

Physik in der Pause

Wie sich das ungeliebte Schulfach Physik überraschend und spannend vermitteln lässt

Jürgen Miericke

Beim Projekt „Physik zum Anfassen“ planen und bauen Schülerinnen und Schüler unter der Anleitung von Lehrern und Referendaren große Experimentierstationen, die im Gang vor den Physikräumen aufgestellt werden. Hier können die Schüler immer wieder physikalische Phänomene unmittelbar, ungestört und spielerisch erleben und entdecken. Ergänzend präsentieren Lehrer beim Projekt „Versuch der Woche“ Versuche, die u. a. geeignet sind, Verbindungen zu vertrauten Situationen im Alltag zu schaffen.

Physik ist Zukunft! Das versichert die DPG mit Überzeugung. „Physik ist lebensfern und schwer“ äußern dagegen immer wieder viele Schüler. Physik wird von ihnen meist nicht als ein attraktives Schulfach angesehen, das zu begeistern vermag.

Schulen haben die zentrale Aufgabe, den Schülern dabei zu helfen, zu einer eigenen, von der Rationalität geleiteten Wirklichkeit zu kommen. Besonders Physik als grundlegende Naturwissenschaft bietet viele Möglichkeiten, diesen Bildungsauftrag zu erfüllen. Die Physiklehrer haben derzeit mit diesem Auftrag Probleme. Die Rahmenbedingungen für den Physikunterricht – viele Lerninhalte mit zum Teil hoher Komplexität, insgesamt zu wenig Zeit, um physikalisch denken zu lernen und das Gelernte zu üben, zu große Lerngruppen, zu wenige praktische Schülerübungen, betont mathematische Zielsetzungen bei Physiklehrern u. a. – haben dazu geführt, dass ein großer Teil der Schüler vorwiegend physikalische Formeln und Begriffe lernt, ohne dabei einen Bezug zur Wirklichkeit herzustellen. Physik ist für diese Schüler zu einem Fach geworden, das mit Natur und Umwelt nur noch wenig zu tun hat. Physik wirkt auf sie wie eine tote, lebensferne und schwere Fremdsprache und das Wesentliche wird von ihnen selten erkannt. Eine sehr ähnliche Feststellung hat Georg Kerschensteiner schon zu Beginn des letzten Jahrhunderts bei seinem Vergleich zwischen Latein- und Physikunterricht getroffen: „Physikunterricht gleicht einem Lateinunterricht, in dem die Schüler Vokabeln lernen, es kommt aber nicht zur Lektüre.“ [1]

Was kann man trotz der ungünstigen Rahmenbedingungen tun, damit sich mehr Schüler für das Fach Physik interessieren? Wie kann man erreichen, dass mehr Schüler in der Schule erkennen, dass Physik spannend und das Wissen über Physik den Alltag erleichtern und auch bereichern kann? Ähnliche Fragen



stellt sich irgendwann jede Physiklehrerin und jeder Physiklehrer. Und deshalb haben diese in der Vergangenheit immer wieder nach Wegen gesucht, um das Fach Physik für die Schülerinnen und Schüler attraktiver zu machen.

Ein Weg, der am Hardenberg-Gymnasium in Fürth eingeschlagen wurde, beruht auf den positiven Erfahrungen mit einem praxisbetonten Schulprojekt „Magnetisches Schweben“ [2]. Das Erlebnis einer eindrucksvollen Ausstellung von „Experimenten zum Anfassen“ auf einer Tagung der DPG, die zu einem Erfahrungsfeld mit dem Namen „Phänomenta“ gehörten [3], führte dann 1994 zu dem Entschluss, an zwei Projekttagen am Ende des Schuljahres drei Experimentierstationen mit

Kann ein Schiff schwerelos schweben? Offensichtlich ja, wie dieses Beispiel aus dem Projekt „Versuch der Woche“ zeigt.

KOMPAKT

- Experimentierstationen im Gang vor den Physikräumen bieten den Schülern die Möglichkeit, Phänomene aus Natur und Technik unmittelbar und selbstbestimmt zu erfahren.
- Gerade eigenes Erfahren eröffnet Chancen, wirkungsvoller und nachhaltiger zu lernen als durch Belehrung und gesteuertes Erarbeiten.
- Von einer Lernsituation, die sich nicht nur darauf verlässt, Wissensinhalte fachlich bestimmt zu vermitteln, profitieren nicht nur Schüler, sondern auch die Lehrer und Referendare.

StD Dipl.-Phys.
Jürgen Miericke,
Thumenberger Weg
60, 90491 Nürnberg
– Preisträgerartikel
anlässlich der
Verleihung des
Georg-Kerschenstei-
ner-Preises 2006
auf der Frühjahrs-
tagung der DPG in
Kassel.

Beim Aufbau der Experimentierstationen packen alle – Schüler wie Referendare – mit an und haben sichtlich ihren Spaß.



Schülern mehrerer Jahrgangsstufen und Referendaren des Studienseminars für Physik nachzubauen und sie im Gang vor den Physikräumen aufzustellen.

Mit Hilfe von Bildern aus Publikationen und eigenen Fotos wurden die Konstruktionen so geplant, dass die beobachteten Zeiten, Kräfte, Strecken usw. Größenordnungen haben, die der menschlichen Wahrnehmung direkt zugänglich sind. Detaillierte Baupläne wurden bei keiner Experimentierstation verwendet bzw. angefertigt. Entscheidend für die Auswahl der zu beobachtenden Phänomene war die Forderung, dass die Stationen robust genug sein mussten, um sie unbeaufsichtigt im Gang auszustellen. Das benötigte Material sollte einfach zu besorgen sein und die Kosten in einem angemessenen Rahmen liegen. Schließlich sollte der Bau auch keine handwerklichen Spezialkenntnisse erfordern.

Die durchwegs positiven Beobachtungen bei den am Projekt teilnehmenden Schülern und Referendaren und das Interesse und die Freude, die Schüler, Eltern und auch viele Lehrer zeigten, die an den ausgestellten Stationen experimentierten, haben dazu geführt, dass aus diesem Anfangsprojekt ein Dauerprojekt wurde [4]. Bis zum gegenwärtigen Zeitpunkt (März 2006) sind insgesamt 40 Stationen gebaut worden, von denen ca.

25 ständig im Gang vor den Physikräumen ausgestellt sind. Drei von ihnen werden beispielhaft in den Kästen vorgestellt.¹⁾

Die Schülerinnen und Schüler, die direkt an der Planung, dem Bau und der Ausstellung der Experimentierstationen beteiligt sind, erfahren eine besonders große und auch nachhaltige Motivation, da bei ihnen die vielfältigsten Möglichkeiten für Erfolgserlebnisse gegeben sind. In kleineren Arbeitsgruppen von zwei bis fünf Schülern werden die verschiedenen Teilaufgaben häufig unter der Aufsicht eines Referendars oder des Projektleiters gelöst.

In diesen Gruppen entwickelt sich in natürlicher Weise ein spürbarer Teamgeist. Das Gelingen der Gesamtaufgabe hängt von jedem Einzelnen ab. Oft stellt sich von alleine Freude beim Arbeiten im Team ein. Bei auftretenden Problemen können die Schüler selbstgesteuert kreativ werden. Dabei werden zum Teil originelle Lösungen gefunden. Die Erfolgserlebnisse bei den handwerklichen Tätigkeiten sind greifbar.

Erfolgserlebnisse wirken dabei umso deutlicher, je schwieriger sie zu erreichen waren. Das Erleben von Projektarbeit als eine offene Unterrichtsform aktiviert insgesamt das Engagement dieser Schüler. Einige Schüler arbeiten schon seit mehreren Jahren wiederholt im Projekt mit, ein deutliches Zeichen für eine nachhaltige Motivation. Die emotionale Anerkennung und Wertschätzung der Stationen durch andere Schüler, Lehrer und andere Erwachsene ist besonders gut geeignet, das Selbstvertrauen der beim Bau beteiligten Schüler zu stärken. Bei vielen der am Projekt teilnehmenden Schüler ist auch im normalen Physikunterricht ein gesteigertes Interesse beobachtet worden.

Die bei der Planung und beim Bau der Stationen beteiligten Studienreferendarinnen und -referendare des Physikseminars am Hardenberg-Gymnasium werden ebenfalls durch das Projekt motiviert. Aufgabe der fachpraktischen Ausbildung im Seminar ist es u. a., Experimente übersichtlich und spannend darzubieten. Die Kunst, ein physikalisches Phänomen pädagogisch wirksam zu inszenieren, kann entscheidend für die Akzeptanz des Physikunterrichts durch Schüler sein. Die positive Resonanz der Referendare auf das Projekt zeigt sich in einem besonders großen Einsatz. Bei der Betreuung der Schülergruppen lernen sie auch Aspekte offener Unterrichtsformen kennen und finden einen

1) Weitere Informationen über viele der gebauten Experimentierstationen findet man auf der Homepage des Hardenberg-Gymnasiums: www.hardenberg-gymnasium.de

UNENDLICHKEITSSPIEGEL

Zwei Spiegel stehen sich gegenüber, der hintere ist von einer Leuchtkette umrahmt, der vordere trägt auf verschiedenen Höhen Gucklöcher.

Hinweis: „Schau durch zwei Augenhöcher und versuche durch leichtes Kippen den vorderen Spiegel parallel zum hinteren Spiegel zu halten. Du siehst dann sehr viele Spiegelbilder der Lichterkette, die sich zwischen den beiden Spiegeln befindet.“

Fragen:

- Wie entstehen die vielen Spiegelbilder?
- Warum werden sie immer kleiner und dunkler?
- Was beobachtest du, wenn die Spiegel nicht parallel stehen?
- Was hat diese Experimentierstation mit einem Laser gemeinsam?





Ein weiteres Beispiel für eine Experimentierstation mit „Physik zum Anfassen“: Eine Brücke in Form einer auf dem Kopf stehenden Kettenlinie bleibt auch ohne Klebstoff stabil.

guten Zugang zur Gedankenwelt der Schüler. Eine anhaltende Wirkung der Projektarbeit hat sich u. a. auch darin gezeigt, dass mehrere Referendare nach der Seminausbildung an ihren Gymnasien ähnliche Projekte durchgeführt haben bzw. noch durchführen. Die Ausstellung am Hardenberg-Gymnasium hätte sich ohne das Engagement der Referendare nicht in ihrer Quantität und Qualität entwickeln können.

Anfassen und Herumprobieren erwünscht!

Die Schülerinnen und Schüler am Hardenberg-Gymnasium haben – im Unterschied zu einem Museumsbesuch – immer wieder die Möglichkeit, sich mit den im Gang ausgestellten Objekten auseinanderzusetzen. Die normalen Experimentierzeiten sind die Wartezeiten zwischen den Unterrichtsstunden, die zwei Vormittagspausen und auch die längere Mittagspause.

Die Experimentierstationen wirken vielfältig auf die experimentierenden Schüler ein. Eigene Beobachtungen und Gespräche mit Schülern haben die Erfahrungen von naturwissenschaftlichen Museen und Ausstellungen bestätigt.²⁾

Fast alle Stationen erfordern ein Mittun der Schüler. Statt „Berühren verboten“ gilt „Anfassen erwünscht“. Immer wieder kommt es zum positiven Gefühl eines Aha-Erlebnisses. Dabei geht es nicht um die „richtige“ oder „falsche“ Methode, die Phänomene zu erkennen und zu verstehen. Gerade wenn das vermutete Geschehen nicht mit dem beobachteten Ablauf übereinstimmt, entsteht Neugier und Spannung und es wird weiter probiert. In diesen Situationen kann es zu neuen Erkenntnissen kommen, oder eine bisher gewohnte Ansicht wird abgeändert. Die interaktiven Stationen bieten weit mehr als den „Druck auf einen Knopf“, gefolgt vom vorbestimmten, „programmierten“ Ablauf. Zwischen dem Tun als Ursache und dem Phänomen als Wirkung wird für den Schüler allmählich ein Zusammenhang erkennbar und einsichtig.

An den Stationen lässt sich spielerisch lernen. Aus dem Spielen kann fachliches Interesse erwachsen. Viele Schüler zeigen an den Stationen Neugierde und einen

spielerischen Entdeckungsdrang. Im Ausstellungsgang können sich die Schüler ihres eigenen Verstandes bedienen: Sie dürfen selbstständig experimentieren, ohne dass sie jemand stört oder belehrend beeinflusst.

In der offenen und ungezwungenen Atmosphäre der Ausstellung im Gang findet oft zwischen den Schülern ein spontaner Meinungs-austausch statt, auch zwischen jüngeren und älteren Schülern. Erfahrungen werden ausgetauscht und die Vorstellungen der Mitschüler mit den eigenen Ansichten verglichen.

Die an den Stationen zu beobachtenden Phänomene wecken das Interesse, bringen Fragen hervor, regen zum Denken an, lösen den Wunsch nach Verstehen aus und sind damit wirksame Ausgangspunkte für Lernprozesse. Die Möglichkeit, Experimente ständig wiederholen zu können, ist besonders günstig für ein nachhaltiges Lernen. Michael Kiupel von der Bildungswissenschaftlichen Hochschule Flensburg fasst dies so zusammen: „Selbst wenn sich Schüler eine exakte Erklärung noch nicht selbst geben können, finden sie für sich selbst elementare, vorbegriffliche Kenntnisse und Erklärungen von Wirklichkeit. Solche Erfahrung ist ursprünglicher als jede noch so wortreiche Deutung, sie ist die Grundlage für ein späteres vertieftes begriffliches Verstehen und Lernen [5].“

Das ständige Projekt „Physik zum Anfassen“ ist ein Beitrag zur Entwicklung von Schulqualität. Schüler, Referendare und Lehrer engagieren sich dabei außerhalb des Unterrichts an einer gemeinsamen Sache. Die ausgestellten Objekte können ständig unkontrolliert von allen benutzt werden und finden dadurch auch Wertschätzung und Anerkennung. Sie sind etwas Besonderes an der eigenen Schule. Bisher traten sehr

2) Gute Beispiele dafür finden Sie z. B. unter www.technorama.ch oder www.ph-freiburg.de/physik/miniphaenomena

DREIZEITENPENDEL

Ein Pendel benötigt für eine Hin- und Herschwingung eine bestimmte Zeit (Schwingungsdauer T), die hauptsächlich von der Pendellänge l abhängt.

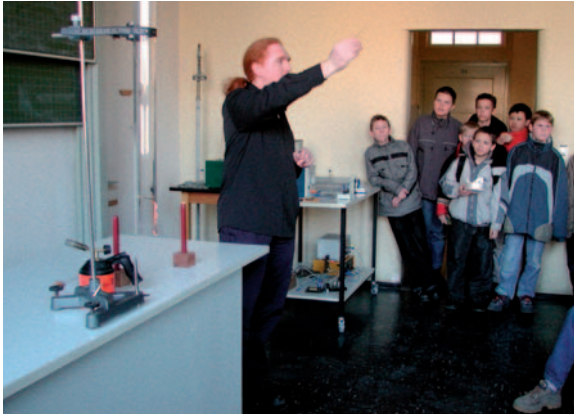
Hinweis: „Lege die drei Pendelkugeln in die kreisrunden Löcher des Bretts und drehe es mit dem Griff so, dass die Kugeln gleichzeitig herausfallen und zum Schwingen beginnen. Wenn alle drei Kugeln das erste oder zweite Mal wieder die gleiche Anfangslage haben, fange sie mit dem Brett wieder ein“.

Fragen:

- In welchem Verhältnis stehen die Pendellängen des roten, gelben und grünen Pendels?
- Wie oft haben die Pendel jeweils hin und her geschwungen, wenn du sie wieder eingefangen hast?
- In welchem Verhältnis stehen die Schwingungsdauern der drei Pendel?
- Wie muss dann der Zusammenhang zwischen T und l sein?
- Um wieviel musst du also die Pendellänge vergrößern, wenn du die Schwingungsdauer verdoppeln willst?“



Ein „Versuch der Woche“ zur Wärmeleitung sorgt für einen vollen Klassenraum und staunende Gesichter.



selten mutwillige Zerstörungen auf. Vielleicht liegt es auch daran, dass die Schüler wissen, dass alle Stationen unter Mitwirkung von vielen Schülern gebaut wurden. Reparaturen sind vorwiegend aufgrund normaler Abnutzungserscheinungen oder offensichtlicher Fehlkonstruktionen notwendig.

Das Projekt lässt sich grundsätzlich an jeder Schule durchführen. Selbst mit einer kleinen Ausstattung an Material und Werkzeug lassen sich interessante Objekte mit angemessenem Zeitaufwand herstellen, an denen die Schüler physikalische Phänomene interaktiv erkunden können. Für den Bau von komplexeren Stationen und für den Aufbau einer größeren Ausstellung ist es jedoch notwendig, eine Werkstatt mit einer Grundausstattung von Werkzeug und Kleinmaterial zu haben.

Für neue Experimentierstationen war im Gang vor den Physikräumen kein Platz mehr vorhanden. Es gibt jedoch viele weitere interessante physikalische Phänomene, die – auch wegen möglicher Gefährdung der Schüler – nicht an Experimentierstationen unbeaufsichtigt erfahrbar gemacht werden können.

KANN MAN LICHT HÖREN?

Das menschliche Gehör ist außerordentlich empfindlich. Der Energiestrom einer 10-Watt-Schallquelle ist bei sehr günstigen Bedingungen noch im Abstand von 1000 km mit dem Ohr wahrnehmbar. Die Empfindlichkeit reicht fast aus, um das Geräusch von Luftteilchen zu hören, wenn diese auf das Trommelfell aufgrund ihrer Wärmebewegung auftreffen. Mit geringem Geräteaufwand kann an dieser Station die Empfindlichkeit des eigenen Gehörs erfahren werden.

Hinweis: „Wenn du die Lampe einschaltest und dein Ohr der Flaschenöffnung näherst, kannst du bei geeignetem Abstand (ca. 5 mm) deutlich einen Brummtönen hören, der durch den Lichtstrom verursacht wird.“

Fragen:

- Warum muss die Lampe mit Wechselstrom betrieben werden?
- Was bewirkt der berußte Körper in der Flasche?
- Wieso kann man das Brummen nicht mit jeder beliebigen Flasche hören?



Mit der Veranstaltung „Versuch der Woche“ sollte deshalb Schülerinnen und Schülern weitere physikalische Phänomene vorgeführt werden, die insbesondere geeignet sind, Verbindungen zu vertrauten Situationen im Alltag zu schaffen [6]. Darüber hinaus sollten auch spektakuläre physikalische Abläufe unterhaltsam demonstriert werden, damit Schülerinnen und Schüler Freude (auch Spaß!) an den Naturwissenschaften finden und vielleicht mit intellektuellem Vergnügen über das Beobachtete nachdenken.

Der „Versuch der Woche“

Seit Anfang November 2002 findet die Veranstaltung „Versuch der Woche“ jeden Dienstag in der ersten Pause in einem Physiksaal statt. Der Themenbereich der jeweils geplanten Versuche wird durch Aushang am Treppenaufgang und auch an anderen Plätzen im Schulgebäude angekündigt. In der Regel finden die Experimente in der Pause statt und dauern ca. 5 bis 8 Minuten.

Die Veranstaltung ist ein Angebot für alle interessierten Schülerinnen und Schüler des Hardenberg-Gymnasiums. Mittlerweile reichen bei besonders interessant erscheinenden Versuchsankündigungen die Sitzplätze nicht mehr aus, der Raum ist überbelegt und die Tür bleibt offen, damit Schüler im Gang auch noch etwas mitbekommen können. Viele „Fans“ kommen aus der Unterstufe, wo noch kein Physikunterricht stattfindet. Gelegentlich kommen auch Lehrer, die nicht Physik unterrichten.

Die Versuche werden überwiegend von den Studienreferendaren des Physikseminars, aber auch von einigen Fachkolleginnen und -kollegen sorgfältig ausgewählt, vorbereitet und vorgeführt. Dabei wird besonders auf eine nachhaltige Wirkung bei den Schülern geachtet. Versuche, die einen besonderen Aufwand an Vorbereitungszeit, Geräten und Technik erfordern, können nur seltener vorgeführt werden. Wegen der zur Verfügung stehenden Zeit von wenigen Minuten kann bei der Erklärung der Phänomene nur sehr elementar auf den physikalischen Hintergrund eingegangen werden. Gerade dies ist jedoch eine besondere Herausforderung und erfordert viel Überlegungsarbeit und Kreativität. Stellvertretend für viele vorgeführte Versuche³⁾ seien an dieser Stelle erwähnt:

- Wie lässt sich eine volle Wasserflasche am schnellsten entleeren?
- Warum tanzen Rosinen in einem Glas voll Sprudelwasser?
- Kann man mit Papier ein Stück Kreide zersägen?
- Welche besonderen Eigenschaften hat flüssige Luft? Was kann man mit ihr machen?
- Wie entstehen Funken und Lichtbögen? Wann können einem die Haare zu Berge stehen?
- Wie bringt man ein Aluminiumband ohne Anfassen zu einer wellenartigen Bewegung?
- Kann ein Schiff scheinbar schwerelos schweben? (siehe Aufmacherbild)

Wenn möglich, sollen die ausgewählten Versuche nicht nur einfach vorgeführt, sondern „in Szene gesetzt“ werden, d. h. die Schüler sollen erkennen, dass bestimmte Fragen mit Hilfe von relativ einfachen physikalischen Versuchen eindeutig beantwortet werden können. Die Fragen selbst sollen sich aus Tatsachenberichten oder auch anhand fiktiver, jedoch plausibler Geschichten ergeben [8].

Die positiven Reaktionen bei den Schülerinnen und Schülern auf „Physik zum Anfassen“ und „Versuch der Woche“ haben uns motiviert, die Veranstaltung auch in Zukunft regelmäßig fortzusetzen und weiterzuentwickeln. So ließen sich auch chemische Versuche in Szene setzen. Schüler könnten eigene Versuche planen, die sie dann selbstständig oder mit Hilfestellung vorführen. Eigens zu den Versuchen erstellte erklärende Handzettel böten die Möglichkeit zu vertiefenden Informationen.

Unsere Beobachtungen zeigen, dass die Projekte das Interesse der Schüler an Physik wecken und diese gelegentlich auch dazu bringen, das Fach Physik sogar ein wenig zu „lieben“.

Danksagung

Ohne vielfältige Unterstützung wäre die Realisierung der Projekte „Physik zum Anfassen“ und „Versuch der Woche“ nicht möglich gewesen. Daher danke ich den

beteiligten Schülern und Referendaren, der Vereinigung der Eltern und Freunde des Hardenberg-Gymnasiums Fürth e.V., dem Förderprogramm „Physik für Schülerinnen und Schüler“ der DPG und der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung, den spendenden Firmen und German Hacker, meinem Nachfolger als Fachleiter für Physik, der beide Projekte fortsetzt.

Literatur

- [1] G. Kerschensteiner, Wesen und Wert des naturwissenschaftlichen Unterrichts, Teubner, Leipzig (1914)
- [2] J. Miericke, Physik und Didaktik, Heft 1, S. 26 (1994)
- [3] L. Fiesser, Physikal. Blätter, Juli/August 1994, S. 678
- [4] J. Miericke, PhyDid 1/2, S. 30 (2003)
- [5] M. Kiupel, Physik in der Schule, Heft 36, S. 217 (1998)
- [6] J. Miericke, PhyDid 1/3 S. 28 (2004)
- [7] H. Hilscher et al., Physikalische Freihandexperimente (2 Bände incl. CD), Aulis-Verlag, Köln (2004)
- [8] J. Miericke, Physik in der Pause – „Versuch der Woche“, Naturwissenschaften im Unterricht Physik 17, Heft 93, S. 46 (2006)

3) Viele der präsentierten Versuche entstammen einer CD mit physikalischen Freihandversuchen, die 1998 am Institut für Physik der Universität Augsburg entwickelt wurde. Vor kurzem ist die Sammlung der Freihandexperimente auch in Buchform erschienen [7].

DER AUTOR

Jürgen Miericke (links, bei der Preisverleihung mit DPG-Präsident Knut Urban) studierte Physik an der TH München (Diplom 1970) und arbeitete anschließend drei Jahre in Forschungslabors der Siemens AG in Erlangen, bevor er noch ein Jahr Werkstoffwissenschaften an der Uni Erlangen-Nürnberg studierte. Von 1974 bis 1976 vollzog Jürgen Miericke den Wechsel von der Industrie hin zur Schule. Bis 1989 arbeitete er als Lehrer für Physik und Mathematik, wobei er zusätzlich Lehraufträge an der FH Nürnberg und der Uni Bayreuth erfüllte. Von 1990 bis zu seiner Pensionierung 2005 war er Seminarlehrer für Physik am Hardenberg-Gymnasium in Fürth. In der DPG engagierte sich Jürgen Miericke als Vorstandsmitglied des Fachverbandes „Didaktik der Physik“ sowie im Vorstandsrat. Als freier Mitarbeiter für „Didaktik der Physik“ ist er an der Uni Erlangen-Nürnberg noch aktiv.



A. Fischer