

Erfahrung und Wirklichkeit – Überlegungen eines Physikers^[1]

Jürgen Audretsch

“Human knowing is knowing through experience.”

JANET SOSKICE (1988)

Erfahrung und Wirklichkeit – Überlegungen eines Physikers	1
1. Dialog: Ziel und Methode	1
2. Gedeutete Erfahrungen.....	5
3. Wiederholbare Vorgänge und präparierte Situationen	6
4. Abstraktion und Präzisierung	9
5. Erfahrung und Wissen.....	11
6. Erschlossene Anwendungsbereiche und realistische Position.....	16
Literatur.....	19

1. Dialog: Ziel und Methode

Mit diesem Aufsatz soll ein Beitrag zum interdisziplinären Dialog zwischen Naturwissenschaften und Theologie geleistet werden. Dieser Dialog wird seit geraumer Zeit insbesondere im anglo-amerikanischen Raum, aber auch in Deutschland intensiv von Naturwissenschaftlern, Theologen, religiös Gläubigen, Wissenschafts- und Religionsphilosophen geführt sowie von vielen, die am Verhältnis von Naturwissenschaften und Religion interessiert sind. Hinsichtlich der Religion sind dabei zumeist die Überlegungen auf die christliche Religion beschränkt.

Es liegt nahe als Ausgangspunkt für diesen konstruktiven Dialog in einem ersten Schritt für ein besseres Verständnis von Naturwissenschaften einerseits und religiösem Glauben andererseits zu sorgen. Das Verständnis eines der beiden Gebiete soll dabei durch den Vergleich mit dem anderen Gebiet eine besondere Vertiefung erhalten. Aus dem vergleichenden Blick auf das andere Gebiet entwickeln sich Ansatzpunkte für die Fortführung des Dialogs. Im Mittelpunkt steht somit zunächst eine Verhältnisbestimmung von Religion und Naturwissenschaften. Hierzu will auch dieser von einem Physiker geschriebene Aufsatz beitragen.

Um dabei tatsächlich einen Austausch auf einem angemessenen Niveau zu erreichen, empfiehlt sich ein Vorgehen, bei dem jeweils von den einzelnen Gebieten

ausgegangen wird, die dabei von denen beschrieben werden, die mit ihnen besonders vertraut sind. Der Brückenschlag wird so auf einer der Seiten in möglichst solide begründeter Form begonnen, wobei das andere Ufer stets im Blick bleibt. Der vorliegende Beitrag beginnt auf der naturwissenschaftlichen Seite.

Was können die Themen eines solchen Dialogs sein? Es gibt verschiedene Berührungspunkte von Naturwissenschaften und Theologie, von denen man ausgehen kann.^[21] Von vielen werden solche Kontaktpunkte an den Grenzen der Naturwissenschaften vermutet oder auch dort gesehen, wo Naturwissenschaften in ihrer Begründung tatsächliche oder vermeintliche Lücken aufweisen. Das ganz frühe Universum, also der „Anfang der Welt“, wird oft als Beispiel für eine solche Grenze angesehen. Der undeterministische Messprozess und die Wahrscheinlichkeitsinterpretation der Quantenmechanik scheinen eine Lücke dieser Theorie zu sein, die sich nicht schließen lässt. Es ist die Vorstellung, dass es Bereiche gibt, in denen naturwissenschaftliches Wissen mehr oder weniger zwingend in religiösen Glauben übergeht.

Hierzu ist zu sagen, dass Naturwissenschaften selbstverständlich Anwendungsbereiche und damit Grenzen haben. Es gibt Bereiche der Wirklichkeit außerhalb. So sind z.B. religiöse Erfahrungen keine naturwissenschaftliche Erfahrungen. Der Fehler bei diesem Zugang besteht in dem Versuch, die Notwendigkeit eines religiösen Bereichs aus der Existenz der Beschränktheit unseres naturwissenschaftlichen Wissens ableiten zu wollen. Eine Rechtfertigung mit Bezug auf ganz spezifische momentane Grenzen des naturwissenschaftlichen Wissens führt in die Irre.

Die Ursache liegt einfach darin, dass im Zuge des Fortschritts der Naturwissenschaften diese Grenzen stets weiter vorgeschoben und die Lücken im Verständnis geschlossen werden. Die Naturwissenschaften haben Lücken, aber die sind nicht von der Art, dass sie nach einer religiösen Füllung verlangen. Es dürfte keinen Naturwissenschaftler geben, der dies als Lösungsstrategie akzeptieren würde. Was im Prinzip in den Bereich der Naturwissenschaften gehören kann, muss mit deren Mitteln auch behandelt werden. Dass was unmittelbar vor den heutigen Grenzen liegt, ist tatsächlich auch zumeist schon theoretisch-antizipierend behandelt worden. Wer Religion an den Grenzen der Naturwissenschaften ansiedelt, definiert damit eine Grenze der Religion selber, die mit dem naturwissenschaftlichen

Fortschritt ständig zurückgenommen werden muss. Dies wird dem Anderssein eines religiösen Glaubens nicht gerecht.

Ein alternativer Zugang zum Dialog hat sich praktisch bewährt. Er hat – wie oben schon betont wurde – in einem ersten Schritt das wechselseitige Verstehen zum Ziel.^[3] Dieses Bemühen um Verständnis kann praktisch ganz einfach damit beginnen, dass man versucht Missverständnisse aufzuklären bzw. zu verhindern. Es gibt eine ganze Reihe von Konzepten und Begriffen, die im religiösen Bereich und im Bereich der Naturwissenschaften mit gleichen oder ähnlich lautenden Wörtern belegt werden, wobei zum Teil Ähnliches aber auch zum Teil völlig Verschiedenes damit gemeint wird. Beispiele hierfür sind „Kosmologie“, „Schöpfung“, „Evolution“, „Zeit“, „Ewigkeit“, „Zufall“, „Wahrheit“ und eben auch unser Thema „Erfahrung“ und „Wirklichkeit“. Die Liste ließe sich fortsetzen.

Es gibt bei grober Unterscheidung zwei Gruppen solcher Themen. Sie lassen sich durch das unterscheiden, was auf der naturwissenschaftlichen Seite steht. Das können einmal inhaltliche Aussagen bzw. Ergebnisse von Naturwissenschaften sein wie Urknall, undeterministische Quantenmechanik, physikalische Zeit usw.. Die entsprechenden Dialogthemen sind wichtig, weil theologische Aussagen (z.B. über die Entstehung der Welt) auf Kompatibilität mit naturwissenschaftlichen Ergebnissen (z.B. zur Physik des frühen Universums) zu achten haben.^[4] Ein klarer Widerspruch zu naturwissenschaftlichen Aussagen würde heute eine theologische Position unglaubwürdig machen. Die religiösen Vorstellungen der Kreationisten sind ein in diesem Fall wenig überzeugendes Beispiel dafür, wie Glaubensinhalte gegen Ergebnisse von Naturwissenschaften gestellt werden können.

Eine zweite große Themengruppe besteht aus den methodologischen Vergleichen. Aufgabe ist es hier, Denkwege und Denkschemata im religiösen und naturwissenschaftlichen Bereich einander gegenüber zu stellen, zu vergleichen und dabei Ähnlichkeiten und Unterschiede herauszustellen. Das Wort Denken wird dabei betont, denn ein Motiv dieser Untersuchungen ist es, einen religiösen Glauben für den modernen, naturwissenschaftlich-technisch geprägten Menschen denkbar zu machen. Denken, insbesondere naturwissenschaftliches Denken, soll den Umgang mit einem religiösen Glauben und dem zugehörigen religiösen Wissen nicht erschweren oder gar verhindern, sondern – ausgehend von den Analogien – möglicherweise sogar erleichtern.

Im vorliegenden Aufsatz ist „Erfahrung“ das zentrale Thema.^[5] Es geht also um naturwissenschaftliche Erfahrungen einerseits und religiöse Erfahrungen andererseits sowie das damit verbundene wissenschaftliche bzw. religiöse Wissen oder die religiösen Gewissheiten. Charakteristisch für eine solche Methodenfrage ist es, dass Ergebnisse der Naturwissenschaften allenfalls als Beispiele dienen. Es wird in erster Linie ein wissenschaftstheoretischer Blick auf die naturwissenschaftliche Erfahrung und ihre Verarbeitung am Beispiel der Physik geworfen.

Gibt es hierzu überhaupt ein Gegenstück auf der anderen Seite der Brücke, also in der Theologie? Man kann mit einigen Theologen behaupten, dass man von Gott nur etwas wissen kann über die Offenbarung. Wäre es so, dann würde dies das Ende des Dialogs an dieser Stelle bedeuten. Tatsächlich werden viele gläubige Menschen dieser Ansicht nicht zustimmen, denn damit würde geleugnet, dass es zumindest „auch“ Erfahrungswissen im religiösen Bereich gibt. Die Verneinung der Bedeutung von religiöser Erfahrung ist ein ähnlich extremer Standpunkt wie umgekehrt der der logischen Positivisten auf der naturwissenschaftlichen Seite, nach denen die einzig sinnvollen Aussagen über die Welt empirische Behauptungen über nachprüfbare Sinnesdaten sind. Damit wird ein spezieller Typ von Erfahrungen verabsolutiert. Wir gehen in diesem Aufsatz davon aus, dass es auch im religiösen wie im wissenschaftlichen Bereich sehr intensive Wechselbeziehungen zwischen Erfahrung und Wissen gibt. Die Unterschiede und Ähnlichkeiten dieser Wechselbeziehungen sollen untersucht werden.

Wir beschränken uns im Folgenden im wesentlichen, wie oben bereits begründet, auf die Darstellung der naturwissenschaftlichen Seite am Beispiel der Physik. Dabei bleibt es dem Leser weitgehend überlassen, den religiösen Bereich näher auszuführen. Hierzu sollen nur einige Andeutungen gemacht werden. Die Darstellung ist im Sinne einer Anfrage an die Theologie bewusst „einseitig“. Sie muss ergänzt werden um einen Vergleich, der auf der Seite von Religion und Theologie in die Einzelheiten geht. Dass dieser spiegelbildliche Zugang nicht einfach sein dürfte, liegt daran, dass es schon in jeder der christlichen Kirchen nicht nur eine sondern viele Theologien gibt, sodass bereits deren Vergleich untereinander eine nicht-triviale Aufgabe ist. Die naturwissenschaftliche Seite hat es in einem so geführten Dialog leichter, da über ihre methodisch-wissenschaftstheoretische Analyse zwar keine vollständige, aber doch recht weitgehende Übereinstimmung herrscht. Dies zeigt, dass im Dialog an die Theologie die größeren Herausforderungen gestellt werden.

2. Gedeutete Erfahrungen

Im Mittelpunkt unserer Überlegungen steht die gedeutete Erfahrung. Erfahrung gibt es nicht nur in den Naturwissenschaften – in denen sie gewissermaßen berufsmäßig in Form von Experimenten gemacht werden – sondern alle Menschen machen ständig Erfahrungen ganz unterschiedlichen Typs. Wir machen Erfahrungen mit Gegenständen, mit anderen Menschen, mit uns selber usw.. Die Liste ließe sich fortsetzen. Viele Menschen machen religiöse Erfahrungen, die sich ähnlich stichwortartig beschreiben lassen wie Erfahrungen mit anderen Menschen: Trost, Geborgenheit, Freude, Gnade, Liebe (das Gefühl „Gott liebt mich“), aber auch „ich bin von Gott verlassen“, „Gott ist tot“ und ähnliche Charakterisierungen.

Beide Formen von Erfahrung sind eng verknüpft mit entsprechenden Formen des Wissens. Die wissenschaftliche Erfahrung ist mit wissenschaftlichem Wissen verbunden und die religiöse Erfahrung mit religiösem Wissen. Jeweils bedingen sich Erfahrung und Wissen in ihrem Charakter gegenseitig. Das religiöse Wissen, dem eine religiöse Gewissheit entspricht, wird im Rahmen eines religiösen Glaubens formuliert und kann in der Theologie Gegenstand einer kritischen Reflexion werden. Der religiöse Glaube steht nicht nur in Wechselwirkung mit den Erfahrungen des Gläubigen, sondern bildet sich auch mit Bezug auf die religiöse Tradition, wie sie sich in heiligen Schriften und in einer Glaubensgemeinschaft zeigt. In den Naturwissenschaften spielen Überlieferungen nur insoweit eine Rolle, als dort die naturwissenschaftlichen Erfahrungen anderer eine Rolle spielen. Es gibt nichts was der Offenbarung entspräche.

Wie machen wir Erfahrungen und wie gehen wir mit ihnen um? Wir werden im Folgenden näher ausführen, dass in den beiden Bereichen Erfahrung und Wissen sich jeweils intensiv wechselseitig bedingen und in einem Abhängigkeitsverhältnis zueinander stehen. Das zentrale Konzept in diesem Aufsatz ist daher die gedeutete Erfahrung. Über gedeutete Erfahrungen erschließen wir die Wirklichkeit. Offenbar erschließen die unterschiedlichen gedeuteten Erfahrungen auch unterschiedliche Aspekte oder Bereiche der Wirklichkeit. Man könnte bei den religiösen Erfahrungen auch von Dimensionen der Wirklichkeit sprechen. Wirklichkeit ist im Folgenden das zweite zentrale Konzept.

Die naturwissenschaftlichen Erfahrungen wollen wir am Beispiel der Physik veranschaulichen und dabei mit der Beobachtung des Fallens von Objekten beginnen.



Die Abbildung veranschaulicht eine typische Situation. Ein Apfel fällt vom Baum und es sind zwei Wissenschaftler, die das Geschehen verfolgen. Einer misst z.B. mit einer Stoppuhr wann der Apfel unten aufschlägt, der andere verarbeitet die Messergebnisse, indem er sie darstellt und mit einer Theorie des freien Falls vergleicht.

Allerdings beschreibt die Abbildung die Arbeit in den Naturwissenschaften nur unvollständig. Es stimmt nicht, dass man darauf wartet, dass Äpfel fallen. Naturwissenschaften beschränken sich nicht auf das Studium von Prozessen, die in der Natur vorgefunden werden, sondern greifen ein. Dies wollen wir jetzt im einzelnen darstellen.

3. Wiederholbare Vorgänge und präparierte Situationen

Wir machen im Alltag mit der uns umgebenden Natur eine Grunderfahrung: gleiche Ausgangssituationen haben gleiche Prozesse zur Folge. Wenn man einen Stein hochhebt und loslässt, dann fällt er herunter. Wenn sich ein Apfel oder ein Blatt vom Baum lösen, dann fallen beide herunter, wenn auch zumeist in sehr unterschiedlicher Weise. So wird der Wind das Blatt stark beeinflussen und den Apfel kaum. Das beobachten wir bei Steinen, bei Äpfeln, bei Blättern usw. immer wieder in gleicher Weise. Tatsächlich sehen wir in der Natur überall solche Wiederholungen, die wir mit der Zeit kennen lernen können und die uns eine Orientierung in dieser Natur ermöglichen.

Der wissenschaftliche Zugang zur Natur besteht nun darin, dass wir in einem Experiment handelnd eingreifen und spezielle Ausgangssituationen schaffen. Wir müssen nicht darauf warten, dass der Apfel oder das Blatt vom Baum fallen. Wir können Apfel und Blatt selber immer wieder fallen lassen und werden in einem solchen Fallversuch immer wieder die gleichen Erfahrungen machen. Die vorgefundene Natur wird abgeändert, um die Wiederholbarkeit besonders deutlich zu

machen. Im Bereich religiöser Erfahrungen gibt es keine Experimente. Die Erfahrungen können nicht nach Belieben wiederholt werden.

Die Physik handelt ausschließlich von solchen wiederholbaren Vorgängen. Das steht nicht im Widerspruch dazu, dass Physik auch zur Beschreibung einmaliger Vorgänge verwendet werden kann. Die Kosmologie oder die Rekonstruktion eines Verkehrsunfalls mit Hilfe der Physik sind Beispiele dafür. Es gibt aber keine kosmologischen Gesetze, denn dann müsste man das kosmologische Geschehen nach Belieben wiederholen können oder es müsste zumindest viele gleichartige Universen geben, um diese Gesetze studieren zu können.

Allerdings reichen die bisherigen Aussagen noch nicht zur Charakterisierung aus. Physik beschränkt sich auf intersubjektiv vermittelbare und im Prinzip von jedermann nachprüfbar Erfahrungen. Man muss einem anderen Menschen beschreiben können, was beim Fall des Apfels passiert und er muss den Vorgang mit dem gleichen Ergebnis wiederholen können.

Da die Erfahrungen wiederholbar und objektivierbar sowie nachprüfbar sind, kann man zurecht die Formulierung dieser Erfahrungen als Gesetze auffassen. In unserem Beispiel könnte ein solches Gesetz lauten: Alle Massen, die man nicht mehr unterstützt, fallen nach unten. Die Wiederholbarkeit impliziert die nachprüfbar Prognose. Auf der Grundlage des Gesetzes können wir eine Vorhersage machen: Wenn jemand gleich den Apfel hochhebt und loslässt, dann wird er nach unten fallen. Mit Prognose soll nicht gesagt sein, dass damit ein Wissen über die Zukunft gegeben ist. Die Prognose hat vielmehr den Status: Wenn ich das Gesetz kenne, kann ich jede Wette bezüglich des Fallens des Apfels eingehen. Das reicht allerdings für alle praktischen Zwecke.

Die vorgefundene Welt erweist sich im naturwissenschaftlichen Erfahrungsbereich als wohlgeordnet. Wir können diese Ordnung erkennen und uns mit ihrer Hilfe auch mit Blick auf die Zukunft orientieren.

Die religiöse Erfahrung stützt sich demgegenüber auf Einzelvorgänge bzw. historisches Geschehen. Es ist die Natur des religiösen Wissens (wie es u.a. durch Offenbarung gestützt ist), dass es anderen mitgeteilt werden kann. Es ist in diesem Sinne intersubjektiv vermittelbar. Es ist damit von Sprache abhängig. Religiöses Wissen muss formuliert werden. Metaphern spielen dabei eine zentrale Rolle. Es muss eine angemessene sprachliche Form gefunden werden. Gesetzmäßigkeit und sichere Prognose gibt es nicht.

Wir können in einem nächsten Schritt unsere naturwissenschaftlichen Experimente mit Hilfe der Technik verfeinern. Für das Beispiel der Fallversuche könnte die Verfeinerung darin bestehen, dass wir die Objekte in einer Röhre fallen lassen, aus der wir zuvor die Luft herausgepumpt haben. Dann zeigt sich ein überraschendes Ergebnis, das wir so bei der Beobachtung der Vielfalt der Fallbewegungen in der Natur nicht erwarten würden: Im luftleeren Raum fallen der Apfel, das Blatt und überhaupt alle Objekte gleich schnell. Wenn sie gleichzeitig oben losgelassen werden, kommen sie auch unten zur selben Zeit an. Verglichen mit den Naturvorgängen zeigt sich in der präparierten Situation der luftleeren Röhre eine starke Reduktion der Komplexität. Während in der Alltagssituation bei Anwesenheit von Luft das Blatt ganz anders herunterfällt als der Apfel, beobachten wir nun, dass alle Objekte die gleiche Bewegung durchführen.

Wir haben also im präparierenden Experiment verglichen mit der vorgefundenen Natur ein größeres Maß an Gesetzmäßigkeit festgestellt. Damit verknüpft ist auch eine größere Exaktheit der Prognose, die sich jetzt auf das Fallen im luftleeren Raum bezieht. Zugleich hat sich die Reproduzierbarkeit des Naturgeschehens unter besonders genau definierten und kontrollierten Umständen verbessert. Man vergleiche das mit dem Fallen von Blättern bei verschiedenen Windverhältnissen. Und schließlich wird eine klarere Begriffsbildung möglich. Wir sehen in unserem Beispiel, dass es nicht auf die Form des fallenden Objektes, ja nicht einmal auf dessen Masse ankommt. Andererseits ist aber die große Vielfalt der Möglichkeiten des Fallens – die zum Gegenstand eines Gedichts werden könnte – verloren gegangen.

Zusammenfassend können wir sagen, dass Physik nicht von der vorgefundenen Natur handelt, sondern von der Natur in geeignet präparierten Situationen. Das zeigt die Bedeutung der engen Verflechtung, die Physik und Naturwissenschaften von Anfang an mit der Technik aufweisen. Für die Fallversuche im luftleeren Raum brauchen wir eine Pumpe zum Abpumpen der Luft. Ohne eine entsprechende Technik, die es ermöglicht solche Pumpen zu bauen, könnte das Experiment nicht durchgeführt werden. Fortschritt in der Technik ermöglicht Fortschritte in der Experimentierkunst. Wir können dann in neuen präparierten Situationen ganz neue Erfahrungen machen. Dass es auch einen Einfluss in umgekehrter Richtung gibt, ist bestens bekannt. So setzt z.B. schon die Konstruktion einer einfachen Lupe die Kenntnisse der Strahlenoptik voraus.

Die Naturwissenschaften stellen eine geordnete und geplante Produktion wahrer Aussagen über Teile oder Bereiche der Welt dar. Mit „wahr“ ist hier einfach Übereinstimmungswahrheit gemeint: Was die richtig angewandten Gesetze prognostizieren, tritt nach aller Erfahrung auch tatsächlich ein. In der religiösen Situation haben wir keine präparierte Erfahrung. Wir stellen nicht gewissermaßen jemanden auf die Probe. Wenn man das auf die Spitze treiben will in der Formulierung, könnte man sagen, die Physik handelt in einem gewissen Sinne gar nicht von der Wirklichkeit, jedenfalls nicht von der Alltagswirklichkeit. Sie handelt von Kunstwirklichkeit. Im religiösen Bereich geht es gerade nicht um Kunstwirklichkeit, sondern um die unmittelbare Lebenswirklichkeit.

4. Abstraktion und Präzisierung

Zu der oben beschriebenen Isolation im experimentellen Bereich kommt die Abstraktion im Bereich der theoretischen Beschreibung. Wir hatten schon beim Fallversuch gesehen, dass es nicht darauf ankommt, welche Form der fallende Apfel hat oder ob das fallende Blatt groß oder klein ist. Wir können näherungsweise von allen Eigenschaften der fallenden Objekte absehen bis auf eine einzige Eigenschaft, nämlich die, dass sie einen Ort haben. Auch für den Ort können wir uns noch näherungsweise auf den geeignet definierten Mittelpunkt des Apfels oder des Blattes beschränken. Wir sind dann beim Konzept des Massenpunktes angelangt. Man denkt sich die Masse eines Objekts auf einen Punkt zusammengezogen, wobei wir schon gesehen haben, dass im Spezialfall der Fallversuche nicht einmal der Wert dieser Masse von Bedeutung ist. Es bleibt allein der Massenpunkt und seine Bewegung im Raum mit der Zeit.

Die Abstraktion und die damit verbundene starke Vereinfachung stellt einen weiteren wichtigen Entwicklungsschritt dar, der eine Fülle neuer Möglichkeiten für das Studium physikalischer Phänomene eröffnet. Der Massenpunkt beschreibt bei seiner Bewegung durch den Raum eine einzelne Kurve. Sein Ort auf dieser Kurve ändert sich mit der Zeit. Die resultierende Bewegung lässt sich insgesamt durch eine mathematische Funktion beschreiben, die angibt zu welcher Zeit sich der Massenpunkt an welchem Ort befindet. Die Abstraktion ist die Voraussetzung für eine mathematische Formulierung der physikalischen Gesetze und der Ausgangspunkt für eine theoretische Begründung und Ableitung dieser Gesetze in einem mathematisch-deduktiven System. Die Bahnkurven des freien Falls von

Massen ergeben sich als Lösungen von Differenzialgleichungen, die sich wiederum ableiten lassen aus den mathematisch formulierten Gesetzen für den Einfluss von Gravitationsfeldern auf die Bewegung von Massen. Es entstehen so physikalische Theorien mit Bezug auf einen Teil der Gesamtheit unserer Erfahrungen.

Diese Formalisierung erlaubt es, in logisch-mathematischer Argumentation im Rahmen einer Theorie Schlussfolgerungen zu ziehen, die im Prinzip für jedermann nachvollziehbar sind. Eine gewisse Ausbildung vorausgesetzt ist diese Nachvollziehbarkeit unabhängig davon gegeben, wo sich die entsprechende Person auf der Erde befindet, welche andere kulturelle oder religiöse Formung sie erfahren hat, welche Sprache sie spricht, wie alt sie ist usw.. Der entsprechende kommunikative Prozess findet tatsächlich friedlich und mit dem Ziel des wechselseitigen Verstehens statt und dieser Prozess ist erfolgreich.

Naturwissenschaften und Technik stellen eine globale Kultur dar, die neben die vielen lokalen Kulturen tritt, die sich auf Bereiche außerhalb der Naturwissenschaften beziehen.

Wie wir gesehen haben bedingt die mit der Abstraktion verbundene Idealisierung auch eine starke Präzisierung. Die Widerlegbarkeit von Theorien nimmt mit der Präzisierung zu. Je klarer und eindeutiger man eine Behauptung formulieren kann, umso eindeutiger kann sie auch widerlegt werden. Widerlegung aber ist die Grundlage des Theorienfortschritts, da sie einer Theorie Grenzen setzt und so ihr Anwendungsgebiet festlegt.

Es ist sicherlich nicht so, dass Schlussfolgerungen, die von einem Gläubigen aus seinen religiösen Erfahrungen gezogen werden, für andere zwingend nachvollziehbar sind. In beiden Gebieten müssen Erfahrungen nicht unbedingt Erfahrungen sein, die man selber gemacht hat. In beiden Gebieten vertraut man Berichten von Erfahrungen, die andere gemacht haben, wenn diese anderen und die Übermittlung der Berichte nur vertrauenswürdig sind. Der entscheidende Unterschied ist allerdings, dass ich in den Naturwissenschaften im Prinzip jedermann mit geeigneten Anstrengungen die Erfahrungen selber machen könnte. In den Naturwissenschaften wie im religiösen Bereich können berichtete Erfahrungen nur verstanden werden im Zusammenhang mit geteilten Annahmen und geteilten Vorstellungen und sie können nur berichtet und diskutiert werden in einem beschreibenden Vokabular, das sich innerhalb einer Gemeinschaft gebildet hat. Das

zeigt noch einmal die in beiden Gebieten herrschende enge Verflechtung von Erfahrung, Wissen und Sprache.

5. Erfahrung und Wissen

Eine wesentliche Aufgabe von Theorien ist es, Erfahrungen als Konsequenzen theoretischer Vorstellungen abzuleiten. Es werden Ursachen angegeben. Auch der religiös Gläubige kann Ursachen (z.B. „Gott liebt mich“) für das angeben, was ihm als religiöse Erfahrung widerfährt. Doch zurück zur Physik: Die Klassische Mechanik sagt ganz allgemein, wie Massen sich unter dem Einfluss von Kräften bewegen. Die Gravitationstheorie sagt, wie speziell Gravitationskräfte verursacht werden. Die Art und Weise wie eine Masse im luftleeren Raum fällt, wird durch das Fallgesetz beschrieben. Das Fallgesetz wiederum lässt sich aus der Newtonschen Gravitationstheorie ableiten, die ganz allgemein das Verhalten von beliebigen Massen unter dem Einfluss von Gravitationskräften beschreiben. Sie erlaubt zugleich die Berechnung dieser Gravitationskraftfelder aus der Konstellation der Massen, die diese Felder erzeugen. Die Theorie der Bewegung des fallenden Apfels auf der Erdoberfläche (und nicht z.B. auf dem Mars) unter gewissen Anfangsbedingungen (er wird losgelassen und nicht z.B. hochgeworfen) ist schließlich die Behandlung eines durch zahlreiche zusätzliche Angaben genauer beschriebenen Spezialfalles. Mit Hilfe physikalischer Theorien finden wir uns in den physikalisch beschreibbaren Teilen der Welt zurecht. Wir haben ein Orientierungswissen erlangt und können erklären, warum etwas so ist, wie es ist und warum etwas so abläuft, wie es abläuft. Das gilt z.B. für den fallenden Apfel auf der Wiese oder die Bewegung der Sonne am Himmel. Dieses Wissen ist zugleich auch ein Wissen, das Technik ermöglicht. Der Mensch kann eingreifen und das Naturgeschehen für seine Zwecke durch geeignete Präparationen nutzen bzw. im Experiment ganz neue Formen des Naturgeschehens ermöglichen. Durch die Technik entsteht eine neue „Umwelt“. Die ganz neue Physik, wie z.B. die des elektromagnetischen Feldes, wird schließlich für alle Menschen zur Alltagsphysik. Und wieder liefern die physikalischen Theorien das Orientierungswissen, mit der wir uns in der sich immer wieder veränderten Physik unseres Alltags zurechtfinden können. In analoger Weise erlaubt das religiöse Wissen eine Orientierung in der Welt. Es erklärt nicht nur die entsprechenden Erfahrungen, sondern leitet auch zu Handlungen an.

Naturwissenschaftliche Theorien strukturieren und deuten Erfahrungen. Auf ihrer Grundlage werden aber auch neue Experimente geplant. Die Theorien ermöglichen also auch Erfahrungen. Die Verflechtung von Erfahrung und Vorstellung bzw. Experiment und Theorie ist in der Physik sehr eng. Der Entwurf von Experimenten ist theoriegeleitet. Die Experimente konzipiert man auf Erwartungen hin. Man weiß beim Entwurf von Experimenten, was man gerne zeigen möchte. Man macht daher auch nicht wahllos irgendwelche Erfahrungen, sondern geplant die, die man auf Grund der Theorie erwartet oder umgekehrt diejenigen, die dieser Erwartung – wenn möglich besonders klar – widersprechen.

Noch in anderer Weise spielt Theorie eine entscheidende Rolle. Es gibt keine einfachen Experimente. Die verwendeten Geräte sind hochkomplex und in die Konstruktion und den Betrieb hochkomplexer Geräte geht hochkomplexe Theorie ein. Schließlich ist die Auswertung von Experimenten theorieabhängig. Erst mit Hilfe der Theorie, von der vermutet wird, dass sie zutreffend angewandt werden kann, lässt sich Ordnung in die Fülle der Daten bringen. Oder aber einzelne Daten widersetzen sich einer solchen Einordnung. Das ist dann die für den Theoriefortschritt interessante Situation.

Wir fassen zusammen und weisen auf ein zentrales Ergebnis hin, das sich aus der Betrachtung der Naturwissenschaften ganz besonders deutlich ergibt, aber gleichermaßen für den religiösen Bereich gilt: Erfahrungen werden im Lichte theoretischer Vorstellungen gemacht und immer zugleich so gedeutet.

Wahrnehmung und damit Erfahrung ist so gut wie unauflösbar mit Deutung verknüpft. Das hat zur Folge, dass eine bestimmte religiöse (!) Erfahrung nur von dem gemacht werden kann, der die entsprechende religiöse Vorstellung hat. Ein eher banales Beispiel mag das veranschaulichen: Die Erfahrung, dass wieder einmal ein Schutzengel dafür gesorgt hat, dass das Kind auf der Straße nicht angefahren wurde, ist eine Erfahrung von Gottes Wirken. Sie kann in dieser Form nur gemacht werden, wenn die Deutungsmöglichkeit „Schutzengel“ als religiöses Wissen vorhanden ist und damit die Gewissheit ausgedrückt wird, dass Gott seine schützende Hand über Unschuldige hält. Wer diese Deutungsmöglichkeit nicht hat, wird eher auf das Konzept „Zufall“ zurückgreifen. In ähnlicher Weise lassen sich auch Wunder analysieren.

Die Erfahrungen sind da oder nicht da, werden gemacht oder nicht gemacht im Lichte von Vorstellungen. Mit der Vorstellung „Gott liebt mich“ machen Menschen

gewisse Erfahrungen. Sie würden ganz andere Erfahrungen machen mit der Vorstellung „Es gibt keinen Gott“ oder „Er hat mich verlassen“. Sie machen Erfahrungen und stellen sie in den Vordergrund, die sie im anderen Falle zumindest nicht herausstellen würde. Dieselben Erfahrungen hätten einen anderen Stellenwert und würden anders begründet.

Selbstverständlich gibt es andere große begriffliche Schemata, die mit Hilfe von Definitionen und deduktiven Schlüssen immer weiter ausgebaut werden können, die sich nicht auf Erfahrungen – jedenfalls nicht im bisher verwendeten Sinne – beziehen. Die Mathematik ist ein Beispiel dafür. Der Unterschied zu Naturwissenschaften und Religion besteht aber darin, dass diese theoretischen Vorstellungen sich auf eine ganz und gar selbstproduzierte Wirklichkeit beziehen. *Naturwissenschaftliche Theorien prognostizieren eindeutig wohlbestimmte Erfahrungen, aber dieselben Erfahrungen können umgekehrt durch verschiedene Theorien erklärt werden. Physikalische Theorien sind aus Erfahrungen nicht zwingend ableitbar. Zu gleichen Erfahrungen sind verschiedene Theorien möglich. Das ist auch im religiösen Bereich so. Bei Offenbarungsreligionen ist das selbstverständlich. Man kann aus keinen Erfahrungen z.B. die Dreifaltigkeit Gottes ableiten. Auch hier kann jemand dieselben Erfahrungen machen und zu ganz anderen religiösen oder theologischen Schlussfolgerungen kommen. Die Vielzahl der Weltreligionen belegt das.*

Es gibt in der Physik eine Pluralität der Deutungen. Wir geben hierfür Beispiele: Die Aristotelische Dynamik, die man als Konkurrentin zur Newtonschen Dynamik sehen kann, ist ein Beispiel aus der Geschichte der Physik. Die Aristotelische Dynamik stellte an ihren Anfang die Grunderfahrung, dass man ständig Einfluss nehmen muss, wenn man erreichen will, dass sich etwas bewegt und nicht stehen bleibt. Damit ein Auto mit konstanter Geschwindigkeit fahren kann, verbraucht es Benzin. Eine rollende Kugel bleibt irgendwann stehen, wenn man sie nicht immer wieder anstößt. Das sind Alltagserfahrungen. Gerade diese Alltagserfahrungen werden in der Aristotelischen Dynamik unmittelbar wiedergegeben. Man hätte auf sie aufbauend eine mathematisch-deduktive Dynamik ausgestalten können. Die Newtonsche Dynamik als die Konkurrenztheorie ist anders aufgebaut. Sie behauptet im Gegensatz zum Augenschein der Alltagsphysik – und damit also in unanschaulicher Weise –, dass sich eine Masse nach Abschirmung aller äußeren Einflüsse geradlinig gleichförmig bewegt. Sie behält eine konstante Geschwindigkeit

bei, wenn keinerlei Kraft auf sie einwirkt. Kräfte werden als Ursachen für die Abweichungen von diesem Zustand eingeführt. Sie bewirken Beschleunigungen. Aus dieser Sicht rollt die Kugel deshalb nicht weiter, weil Reibungskräfte wirken. Es war die Voraussetzung für den Erfolg der Newtonschen Dynamik, dass sie sich in ihren Grundaussagen so weit von der Alltagserfahrung gelöst hat. Damit war sie in der Lage immer neue Erfahrungen einzubeziehen. Im Bereich der Gravitation konnte schon Newton selber zeigen, dass es die vom Typ her gleichen Gravitationskräfte sind, die den Fall des Apfels auf der Erde und die Bewegung der Planeten am Himmel bestimmen.

Theorienpluralität findet sich aber auch in der Physik der Gegenwart. Sie ergibt sich aus dem Theorienfortschritt. In der Einsteinschen Allgemeinen Relativitätstheorie werden die Effekte der Gravitation als Auswirkungen einer gekrümmten Raum-Zeit beschrieben. Obwohl diese Theorie gänzlich anders aufgebaut ist als die Newtonsche Gravitationstheorie, kann sie genauso gut die „Gravitations“-Phänomene der Alltagsphysik begründen. Man sagt dann, dass sie im Grenzfall in die Newtonsche Gravitationstheorie übergeht. Allerdings aber wird dabei das Grundkonzept einer gekrümmten Raum-Zeit nicht aufgegeben. Wir werden diesen Punkt noch einmal aufgreifen.

Wir kommen zu einem neuen Aspekt. Theorienbildung wird oft durch nicht-physikalische Hintergrundüberzeugungen geleitet. Der „Zeitgeist“ spricht mit, zumindest der, der in der Gemeinschaft der Physiker gerade vorherrscht. Ein schönes Beispiel hierfür ist die Einstellung Albert Einsteins zur Quantenmechanik. Er hat stets anerkannt, dass die Quantenmechanik die experimentellen Ergebnisse im Quantenbereich richtig beschreibt und hat dennoch die Quantenmechanik abgelehnt bzw. sie allenfalls für eine vorläufige Theorie gehalten. Der Satz „Gott würfeln nicht“ fasst prägnant Einsteins Ablehnung der nicht hintergehbaren

Wahrscheinlichkeitsinterpretationen der Quantenmechanik zusammen. Einstein hat in einer Vielzahl von Gedankenexperimenten versucht, gegen die übliche Formulierung und Interpretation der Quantenmechanik anzugehen, wenn auch ohne Erfolg. Gerade die intensiven Bemühungen um die Widerlegung seiner Einwände haben bewirkt, dass die Quantenmechanik immer besser verstanden wurde.

Die Bildung von Theorien in der Physik muss den Anforderungen genügen, die die Gesellschaft der Physiker selber zur jeweiligen Zeit hinsichtlich „Verständlichkeit“, „Tiefe“, „innere Konsistenz“, „Schönheit“ usw. stellt. Das gerade angeführte Beispiel

Albert Einsteins zeigt aber, dass Theorienbildung auch an einem nicht zu vernachlässigenden Umfang in Auseinandersetzung und in Wechselwirkung mit naturphilosophischen Ideen der jeweiligen Zeit stattfindet. Es gibt auch in der Theologie einen starken Einfluss von philosophischer Zeitströmung. Existentialismus, Postmoderne usw. hinterlassen ihre Spuren.

Gottes Selbstenthüllung in der Offenbarung ist in hohem Maße durch den sozialen und historischen Kontext mitbestimmt. Wir sind uns der kulturellen Bedingtheit sowohl von wissenschaftlichem Wissen wie von religiösem Wissen bewusst. Theorien müssen sich bewähren, sonst werden sie aufgegeben. Das ist bei religiösen Vorstellungen nicht anders. Sie müssen mit den Erfahrungen übereinstimmen und sie in diesem Sinne richtig beschreiben. Neben der inneren Widerspruchsfreiheit ist es diese Übereinstimmungswahrheit – vielleicht sollte man bescheidener Richtigkeit sagen – die zu den Mindestanforderungen an eine physikalische Theorie gehören. Fehlende Übereinstimmung mit der Erfahrung ist entscheidend für den Fortschritt der Physik. Es wird dadurch ein Bereich markiert, für den eine bisher erfolgreiche Theorie nicht mehr gilt. Dieser Theorie werden Grenzen gesetzt. Es wird auf diese Weise der Anwendungsbereich der Theorie festgelegt. Eine physikalische Theorie ist erst dann vollständig bestimmt, wenn man über ihren mathematisch-begrifflichen Formalismus hinaus auch den Anwendungsbereich angeben kann, in dem sie gültig ist.

Die Quantenmechanik als die Mechanik der kleinen Wirkungen begrenzt und definiert den Anwendungsbereich der Klassischen Mechanik. Die Klassische Mechanik ist weiterhin nicht zuständig, wenn hohe Geschwindigkeiten eine Rolle spielen. Hier tritt die speziell-relativistische Mechanik an ihre Stelle. Die Newtonsche Gravitationstheorie versagt für starke Gravitationsfelder. Die Allgemeine Relativitätstheorie als Theorie der gekrümmten Raum-Zeit gibt in diesem Bereich die Experimente und Beobachtungen richtig wieder. In all diesen Fällen ist die physikalische Theorie, deren Grenzen sich gezeigt haben, als ein Grenzfall in der umfassenderen Theorie enthalten. Die Klassische Mechanik ergibt sich so aus der Speziellen Relativitätstheorie, wenn man zu kleinen Geschwindigkeiten übergeht. Dieser Umgang mit misslungenen Bestätigungsversuchen zeigt eine Eigenart des Theorienfortschritts in den Naturwissenschaften.

Im Laufe der Geschichte der Physik sind Theorien aber nicht nur näher bestimmt, sondern immer wieder auch aufgegeben worden. Ein Beispiel ist die schon erwähnte

Aristotelische Dynamik. Ein anderes Beispiel ist das Bohrsche Atommodell. Es war am Anfang des vorigen Jahrhunderts klar, dass man im Rahmen der Klassischen Physik die experimentellen Ergebnisse zu den Emissionsspektren der Atome nicht erklären konnte. Dies gelang mit einigem Erfolg in der Bohrschen Theorie noch bevor die Quantenmechanik in der heute bekannten Form entwickelt wurde, mit deren Hilfe dann ebenfalls die Atomspektren erklärt werden konnten. Der Übergang zu dieser strukturell ganz anders aufgebauten Quantenmechanik macht deutlich, dass die Aufgabe eines Erklärungsschemas und der Übergang zu einem anderen auch in den Naturwissenschaften ein komplexer Prozess ist.

Es hat sich gezeigt, dass Theorien nicht durch den Ausgang von einzelnen Experimenten den „Todesstoß“ erhalten, sondern dadurch, dass die Theoretiker zu attraktiveren und vielversprechenderen Theorien übergehen. Es gäbe zumeist die Möglichkeit wie beim Ptolemäischen Modell immer neue „Epizyklen“ einzuführen, um damit die Grundtheorie zu retten. Das ist bis zu einem gewissen Umfang auch im Bohrschen Atommodell versucht worden. Theorien sterben nicht aus, weil sie überzeugend widerlegt worden wären, sondern weil ein andere Theorie überzeugender und vielversprechender ist. Die Attraktivität besteht zumeist darin, dass diese andere Theorie mehr Zukunftsaussichten hat, weil sie mehr Erklärungspotential besitzt. Elemente der Theorienbewertung und wissenschaftssoziologische Verhaltensweisen kommen zusammen.

Auch religiöse Vorstellungen werden nicht durch Einzelerfahrungen widerlegt. Es müssen eine Vielzahl gleichartiger Erfahrungen zusammenkommen. Dann wird zum „attraktiveren Modell“ übergegangen, das z.B. lautet „Es gibt keinen Gott“. Zugleich wird beispielsweise immer häufiger und deutlicher registriert, wie viel sinnloses Leiden es in der Welt gibt.

6. Erschlossene Anwendungsbereiche und realistische Position

Die Physik hat sich in ihrer experimentellen Praxis weit vom Studium vorgefundener Phänomene entfernt. Die Verwendung jeweils neuester Technik hat das ermöglicht. Man braucht neue experimentelle Fähigkeiten, um in neue Bereiche vorzudringen. Dies ist nur möglich, weil vorher neue Physik entwickelt wurde, die es erlaubt, neue Apparate und Messgeräte zu konstruieren. Durch Verbesserung der experimentellen Technik werden ständig neue Anwendungsgebiete für die Physik erschlossen. Das geschieht heute z.B. im Bereich der Hochenergiephysik unter großem finanziellen

Aufwand. In der Vergangenheit war es nicht anders. Es gab eine Zeit, in der Radiowellen nur mit sehr großem experimentellen Aufwand in nur wenigen Laboratorien auf der Welt erzeugt und untersucht werden konnten. Ähnliches galt für den elektrischen Strom, der uns heute scheinbar so vertraut aus der Steckdose „fließt“.

Dabei muss man sich aber vor Augen halten, dass die unmittelbaren Erfahrungen, die in einem Physiklabor gemacht werden, heute nicht anders als früher aus dem Ablesen von Messergebnissen, dem Betrachten von Kurven auf Bildschirmen usw. besteht. Unsere Sinnesorgane haben nur Zugang zu den Oberflächen der Messgeräte. Sie sind die Schnittstelle zum Rest, wenn man denn meint – was noch zu diskutieren ist – dass es einen solchen Rest gibt. Unsere Erfahrungen in fast allen Anwendungsbereichen der Physik sind vermittelte Erfahrungen. Durch den Umgang mit Steckdose, Lampe, Schalter usw. erschließen wir uns dem Anwendungsbereich Strom. Ähnlich verhält es sich mit Antenne und Radiogerät beim Anwendungsbereich Radiowellen.

Parallel und in Wechselwirkung mit dieser experimentellen Arbeit wird in der Physik eine theoretische Strukturierung der auf diese Weise erschlossenen Bereiche entwickelt. So entsteht eine Theorie des elektromagnetischen Stroms, eine Theorie der Radiowellen, eine Elementarteilchentheorie usw. Zusammenfassend können wir sagen: Wir machen durch experimentelle Anordnungen vermittelte und durch entsprechende Theorien gedeutete Erfahrungen in erschlossenen Anwendungsbereichen.

Auch durch den religiösen Glauben erschließen sich dem Gläubigen neue Wirklichkeitsbereiche, die dem Nicht-Gläubigen verschlossen sind. Ein Beispiel ist der Bereich des Göttlichen, soweit er dem Gläubigen zugänglich ist. Gleichfalls gilt, dass dieser Bereich sich nur vermittelt in gedeuteten Erfahrungen zeigen kann. Abschließend soll noch ein wichtiger Punkt angesprochen werden. Wir sind davon überzeugt, dass so etwas wie der elektrische Strom auch tatsächlich existiert, obwohl wir unmittelbar nur die Erfahrung machen, dass z.B. bei Betätigung eines Schalters das Licht angeht. Wir kennen den Strom nur über seine Auswirkungen und schreiben ihm dennoch Realität zu. Bei Geschwindigkeitsübertretungen im Verkehr können Radarwellen für uns zur Realität werden, jedenfalls spätestens dann, wenn wir das Stück Papier mit der Verwarnung in der Hand halten. Es ist eine nicht nur von Physikern, sondern fast ausnahmslos von jedermann vertretene

erkenntnistheoretische Position, dass es mehr gibt auf der Welt als Zeigerausschläge und Sinneseindrücke. Es gibt eine Wirklichkeit, die dahinter liegt, eine Realität hinter unseren unmittelbaren Erfahrungen.

Die fundamentalsten Objekte der Physik wie der Strom, das elektromagnetische Feld, Elektronen, Neutronen, die Krümmung der Raum-Zeit usw. sind in besonders hohem Maße vermittelte physikalische Größen. Sie stehen am Anfang des deduktiven Schemas in den Grundgleichungen der entsprechenden Theorie und sind uns am wenigsten unmittelbar zugänglich.^[6] Daher werden sie oft auch theoretische Terme genannt. Wir kennen von diesen theoretischen Termen genau genommen nur ihre Auswirkungen. Sie sind nicht der unmittelbaren Beobachtung zugänglich.

Dennoch ist es die allgemein unter Physikern wie auch unter Nicht-Physikern verbreitete Meinung, dass mit ihnen etwas Reales bezeichnet wird. Es gibt in der Welt Elektronen, Neutronen, elektromagnetische Felder usw..

Dass uns diese Zuschreibung von Realität so leicht fällt liegt daran, dass durch die Vermittlung der Technik die meisten theoretischen Terme wieder Teil unserer unmittelbar über Sinneseindrücke gegebene Erfahrung werden. Elektrischer Strom und Radiowellen sind Beispiele dafür. Verglichen mit fallenden Äpfeln auf der Wiese sind die Auswirkungen des elektrischen Stroms heute durchaus die primäreren Alltagserfahrungen.

Theoretische Terme wie z.B. „Gott“ finden sich zahlreich in religiösen Vorstellungen. Gläubige nehmen üblicherweise ebenfalls eine realistische Position ein und sprechen diesen Termen „höchste“ Realität zu. Auch hier kann das, was mit diesen theoretischen Termen bezeichnet wird, in der Führung des alltäglichen Lebens eine wesentliche Rolle spielen.

Theoretische Terme sind die fundamentalen Größen in den Grundgleichungen physikalischer Theorien. Dass wir ihnen Realität zusprechen, hat eine bemerkenswerte Konsequenz: Das was wir als real ansehen, wird theorieabhängig. Nach der Newtonschen Gravitationstheorie bewegt sich ein fallender Apfel so wie er sich bewegt, weil es Gravitationskräfte gibt, die die Bahn entsprechend beeinflussen. Es wird allgemein nicht an der Existenz solcher Gravitationsfelder gezweifelt. Die Einsteinsche Allgemeine Relativitätstheorie eliminiert aber gerade das Konzept der Gravitationskraft und ersetzt es in einem gewissen Sinne durch die Krümmung der Raum-Zeit-Geometrie. Nach dieser Theorie folgt der fallende Apfel einer Bahn extremaler Länge in der jeweiligen Geometrie. Von einwirkenden Kräften ist nicht

mehr die Rede. Realität wird in diesem Rahmen der Krümmung der Raum-Zeit-Geometrie zugesprochen. Es ist diese gekrümmte Geometrie, die durch die hochpräzisen Ortsvermessungen, die heute bei der modernen Navigation von Autos, Schiffen und Flugzeugen durchgeführt werden, bereits Teil unserer Alltagserfahrungen wurde.

Die Pluralität konzeptionell verschiedener physikalischer Theorien mit sich überschneidenden Anwendungsgebieten verlangt nach einer Analyse der Frage: Was verbirgt sich Gemeinsames dahinter? Im Bereich des Religiösen gibt es ebenfalls die Pluralität der Religionen. Sie in offener Weise zu analysieren, könnte einer der Anstöße sein, die sich aus dem Dialog zwischen Naturwissenschaften und Theologie ergeben.

Literatur

AUDRETSCH, J. (Hg.) (1992): Die andere Hälfte der Wahrheit – Naturwissenschaft, Philosophie, Religion, München.

AUDRETSCH, J. (1992): Physikalische und andere Aspekte der Wirklichkeit, in: AUDRETSCH 1992, S. 13–38.

AUDRETSCH, J. (1997): Physikalische Axiomensysteme und erste Wahrheiten – Zum besseren Verständnis eines religiösen Glaubens, Praxis der Naturwissenschaften – Physik, 46, Heft 6, S. 23–26.

AUDRETSCH, J./WEDER, H. (1999): Kosmologie und Kreativität – Theologie und Naturwissenschaft im Dialog, Leipzig.

AUDRETSCH, J./NAGORNI, K. (Hg.) (2001): Zeit und Ewigkeit – Theologie und Naturwissenschaft im Gespräch, Karlsruhe.

BARBOUR, I.G. (1988): Ways of relating Science and Theology, in: RUSSEL/STOEGER/COYNE 1988, S. 21–48.

BARBOUR, I.G. (1990): Religion in an age of science, San Francisco.

BARBOUR, I.G. (1997): Religion and Science: Historical and Contemporary Issues, San Francisco.

DREES, W.B. (1996): Religion, Science and Naturalism, Cambridge.

EVANGELISCHE AKADEMIE BADEN (1999): Der Schöpfung auf der Spur – Theologie und Naturwissenschaften im Gespräch, Karlsruhe.

PEACOCKE, A. (1981): The Sciences and Theology in the Twentieth Century, Notre Dame.

PETERS, T. (1996): Theology and Science: Where are we?, Zygon: Journal of Religion and Science, Vol. 31, No. 2, S. 323–343.

PETERS, T. (Hg.) (1998): Science and Theology: The new Consonance, Boulder, Colorado.

POLKINGHORNE, J.C. (1994): The Faith of a Physicist: Reflections of a Bottom-up-Thinker, Minneapolis.

RUSSEL, R.J./STOEGER, R./COYNE, G.V. (Hg.) (1988): Philosophy and Theology: a common Quest for Understanding, Vatican City State.

SOSKICE, J. (1988): Knowledge and Experience in Science and Religion: Can we be Realists?, in: RUSSEL/STOEGER/COYNE 1988, S. 173–184.

^[1] erscheint in AUDRETSCH, J./NAGORNI, K. (Hg.) (2002): Was ist Erfahrung? – Theologie und Naturwissenschaft im Gespräch, Karlsruhe.

^[2] Zur Strukturierung des Dialogs und zu anderen im vorliegenden Aufsatz angesprochenen Themen siehe u.a.: PEACOCKE 1981, BARBOUR 1988, SOSKICE 1988, BARBOUR 1990, POLKINGHORNE 1994, DREES 1996, PETERS 1996, BARBOUR 1997, PETERS 1998.

^[3] Dies ist das Konzept einer Veranstaltungsreihe der Evangelischen Akademie Baden (EVANGELISCHE AKADEMIE BADEN 1999, AUDRETSCH/NAGORNI 2001).

^[4] Vgl. AUDRETSCH/WEDER 1999.

^[5] Damit werden frühere Überlegungen zu diesem Themenkreis wieder aufgegriffen (AUDRETSCH 1992).

^[6] Vgl. hierzu auch die ausführlichere Darstellung in AUDRETSCH 1997.