

Aufgaben

Aufgaben für Mathematikzirkel der Mittelstufe

Aufgabe

Rechteckstreifen

Gegeben sind rechteckige Platten der Länge 2 und der Breite 1 (2×1 -Platten). Sie sollen zu Rechteckstreifen der Breite 2 fugenlos aneinandergelegt werden.

- Wie viele Möglichkeiten gibt es, einen solchen Streifen der Länge 4 auszulegen?
- Verallgemeinere die Aufgabenstellung und löse sie!

Lösung

- Es gibt 5 Möglichkeiten die vier 2×1 -Platten zu einem Rechteck der Länge 4 und der Breite 2 zusammenzusetzen.
- Die Aufgabe besteht darin, mit k 2×1 -Platten ein Rechteck der Länge k und der Breite 2 zu pflastern. Gesucht ist

die Anzahl der möglichen Pflasterungen. Mit einer Platte gibt es $a_1 = 1$ Pflasterung, mit zwei Platten sind es $a_2 = 2$ Pflasterungen, mit drei Platten $a_3 = 3$ und mit vier Platten $a_4 = 5$ Pflasterungen.

Warum sind es mit fünf Platten $a_3 + a_4 = 3 + 5 = 8$ Pflasterungen?

Es muß mindestens 8 Pflasterungen geben, denn an jedes Rechteck der Länge 4 läßt sich eine neue 2×1 -Platte anbauen und an jedes Rechteck der Länge 3 zwei 2×1 -Platten. Da sich beim Rechteck der Länge 3 nur neue Pflasterungen ergeben, wenn die beiden 2×1 -Platten in »Querlage« angesetzt werden, sind es auch nur höchstens 8 Pflasterungen.

Diese Überlegung läßt sich verallgemeinern, so daß sich die Anzahl der Pflasterungen a_k eines Rechtecks der Länge k und der Breite 2 ergibt zu:

$$a_k = a_{k-2} + a_{k-1},$$

und das ist gerade die Rekursionsformel für die Fibonacci-Folge. G. STARKE \square

Zur Diskussion gestellt

Beiträge der Physikdidaktik zum Experimentalunterricht und deren Akzeptanz

Verfasser: OStR Rainer Pippig, Sektion Physik, Universität München, Schellingstraße 4, 80799 München; Prof. Dr. Werner B. Schneider, Physikalisches Institut der Universität Erlangen-Nürnberg, Staudtstraße 7, 91058 Erlangen

Ein wichtiges Arbeitsfeld der Physikdidaktik ist die Entwicklung und Bereitstellung neuer Experimentierideen für den Physikunterricht und deren Einbindung in neue Unterrichtskonzepte. Die Ergebnisse dieser Bemühungen schlagen sich in einer Vielzahl von Veröffentlichungen in Fachzeitschriften nieder. Bei einer näheren Betrachtung kommen jedoch Zweifel auf, ob die Anliegen der Veröffentlichungen überhaupt beim Adressaten ankommen. Im folgenden soll daher untersucht werden, inwieweit diese Zweifel begründet sind und wo eventuell Hindernisse liegen.

1 Bestandsaufnahme

In Deutschland erscheinen die folgenden fünf Fachzeitschriften, die sich vor allem an Lehrer und Fachdidaktiker wenden (Zahl der Hefte pro Jahr in Klammern):

MNU - Zeitschrift für den mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht (8),

Praxis der Naturwissenschaften - Physik (8),

Naturwissenschaften im Unterricht - Physik (5 + 1),

Physik und Didaktik (4) und

Physik in der Schule (11).

Diese Zeitschriften stützen sich zu etwa 50% auf Themen, die neue Experimentierideen aus dem Bereich der Schulphysik oder Praktika an Universitäten behandeln. Mit neuen Ideen ist gemeint, daß sie noch nicht in Lehrbüchern oder Lehrmittelkatalogen zu finden sind.

Das Anspruchsniveau der Zeitschriften ist weit gespannt. Sie erheben nicht

den Anspruch, Publikationsorgan für rein fachdidaktische Forschungsergebnisse oder Diskussionen zu sein, obwohl Artikel dieser Art auch akzeptiert werden. Die Zeitschriften stehen vielmehr in der Tradition von Lehrerzeitschriften, bei denen die Information des Lehrers und die Berücksichtigung der Belange der Schulphysik im Vordergrund stehen. Aus diesem Grund wird von den Herausgebern offensichtlich auf ein strenges »Referee-System« und auf die Angabe des Eingangsdatums verzichtet (Ausnahme: Physik und Didaktik). Das von Heft zu Heft zu beobachtende, auf Inhalt und Sprache bezogene Schwanken des Niveaus der Zeitschriften ist vermutlich auf dieses Fehlen zurückzuführen. Dies mag ein Vorteil sein, wenn man an die ursprüngliche Intention der Zeitschriften denkt. Es wird zum Nachteil, wenn ein Außenstehender diese Zeitschriften als Schaufenster für die Arbeit der Fachdidaktik ansieht.

Im Sinne der Bestandsaufnahme sind wir ferner der Frage nachgegangen, wie viele neue Experimentierideen pro Jahr veröffentlicht werden. Die Auswertung haben wir mit dem Jahrgang 1980 begonnen. Sie ergab, daß im Mittel zwei neue Experimentierideen pro Heft veröffentlicht werden. Im Jahr sind dies bei 37 Heften ca. 70 neue Ideen. Berücksichtigt man noch die Veröffentlichungen, die in Büchern, im Fernsehen, bei Ausstellungen, in Lehrmittelkatalogen usw. erfolgen, so kann man in einer groben Abschätzung insgesamt ca. 100 neue Experimentierideen pro Jahr zählen, die in Konkurrenz zu den bereits eingeführten, meistens in Schulbüchern zu findenden Experimenten stehen.

Ein Schulbuch hat bezogen auf eine Jahrgangsstufe ca. 100 Seiten. Wir zählten im Mittel ein Experiment pro Seite. Für sechs Jahrgangsstufen ergibt sich somit ein Angebot von 600 Experimenten, dem nur ca. 300 Physikstunden (6 Jahrgangsstufen mit ca. 50 Physikstunden pro Jahr) gegenüberstehen. Die Realität des Schulalltags sieht also auf den ersten Blick so aus, als brauche der Physikunterricht keine neuen Experimente mehr. Auf den zweiten Blick wird allerdings klar, daß neue Experimente notwendig sind, da sich durch die Weiterentwicklung der Technik (Materialien, Geräte, Medien) viele Möglichkeiten für neue interessante Experimente ergeben, die Impulse für die Weiterentwicklung des Physikunterrichts geben können. Es ist natürlich zu bedenken, daß diese neuen Experimente zunächst mit den im Physikunterricht eingeführten und bewährten Experimenten konkurrieren und daher auf große Akzeptanzprobleme stoßen werden. Dazu kommen noch eine große Zahl anderer Hürden, kurz Filter genannt, die einer neuen Experimentieridee im Wege stehen, ehe sie eventuell den Adressaten (Fachdidaktiker, Lehrer, Schüler usw.) erreicht.

2 Der Weg einer neuen Experimentieridee zum Adressaten

In Abbildung 1 ist der Weg einer Experimentieridee zum Adressaten - hier Lehrer und Schüler - schematisch dargestellt.

Jeder »Instanz« ist ein Filter vorge-schaltet, das jeweils in einer noch näher zu beschreibenden Weise den Weg beeinflusst. Die Wirkung der Filter wird dem Leser in vielen Fällen einsichtig sein. Sie soll daher im folgenden nur für einige uns wichtig erscheinende Fälle näher erläutert werden.

2.1 Bemerkungen zum Filter Nr. 1:

Jeder, der die Wirkung eines erlebten Experiments kennt, kann den Verlust an Eindringlichkeit, der mit dem Beschreiben oder Abbilden verbunden ist, einschätzen. Dieser Verlust an Authentizität bringt es mit sich, daß in einer Zeitschrift jedes Experiment gleich wichtig erscheint, so daß es einem Leser kaum möglich ist, innerhalb des gleichartigen, großen Angebots die ursprüngliche Wirksamkeit eines bestimmten Experiments zu erkennen und zu würdigen. Dies ist der Grund dafür, daß bereits durch die Wahl der schriftlichen Form der Veröffentlichung viele neue Experimentierideen keine Beachtung finden.

2.2 Bemerkungen zum Filter Nr. 2:

Hier soll nur zu den Rubriken Schulbuch, Lehrmittel, Handbuch und Fortbildung Stellung bezogen werden.

Schulbuchautoren berichten immer wieder von den Zwängen, denen sie insbesondere bei der Berücksichtigung neuer Experimente unterliegen. Von dem Verlag wird meistens gefordert, daß vor allem jene Experimente berücksichtigt werden sollen, die entweder mit dem üblichen Zubehör der Schulphysiksammlung aufgebaut werden können oder im Lehrmittelhandel bereits erhältlich sind. Zusätzlich stellten wir fest, daß Schulbuchautoren selten in der Lage sind, sämtliche Veröffentlichungen in Fachdidaktikzeitschriften, Büchern usw. verfolgen zu können. Auch persönliche Gründe spielen bei der Auswahl eine Rolle.

Lehrmittelfirmen haben, wie in [1] gezeigt wurde, vor allem vor dem Ersten Weltkrieg die in Zeitschriften veröffentlichten Experimentierideen in großer Zahl umgesetzt. Heute gewinnt man allerdings den Eindruck, daß, von wenigen Ausnahmen abgesehen, die großen Lehrmittelfir-

men kaum neue, veröffentlichte Experimentierideen in ihre Programme aufnehmen. Hier reagieren nach unserer Erfahrung kleinere Lehrmittelfirmen flexibler.

Das *Handbuch* der experimentellen Schulphysik, von A. FRIEDRICH herausgegeben [2], stellte über Jahre hinweg die Informationsquelle für neue Experimentierideen dar. In den neuen Ausgaben des Handbuchs zeigt sich, vor allem im Sek. II-Bereich, eine Akzentverschiebung. Es nimmt - bei gleichem Titel - eher die Funktion von auf die Bedürfnisse der Lehrer ausgerichteten Lehrbüchern wahr, die von einigen neueren und älteren Experimentierideen umrahmt werden.

Fortbildungsveranstaltungen zeichnen sich heute allzu oft dadurch aus, daß theoretische Erkenntnisse, Unterrichtskonzepte, Beschreibungen von Naturvorgängen usw. im Vordergrund stehen. Experimentalvorträge, wie sie z. B. regelmäßig von GRIMSEHL vor dem Ersten Weltkrieg auf den MNU-Tagungen gehalten wurden, sind selten geworden, so daß die sich bei Fortbildungsveranstaltungen bietende Chance, Physik im Experiment zu erleben, heute oft vertan wird.

2.3 Bemerkungen zum Filter Nr. 3

Was kommt in der Realität noch beim Lehrer von dem Angebot neuer Experimentierideen an? Um auf diese Frage eine etwas gesicherte Antwort geben zu können, haben wir eine Umfrage, stellvertretend bei Physiklehrern mittelfränkischer Gymnasien und Realschulen, mit der Absicht durchgeführt, etwas über die bei den Physiklehrern gebräuchlichen Quellen für neue Experimentierideen zu erfahren. Vor allem interessierte uns, ob die genannten Zeitschriften wirklich die primären Quellen sind.

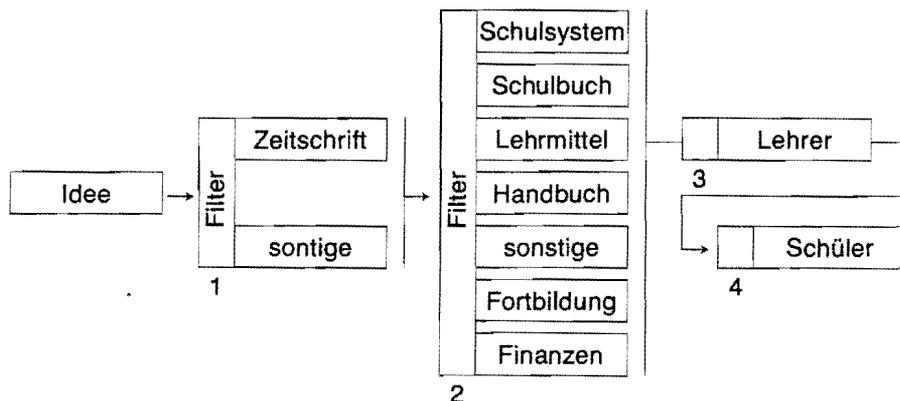


Abb. 1. Der übliche Weg einer Experimentieridee zu dem Adressaten. Unter »sonstige« sind u. a. Bücher, Kataloge, Prospekte, Museen, Ausstellungen, Multiplikatoren usw. gemeint.

2.4 Ergebnisse einer Lehrerbefragung zum Thema Filter Nr. 3

Die Befragung wurde im Februar 1994 in schriftlicher Form durchgeführt. Von den angeschriebenen 68 Gymnasien und 32 Realschulen antworteten 50 Gymnasien und 14 Realschulen. Es beteiligten sich insgesamt 203 Gymnasial- und 37 Realschullehrer. Anlässlich einer Lehrerfortbildung in München erhielten wir spontan noch 30 Antworten, die in den Aufstellungen nicht berücksichtigt sind, die aber die erhaltenen Tendenzen bestätigen. Es ist klar, daß dem Umfrageergebnis keine absolute Aussagekraft zugesprochen werden kann, aber es lassen sich mit großer Sicherheit Trends herauslesen, die für unser Anliegen von Bedeutung sind. Die Antworten sind in Tabellenform zusammengefaßt. Die zugehörige Frage steht über der Tabelle. Die Prozentangaben in den Tabellen sind, falls nicht anders angegeben, jeweils auf die Gesamtzahl der jeweiligen Stichprobe bezogen.

In Tabelle 1 fällt auf, daß die »Praxis« bzw. »NiU« bei Gymnasial- bzw. Realschullehrern am besten bekannt sind. Bemerkenswert ist die häufige Nennung von »Spektrum der Wissenschaft«, was eventuell auf die große Verbreitung dieser Zeitschrift im privaten Bereich zurückzuführen ist.

Ernüchternd ist in jedem Fall, daß nur ein verschwindend geringer Anteil regelmäßig eine Fachdidaktikzeitschrift zur Unterrichtsvorbereitung heranzieht. Interpretiert man die Rubrik »gelegentlich« realistisch, so heißt dies wohl meist, daß die Zeitschrift vom Namen her bekannt ist. Wir konnten weiter erkennen, daß in den meisten Fällen höchstens eine Zeitschrift pro Schule gehalten wird. In Zusatzbemerkungen wurde oft bemängelt, daß selbst diese Zeitschrift nur unvollständig – aufgrund mangelnder Disziplin der Kollegen – gesammelt wird.

Frage: Welche der folgenden Zeitschriften mit physikdidaktischen Beiträgen benutzen Sie bei der Vorbereitung Ihres Physikunterrichts? (Tab. 1)

Erstaunlich war für uns, mit welchem Freimut Lehrer in Kommentaren erklären, nie in eine Zeitschrift zu schauen. Eine besonders bissige Bemerkung, die wahrscheinlich die Einstellung einer großen Zahl der Befragten treffend wiedergibt, sei noch genannt: »Auch Isarsand ist goldhaltig, trotzdem lohnt der Abbau nicht.«

Frage: Haben Sie die Erfahrung gemacht, daß Fortbildungsveranstaltungen eine Bereicherung für Ihren Unterricht darstellen? (Tab. 2)

Dieses für Fortbildungsveranstaltungen wenig schmeichelhafte Ergebnis wird durch eine in vielen Antworten zu lesende

	gelegentlich		regelmäßig	
	Gy %	RS %	Gy %	RS %
MNU	35	11	5	-
NiU Physik	9	32	1	8
Physik in der Schule	4	-	1	1
Physik in unserer Zeit	13	8	1	-
Physik und Didaktik	29	11	3	-
Praxis der Naturw. Physik	43	8	10	3
Spektrum d. Wissenschaft	49	27	9	-
Sonstige:	18	19	6	5

Tab. 1. (Ergänzung zu 100% nie bzw. keine Antwort)

Unter Sonstige wurden mit vernachlässigbarem Prozentsatz genannt: Bild der Wissenschaft, Kultur und Technik, Naturwissenschaftliche Rundschau und Physikalische Blätter.

	Gy %	RS %
meistens	21	19
oft	33	49
selten	42	22
nie	1	3

Tab. 2

	Ja	1-3*	4-6*	mehr*
Gy %	70	30	34	36
RS %	81	29	29	42

Tab. 3. (Unter »mehr« lag die obere Grenze bei 12 Experimenten; *: bezogen auf die Zahl der Ja-Antworten)

Anmerkung gemildert: »Persönlich empfinde ich solche Veranstaltungen schon als Bereicherung. Im Unterricht sind allerdings die dort meistens vermittelten Inhalte zu wenig umsetzbar.«

Frage: Haben Sie in den letzten 10 Jahren Experimente in Ihren Physikunterricht eingeführt, die für Sie neu waren und noch nicht in der Sammlung der Schule und in den Katalogen der üblichen Lehrmittelfirmen zu finden waren? (Tab. 3)

Dies bestätigt, daß überhaupt neue Experimente in den Unterricht eingeführt werden. In der nächsten Frage wird

durch:	Gy %	RS %
Zeitschriftenartikel	43	43
Schulbücher	55	60
Lehrerhandbücher (Handreichungen)	54	17
andere Fachbücher	43	43
Fortbildungskurse	58	70
Kollegen	76	50
Fernsehsendungen	34	57
eigene Entwicklungen	47	57
Haben Sie diese bereits veröffentlicht?	2	-

Tab. 4. (Bezogen auf die jeweiligen Ja-Antworten in Frage 3)

	Gy %	RS %
MNU	28	8
Naturwiss. im Unterricht	5	69
Physik in der Schule	3	8
Physik in unserer Zeit	-	-
Physik und Didaktik	19	-
Praxis der Naturw. Physik	42	-
Spektrum der Wissensch.	19	-
Sonstige	7	-

Tab. 4a

nach der Quelle dieser Experimente gefragt.

Frage: Wie sind Sie an die Experimente gelangt? (Tab. 4)

Hier fällt vor allem auf, daß die wichtigste Quelle für neue Experimentierideen der »Kollege« ist. Auch spielen Eigenentwicklungen eine wichtige Rolle, die aber nicht veröffentlicht werden. Weiter wird deutlich, daß Fortbildungen, Schulbücher, Handbücher und Zeitschriften wichtige Quellen sind. Von den Zeitschriften wurden anteilig die in Tabelle 4a dargestellten Zahlen genannt.

Frage: Haben Sie den Eindruck, daß die Experimentierorschläge in den genannten Zeitschriften Ihren Bedürfnissen als Physiklehrer entsprechen? (Tab. 5)

Hier wird deutlich, daß die in den Zeitschriften veröffentlichten Experimentierorschläge nicht den Bedürfnissen der Lehrer entsprechen. Oft wird kommentiert, daß die Vorschläge zu komplex sind, daß sie an den Möglichkeiten der Schule vorbeigehen, daß der Aufwand zu groß ist und daß die notwendige Zeit fehlt.

Frage: Zu welchen der folgenden Experimentierarten sollten mehr Vorschläge veröffentlicht werden? (Tab. 6)

	Gy %	RS %
meist	4	0
oft	18	24
selten	66	57
nie	1	3
ohne Angabe	11	16

Tab. 5

	Gy %	RS %
Freihandversuche	67	78
Demonstrationsexperimente	53	49
Meßexperimente	24	41
Analogmodelle	12	11
Computersimulationen	18	8

Tab. 6

2.5 Zusammenfassende Bemerkungen zur Befragung und zu Abbildung 1

Die Ergebnisse der Befragung zeigen, daß Fachdidaktikzeitschriften nur wenig gelesen werden, daß Fortbildungsveranstaltungen oft an den Bedürfnissen der Lehrer vorbeigehen, daß die Hauptquelle neuer Experimentierideen der »Kollege« ist, daß Eigenentwicklungen eine wichtige Rolle spielen und daß das Schulbuch mit den Handreichungen eine wichtige Quelle für Experimentierideen darstellen. Das dem Lehrer vorgeschaltete Filter ist somit so wirksam, daß man hier nur von einer sehr geringen Durchlässigkeit und daher einer nur sehr geringen Akzeptanz für neue, in den Fachdidaktikzeitschriften veröffentlichte Ideen sprechen kann.

Über das dem Schüler, dem eigentlichen Nutznießer der Idee, vorgeschaltete Filter (Nr. 4) können wir nur aus unserer Erfahrung als Lehrer berichten. Diese Filterwirkung ist nur schlecht abschätzbar. Sie ändert sich von Fall zu Fall und wird durch Faktoren bestimmt, die der Lehrer oft nicht beeinflussen kann. Das Filter wirkt für jeden Schüler anders. Es kann gleichzeitig bei einem Schüler z. B. voll durchlässig sein und bei einem anderen total sperren.

Insgesamt haben wir in Abbildung 1 nur den normalen Weg einer Experimentieridee beschrieben. Daneben existieren auch andere Wege, die sich vor allem durch die Umgebung einzelner Filterstufen ergeben. Beispiele hierfür sind, neue Ideen direkt auf Fortbildungsveranstaltungen vorzustellen oder sie in Form von Ausstellungen in Museen bzw. anderen öffentlichen Einrichtungen dem Adressaten direkt vorzuführen.

Das Ergebnis der Befragung ist insgesamt für die Physikdidaktik doch sehr deprimierend, und es stellt sich sofort die Frage, ob neue Experimentierideen überhaupt irgendwo, z. B. in Schulbüchern zu finden sein werden. Hierzu haben wir die genannten Zeitschriften und die wichtig-

sten Physikschulbücher ab 1980 genauer untersucht und gefunden, daß von den vielen, für die Aufnahme in ein Schulbuch geeigneten Experimentierideen in der Tat nur sehr wenige berücksichtigt werden.

3 Anregungen und Ausblick

Zum Schluß soll auf die Frage eingegangen werden, ob man etwas gegen die geringe Akzeptanz tun kann und soll. Man könnte sich ja auf den Standpunkt mancher Grundlagenforscher stellen, daß schon irgendwann einmal das jeweils erforschte Thema eine Anwendung finden wird. Übertragen auf die Physikdidaktik würde dies bedeuten, eine neue Experimentieridee neben die andere zu stellen und abzuwarten. Diese Haltung darf die Physikdidaktik – unserer Meinung nach – gerade nicht einnehmen. Es muß vielmehr ihr Anliegen sein, nicht nur zu entwickeln, sondern auch den direkten Weg zum Adressaten zu suchen und dabei mögliche Hindernisse zu beseitigen. Sie hat an den Lehrer zu denken, der tagaus- tagein den gleichen Unterricht mit den gleichen Experimenten durchführt und dabei allzusehr in Gefahr gerät, die Physik als langweilig zu empfinden, was sich schnell auf die Schüler überträgt. Hier können neue Ideen helfen, das Interesse beim Lehrer wieder zu wecken, so daß der Funke zum Schüler überspringen kann.

Die Physikdidaktik muß daher nach Möglichkeiten suchen, die Akzeptanz zu erhöhen. Die folgenden Anregungen können dabei helfen.

– Mehrmals veröffentlichen!?

Wenn es schon so viele Zeitschriften mit physikdidaktischem Schwerpunkt in Deutschland gibt, von denen in der Regel höchstens eine vom Lehrer mehr oder weniger intensiv gelesen wird (vgl. Tab. 1), so empfiehlt es sich – entgegen jedem wissenschaftlichen Brauch – die gleiche Idee in verschiedenen Zeitschriften zu veröf-

fentlichen. Ohnedies entspricht es eher dem Anliegen der Zeitschriften, die Lehrerinformation vor den Anspruch der Wissenschaftlichkeit zu stellen. Bei einer Zweit- oder Drittveröffentlichung sollte die Experimentieridee allerdings nicht nur anders »verpackt« werden, sondern man sollte die Chance nutzen, sie weiterzuentwickeln oder sie im Zusammenhang z. B. mit einer Evaluation oder Einbindung in ein neues Unterrichtskonzept darzustellen.

Veröffentlichungen sind nämlich so »glatt« abgefaßt, daß die eigentlichen Schwierigkeiten, die bekanntlich im Detail liegen, im Text nicht mehr zu finden sind.

– Fortbildungsveranstaltungen mit Ideenbörsen

Ein Ergebnis der Umfrage ist (s. Tab. 4), daß von Lehrern erstaunlich viele Experimente selbst entwickelt, aber höchstens an die Kollegen der eigenen Schule weitergegeben werden. Um diese Ressource auszunützen, empfiehlt es sich, im Rahmen von Lehrerfortbildungsveranstaltungen Ideenbörsen in Form von Posterausstellungen anzubieten. Hier können Lehrer und Schüler ihre eigenen Entwicklungen vorstellen und mit Kollegen austauschen. Wir haben bezüglich dieses Weges gute Erfahrungen gemacht.

– Chancen im Rahmen der Studentenausbildung nutzen!

Tabelle 4 zeigt, daß die häufigste Quelle für neue Experimentierideen der »Kollege« ist. Neue Ideen können daher langfristig über Lehramtsstudenten, die künftigen Lehrer, direkt in die Schulen gebracht werden. Dies unterstreicht einmal mehr die schon oft erhobene Forderung nach einer guten experimentellen Ausbildung, bei der auch die neuen Entwicklungen zu berücksichtigen sind. Die Ausbildung sollte sich auch nicht scheuen, den Lehramtskandidaten einfache hand-

werkliche Fähigkeiten zu vermitteln, damit sie als zukünftiger Lehrer in der Lage sind und den Mut haben, neue Experimente selbst zu realisieren.

- Datenbanken aufbauen und nutzen!

Die Umfrage ergab auch, daß meist zu wenig Zeitschriften an den Schulen vorhanden sind, was zu einem erheblichen Informationsdefizit führt. Das Defizit wird zum Notstand, wenn an einer Schule nur eine Zeitschrift gehalten, nur wenig gelesen und auch noch unvollständig gesammelt wird.

Datenbanken, wie sie von L. SCHÖN, Kassel [5], für allgemeine fachdidaktische Literatur und von CH. UCKE, München [6], für Physik und Spielzeug initiiert worden sind, können helfen, diesem Informationsdefizit an den Schulen entgegenzuwirken. Voraussetzung für die Einführung und Nutzung einer Datenbank ist jedoch, daß nicht wieder Hürden finanzieller oder administrativer Art aufgebaut werden. Der Zugang sollte z. B. über das von der Post günstig angebotene

Datex-J-Computernetz jedem Lehrer ermöglicht werden. Die Wartung der Datenbank müßte allerdings von einer Zentralstelle geleistet werden. Hier könnte das IPN in Kiel eine weitere, für alle Lehrer und Fachdidaktiker wertvolle Aufgabe übernehmen.

Literatur

- [1] H. DITTMAN, W. B. SCHNEIDER: »Vergleich alter und neuer Lehrmittelkataloge aus fachdidaktischer Sicht«. - In: Didaktik der Physik - Vorträge - Frühjahrstagung Esslingen 1993, Bad Honnef: DPG GmbH, 1993.
- [2] A. FRIEDRICH (Hg.): »Handbuch der experimentellen Schulphysik«, Band 1 bis 10. - Köln: Aulis Verlag 1961 bis 1969.
- [3] Im AAPT Products Catalog sind auf ca. 20 Seiten viele Titel genannt, die praktisch alle für den Physikunterricht wichtige Anregungen geben. Die Hilfsmittel und der Katalog können direkt bei der Geschäftsstelle bestellt werden: AAPT, One Physics Ellipse, COLLEGE PARK, MD 20740-3845. Genannt seien nur einige Titel: D. BERRY: »A Potpurri of Physics Teaching Ideas«, R. EDGE: »String and Sticky Tape Experiments«, G. D. FREIER & F. P. ANDERSON: »Demonstration Handbook for Physics«.
- [4] J. WILSON: »CUPLE: The Comprehensive Unified Learning Environment«. - In: Didaktik der Physik - Vorträge - Frühjahrstagung Esslingen 1993, Bad Honnef: DPG GmbH, 1993.
- [5] L. SCHÖN, R. ERB: »Der Aufbau einer Bibliographie Didaktik der Physik«. - In: Didaktik der Physik - Vorträge - Frühjahrstagung Esslingen 1993, Bad Honnef: DPG GmbH, 1993.
- [6] CH. UCKE: »Literaturdatenbank zu physikalischen Spielzeugen«. - PdN-Ph 2 (1992) S. 33-35. □

Diskussion und Kritik

Zu »Kann man die Gravitationskonstante aus den fünf Naturkonstanten h , c , e , ϵ_0 und m_e berechnen?«

(W. RIEDER in MNU 47 (1994) 372-375)

Von StR Dr. Christian E. Jäkel, Saar 47, 25575 Beringstedt

In seinem Beitrag formuliert Herr RIEDER eine Feinstrukturkonstante $1/t$ der Gravitation und stellt eine Beziehung zwischen ihr und der Sommerfeldschen Feinstrukturkonstante $1/S = \alpha$ auf.

Ich halte es für eine begrüßenswerte Anregung, ein dem H-Atom analoges Problem mit Gravitationskopplung zu untersuchen. Es leuchtet ein, daß dann die entsprechende dimensionslose Kopplungskonstante aus Gravitationskonstante und Gravitationsladung (= Masse) anstelle von elektrischer Feldkonstante und elektrischer Ladung zu bilden ist. Möglicherweise kann diese Konstante einmal

eine Rolle in einer Eichtheorie der Gravitation spielen, deren Formulierung ja bislang noch nicht zufriedenstellend gelungen ist. Die Wahl der Bezugsmasse unterliegt dabei allerdings einer definitiven Freiheit, und es ist nicht zwingend, daß es die Elektronenmasse sein muß. Willkürlich erscheint mir auch Herrn RIEDERS Beschränkung auf Elementarteilchen. Nachdem sich so komplexe Gebilde wie Na-Atome im Experiment als interferenzfähig erwiesen haben, scheint es keine prinzipielle obere Schranke zu geben. Es dürfte also völlig legitim sein, z. B. den Umlauf der Erde um die Sonne als quantenmechanisches Problem mit gravitativer Kopplung zu betrachten, wobei sich ein Planet natürlich bei Quantenzahlen wahrhaft astronomischer (!) Größenordnung aufhält. Außerdem befindet er sich natürlich nicht in einem Zustand definierter Quantenzahl (nach dem Unschärfeprinzip wäre er dann nicht lokalisiert), sondern in einer Superposition praktisch kontinuierlich vieler benachbarter

Eigenzustände - ähnlich dem Elektron eines hochangeregten Rydberg-Atoms, das dem Korrespondenzprinzip entsprechend asymptotisch das Verhalten eines klassischen Teilchens annimmt.

Gerade in dieser Sichtweise scheint mir ein gewisser didaktischer Wert von Herrn RIEDERS Anregung zu liegen.

Zumindest irreführend ist nun aber die Frage, ob man die Gravitationskonstante aus anderen Naturkonstanten berechnen könne. Hierzu ist nämlich zu nächst klarzustellen, daß die Kopplungskonstante in jeder Eichtheorie ein freier Parameter ist, der nur durch Messung bestimmt werden kann. So ist die Feinstrukturkonstante nur durch Messung der Elementarladung festzulegen, und ebenso Herrn RIEDERS Konstante t nur durch Messung der Bezugsmasse (d. h. hier der Elektronenmasse). Gemeint ist also eigentlich die Frage, ob die Gravitationskonstante in einem einfachen Zusammenhang mit anderen Naturkonstanten stehe.