwendung ist dann doch oft verzwickter als erhofft. Für den Schulalltag auch in der Sekundarstufe II erscheinen sie meist kaum praktikabel. Und bisweilen mischt sich auch ein gewisses Unbehagen hinzu: Warum macht man das eigentlich so? Und ist das eigentlich plausibel?

Hier lohnt sich ein Blick in die Geschichte der Physik und ihrer experimentellen Messungen. Wir betrachten exemplarisch, vor welchem Hintergrund die heute bekannten Auswertungsmethoden entstanden und in welchen Kontexten der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung sie sich weiter entwickelten. Wir beleuchten mathematische Unstimmigkeiten und Alternativen, die teilweise auch für den Unterricht elementarisiert werden können.

## **Max Planck und die Frühgeschichte der Quantentheorie**

Dieter Hoffmann, Berlin

Max Planck (1858-1947) hat im Jahre 1900 mit seiner Quantenhypothese der Physikentwicklung eine neue Wende gegeben, doch war er ein Revolutionär wider Willen. Der Vortrag wird Leben und Werk des Vaters der Quantenphysik, dessen wissenschaftshistorische Bedeutung weit darüber hinaus hinausgeht, würdigen und seine Leistung in die Frühgeschichte der Quantentheorie einordnen.

## **Kernspaltung, Kernreaktoren und Atombomben**

Christian Forstner, Frankfurt am Main

Im Dezember 1938 gelang Otto Hahn und Fritz Strassmann der Nachweis der Spaltung von Urankernen auf chemischen Weg. Kurz darauf erfolgte die physikalische Deutung von Lise Meitner und Otto Frisch im schwedischen Exil. Rasch machten die Folgearbeiten das Potential der Kernspaltung als Bombe oder zur kontrollierten Energiegewinnung deutlich. Der Vortrag vergleicht mit dem amerikanischen Manhattan Project und dem deutschen Uranverein die zwei zentralen Projekte während des Zweiten Weltkrieges zum Bau von Reaktoren bzw. Atombomben. Die Problematik der friedlichen und militärischen Nutzung dieser Technologie ist bis heute präsent.