



# Physik der Hochschullehre

**Die Hochschullehre ist zu einem gesellschaftlich wichtigen Forschungsgegenstand der Physik geworden.**

Peter Riegler und Christian Kautz

Die Physik ermöglicht Erkenntnisse in vielen Gebieten, die der instrumentell unterstützten Wahrnehmung zugänglich sind. Zu den Forschungsgebieten zählt mittlerweile auch das Lehren von Physik an Hochschulen. Dort gelang es in jüngerer Vergangenheit zu beschreiben und zu erklären, was beim Erlernen von Physik passiert und wo und warum Hürden für Studierende auftreten.

**P**hysikerinnen und Physiker untersuchen und modellieren seit jeher Phänomene ihrer Umwelt. Seit einigen Jahrzehnten untersuchen sie zudem das Lernen und Lehren der Physik an Hochschulen. Die entsprechende Forschung findet vor allem in Nordamerika statt. Dort hat sich mit Physics Education Research ein Teilgebiet der Physik entwickelt, das in Deutschland als Forschungsgebiet eher unbeachtet ist, dessen Erkenntnisse aber allmählich auch hierzulande in der Hochschullehre Einzug halten – und das nicht nur in der Physik.

Ohne Zweifel haben viele Studierende Schwierigkeiten, Physik zu erlernen. Liegt die Ursache eher in individuellen Eigenschaften wie mangelnder Vorbildung, Fähigkeiten oder Begabung? Sind die Schwierigkeiten vor allem von

jemand oder etwas anderem verursacht, also durch die Rahmenbedingungen an Hochschulen oder die Kompetenz der Lehrenden? Oder ist die Angelegenheit komplexer? Wenn ja, wie lässt sich diese Komplexität beschreiben – im Sinne Einsteins „so einfach wie möglich, aber nicht einfacher“?

Bei diesen Fragen geht es darum, ein Modell für ein beobachtbares Phänomen zu erstellen – eine vertraute Tätigkeit in der Physik. Nehmen wir als Beispiel den Vorgang, bei dem ein nach oben geworfener Gegenstand zunächst langsamer wird. Lässt sich dies eher durch eine Eigenschaft des Gegenstands erklären – etwa dass sein Impetus geringer wird? Wird der Gegenstand aufgrund einer einzigen Wechselwirkung langsamer – beispielsweise durch gravitative Wechselwirkung mit der Erde? Oder ist die Situation komplexer, etwa weil der Gegenstand neben der Erde noch mit weiteren Objekten wechselwirkt? Wie lässt sich dieser Vorgang beschreiben?

Um zu quantifizierbaren und verallgemeinerbaren Aussagen über die Wirklichkeit zu kommen, gilt es, geeignete Größen zu definieren. Für das Lernen und Lehren eines beliebigen Fachs scheint der Erkenntnisgewinn oder Lernzuwachs eine angemessene Zielvariable zu sein. Ange-

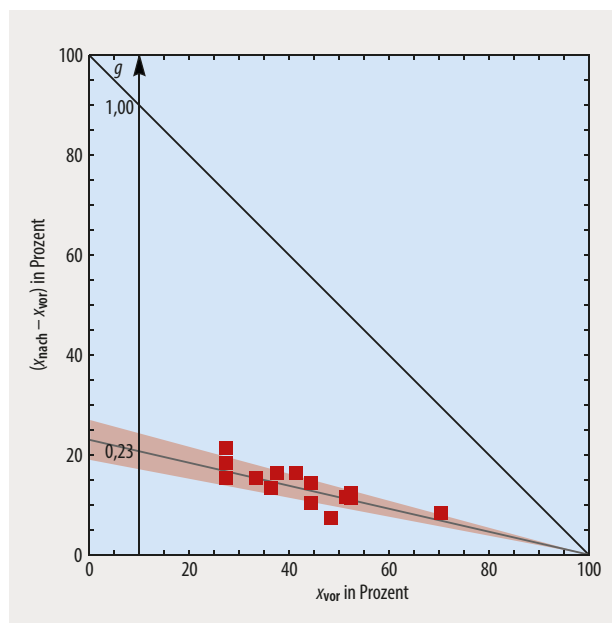
nommen, wir verfügen über ein geeignetes Messverfahren, um den Lernzuwachs der Studierenden zu bestimmen, beispielsweise für die Newtonsche Mechanik. Dazu sollten wir die studentischen Fähigkeiten vor und nach der Behandlung des Themas messen. Die entsprechenden Messwerte  $x_{\text{vor}}$  und  $x_{\text{nach}}$  geben jeweils den Prozentsatz des maximal Erreichbaren an. Als Maß für den Lernzuwachs schlug der amerikanische Physiker Richard Hake die Größe

$$g = \frac{x_{\text{nach}} - x_{\text{vor}}}{1 - x_{\text{vor}}} \quad (1)$$

vor [1]. Sie setzt den absoluten Lernzuwachs  $x_{\text{nach}} - x_{\text{vor}}$  mit dem rechnerisch möglichen Zuwachs (bei perfekter Testbearbeitung zum späteren Zeitpunkt) ins Verhältnis. Dieser Definition liegt die Überlegung zugrunde, dass eine Steigerung um 20 Prozentpunkte bei einem Eingangswert von 50 Prozent vermutlich leichter, bei einem von 70 Prozent schwieriger und bei einem von 90 Prozent offensichtlich unmöglich ist. Die vorgeschlagene Formel für den relativen Lernzuwachs  $g$  (normalized gain) berücksichtigt dies. Werte von  $g$  sind höchstens 1 und hoffentlich positiv.

Sicher wäre es „ver“messen, das Lernen Studierender alleine mittels der Größe  $g$  anzugeben. Aber sie beschreibt einen wichtigen Aspekt der Lehre an Hochschulen. Um diese Messgröße besser zu verstehen, schätzen Sie  $g$  bitte: Welcher Anteil am rechnerisch möglichen Lernzuwachs scheint in einer typischen Einführungsvorlesung Physik realistisch?

Richard Hake wertete Daten aus vierzehn „traditionellen“ Lehrveranstaltungen an amerikanischen Schulen und Hochschulen mit etwas mehr als 2000 Studierenden aus (Abb. 1). Diese Lehrveranstaltungen setzen vor allem Vorlesungen und Laborpraktika sowie algorithmisch zu lösende Klausuraufgaben ein, also nur wenige oder keine



**Abb. 1** In traditionellen Physikvorlesungen zur Newtonschen Mechanik schöpfen Studierende im Mittel nur ein Viertel dessen aus, was sie dazulernen könnten. Dargestellt sind Kohortenmittel der absoluten Lernzuwächse abhängig vom Eingangsniveau. Überraschenderweise variiert der relative Lernzuwachs  $g$  nur wenig.

interaktive Lehrmethoden (hierzu später mehr). Die über alle Studierenden der jeweiligen Lehrveranstaltung bzw. Kohorte gemittelten absoluten Lernzuwächse sind Hakes eigentliche Messpunkte. Jedem Messpunkt entspricht ein nach Gl. (1) berechneter relativer Lernzuwachs  $g_{\text{koh}}$ . Hierbei liegen Punkte mit jeweils gleichen relativen Lernzuwächsen  $g_{\text{koh}}$  auf Geraden durch den Punkt (100, 0).

Offenbar ist  $g_{\text{koh}}$  im Mittel recht niedrig (Mittelwert 0,23, **Abb. 1**). Abhängig von Ihrer Schätzung mag Sie dieser Wert erschrecken: Studierende lernen in typischen Veranstaltungen zur Newtonschen Mechanik meist nur knapp ein Viertel von dem, was sie lernen sollen und vorher nicht bereits konnten. Neben diesem ernüchternden Befund zeigt die Grafik, dass  $g_{\text{koh}}$  ziemlich scharf verteilt und damit für die betrachteten Lehrveranstaltungen quasi invariant ist, obwohl in diesem Datensatz eine große Bandbreite von Institutionen vertreten ist. Invarianzen sind in der Physik oft ein guter Einstiegspunkt, um das Beobachtete zu modellieren und zu verstehen.

### Physik lernen ist herausfordernd

Modelle wie das Impetus-Prinzip, die physikalische Phänomene allein durch Eigenschaften der beteiligten Objekte erklären, eignen sich meist wenig zur Beschreibung komplexer Situationen. Wechselwirkungsmodelle sind hierbei viel erfolgreicher. Sie lassen sich wie die Wurfbewegung oft gut in erster Näherung durch eine Wechselwirkung mit einem einzigen weiteren Objekt beschreiben.

Die für Hakes Beobachtungen relevanten beteiligten „Objekte“ sind augenscheinlich Studierende und Lehrende. Intuitiv liegt es durchaus nahe, dass deren Eigenschaften wesentlich für den beobachteten Lernzuwachs sein sollten. Hieraus leiten sich zwei mögliche Hypothesen ab:

- „Gute“ Studierende, d. h. solche, die auf hohem Niveau anfangen, erzielen einen höheren relativen Lernzuwachs.
- „Gute“ Lehrende bewirken einen höheren relativen Lernzuwachs in ihren Lehrveranstaltungen.

Die Fähigkeiten einzelner Studierender sind in den Daten von **Abb. 1** zwar nicht sichtbar, da es sich um Kohortenmittelwerte handelt. Für Kohorten ist die erste Hypothese aber auszuschließen. Denn Veranstaltungen mit höherem Eingangsniveau erreichen im Mittel keine höheren Lernzuwächse. Da der Wert von  $g_{\text{koh}}$  annähernd konstant und unabhängig vom gemittelten Eingangsniveau der Studierenden ist, erscheint es nicht plausibel, dass das Vorwissen der Studierenden für den relativen Lernzuwachs von entscheidender Bedeutung ist.

Sicher variiert auch die Fähigkeit der Lehrenden. Zwar hat Hake diese nicht erhoben, aber wenn sie einen bedeutenden Einfluss auf den relativen Lernzuwachs hätte, müsste  $g_{\text{koh}}$  für konstantes Vorwissen von Studierenden merklich fluktuieren. Das ist offensichtlich nicht der Fall, was die zweite Hypothese ebenfalls ausschließt. Hakes Daten sind also kaum durch die Eigenschaften der Beteiligten zu erklären. Dieser Befund ist nicht intuitiv, besonders was die Bedeutung der Lehrenden betrifft.

Versuchen wir alternativ und dem Vorbild der Physik folgend, das Beobachtete durch eine Wechselwirkung zu

modellieren, um zu einer weiteren Hypothese zu gelangen. Dazu betrachten wir die Wechselwirkung der Studierenden mit dem Stoff. Anlass dazu liefert die Beobachtung, dass  $g_{\text{koh}}$  zwar im Mittel konstant ist, die  $g$ -Werte der einzelnen Testfragen aber durchaus merklich variieren: Die relativen Lernzuwächse hängen vom Gegenstand der Frage und damit vom Stoff ab (**Abb. 2**). Bestimmte Konzepte sind offenbar schwieriger und führen zu geringeren Lernzuwächsen. Die intrinsische Schwierigkeit der physikalischen Konzepte scheint also die Wechselwirkung zwischen Studierenden und Lehrstoff und damit den Lernzuwachs zu beeinflussen.

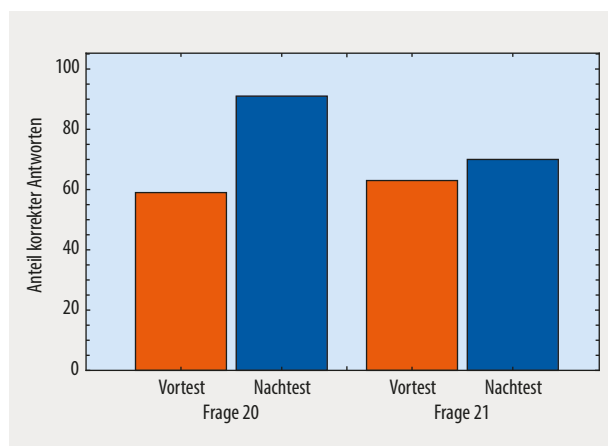
Sollte die Wechselwirkung mit dem Lehrstoff den relativen Lernzuwachs beeinflussen, müsste  $g_{\text{koh}}$  für diese charakteristisch sein. Demnach sollten bestimmte Variationen der Qualität der Wechselwirkung von Studierenden mit dem Stoff den Lernzuwachs verändern. Daher liegt die folgende Hypothese nahe:

- Studierende, welche die Chance auf eine bestimmte Art der Auseinandersetzung mit dem Lehrstoff haben, erzielen einen höheren Lernzuwachs.

In der Tat ist dies der Fall. Der relativ konstante Wert von  $\langle g_{\text{koh}} \rangle = 0,23 \pm 0,04$  ist nämlich nur einer von zwei Peaks, die Hake beobachtet hat (**Abb. 3**). Dieser Wert ist charakteristisch für traditionelle Lehrveranstaltungen zum Darstellen der Inhalte und ergänzenden Übungen. Ein zweiter, wesentlich breiterer Peak bei  $\langle g_{\text{koh}} \rangle = 0,48 \pm 0,14$  führt offensichtlich zu merklich höheren Lernzuwächsen, und zwar bei Lehrveranstaltungen mit Fokus auf dem Konzeptverständnis. Nach Hakes Analyse besteht der wesentliche Unterschied in der Art und Weise, wie Studierende dabei mit dem Stoff interagieren (interactive engagement). Auch neuere Untersuchungen bestätigen diese Ergebnisse [3].

Die beobachteten Lernzuwächse sind in erster Näherung durch die Art der Interaktion der Studierenden mit dem Lehrstoff bestimmt, und eine wesentliche Objekteigenschaft ist dessen Schwierigkeit. Lehrende spielen in dieser Wechselwirkung eher die Rolle des Mediums, was sich treffend durch die Formulierung „den Stoff vermitteln“ ausdrückt. In den Interactive-Engagement-Lehrveranstaltungen vermitteln sie zwischen den Studierenden und dem Stoff. In den traditionellen Lehrveranstaltungen ist Stoff-Vermitteln eher ein Übermitteln. Dieses Wechselwirkungsmodell beschreibt nicht nur die von Hake beobachteten Lernzuwächse in der Newtonschen Mechanik recht gut, sondern auch Daten nachfolgender Untersuchungen in anderen Teilgebieten der Physik und in anderen natur- und ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen [4, 5].

Um die Wechselwirkung zwischen Studierenden und Stoff möglichst wirkungsvoll zu gestalten, müssen sich die Lehrenden der Schwierigkeiten des Themas bewusst sein. Daher besteht ein wichtiger Bestandteil von Physics Education Research darin, die dem Lehrstoff inhärenten Schwierigkeiten zu untersuchen und zu verstehen. Was Physik schwierig macht, sind in erster Linie die Konzepte der Physik selbst, da sie meist nicht intuitiv sind. Zudem bringen Studierende Vorstellungen mit in den Lernprozess, die teilweise den physikalischen Konzepten widersprechen (Fehlkonzepte). Der Gedanke, dass von zwei Körpern der



**Abb. 2** Relative Lernzuwächse können auch bei vergleichbarem Eingangsniveau für unterschiedliche Aufgaben stark schwanken, abhängig vom physikalischen Konzept, das zur Beantwortung nötig ist, und von der konkreten Problemsituation. In Frage 20 geht es um die Unterscheidung der kinematischen Größen Geschwindigkeiten und Beschleunigung, in Frage 21 um die Bahnkurve bei kontinuierlichem Einwirken einer Kraft. Die Werte von  $g$  liegen bei 0,78 (Aufgabe 20) bzw. 0,19. Die Daten entstammen einer Physikveranstaltung für Ingenieurstudierende an einer deutschen Universität. Beide Aufgaben sind dem Test Force Concept Inventory [2] entnommen, das auch als Messinstrument für Hakes Studie diente.

schwerere oder der „aktiver“ eine größere Kraft ausübt als der andere, ist solch ein klassisches Fehlkonzept.

Studierenden fällt es schwer, sich von solchen Fehlvorstellungen zu lösen und die Denkweise der Physik anzunehmen. Traditionelle Lehrveranstaltungen sind in dieser Hinsicht leider sehr ineffektiv. Obwohl die Lernzuwächse in Interactive-Engagement-Lehrveranstaltungen deutlich höher sind, bleiben sie weit weg von dem, was wünschenswert wäre. Offenbar ist es schwierig, sich physikalische Konzepte anzueignen. Verschiedene kognitionswissenschaftliche Ansätze erklären dies [6], darunter die Theorien des Conceptual Change und der Threshold Concepts sowie in neuerer Zeit die Dual Process Theory, deren Erklärungshorizont weit über Fehlkonzepte hinausgeht.

In erster Linie behindert also nicht das Fehlen mathematischer Fertigkeiten das Lernen von Physik. Die damit verbundenen Schwierigkeiten sind allerdings meist leichter sichtbar, insbesondere wenn mathematische Fertigkeiten für Übungs- und Prüfungsaufgaben gefordert sind. Um konzeptuelle Schwierigkeiten sichtbar zu machen, bedarf es geeigneter Fragestellungen, wie auch Hake sie verwendet hat. Entsprechende Messinstrumente (Concept Inventories) sind inzwischen für viele Teilgebiete der Physik verfügbar. Ein umfassender Zugangspunkt zu forschungsbasierten Ressourcen für Lehrende ist PhysPort [7].

## Physik lehren: schwierig, aber machbar

Hakes Daten zeichnen ein ernüchterndes Bild von der Wirksamkeit der Physiklehre an Hochschulen und Schulen. Sie belegen aber, dass substanzielle Verbesserungen möglich sind. Wenn Lehrende von traditioneller Lehre zu Interactive Engagement wechseln, verbessert sich fast im-

mer der relative Lernzuwachs (**Abb. 3**). Dass der Wert  $g_{\text{koh}}$  bei nichttraditionellen Lehrveranstaltungen merklich fluktuiert, rührt vermutlich daher, dass nicht jede Implementierung von Interactive Engagement sofort gelingt. Aber eine Verschlechterung gegenüber traditionellen Lehrveranstaltungen ist nie zu beobachten.

Physics Education Research hat forschungsbasierte Lehrinnovationen entwickelt, die mit den Bedingungen an Hochschulen – wie großen Gruppen – verträglich sind. Deren gemeinsames Ziel besteht darin, dass Studierende sich physikalische Vorstellungen und Denkweisen zueigen machen und verwenden. Lernaktivitäten, welche die Konzepte in den Vordergrund stellen, Schwierigkeiten der Studierenden diagnostizieren und ihnen schnelles Feedback liefern sowie fruchtbare Diskussionen zwischen Studierenden und/oder mit Lehrenden befördern, unterstützen dies. Dieses Vorgehen stellt den Kern des Interactive Engagement dar. Oft geschieht dies dadurch, dass zunächst die konzeptuellen Vorstellungen der Studierenden sichtbar und diesen bewusst gemacht werden, um sie anschließend mit den physikalischen Konzepten in Konflikt zu bringen. Prominente Vorgehensweisen sind Peer Instruction [8], Just-in-Time-Teaching [9] und Tutorials [10]. Diese sind typisch für viele Physiklehrveranstaltungen geworden und haben sich auch in anderen Disziplinen als wirksam erwiesen.

Lernen und Lehren von Physik sind komplexe Tätigkeiten. Zu lernen sind neben physikalischen Vorstellungen

und Denkweisen auch typische Vorgehensweisen, beispielsweise mathematische Problemlösefähigkeiten. Einerseits beobachten Lehrende oft, dass Studierende zwar Dinge rechnen können, aber die zugrundeliegende Physik nicht verstanden haben. Andererseits besteht die Sorge, dass durch Physics Education Research geprägte Lehre zu Lasten anderer Fähigkeiten geht. Bisherige Untersuchungen weisen aber darauf hin, dass das nicht zwingend der Fall ist.

## Vorreiter für andere Disziplinen

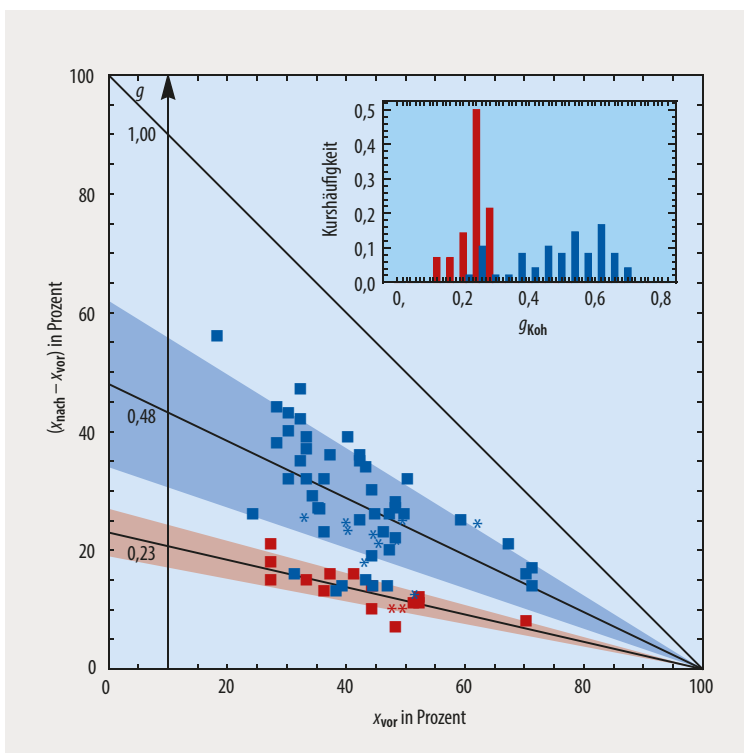
Lehrinnovationen, die für die Hochschullehre der Physik entwickelt wurden, haben sich in den letzten Jahren in Deutschland nicht zuletzt durch den Qualitätspakt Lehre merklich verbreitet, insbesondere in anderen MINT-Fächern. Die Befunde sind äquivalent: Auch dort beeinflusst die Art und Weise, wie sich die Studierenden mit den Fachkonzepten auseinandersetzen, den Lernerfolg wesentlich.

International ist Physics Education Research Vorbild für andere Fachdidaktiken geworden. Unter der Bezeichnung „Discipline Based Education Research“ wird in verschiedenen Fächern untersucht, was das Lernen der Studierenden behindert, welche Konzepte besonders schwierig sind und wie sich Interaktion wirksam gestalten lässt. Auch dort werden Messinstrumente erstellt, die den Lernzuwachs Studierender erfassen sollen, und Lehrinnovationen entwickelt oder angepasst [11]. Physics Education Research hat sich inzwischen auch Themen jenseits von Konzeptverständnis und der Entwicklung von Lehrmaterialien zugewandt [12].

Fragen der Physiklehre zählen in Deutschland traditionell zur Physikdidaktik. Naturgemäß haben die Physikdidaktik als akademisches Arbeitsgebiet und Physics Education Research Gemeinsamkeiten und Berührungspunkte. Wesentliche Unterschiede ergeben sich aus den verschiedenen Betätigungsfeldern: Physics Education Research befasst sich auch mit der Lehre fortgeschrittener Themen und berücksichtigt dabei die Rahmenbedingungen an Hochschulen. So sind die meisten Lehrinnovationen in große Lehrveranstaltungen integrierbar. Zudem sind in Physics Education Research die Akteure forschend in der eigenen Lehre tätig, was an Schulen nicht vorgesehen ist.

Physics Education Research richtet sein Augenmerk darauf, die Forschungsergebnisse rasch in die Praxis zu überführen. In den USA übernehmen dies im Wesentlichen die Fachgesellschaften. Die American Physical Society und die American Association of Physics Teachers laden regelmäßig Neuberufene zu einem New Faculty Workshop ein. Diese Workshops bringen Neuberufene, Forschende und erfahrene Lehrende unter anderem zu einem Dialog über Lehre in der Physik zusammen. Diese Veranstaltung trägt dazu bei, dass die Physiklehrenden die Erkenntnisse und Werkzeuge von Physics Education Research kennenlernen und nutzen.

Die zu lösenden Probleme betreffen Bildungsfragen und damit einen Bereich, der oft ideologisch aufgeladen ist. Physics Education Research kann helfen, Lehre zu entideologisieren, indem es experiment- und theoriegestützt beschreibt, was beim Physiklernen passiert oder eben nicht, und relativ einfach einsetzbare Lehrinterventionen



**Abb. 3** Die Wirksamkeit von Physiklehre hängt davon ab, ob und wie die Lehrveranstaltung dazu beiträgt, dass sich Studierende mit den Schwierigkeiten der Inhalte auseinandersetzen. Dargestellt sind Kohortenmittel der absoluten Lernzuwächse abhängig vom Eingangsniveau in der Newtonschen Mechanik – rot für traditionelle Lehrveranstaltungen und blau für Lehrveranstaltungen, die durch Interactive Engagement charakterisiert sind. Zusätzlich zu Hakes Daten aus 62 Lehrveranstaltungen (Quadrate) sind Daten aus unseren Veranstaltungen eingetragen (Sterne). Das Inset zeigt die Verteilungen der relativen Lernzuwächse  $g_{\text{koh}}$ .

und Messinstrumente bereitstellt. Damit ist das Fundament gelegt, um Probleme zu lösen, mit denen Physiklehrende täglich konfrontiert sind, und zwar unabhängig von ihren Vorstellungen, wie Lehre „funktioniert“. Denn wie immer in der Physik gilt auch hier: Wer Forschungsergebnisse anzweifelt, ist aufgerufen, sie im eigenen Labor – hier in der eigenen Lehrveranstaltung – nachzumessen.

### Literatur

- [1] R. Hake, *Am. J. Phys.* **66**, 64 (1998)
- [2] D. Hestenes, M. Wells und G. Swackhamer, *Phys. Teach.* **30** (1992)
- [3] J. Von Korff et al., *Am. J. Phys.* **84** (2016)
- [4] Ch. Kautz, Verständnisschwierigkeiten und Fehlvorstellungen in Grundlagenfächern des ingenieurwissenschaftlichen Studiums, in: M. Rentschler und G. Metzger (Hrsg.), *Perspektiven angewandter Hochschuldidaktik*, Shaker, Aachen (2014)
- [5] K. Gläser und P. Riegler, *Teach. Math. Its Appl.* **34** (2015)
- [6] E. F. Redish, *A Theoretical Framework for Physics Education Research: Modeling student thinking*, Proc. of the Varenna Summer School, Enrico Fermi Course CLVI, Italian Physical Society (2004)
- [7] [www.physport.org](http://www.physport.org)
- [8] E. Mazur, *Peer instruction*, Prentice Hall, Upper Saddle River (1997)
- [9] G. M. Novak, E. T. Patterson, A. D. Gavrin und W. Christian, *Just in time teaching*, Prentice Hall, Upper Saddle River (1999)
- [10] L. C. McDermott und P. S. Shaffer, *Tutorials in introductory physics*, Prentice Hall, Upper Saddle River (1998)
- [11] C. Wieman, *Improving how universities teach science*, Harvard University Press, Cambridge (2017)
- [12] P. R. L. Heron, *Reviews in PER Vol. 2* (2018), [www.per-central.org/items/detail.cfm?ID=14724](http://www.per-central.org/items/detail.cfm?ID=14724)

## Die Autoren

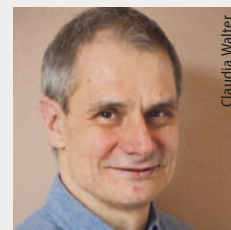
Michael Pulczynski



**Peter Riegler** (FV Quantenoptik und Photonik, FV Didaktik der Physik) studierte Physik an der University of New Mexico und der Universität Würzburg. Nach Tätigkeiten in industrieller F&E ist er seit 2002 Professor an der Ostfalia Hochschule. Dort entwickelten sich seine Forschungsinteressen

in der Hochschulfachdidaktik der MINT-Disziplinen. 2019 wurde er mit dem Ars legendi-Preis für exzellente Hochschullehre ausgezeichnet.

**Christian Kautz** (FV Didaktik der Physik, FV Geschichte der Physik) studierte Physik an den Universitäten Heidelberg und Hamburg sowie an der Cornell University und promovierte an der University of Washington. Nach dreijähriger Lehrtätigkeit an der Syracuse University vertritt er seit 2002 an der TU Hamburg das Forschungsgebiet Fachdidaktik der Ingenieurwissenschaften, seit 2012 als Professor und Leiter der Abteilung.



Claudia Walter

**Prof. Dr. Peter Riegler**, Fakultät Informatik, Ostfalia Hochschule, Salz-dahlumer Str. 46/48, 38302 Wolfenbüttel und **Prof. Dr. Christian Kautz**, Abteilung für Fachdidaktik der Ingenieurwissenschaften, TU Hamburg, Am Schwarzenberg-Campus 3, 21073 Hamburg

# New Journal of Physics

The open access journal at the forefront of physics

[www.njp.org](http://www.njp.org)

## Early Career Award



Do you know of an early career researcher that has made an outstanding contribution to the scientific community?

Nominations are now open

Help us recognise the talents of exceptional young researchers, who are making a significant contribution to their field of research.  
**Submit your nominations by 15 May 2021.**

Find out more at [www.njp.org/early-career-award](http://www.njp.org/early-career-award).