Zeitschrift: NAGON / Naturforschende Gesellschaft Ob- und Nidwalden

Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft Ob- und Nidwalden

Band: 3 (2005)

Artikel: Vom Urknall zu den Schwarzen Löchern - eine astrophysikalische Grenzbegehung

Autor: Benz, Arnold

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1006736

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 08.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Vom Urknall zu den Schwarzen Löchern – eine astrophysikalische Grenzbegehung

Hauptsymposium
Aula Cher, Sarnen, Donnerstag, 7. Oktober

Arnold Benz, Professor an der ETH Zürich

Urknall und Schwarze Löcher bilden den Horizont unseres Wissens in Zeit und Raum. Wir könnten diese Grenzen nur überschreiten, indem wir die entsprechenden Theorien widerlegten, was schwerlich gelingen wird. Eine andere Grenze ist die gegenwärtige Front der Forschung. Diese Grenze ist in dauernder Bewegung und schiebt sich immer tiefer ins Verständnis der kosmischen Vorgänge und Ursprünge vor. Wegen der Komplexität des Universums wird diese Grenze nie verschwinden. Die bedeutsamste Grenze wird gesetzt durch die Auswahl der konstituierenden Messungen und Beobachtungen. Diese methodische Grenze legt fest, welcher Teil der Wirklichkeit naturwissenschaftlich untersucht werden kann, und schliesst die grundlegenden Erfahrungen sowohl von Kunst, Religion wie auch der Ethik aus.

Wie kommt es zu Grenzen?

Als Astrophysiker bin ich zuständig für kosmische Dimensionen. Die Frage nach den Grenzen hat da einen etwas anderen Stellenwert als in anderen Naturwissenschaften. Ist das Universum nicht grenzenlos?

In der Antike und im Mittelalter war die Grenze des Universums die Sphäre der Fixsterne. Sie wurde jenseits von Saturn angesetzt. Im 16. Jahrhundert wusste man bereits dessen ungefähre Distanz: etwa 1,5 Milliarden Kilometer. Heute würde man die Grenze des beobachtbaren Universums allenfalls bei der Quelle der kosmischen Hintergrundstrahlung in einer Entfernung von 100 Trilliarden Kilometer (10^{23} km) ansetzen. Dies ist immerhin um einen Faktor von 100 Billionen weiter entfernt. Sind aber solche Grenzen nicht da, um in Zukunft von den Naturwissenschaften überschritten zu werden?

Es gibt verschiedene Grenzen in den Naturwissenschaften, unter anderen:
- Wissensgrenzen, wo die gegenwärtige Forschung stattfindet.
- sachliche Grenzen, die durch Theorien gegeben sind.
- methodische Grenzen, die aus den ursprünglichen Annahmen folgen.
- ethische Grenzen, die bei allen menschlichen Tätigkeiten auftauchen, selbst in der Astronomie.
- finanzielle Grenzen

Ich werde mich hier auf die ersten drei beschränken. Es stellen sich die Fragen: Wie kommt es zu Grenzen? Sind sie wirklich unüberwindbar?

Wie entstehen Sterne und Planeten? Grenzen des Wissens

Zunächst möchte an einem Beispiel aus meinem engeren Fachgebiet zeigen, wie Wissensgrenzen Schritt für Schritt verschoben werden. Das Entstehen von Sternen und Planeten lag früher jenseits der menschlichen Vorstellungskraft. Das Mittelalter war geprägt von antiken Vorstellungen, gemäss denen die Sterne Teil einer anderen Welt

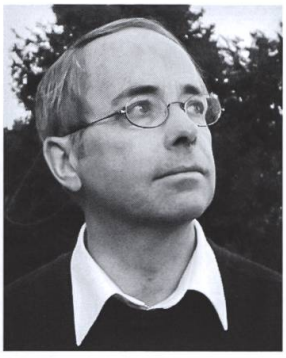

Abb. 1

Abb. 1
Arnold Benz (59) ist Professor für Astrophysik an der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich. Er hat mehr als 200 Forschungsartikel publiziert in den Gebieten der Sonnen- und Sternphysik, Sternentstehung und Hochenergie-Astrophysik. Neben seiner fachlichen Tätigkeit in Astrophysik hat er sich ernsthaft mit der Wahrnehmung von Kunst und religiösen Fragen auseinandergesetzt, wie sie sich im Rahmen des heutigen Weltbilds stellen. Zu diesem Thema sind von ihm zwei Bücher erschienen.

sind und nicht der irdischen Natur gehorchen. Diese Grenze hat als erster Isaak Newton verschoben. Bezüglich dem Entstehen von Sternen schrieb er 1692 an R. Bentley: «Die Materie ausserhalb eines Raumes würde wegen ihrer Schwerkraft von der Materie im Innern gezogen und daher zur Mitte fallen und dort eine grosse kugelförmige Masse bilden. ...Und so könnten die Sonne und Sterne entstanden sein, angenommen die Materie sei von flüssiger Natur.» Die revolutionäre Idee dahinter war, die Sternentstehung mit der irdischen Physik zu erklären: Sterne entstehen durch die Eigengravitation ihrer Materie. Bald zeigte sich, dass es mit dieser Antwort nicht getan war. Es stellte sich eine neue Frage: Wie entstanden die in Bahnen kreisenden Planeten?

Diese Frage diskutierte Immanuel Kant rund 50 Jahre später in seiner «Allgemeinen Naturgeschichte». Er stellte die Hypothese auf, die Planeten seien nach den selben Newtonischen Prinzipien in einer rotierenden Scheibe entstanden. Nun tauchte die Frage auf, warum die Scheibe denn rotiere. Pierre-Simon Laplace erklärte dies mit der Erhaltung des Drehimpulses: Am Anfang war ein Urnebel mit einem Gesamtdrehimpuls, der nicht genau Null war. Als sich der Nebel zusammenzog, bildete sich eine rotierende Scheibe senkrecht zum Drehimpuls, wo sich in jedem Punkt Schwerkraft und Fliehkraft die Waage halten. Die Kontraktion des Urnebels beschleunigte die Rotation. Als Laplace 1796 diese Theorie Kaiser Napoleon vorstellte, fragt ihn dieser nach der Rolle von Gott bei der Entstehung des Sonnensystems. Die stolze Antwort von Laplace lautete: «Sire, je n'ai pas besoin de cette hypothèse.» Auch die Theorie von Laplace blieb nicht von Kritik verschont: Wenn der Bahndrehimpuls in der Scheibe erhalten bleibt, damit sich die Planeten dort bilden können, kann der Urnebel wegen der Fliehkraft nicht zur Sonne schrumpfen. Damit ein Stern entstehen kann, muss ein grosser Teil des Drehimpulses verloren gehen.

In den vergangenen 15 Jahren hat das Verständnis dieser Vorgänge wichtige Fortschritte gemacht. Wie Sterne entstehen, kann in Molekülwolken direkt beobachtet werden. Diese interstellaren Wolken bestehen vor allem aus molekularem Gas: Der weitaus grösste Teil ist H_2 (Wasserstoff). Auch H_3^+, CO, CO_2, H_2O, OH, CH_4 und NH_4 sind häufig. Über 100 weitere, seltenere Moleküle sind bekannt. Eine massenmässig kleine Menge von Staub (Nanopartikel zwischen atomaren Dimensionen bis einige Mikrometer) schützen die Moleküle vor stellarer UV- und Röntgenstrahlung. Der Staub wirkt auch katalytisch im Aufbau weiterer Moleküle, insbesondere von H_2O.

Die Masse in Molekülwolken umfasst zwischen 100 bis über 100'000 Sonnenmassen. Ihre Eigengravitation gemäss der Modelle vom 17. und 18. Jahrhundert würde ein supermassives Schwarzes Loch produzieren, aber keine Sterne wie die

Abb. 2
Bild des Monoceros-Nebels, im nahen Infrarot aufgenommen. Deutlich sind in den dichteren Teilen der Dunkelwolke helle, runde Wolkenkerne zu sehen (Bild: ESA).

Sonne. Infrarotaufnahmen zeigen die Wärmestrahlung des Staubs in den optisch dunklen Molekülwolken. In älteren Molekülwolken ist die Materie fragmentiert, vermutlich wegen Turbulenzen oder Magnetfeldern. Es bilden sich sogenannte Wolkenkerne von etwa einer Sonnenmasse und einem Durchmesser von einem Lichtjahr. Die Masse in Wolkenkernen konzentriert sich so weit, bis die Schwerkraft schliesslich dominiert und die Kerne kollabieren. Ihre Kontraktion um etwa einen Faktor 100 endet mit der Bildung einer rotierenden Scheibe.
Scheiben sind oft mit Ausflüssen und Jets verbunden, wo Materie mit mehreren 100 km/s hinausgeschleudert wird. Als Antrieb wirkt vermutlich das Magnetfeld der Scheibe. Es wird heute allgemein angenommen, dass mit dem Jet Drehimpuls in den Raum zurückfliesst, so dass die Scheibe abgebremst wird und dem Protostern weitere Materie zufliessen kann. Schliesslich wachsen Druck und Temperatur in seinem Innern, bis die Schwelle zur Fusion von zunächst Deuterium, dann Wasserstoff erreicht wird.
Der Stern ist nun geboren, denn er hat eine nukleare Energiequelle erschlossen. Ihre Wärme wird durch Konvektionszellen nach aussen gebracht, die mit den Gasbewegungen das Magnetfeld verstärken. Dieses liefert die Energie für eine Korona, deren Überdruck den Sternwind beschleunigt. Wie bei Kometen schieben Sternwind und Lichtdruck die Überreste des Nebels in den interstellaren Raum zurück. Der Verlust der Gasscheibe verhindert das weitere Anwachsen des Sterns und schliesst gleichzeitig auch die Bildung von Planeten ab. Diese haben daher nur rund eine Million Jahre Zeit zur Entstehung.
Die neuen Resultate der Astrophysik bestätigen grundsätzlich die Ideen von Newton, Kant und Laplace. Alle damals offenen Fragen können heute kausal erklärt werden. Es gibt heute trotzdem mehr offene Fragen als früher, zum Beispiel:
- Wie entstehen Planeten aus Staub (und Gas) in nur einer Million Jahren?
- Wie wird aus einem Staubkorn ein metergrosses Objekt, das durch Gravitation weiter wachsen kann?
- Warum findet man in anderen Systemen Jupiterähnliche Planeten nahe beim Zentralstern?
- Wie hat sich unser Planetensystem chemisch differenziert?
- Woher kommt das Wasser auf der Erde?

Jede Antwort zu einer offenen Frage provoziert mehrere neue Fragen. Die ungelösten Probleme vermehren sich wie die Häupter der Medusa. Die Erforschung der Stern- und Planetenentstehung scheint grenzenlos zu sein. Gewiss bleibt noch Arbeit für viele Generationen von Astrophysikern.
Man darf mit Recht fragen, ob denn die naturwissenschaftliche Methode konvergiere. Offensichtlich wird die Komplexität der Wirklichkeit immer wieder unterschätzt. Der Grund liegt wohl darin, dass in kontrollierten Laborexperimenten die Wirklichkeit auf wenige Grundgleichungen reduziert wird. Das Beispiel der Sternentstehung zeigt aber, welche Fülle von Komplexität sich durch wechselwirkende Elemente daraus bilden kann. Auch wenn wir eines Tages alle Grundgleichungen

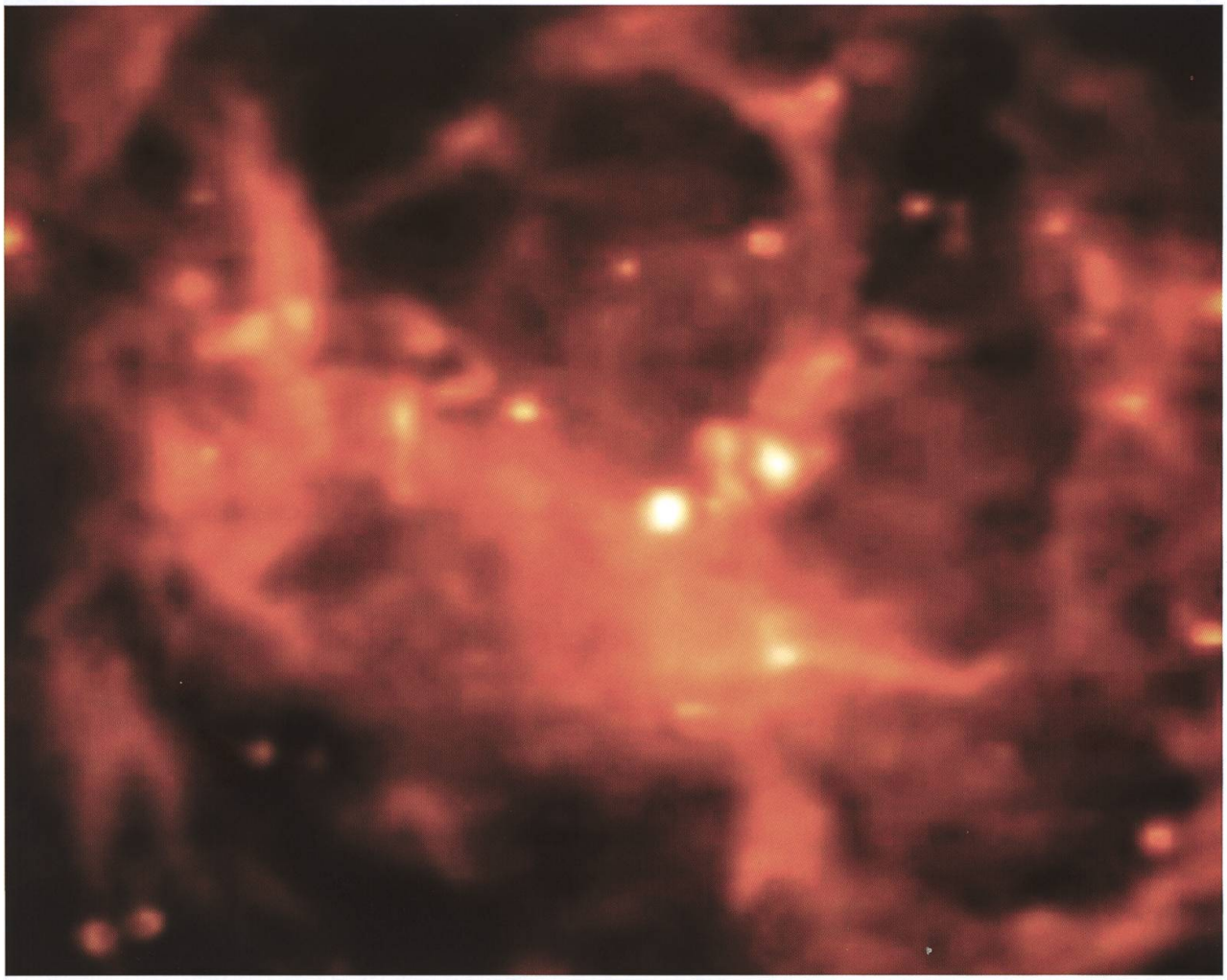

Abb. 2

kennen würden, verständen wir noch lange nicht die gesamte Wirklichkeit. Die gegenwärtige Front der Forschung ist eine Grenze in dauernder Bewegung. Sie dringt immer tiefer ins Verständnis der kosmischen Vorgänge und Ursprünge vor. Wegen der Komplexität des Universums wird diese Grenze nie verschwinden.

Sachliche Grenzen

In der grenzenlos scheinenden Komplexität der Sternentstehung sind wir implizit auch auf sachliche Grenzen gestossen. Nächstes Jahr wird die berühmteste dieser Grenzen, die Lichtgeschwindigkeit, ihr 100-jähriges Jubiläum feiern. Sie folgt aus der Speziellen Relativitätstheorie und ist daher eine theoretische Grösse. Theorien sind grundsätzlich unsicher und falsifizierbar. Es würde genügen, ein einziges Objekt mit höherer Geschwindigkeit zu entdecken, um die Theorie zu widerlegen. Das ist seit hundert Jahren nicht geschehen. Es wäre töricht, viel Zeit und Geld für eine Widerlegung aufzuwenden, die wenig Aussicht auf Erfolg hätte. Offensichtlich war es bislang erfolgreicher, die Grenze der Lichtgeschwindigkeit zu akzeptieren. Sachliche Grenzen sind jedoch wie alle Theorien nicht absolut sichere Wahrheiten.

Das Phänomen des Schwarzen Lochs impliziert eine zweite Grenze. Übertrifft die Masse eines Sterns jene der Sonne um einen Faktor von etwa

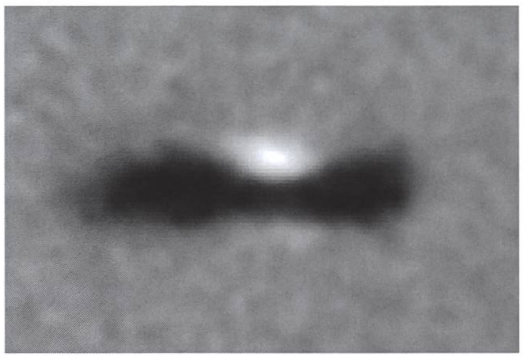

Abb. 3

Abb. 3
Eine protoplanetare Scheibe von der Seite her und vor dem hellen Hintergrund des Orion-Nebels gesehen. Sie hat einen Durchmesser von der tausendfachen Erde-Sonne Distanz, was zehnmal grösser ist als die Bahn von Pluto. Der Staub absorbiert das visuelle Licht. Im Zentrum bildet sich ein Protostern, dessen Streulicht zu sehen ist. (Bild: NASA)

drei, kontrahiert der Stern nachdem er seine nukleare Energie aufgebraucht hat. Dabei wächst die Gravitation umgekehrt zum Quadrat des kleiner werdenden Radius. Schliesslich kollabiert der Stern und verschwindet hinter den Ereignishorizont, durch den keine Geodäte nach aussen dringt. Innerhalb dieser Grenze ist der Raum in sich selbst gekrümmt. Populär gesagt: selbst entweichendes Licht fällt unter seinem eigenen Gewicht wieder zurück. Nichts kann dem Schwarzen Loch entweichen. Schwarze Löcher kann man nur indirekt an ihrer Schwerkraft erkennen, die auf nahe Sterne wirkt. Aus deren Umlaufgeschwindigkeit sind heute etwa ein Dutzend Kandidaten von Schwarzen Löchern in unserer eigenen Galaxie bekannt, sowie im Galaxienkern ein supermassives Schwarzes Loch von drei Millionen Sonnenmassen. Der Rand dieser Schwarzen Löcher ist eine räumliche Grenze, die es unmöglich macht, das Gebiet dahinter zu beobachten oder zu erforschen.

Dass sich heute noch Sterne bilden, impliziert eine weitere Grenze. Die Sterne binden und verbrauchen den Wasserstoff. Weil dies nicht über unendlich lange Zeit möglich ist, muss es einen Anfang geben. Der Wasserstoff, aus dem die Sterne grösstenteils entstehen, bildete sich im Urknall. Der Anfang des Universums kann heute genau datiert werden. Er liegt 13,7 Milliarden Jahre zurück. Diese Zahl ist auf 1,5% genau, auch wenn der genaue Ablauf grösstenteils noch unklar ist.

Am besten lässt sich der Urknall als eine spontane Quantenfluktuation eines Vakuums vorstellen. Damit ist spekuliert, dass die physikalischen Symmetrien, wie Energie- und Ladungserhaltung, bereits galten. Das Universum stimmt mit diesen Annahmen überein, soweit wir sie überprüfen können. Weil die Physik im ganz frühen Universum aber nicht bekannt ist – es gibt nur sehr spekulative Theorien – wissen wir noch wenig über die ersten Nanosekunden.

Oft werde ich nach populären Vorträgen gefragt, was vor dem Urknall war. Gilt hier die Aussage von Laplace noch? Wie schon Laplace, sind wir in unserer heutigen Darstellung der Sternentstehung nicht auf Gott gestossen. Es wäre absurd, Gott in Schwarzen Löchern zu vermuten. Ich wundere mich auch, warum ihn viele ausgerechnet im Urknall suchen. Ich wage die Behauptung, dass dies auch theologisch eine falsche Spur ist. Sie stammt aus Überresten von archaischen und mythologischen Vorstellungen. Die Frage nach Gott im Urknall ist jedoch zu interessant um sie zu tabuisieren. Im Folgenden wird dargestellt, wie sich hier zwei Grenzen vermischen, die nicht notwendigerweise identisch sind.

Physikalisch gesehen bildet der Urknall einen Horizont in der Zeit. In vielem gleicht er dem räumlichen Ereignishorizont von Schwarzen Löchern. So greifen naturwissenschaftliche Methoden ebenfalls ins Leere, wenn man fragt, was dahinter liege. Weil man nicht hinter den Horizont blicken kann, gibt es darüber auch nichts Naturwissenschaftliches auszusagen. Zweifellos wird es Fortschritte geben im Verständnis der Grenzgebiete (z.B. durch eine quantisierte Gravitationstheorie). Die Grenzen wer-

den zwar nie ganz gefestigt sein, aber wir werden uns wahrscheinlich an sie gewöhnen müssen.
Zur Frage nach Gott: Die modernen Naturwissenschaften haben wie bereits Laplace keinen Punkt gefunden, an dem nur die Annahme einer göttlichen Intervention weiterhelfen würde. Dies widerlegt frühere Erwartung, dass es eine Grenze gebe zwischen der irdischen Physik und den Gesetzen des Himmels. Es gibt zwar viele Wissenslücken, eine grenzenlose Komplexität und sachliche Grenzen. Aber diese Lücken und Grenzen liegen innerhalb der Natur (Physik). Darüber hinaus wird nicht spekuliert, weil es naturwissenschaftlich nicht von Bedeutung wäre.
Der Ursprung des Begriffs der Metaphysik geht auf Aristoteles zurück. Seine Konzepte wurden im Mittelalter mit dem biblischen Schöpfungsglauben verbunden. Als sich die moderne Naturwissenschaft von Aristoteles löste, kam es dann zu den bekannten Konflikten mit der Theologie (z.B. im Fall Galilei). Die moderne Naturwissenschaft schliesst Gott als metaphysisches Prinzip aus, weil sie auf keine Phänomene gestossen ist, die weder als kausal noch als zufällig zu erklären sind. Antimaterie, gekrümmter Raum, grenzenlos grosse und kleine Zahlen sind keine Grenzen mehr. Die menschliche Vorstellungskraft hat sie erstaunlicherweise alle überschritten. Auch sachliche Grenzen sind nicht die Grenzen zur Metaphysik. Gewiss gibt es noch einige Knacknüsse – die seit mehr als 50 Jahren gesuchte Quantengravitationstheorie und Wissenslücken in der Sternentstehung wurden bereits erwähnt – und vielleicht vieles, von dessen Existenz wir noch gar nichts wissen.

Methodische Grenzen

Dass der Begriff «Gott» in der Naturwissenschaft (d.h. in der Fachliteratur) nicht vorkommt, liegt an ihrer Methode. Sie schliesst religiöse Wahrnehmungen und Erfahrungen aus, womit sie selber eine weitere, viel allgemeinere Grenze zieht. Was damit gemeint ist, möchte ich an einem Beispiel schildern, das von Blaise Pascal überliefert ist. Er beschreibt ein mystisches Erlebnis mit folgenden Worten: «Feuer! – Gott Isaaks, Gott Abrahams, Gott Jakobs, nicht der Philosophen und Gelehrten. Gewissheit, Freude, Friede...». Mit Feuer umschreibt er metaphorisch seine unmittelbare Wahrnehmung. Er interpretiert sie als Gotteserfahrung. Ganz explizit schliesst er ein metaphysisches Prinzip aus und stellt seine Wahrnehmungen biblischen Vorbildern zur Seite, von denen ähnliche Wahrnehmungen berichtet werden. Er bringt seine Erfahrung nicht in seine Physik ein. Bereits im 17. Jahrhundert hätte dies der naturwissenschaftlichen Methode widersprochen.
Sind die Wahrnehmungen von Blaise Pascal real? Auf jeden Fall sind sie nicht quantifizierbar. Sie sind auch nicht objektiv, denn er nimmt wesentlich daran teil. Daher ist die Wahrnehmung nur sehr beschränkt mitteilbar. Teilnehmende Wahrnehmungen dieser Art sind nicht auf den religiösen Bereich beschränkt. Andere Beispiele sind:

- Kunsterlebnisse: Die Betroffenheit des Betrachters ist subjektiv, aber auf ein Objekt bezogen.
- Liebe: Sie hat zwar mit Hormonen zu tun, aber damit ist nur ein Teil der Erfahrung im Blickfeld.

Die naturwissenschaftliche Methode gründet auf objektiven, messbaren Beobachtungen. Die Mes-

sungen sind im Prinzip wiederholbar, die Forschenden austauschbar. Hier taucht die entscheidende Frage auf: Ist das die ganze Wirklichkeit? Ist der naturwissenschaftlich erfassbare Bereich nicht durch die Wahl der Beobachtungen eingeschränkt? Unter «Wirklichkeit» reihe ich alles ein, was bleibende Wirkung hat. Illusionen sind auszuschliessen. Sie haben zwar Wirkungen, die aber langfristig nicht bestehen können.

Das mystische Erlebnis hat Pascals Leben verändert und geprägt. Es hatte eine bleibende Wirkung. Typisch an seiner Erfahrung ist allerdings, dass sie nicht objektiv beweisbar ist, weil sie an seine Person gebunden bleibt. Teilnehmende Wahrnehmungen gehören nicht zur konstituierenden Basis der Naturwissenschaften. Was anfangs nicht zur Methode gehört, taucht auch im Laufe der naturwissenschaftlichen Tätigkeit nicht auf. Die Naturwissenschaften werden daher nicht auf Gott stossen, sofern damit Wahrnehmungen von der Art Pascals erforderlich sind.

Teilnehmende Wahrnehmungen können und müssen von den Naturwissenschaften nicht erklärt werden. Hier liegt eine *methodische* Grenze vor. Weil religiöse Wahrnehmungen, Kunsterlebnisse, Liebe usw. ausgeschlossen sind, liegen Gott, Kunst, oder Liebe jenseits der Grenzen der naturwissenschaftlichen Methode.

Grenzen überschreiten am Beispiel der Ethik

Es gibt noch etwas anderes, worauf die Naturwissenschaften nicht gestossen sind: die Ethik. Zwar wird im Umfeld der Naturwissenschaft viel von Ethik gesprochen, auch an dieser Jahresversammlung. Die Naturwissenschaften liefern fortlaufend neue Sachinhalte, die ethischer Entscheide bedürfen. Ethik basiert aber letztlich ebenso auf teilnehmenden Wahrnehmungen, wie Empathie, Mitleid, Nächstenliebe, Empfindungen. Selbst den kantschen kategorischen Imperativ kann man nicht aus den Sachkenntnissen herleiten, so wichtig diese sind. Aus der Naturwissenschaft allein folgt keine Ethik.

Dazu eine Geschichte von Werner Arber (Nobelpreis für Medizin 1978). Er gab Mitte der 1980-er Jahre einen Seminarvortrag über Gentechnologie für Studenten am Theologischen Institut der Universität Zürich. Arber wollte über die neuen Möglichkeiten seiner Wissenschaft berichten. Es gab einen Tumult, weil er nur über Gentechnologie sprach, aber keine Ethik dazu präsentierte. Werner Arber erwartete sie vielmehr von den angehenden Theologen oder aus der Diskussion mit ihnen. Diese aber hatten angenommen, dass ihnen der Biochemiker eine Ethik-Vorlesung hält. So haben sich die Verhältnisse geändert!

Die naturwissenschaftliche Methode wäre überfordert, wenn man von ihr eine Ethik verlangte. Ethik liegt auf einer anderen Ebene, weil sie von anderen Wahrnehmungen ausgeht.

Es ist wichtig, dass man diese methodische Grenze der Naturwissenschaften erkennt. Wenn Naturwissenschaftler diese Grenze überschreiten, und sie sollen es in bestimmten Fragen tun, reden sie nicht mehr nur als Naturwissenschaftler.

Wir sollen Grenzen erkennen, analysieren und «überwinden». So fordert das Tagungsthema.

Methodische Grenzen scheinen mir wichtiger und einschränkender als die sachlichen Grenzen. Methodische Grenzen werden überwunden, indem an andere Erfahrungen angeknüpft wird. Die naturwissenschaftliche Methode lässt sich nicht ändern. Naturforschende dürfen und sollen jedoch von menschlichen (also nicht-naturwisssenschaftlichen) Erfahrungen reden. Sie müssen dabei zur Kenntnis nehmen, dass sie dann nicht mehr die einzigen Experten sind.

Ein Sprichwort sagt: «Gute Zäune geben gute Nachbarn». Es will provozieren. Bedeuten gute Grenzen nicht, sich abzuschotten? Das Sprichwort meint gerade nicht! Gute Nachbarn sind nicht isolierte Nachbarn. Im Gegenteil gute Nachbarn wissen, wo die Grenze ist und dass es auch jenseits der Grenze noch etwas gibt. Gute Nachbarn überschreiten die Grenze hie und da, wissen aber genau, wo sie zu Hause sind. Das Bild auf methodische Grenzen der Naturwissenschaft angewandt: Es gibt methodische Grenzen in jedem Sachgebiet. Man soll diese Grenzen nicht verwischen. Wir sind aber nicht nur Fachleute, sondern können als Menschen mit auch anderen Erfahrungen Grenzen überschreiten. Naturwissenschaftler müssen in anderen Fachgebieten mitreden, wenn dieser Dialog nötig wird.

Sachliche Grenzen sind theoretischer Natur, nicht direkt beobachtbar und könnten sich als falsch herausstellen. Methodische Grenzen jedoch werden schon vorgängig der Wahrnehmungen gezogen. Sie bleiben Grenzen und erscheinen wieder in den Resultaten oder schliessen gewisse Resultate aus. Nicht nur Naturwissenschaftler müssen um die methodischen Grenzen ihrer Fachgebiete wissen, auch die Aussenstehenden sollten diese erkennen und anerkennen. Nur unter dieser Voraussetzung ist ein konstruktiver Dialog möglich, der auch die Geisteswissenschaften einbeziehen kann.

Adresse des Autors:
Prof. Dr. Arnold Benz
Institute of Astronomy
ETH-Zentrum
8092 Zürich