

*Fächerübergreifendes im Physikunterricht auf mathematische und technische Anwendungen beschränken?*

# Philosophische Aspekte der modernen Physik

*Plädoyer für einen fächerübergreifenden Physikunterricht*

Andreas Benk

Philosophische Fragen im Physikunterricht? Ein Gespräch über die philosophische Bedeutung von Relativitäts- und Quantentheorie, von Atom- und Astrophysik? Fehlanzeige. Die Praxis zeigt, daß davon im Physikunterricht kaum die Rede ist. Das „Fächerübergreifende“ des Physikunterrichts beschränkt sich häufig auf die Vermittlung der notwendigen mathematischen Grundlagen und den Hinweis auf technische Anwendungen der Physik. Dabei ist bekannt, daß sich gerade die großen Physiker unseres Jahrhunderts ausführlich mit philosophischen Fragen der modernen Physik befaßt haben. *M. Planck, A. Einstein, N. Bohr, E. Schrödinger, P. Jordan, A. Eddington, W. Heisenberg* und *M. Born* haben wie viele andere ihrer Fachkollegen in Vorträgen und Veröffentlichungen die philosophische Relevanz ihrer physikalischen Erkenntnisse hinterfragt und – durchaus kontrovers – diskutiert. Eine inzwischen nur noch schwer zu überblickende Zahl von Veröffentlichungen zur Thematik „Physik und Philosophie“ zeugt zudem von der ungebrochenen Aktualität diesbezüglicher Fragen.

Längst haben auch die Lehrpläne verschiedener Bundesländer diese fächerübergreifende Bedeutung des Physikunterrichts herausgestellt. Zumindest in den Vorgaben für die Sekundarstufe II finden sich Unterrichtseinheiten, die empfehlen, philosophische Aspekte der modernen Physik zu behandeln oder „Anstöße zu weiterer philosophischer ... Besinnung“/1, S. 838/ zu geben. Bis zum Unterricht dringt davon nur selten etwas durch. Von wenigen Ausnahmen abgesehen bleibt es bei der hehren Vorgabe. Warum?

Die Erklärung ist einfach. Die Studiengänge in Physik sehen eine ergänzende Ausbildung in Philosophie nicht vor. An unseren Universitäten werden in der Regel allenfalls einige Wahlveranstaltungen zur Geschichte der Physik angeboten. Aus Gründen der Studienökonomie wählt zudem die Mehrheit der Lehramtsstudierenden als zweites Studienfach Mathematik. Von der da und dort gegebenen Möglichkeit, Philosophie wenigstens als Neben-, Wahl- oder Beifach zu belegen, wird kaum Gebrauch gemacht. Die Folge: an unseren Schulen bleibt ein als wichtig erkanntes Thema weitgehend unberücksichtigt – ein Thema zumal, das mit lebhaftem Schülerinteresse rechnen kann, wenn es denn doch einmal unterrichtet wird.

Dieser Beitrag will zum einen auf dieses Defizit hinweisen, indem er im Überblick zeigt, in welchen Bereichen die moderne Physik unversehens philosophisch wird. Daraus ergeben sich dann zum anderen einige Anregungen, in welchem Zusammenhang im Physikunterricht philosophische Fragen aufgegriffen werden können und sollten. Was aber sind „philosophische Fragen“? Um dies in gebotener Kürze und doch hinreichend umfassend zu klären, orientieren wir uns an einer von *I. Kant* gegebenen Einteilung.

## Die Grundfragen der Philosophie

Nach *Kant* läßt sich das ganze „Feld der Philosophie“ auf drei grundlegende Fragen zurückführen:

1. Was kann ich wissen?
2. Was soll ich tun?
3. Was darf ich hoffen?/2/

Die erste dieser Fragen wird heute von der *Erkenntnistheorie* behandelt, die zweite betrifft die *philosophische Ethik* und die dritte ist Thema der *Metaphysik*. Bevor wir zeigen, daß der Physikunterricht zu allen diesen Fragen in der einen oder anderen Weise wichtiges beizutragen hat, stellen wir die drei genannten philosophischen Disziplinen kurz vor.

### Was kann ich wissen?

Die Erkenntnistheorie untersucht nach *Kant* die *Bedingungen der Möglichkeit von Erkenntnis*, das heißt die Voraussetzungen unseres Wissens. Für *Kant*, der in seinen Werken wiederholt auf *Newtons* Physik Bezug nimmt, spielen in diesem Zusammenhang die *reinen Anschauungsformen* von Raum und Zeit eine zentrale Rolle. Sie gelten ihm als *Bedingung der Möglichkeit der Erscheinungen*. Unsere Vorstellung von Zeit und (dreidimensionalem) Raum kann nach *Kant* nicht auf empirischer Erfahrung beruhen, sondern ist apriorischer Natur, das heißt von der Erfahrung unabhängig. Zu *Zeiten Kants* waren nichteuklidische Geometrien freilich noch unbekannt und die Beispiele, die *Kant* in der *Kritik der reinen Vernunft* (1781) zur Verdeutlichung seines erkenntnistheoretischen Ansatzes beibringt, beziehen sich ausschließlich auf Verhältnisse innerhalb der Euklidischen Geometrie. Dessen ungeachtet wird bis heute innerhalb der Philosophie die Allgemeingültigkeit von *Kants* erkenntnistheoretischem Ansatz verteidigt.

Erkenntnistheorie steckt die Grenzen unseres Erkenntnisvermögens ab und versucht so auch zu klären, was wir prinzipiell *nicht* wissen kön-

nen. Im Zentrum erkenntnistheoretischer Fragestellungen steht dabei das Verhältnis von Erkenntnissubjekt („Ich“) und Erkenntnisobjekt („Welt“, „Natur“). Ist die Subjektivität des erkennenden Ich nicht weiter hintergebar und alle Erkenntnis deshalb notwendig „subjektiv“? Oder gewährleistet die strenge Ausrichtung am empirisch gegebenen Objekt „objektive“ Erkenntnis?

### Was soll ich tun?

Während erkenntnistheoretische Fragestellungen von vielen als zu „theoretisch“ und „weltfern“ abgetan werden und kaum je für Aufsehen sorgen, ist das „praktische“ Interesse an ethischen Fragen unmittelbar einsehbar. Philosophische Ethik versucht richtiges Handeln und Zusammenleben *rational zu begründen*, ohne sich dabei auf äußere Autoritäten und Konventionen zu berufen.

Was können allgemein verbindliche Kriterien ethischen Handelns sein? Zählt nur die jeweilige „Gesinnung“ und der „gute Wille“, die unserem Tun und Lassen zugrundeliegen, oder tragen wir auch Verantwortung für die *Folgen* unseres Handelns? Welcher Rang kommt im Rahmen ethischer Argumentation unserer Verantwortung gegenüber der Nachwelt zu?

### Was darf ich hoffen?

Diese Frage gehört in den Umkreis der Metaphysik. *Aristoteles* verstand diese als „Erste Philosophie“, insofern sie nach den ersten Gründen und Ursprüngen des Seienden fragt. Zu den Themenbereichen der Metaphysik zählen traditionell die *Ontologie* (Lehre vom Sein), die *Kosmologie* (Lehre vom Wesen und Ursprung der Welt), die *Psychologie* (Lehre vom Wesen der menschlichen Seele) und die philosophische *Theologie* (Lehre von Existenz und Wesen Gottes).

In der Gegenwart ist innerhalb der Philosophie die Rolle der Metaphysik umstritten. Während einige von einer „Renaissance“ dieser Disziplin sprechen, vertreten nicht wenige Philosophen unseres Jahrhunderts die Ansicht, daß metaphysische Fragen den Rahmen philosophischen Nachdenkens sprengen. Wenn nun aber – nach *A. Schopenhauer* – Metaphysik Ausdruck menschlichen Be-

dürfnisses ist? Dann wäre zumindest erklärt, warum einige Physiker, die auf dubiose Weise das gegenwärtige „metaphysische Vakuum“ mit „Physik“ auszufüllen versuchen, mit gutem Absatz ihrer Publikationen rechnen dürfen /s. u./.

Schon bei dieser notwendig verkürzten Skizzierung der drei grundlegenden philosophischen Disziplinen deutet sich an, daß die jeweils behandelten Fragen Affinitäten zu bestimmten physikalischen Erkenntnissen aufweisen. In den drei folgenden Abschnitten soll auf diese Affinitäten zwischen Philosophie und moderner Physik hingewiesen werden. Zwar wird dabei eine eingehendere Diskussion nicht möglich sein, aber es werden zumindest die Zusammenhänge herausgestellt, in denen im Physikunterricht auf philosophische Fragestellungen Bezug genommen werden kann.

### Moderne Physik und erkenntnistheoretische Fragen

Erkenntnistheoretische Fragen nach den Bedingungen und Grenzen menschlichen Wissens stellten sich der Physik vor allem im Zusammenhang mit der Relativitätstheorie und der Quantenphysik. Nach dem Urteil von *M. Planck* übertrifft *Einsteins* Relativitätstheorie *wohl alles, was bisher in der spekulativen Naturforschung, ja in der philosophischen Erkenntnistheorie geleistet wurde*/3, S. 163/. Bemerkenswerterweise setzten erkenntnistheoretische Überlegungen nicht erst nach Formulierung der Relativitätstheorie ein, sondern hatten Anstöße zu ihrer Formulierung gegeben.

Der Physiker und Erkenntnistheoretiker *E. Mach* hatte schon 1883 die Forderung erhoben, daß sich die Physik auf eine möglichst exakte und ökonomische Beschreibung des unmittelbar Gegebenen zu beschränken habe und aus diesem Grund den absoluten Raum- und Zeitbegriff *Newtons* kritisiert. Nach *Einsteins* Aussage hatte diese Kritik maßgeblichen Anteil an der Entdeckung der speziellen Relativitätstheorie./4/

Nachdem die Relativitätstheorien vorlagen, stellte sich umgekehrt die Frage, wie sich diese auswirken auf *Kants* Lehre von Raum und Zeit als Formen der Anschauung. Stehen

spezielle und allgemeine Relativitätstheorie im Widerspruch zu *Kants* Erkenntnistheorie? Ist *Kants* Erkenntnismodell schlicht widerlegt? Diese Fragen wurden in den 20er und 30er Jahren vor allem im „Wiener Kreis“ um *M. Schlick* und in der Berliner „Gesellschaft für empirische Philosophie“ diskutiert./5/ In beiden Gruppen spielten Physiker eine führende Rolle.

Auch die Quantentheorie löste lebhafte erkenntnistheoretische Diskussionen aus, die bis in die Gegenwart anhalten. So stellte *N. Bohr* unter Verweis auf die Unbestimmtheitsrelation und nur noch statistisch vorhersagbare subatomare Prozesse die allgemeine Gültigkeit des Kausalitätsprinzips in Frage. Ferner ergab sich aus dem quantenmechanischen *Welle-Teilchen-Dualismus* die Notwendigkeit, sich vom traditionellen Objektbegriff zu lösen, der noch nach dem Bedürfnis der sinnlichen Anschauungsfähigkeit des Menschen konzipiert war. Erkenntnistheoretisch bedeutsam wurde in diesem Zusammenhang schließlich, daß aus quantenmechanischer Perspektive die Art unserer Naturbeschreibung durch den Beobachtungsakt selbst beeinflusst wird und daß damit ein grundsätzlicher „Verzicht auf die Objektivierbarkeit der Natur“/6/ einhergeht.

Die hier genannten Themen sind so grundlegend wie anspruchsvoll. Ist dies ein Grund, die erkenntnistheoretische Relevanz von Relativitätstheorie und Quantenphysik im Unterricht auszusparen? An Schulen, in denen Philosophieunterricht angeboten wird, hat sich hier eine fächerübergreifende Kooperation bewährt: In Philosophiekursen führt noch immer kein Weg an *Kants* Erkenntnistheorie und der Auseinandersetzung mit dem Subjekt-Objekt-Dualismus vorbei. Wenn im Physikunterricht parallel dazu in die Quantenphysik, die spezielle Relativitätstheorie oder in Grundgedanken der allgemeinen Relativitätstheorie eingeführt wird, so verfügen die Schülerinnen und Schüler hier über eine Voraussetzung zum interdisziplinären Gespräch, wie sie auch während ihrer Studienzeit wohl nicht mehr gegeben sein wird.

Selten wird noch einmal soviel physikalische und philosophische

Kompetenz unter einem Dach versammelt sein wie an den Schulen, insbesondere den Oberstufen der Gymnasien. Denn bekanntlich bleiben an den Universitäten Physiker und Philosophen überwiegend unter sich. Wo also soll überhaupt das niveauvolle Gespräch zwischen Philosophie und Physik eingeübt werden, wenn nicht im Rahmen von Physik- und Philosophieunterricht?

### Moderne Physik und ethische Fragen

Zurecht stellt der Kernphysiker *H.-P. Dürr* fest, Naturwissenschaft sage uns, was *ist*, aber sie gebe keine Auskunft darüber, was sein *soll* und wie wir handeln sollen/7, S. 103/. Aber heißt dies, daß naturwissenschaftliche Erkenntnisse indifferent gegenüber ethischen Fragen sind? Zu Beginn unseres Jahrhunderts hätten jedenfalls die meisten Physiker eine Verantwortung für die Anwendung und die Folgen ihrer Erkenntnisse weit von sich gewiesen.

Wann kam „das Ende der Unschuld“ der Physiker? Kam es für die deutschen Physiker vielleicht schon in den 30er Jahren, als sie sich nicht entschieden genug zur Wehr setzten gegen die absurde Unterscheidung zwischen „deutscher“ und „jüdischer“ Physik, und sie zwar die Physik verteidigten, nicht aber ihre jüdischen Kolleginnen und Kollegen?/8/ Kam es mit der Bereitschaft namhafter deutscher Physiker an Hitlers (glücklich gescheitertem) Atombombenprojekt mitzuarbeiten?/9/ – Jedenfalls wurden kaum sieben Jahre nachdem erstmals eine Kernspaltung im Labor realisiert worden war, 1945 die ersten Atombomben eingesetzt. Physiker hatten den Bau dieser Waffen angeregt, befürwortet und durch ihre Mitarbeit die Produktion und Anwendung ermöglicht.

*R. Oppenheimer*, der das amerikanische Atombombenprojekt leitete, gesteht, die *Physiker hätten dabei eine Erfahrung der Sünde gemacht, die sie nie wieder verlassen kann*/10, S. 9/. *E. Teller*, in späteren Jahren als leitender Konstrukteur der amerikanischen Wasserstoffbombe weniger anfällig für solche Gedanken, bekannte noch 1945 in einem Brief: *Und ich kann auch nicht behaupten, daß ich lediglich meine*

*Pflicht zu erfüllen suchte, im Gegenteil: echtes Pflichtgefühl hätte mich doch von solcher Arbeit abgehalten*./10, S. 9/

Was fordert „echtes Pflichtgefühl“ von Physikern? Wie weit reicht ihre Verantwortung? Sind sie zuständig nur für den Fortschritt der Wissenschaft – oder haben sie auch die Folgen ihrer Erkenntnisse zu bedenken und unter Umständen für sie einzustehen? Diese ethischen Fragen werden bis heute diskutiert, und sie sind nicht mit den Mitteln zu beantworten, die den Physikern vertraut sind. Hier sind sie auf den Beistand philosophischer Ethik angewiesen.

Längst ist erkannt, daß ethische Reflexionen mit dem Fortgang naturwissenschaftlicher Forschung einhergehen müssen – gerade darum müssen sie auch in beispielhafter Form den Physikunterricht begleiten. Der Physikunterricht bietet genügend Anknüpfungspunkte, um Fragen der Verantwortung der Naturwissenschaft aufzugreifen (Kernspaltung, Kernkraftwerke, Physikerbiographien, historische Aspekte der Physik usw.) und in Zusammenarbeit mit anderen Fächern zu vertiefen – eben weil die anstehenden ethischen Fragen nicht physikimmanent geklärt werden können und dürfen.

Dabei bietet sich insbesondere die Kooperation mit Geschichte und Gemeinschaftskunde, aber auch mit Deutsch und Ethik (oder Religion) an. Einschlägige Texte von *Brecht* („Leben des Galilei“), *Dürrenmatt* („Die Physiker“) und insbesondere *Kipphardt* („In der Sache J. Robert Oppenheimer“) wurden in fächerübergreifenden Unterrichtsversuchen erfolgreich eingesetzt. Aber auch viele Physiker haben sich in gut lesbaren Texten zur ethischen Verantwortung ihrer Wissenschaft geäußert./11/ Zu erinnern ist hier auch an die Erklärung von Atomwissenschaftlern gegen die atomare Ausrüstung der Bundeswehr („Göttinger Achtzehn“, 1957). Wäre es nicht an der Zeit, auch derartige Texte zum Kernbestand des Physikunterrichts zu machen?

### Moderne Physik und metaphysische Fragen

*Insbesondere ist das Problem der Existenz Gottes keine physikalische Fragestellung... Vielleicht gibt es Größen, Wechselwirkungen, Ereignisse, die dem Naturwissenschaftler prinzipiell unzugänglich sind, von denen jedoch der Dichter, der Musiker, der bildende Künstler, der religiöse Mensch etwas ahnt und dieses in seinen Werken auszudrücken vermag; ein Etwas, das nie Gegenstand des physikalischen Raumes sein kann. Darüber eine physikalische Aussage zu formulieren, wäre eine Vermessenheit*./12, S. 10/ Ist mit diesen Worten, die der Experimentalphysiker *E. Lüscher* seinem Werk über die moderne Physik vorangestellt hat, nicht alles zum Thema Physik und Metaphysik gesagt?

Einige Physiker, die mit populärwissenschaftlichen Büchern an die Öffentlichkeit getreten sind, wollen sich offensichtlich mit dieser Rolle der Physik nicht bescheiden. *S. W. Hawking* schreibt es nur der bisherigen Arbeitsüberlastung der Physiker zu, daß sie sich bislang nicht metaphysischen Fragen zuwenden konnten. Die „Große Vereinheitlichte Theorie“ (GUT) ist für ihn nur der erste Schritt: *Unser Ziel ist ein vollständiges Verständnis der Ereignisse, die uns umgeben, und unserer Existenz*./13, S. 212/ *Hawking* will schließlich Antwort auf die Frage, *warum es uns und das Universum gibt*, und er sieht darin den *endgültigen Triumph der menschlichen Vernunft – denn dann würden wir Gottes Plan kennen*./13, S. 217f./

Der amerikanische Astrophysiker *F. J. Tipler* überbot dies im vergangenen Jahr noch durch den Bestseller „Die Physik der Unsterblichkeit. Moderne Kosmologie, Gott und die Auferstehung der Toten“. *Tipler* will wie *Hawking* die Fragen der Metaphysik zu Problemen der Physik machen, erklärt Theologie kurzerhand zur Teildisziplin der Physik und behauptet – ausdrücklich in seiner „Eigenschaft als Physiker“ – daß *jeden einzelnen von uns, ein Leben nach dem Tod erwartet. Hier stehe ich, ein Physiker, und kann nicht anders*, erklärt *Tipler* mit reichlichem Pathos.

„Hier stehe ich und kann anders“, kommentierte dies kürzlich der Tü-

binger Atomphysiker G. Staudt lapidar. In der Tat sollten die Physiker in diesen Fragen das Feld nicht den mehr als fragwürdigen Spekulationen oder Farseleien einiger Außen-seiter räumen. Immer wieder müssen sie vor sich selbst und vor der Öffentlichkeit über ihre Möglichkeiten und Grenzen Rechenschaft ablegen. Sie müssen deutlich machen, was wissenschaftlich fundierte Erkenntnis ist und wo reine, von wissenschaftlicher Forschung längst abgehobene Spekulation beginnt.

Genau dies sollte auch eine Aufgabe des Physikunterrichts sein. Die Erfahrung zeigt, daß Schülerinnen und Schüler mit großem Interesse populärwissenschaftliche Darstellungen etwa von Weinberg, Hawking und Davies, aber auch von Tipler, Capra und Wilber/14/ lesen. Sie merken insbesondere auf, wenn in derartigen Büchern aus heiterem physikalischem Himmel plötzlich von „Metaphysik“, „Gott“, „Freiheit“ oder gar „Unsterblichkeit“ die Rede ist. Oft fehlt ihnen aber – wie den meisten Lesern – der wissenschaftliche Zusammenhang, der es ihnen ermöglichen würde, diese Aussagen angemessen einzuordnen und zu bewerten. Der Physikunterricht kann eine fundierte Auseinandersetzung mit diesbezüglichen Fragen anbieten. Dies kann das Urteilsvermögen der Schülerinnen und Schüler schärfen und ermöglicht ihnen auch später eine kritische Beurteilung der massenhaft verbreiteten pseudowissenschaftlichen Literatur.

Hier ist genauso die Zusammenarbeit mit anderen Fächern hilfreich. Gerade der Religionsunterricht befaßt sich ja explizit mit metaphysischen Fragestellungen und thematisiert dabei auch das Verhältnis zu den Erkenntnissen der Physik. Kooperation kann außerdem dazu beitragen, daß im Religionsunterricht physikalische Sachverhalte sachkundig und angemessen dargestellt werden.

Viele Physiker haben sich zu Fragen der Weltanschauung und insbesondere zum Verhältnis von Physik und Metaphysik geäußert. Fast immer hatten diese Äußerungen den Charakter einer persönlichen Stellungnahme jenseits fachwissenschaftlicher Kompetenz. Sie resultierten aus dem Bemühen, sowohl

den eigenen Standort zu klären als auch den Standort ihrer Wissenschaft. Entsprechende Lektüre im Physikunterricht verhindert fachwissenschaftliche Engstirnigkeit und zeigt zugleich, wie Physiker unserer Zeit in verantwortungsbewußter und gleichwohl sehr unterschiedlicher Weise über den Horizont ihres Spezialgebietes hinausblicken können./15/

### Fazit

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß der modernen Physik im Hinblick auf zentrale philosophische Fragestellungen eine kaum zu unterschätzende Bedeutung zukommt:

- Für die *Erkenntnistheorie* ist die Physik mit der **Relativitätstheorie** und der **Quantenphysik** selbst grundlegend geworden;
- bezüglich der *philosophischen Ethik* ist die Physik spätestens seit den Erfolgen der **Kernphysik** herausgefordert, auch über die möglichen Folgen ihrer Erkenntnisse Rechenschaft abzulegen; und
- im Hinblick auf *metaphysische* Fragen ist die Physik aufgefordert, Auskunft über ihre methodischen Grenzen zu geben und deutlich zu kennzeichnen, wo die Reichweite redlicher physikalischer Erkenntnis endet und phantasievolle Spekulation beginnt. Dies gilt insbesondere angesichts der Ansätze zu einer **Vereinheitlichten Theorie** und des durch die moderne **Astrophysik** erweiterten Einblickes in die Geschichte unseres Universums.

*Kant* bemerkt einmal, daß die drei zitierten Grundfragen der Philosophie letztlich in der einen Frage *Was ist der Mensch?* zusammengefaßt werden können. Das heutige Menschenbild zeigt sich somit zwangsläufig von den Erkenntnissen der modernen Physik (und ihrer Vermittlung!) beeinflußt. Damit kommt aber auch dem Physikunterricht eine besondere Verantwortung zu. Dieser kann er nur gerecht werden, wenn er nicht an der Illusion einer heilen, aber abgeschotteten Welt reiner Physik festhält, sondern sich gegenüber geisteswissenschaftlichen Fächern öffnet und sich dabei insbesondere der Auseinandersetzung mit den genannten philosophischen Fragen stellt.

### Literatur

- /1/ Bildungsplan für das Gymnasium. – Hrsg. vom Ministerium für Kultus und Sport Baden-Württemberg, Bd. I. – Stuttgart, 1984
- /2/ Kant, I.: Kritik der reinen Vernunft. – A805/B833
- /3/ Seelig, C.: Albert Einstein. Eine dokumentarische Biographie. – Zürich, u. a. 1954
- /4/ A. Einstein schreibt über E. Mach (zit. in: J. Wickert, Albert Einstein, Hamburg 1989, 46): „Es ist nicht unwahrscheinlich, daß Mach auf die Relativitätstheorie gekommen wäre, wenn in der Zeit, als er jugendfrischen Geistes war, die Frage nach der Bedeutung der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit schon die Physiker bewegt hätte.“
- /5/ Reichenbach, H.: Axiomatik der relativistischen Raum-Zeit-Lehre. – Braunschweig, 1965 (Nachdruck von 1924)
- /6/ v. Weizsäcker, C. F.: Zur Deutung der Quantenmechanik. – In: Zeitschrift für Physik 118(1941/1942)489
- /7/ Dürr, H.-P. (Hg.): Das Netz des Physikers. Naturwissenschaftliche Erkenntnis in der Verantwortung. – München, 1988
- /8/ Heisenberg, W.: Deutsche und Jüdische Physik. – Hrsg. von H. Rechenberg. – München und Zürich, 1992
- /9/ Walker, M.: Die Uranmaschine. Mythos und Wirklichkeit der deutschen Atombombe. Mit einem Vorwort von R. Jungk. – Berlin 1990
- /10/ Lenk, H.: Wissenschaft und Ethik. – Stuttgart, 1991
- /11/ Born, M.: Von der Verantwortung des Naturwissenschaftlers. – München, 1965; Born, H. und M.: Der Luxus des Gewissens. Erlebnisse und Einsichten im Atomzeitalter. – München, 1969; Heisenberg, W.: Der Teil und das Ganze. – München, 1969; v. Weizsäcker, C. F.: Die Unschuld der Physiker? Ein Gespräch mit Erwin Koller. – Zürich, 1987
- /12/ Lüscher, E.: Moderne Physik. Von der Mikrostruktur der Materie bis zum Bau des Universums. – München, 1987
- /13/ Hawking, S. W.: Eine kurze Geschichte der Zeit. Die Suche nach der Urkraft des Universums. – Hamburg, 1991
- /14/ Davies, P.: Gott und die moderne Physik. – Mit einem Vorwort von H. v. Ditlefurth. – München, 1986; Wilber, K.: Das holographische Weltbild. Wissenschaft und Forschung auf dem Weg zu einem ganzheitlichen Weltverständnis. – Bern, u. a. 1986; Guitton, J.; Bogdanov, G. und I.: Gott und die Wissenschaft. Auf dem Weg zum Metarealismus. – München, 1992
- /15/ Dürr, H.-P. (Hg.): Physik und Transzendenz. Mit Beiträgen von D. Bohm, N. Bohr, M. Born, A. Eddington, A. Einstein, W. Heisenberg, J. Jeans, P. Jordan, W. Pauli, M. Planck, E. Schrödinger und C. F. v. Weizsäcker. – Bern, u. a. 1991.

Dr. Andreas Benk  
Pädagogische Hochschule Heidelberg  
Fakultät IV  
Keplerstr. 87, 69120 Heidelberg