

ISSN 0341-5937

PUBLIKATIONEN ZU WISSENSCHAFTLICHEN FILMEN

SEKTION
GESCHICHTE · PUBLIZISTIK

SERIE 5 · NUMMER 5 · 1981

FILM G 110

**Werner Heisenberg und Carl Friedrich
Freiherr von Weizsäcker
Gespräch in München 1966**



INSTITUT FÜR DEN WISSENSCHAFTLICHEN FILM · GÖTTINGEN

Angaben zum Film:

Tonfilm (Originalton), 16 mm, schwarzweiß, 234 m, 21 1/2 min (24 B/s). Hergestellt 1966, veröffentlicht 1968.

Der Film ist als Dokument für die Verwendung in Forschung und Hochschulunterricht bestimmt.

Veröffentlichung aus dem Institut für den Wissenschaftlichen Film, Göttingen, Dr. K. F. REIMERS; Kamera und Schnitt: G. BAUCH und C. GOEMANN; Ton: R. DRÖSCHER.

Zitierform:

REIMERS, K. F. (IWF): Werner Heisenberg und Carl Friedrich Freiherr von Weizsäcker. Gespräch in München 1966. Film G 110 des IWF, Göttingen 1968. Publikation von U. SPORMANN-LORENZ (IWF), Publ. Wiss. Film., Sekt. Gesch./Publiz., Ser. 5, Nr. 5/G 110 (1981), 14 S.

Anschrift des Verfassers der Publikation:

U. SPORMANN-LORENZ, Garbenstr. 1, D-3400 Göttingen.

PUBLIKATIONEN ZU WISSENSCHAFTLICHEN FILMEN

Sektion BIOLOGIE

Sektion PSYCHOLOGIE · PÄDAGOGIK

Sektion ETHNOLOGIE

Sektion TECHNISCHE WISSENSCHAFTEN

Sektion MEDIZIN

NATURWISSENSCHAFTEN

Sektion GESCHICHTE · PUBLIZISTIK

Herausgeber: H.-K. GALLE · Schriftleitung: E. BETZ, I. SIMON

PUBLIKATIONEN ZU WISSENSCHAFTLICHEN FILMEN sind die schriftliche Ergänzung zu den Filmen des Instituts für den Wissenschaftlichen Film und der Encyclopaedia Cinematographica. Sie enthalten jeweils eine Einführung in das im Film behandelte Thema und die Begleitumstände des Films sowie eine genaue Beschreibung des Filminhalts. Film und Publikation zusammen stellen die wissenschaftliche Veröffentlichung dar.

PUBLIKATIONEN ZU WISSENSCHAFTLICHEN FILMEN werden in deutscher, englischer oder französischer Sprache herausgegeben. Sie erscheinen als Einzelhefte, die in den fachlichen Sektionen zu Serien zusammengefaßt und im Abonnement bezogen werden können. Jede Serie besteht aus mehreren Lieferungen.

Bestellungen und Anfragen an: Institut für den Wissenschaftlichen Film
Nonnenstieg 72 · D-3400 Göttingen
Tel. (0551) 21034

FILMDOKUMENTE ZUR ZEITGESCHICHTE

KARL FRIEDRICH REIMERS (IWF), Göttingen:

Film G 110

**Werner Heisenberg und Carl Friedrich Freiherr von Weizsäcker
Gespräch in München 1966**

Verfasser der Publikation: URSULA SPORMANN-LORENZ (IWF), Göttingen

Mit 1 Abbildung

Inhalt des Films:

Werner Heisenberg und Carl Friedrich Freiherr von Weizsäcker – Gespräch in München 1966. Die Diskussion beider Wissenschaftler dreht sich um Atomphysik und Kosmologie.

Summary of the Film:

Werner Heisenberg and Carl Friedrich Freiherr von Weizsäcker – Talk in Munich 1966. The discussion between the two scientists involved the physics of elementary particles and cosmology.

Résumé du Film:

Werner Heisenberg et Carl Friedrich Freiherr von Weizsäcker – entretien à Munich en 1966. La discussion des deux savants porte sur la physique des particules élémentaires et la cosmologie.

Zur Entstehung des Films¹

Schon seit 1964 bemühte sich der zuständige geschichtswissenschaftliche Referent des Instituts für den Wissenschaftlichen Film (IWF) Herrn Prof. Carl Friedrich Freiherr von Weizsäcker (Hamburg) für eine im Rahmen der IWF-Reihe „Filmdokumente zur Zeitgeschichte“ zu veröffentlichende Persönlichkeitsaufnahme zu gewinnen. Zahlreiche Grundsatzüberlegungen über Konzeption und Intention biographischer Tonfilmportraits hatten die Bedeutung solcher Filmaufzeichnungen gerade für den Bereich der Wissenschafts- und Technikgeschichte unterstrichen. Doch

¹ Alle Unterlagen zu dieser Edition werden unter der Nummer V 1219 im Institut für den Wissenschaftlichen Film verwahrt.

stand Professor von Weizsäcker einer wissenschaftlichen Filmdokumentation anfänglich ablehnend gegenüber. Zudem war seine Zeit – durch zahlreiche Verpflichtungen überlastet – auch sehr knapp bemessen.

Gleichzeitig bestanden Pläne, auch Professor Werner Heisenberg (München) im Rahmen der Filmdokumente zur Geschichte der Wissenschaften und Technik aufzunehmen, so daß parallel zu der Korrespondenz mit Professor von Weizsäcker Kontakte zu Professor Heisenberg aufgenommen wurden. Auch der Münchener Wissenschaftler zeigte sich gegenüber der geplanten Filmdokumentation skeptisch und reserviert. Erst ein Vermittlungsversuch des damaligen Kurators im wissenschaftlichen Beirat des IWF, Percy Ernst Schramm, der die diesen Aufnahmen zugrundeliegenden Intentionen und deren späteren Verwendungszusammenhang erläuterte, bewirkte eine positivere Einstellung des Physikers.

In folgenden Gesprächen fand dann der Vorschlag des Geschichtsreferenten, die Aufnahme in Form eines wissenschaftlichen Dialogs zu gestalten, die Zustimmung Prof. Heisenbergs. Als bevorzugten Gesprächspartner nannte er dabei seinen Freund, Professor von Weizsäcker, der sich daraufhin ohne Zögern zu einer Aufnahme bereit erklärte.

Schwierigkeiten bei der Terminkoordination verzögerten die Realisierung des Projekts noch um mehrere Monate, bis die in der zweiten Oktoberhälfte in München stattfindende Physikertagung, an der beide Wissenschaftler ihre Teilnahme zugesagt hatten, überraschend eine Aufnahme ermöglichte. Am 12. 10. 1966 konnte in einer Vorbesprechung, die im Münchener Max-Planck-Institut für Physik und Astrophysik in Anwesenheit aller Beteiligten stattfand, der Aufnahmeplan besprochen und abgestimmt werden. Die Aufnahmen selbst erfolgten am Vormittag des 14. 10. 1966 und konnten bereits mittags abgeschlossen werden.

Da das im Film wiedergegebene Gespräch inhaltlich an eine am Vorabend geführte Diskussion anknüpft und auch sonst viele Allusionen auf frühere Gespräche enthält, ist nach Professor Heisenbergs eigener Feststellung die Aufzeichnung zu einem großen Teil „für den Außenstehenden unverständlich“¹. Doch kann der vorliegende Film gerade in dieser Form – weitab von „inszenierten“ Einstellungen – einen authentischen Eindruck der Kommunikation zwischen den beiden Wissenschaftlern vermitteln.

Die filmische Dokumentation über Professor von Weizsäcker konnte kurze Zeit später durch eine weitere Aufnahme in Hamburg ergänzt werden. Dem dabei entstandenen Film lag die Konzeption zugrunde, neben dem Wissenschaftler auch den Lehrenden zu erfassen. Am 1. 12. 1966 konnte seine von 18–20 Uhr im Auditorium Maximum der Universität Hamburg gehaltene Vorlesung „Einführung in die Philosophie Kants“ ausschnittsweise aufgenommen werden.²

Ein weiterer Plan, der auch eine Aufnahme während seines Oberseminars vorsah, scheiterte an zeitlichen und organisatorischen Schwierigkeiten, die u. a. durch eine kurzfristige Verlegung der Seminarzeit verursacht wurden.

¹ Brief vom 30. Mai 1967 an das Institut f. d. Wissenschaftl. Film.

² Dieser Film wurde unter der Nummer G 113 im IWF veröffentlicht.

Wortlaut des Gesprächs

Der hier wiedergegebene Gesprächsablauf entspricht im wesentlichen der Tonfilm-Mitschrift. Es wurden nur wenige, durch die Diskussion bedingte Wiederholungen oder Versprecher ausgeglichen, um die Authentizität der Gesprächssituation zu erhalten.

H.: Professor Heisenberg

W.: Professor von Weizsäcker

H.: Ich möchte dazu noch einmal auf unser gestriges Gespräch zurückkommen, und da ist mir aufgefallen, daß an einigen Stellen die Vorstellungen, die du entwickelst, eigentlich doch mit meinen nicht übereinstimmen. Jetzt möchte ich mal meine eigene sagen. – Nein – vielleicht zuerst bei dir bleiben. Bei dir sieht's mir so aus – vielleicht irre ich mich da –, als ob sozusagen der liebe Gott bei der Erschaffung der Welt mit einer bestimmten Anzahl Grundentscheidungen anfängt und sagt: „Ich will halt eine Welt aus 10^{120} Grundentscheidungen bauen“, und er hätte genauso gut sagen können 10^2 , und man weiß nicht recht warum.

W.: Ja?

H.: Nun, ich hatte mir das ursprünglich bei mir etwas anders gedacht und fand dann, das hängt von der Grundentscheidung ab. So und dann – bei mir sieht es so aus: Zunächst steht da eine gewisse Anzahl von Gruppen aufgeschrieben in einer Gleichung. – Dann, was die konforme Gruppe anbetrifft, so stellt sich heraus, daß das sozusagen nicht geht mit der Quantentheorie. Also beim anharmonischen Oszillator weiß man ja auch, wenn man den aufschreibt, hat man eine konforme Gruppe. Wenn man das aber quantisieren will, geht die konforme Gruppe kaputt. Man ist also sozusagen bei der Quantisierung gezwungen, mal eine Masse „reinzuschreiben“. Die kommt also eigentlich nicht durch den Grundzustand herein, sondern dadurch, daß man überhaupt Quantentheorie treibt. Beim anharmonischen Oszillator wird an dieser Stelle dann eine Größe mit dem Namen eingeführt, und hier ist etwas Ähnliches der Fall, also immer eine Masse. Dann sieht man also ein, so hätte ich gesagt, gut, jetzt muß ich dann anfangen, auch den Grundzustand zu konstruieren; den kann ich nicht ganz symmetrisch machen, man kommt auf diese Iso-Spin-Entscheidung; dabei wird eine Zahl, nämlich die Sommerfeldsche Feinstruktur-Konstante festgelegt. Jetzt habe ich mir natürlich gedacht, das wird vielleicht so weitergehen – ich weiß nicht, ob das wirklich wahr ist –, und so würde ich dann hoffen, man kommt schließlich mal zur Gravitation und kriegt dann eine ganz kleine Zahl heraus, die letzten Endes natürlich das Verhältnis zwischen der Masse eines Teilchens und deren Welt angeben soll – und natürlich hast du recht, daß an der Stelle dann mal die Topologie geändert werden muß, wenn ich die Gleichung ernst nehme.

W.: Ja, so sehe ich es.

H.: Ja, eben, das ist es ja. Ja, das ist klar; aber ich möchte bloß das einmal zu Ende sagen, und dann mußt du mir sagen, ob du das falsch findest. Also am Schluß

kommt eine ganz kleine Zahl heraus, und die gibt dann die Gravitation, und dann kann man dieses Thirring'sche Spiel machen, daß man also von der Gleichung in eine andere umschaltet, wo man die Raum- und Zeitbegriffe benutzt, die durch Maßstäbe und Uhren gegeben sind, und ich hätte jetzt gehofft, daß an der Stelle dann erst ein Umschalten der Topologie erfolgen wird, daß man nämlich sagt: Ja, jetzt will ich von einer offenen zur geschlossenen Welt übergehen; dazu muß ich im Grunde eben von einer nichtkompakten zu einer kompakten Gruppe übergehen, was also vielleicht einfach durch eine Entscheidung über eine andere Nachbarschaft entstehen kann, und dann hätte ich diese Zahl der rund 10^{120} im Prinzip wenigstens abgeleitet. Also das war meine Hoffnung, und wie steht es nun bei dir?

- W.: Ja, also ich würde das so sagen – ich würde sagen: Ich behaupte erstens – darüber habe ich auch gestern noch einmal mit dem Dürr gesprochen, der sagte also, es sei genau seine Meinung, was ich sage –, die Topologie der Welt hat nichts mit Gravitation zu tun, sondern die Topologie der Welt, sage ich jetzt, hat mit Quantentheorie zu tun; nämlich, wenn du sagst, man kann die Gleichung, die du machst, gar nicht quanteln, ohne daß man eine Länge einführt, dann sage ich: Das kann nur heißen, die Quantentheorie fordert eine kompakte Gruppe.
- H.: Aha. Ja, aber wie kommt es dann, daß dasjenige Glied in der Gleichung, also dieses $\gamma = k$ oder was da der Stumpf geschrieben hat, daß das sozusagen in der Größenordnung doch mit der Gravitationskonstante verwandt zu sein scheint.
- W.: Ja, das ist richtig, aber ich würde sagen, das ist erst eine Frage der Theorie der Gravitation, warum die Gravitation so klein ist wie dieses Glied, das heißt, warum die Gravitation sich anpaßt an das Verhältnis Teilchenradius zu Weltradius; aber das Problem, die Definition von Teilchenradius und Weltradius kann man schon geben, ohne von Gravitation etwas zu wissen.
- H.: Aha.
- W.: Nicht, ich würde das ...
- H.: Also würdest du sagen, man kann nie hoffen, diese Zahl 10^{120} aus irgendetwas herzuleiten, sondern die muß man setzen.
- W.: Ja – nein, das ist nun noch eine weitere Frage. Da würde ich sagen, in der Theorie, wie wir sie im Moment besprechen, kann man 10^{120} nur setzen. Die wirkliche Antwort ist: 10^{120} ist die dritte Potenz des Alters der Welt, und der Jordan hat recht.
- H.: Ach so, daß man sagen würde – jetzt, des Alters der Welt in welcher Einheit?
- W.: Des Alters der Welt in vernünftigen Einheiten. Das heißt also in atomaren Einheiten und so gemessen, daß wir sagen, diese Einheit bleibt konstant. Nicht wahr, es ist doch so, das Alter der Welt, in atomaren Einheiten gemessen, ist 10^{40} [H.: Ja, ja ...], und dann sage ich: Die Zahl der Ure ist 10^{120} , [H.: Ja] und ich kann begründen, oder ich hoffe zu begründen, warum sie gerade die dritte Potenz des Alters der Welt, in diesen Einheiten gemessen, sein muß.
- H.: Ja, also diese Begründung, das kann man sich dann überlegen ...

- W.: Ja, und deshalb sage ich: Solange wir nicht vom Alter der Welt reden, solange wir also nicht die Zeit wirklich ernst nehmen, sondern solange wir so tun, als sei die Welt in der Zeit statisch, so lange müssen wir die Zahl 10^{120} setzen.
- H.: Jawohl, ja.
- W.: Wenn man die noch erklären will, muß man wirkliche Geschichte der Natur machen. Solange man aber das nicht macht, wird man die setzen; aber die Frage, die du hier stellst, ist sozusagen unabhängig davon, wie groß man diese Zahl setzt. Jedenfalls kann es nur eine Quantentheorie geben, wenn diese Zahl endlich ist.
- H.: Zwischen den beiden Aussagen finde ich noch einen Widerspruch; also einerseits sagst du, diese Zahl kommt durch die Geschichte der Natur. Nun würde ich sagen, Kosmologie heißt ja immer Geschichte der Natur, weil Kosmologie ja immer die Zeit einbeziehen sollte und muß ...
- W.: Ja, aber ich würde sagen, ich mache einen Unterschied wie zwischen dem Einsteinschen Kosmos und dem Friedmann-Lemaître'schen Kosmos; und nur in etwas, was dem Friedmann-Lemaître'schen Kosmos entspricht, kann man diese Zahl begründen. Obwohl ich natürlich auch nicht die Friedmann-Lemaître'sche Theorie, sondern die Jordansche Theorie machen werde.
- H.: Ja, aha, also in diesen Kosmologie-Dingen bin ich auch gar nicht genug bewandert.
- W.: Ja, ja, also ich meine, es ist einfach so: Der Einsteinsche Kosmos und wahrscheinlich auch der de Sittersche – der ist so schwer zu interpretieren – bedeuten eine stationäre Welt, also in meiner Sprache eine konstante Anzahl von Urentscheidungen, und dann würde ich sagen, das geht sicher überhaupt gar nicht, denn das geht schon thermodynamisch nicht, denn das würde ja heißen, daß es die Welt von jeher schon gibt, und dann wäre jetzt schon das Wärme-gleichgewicht; sondern wenn es überhaupt eine mögliche Physik geben soll, die so aussieht, wie wir sie hier besprechen, dann muß diese Physik so sein, daß die Welt irgendwann mal angefangen hat, und da will ich die Hypothese machen, die ich auch noch begründen würde, daß es so ist, wie sich der Jordan das denkt. Das würde ich so ausdrücken: Die Anzahl der Urentscheidungen wächst mit der Zeit, und zwar wenn man die Zeit zweckmäßig mißt, dann mit der dritten Potenz der Zeit.
- H.: Ja, das würde also heißen, daß die Skala, die man so zum Messen benutzt, mal zunächst durch die atomaren Einheiten gegeben ist, das ist also etwa eben die Masse des Protons geteilt durch hc , oder was das nun gerade eben ist, und damit habe ich schon eine Zeitskala. Und das soll aber natürlich nicht heißen, daß diese Zeit etwa diskontinuierlich abläuft. – Das hat uns bisher niemand interpretieren können.
- W.: Nein, das würde ich auch nicht sagen, nur ich meine, so eine Theorie habe ich auch noch gar nicht versucht zu machen. Ich meine, was ich versuche, mathematisch hinzuschreiben, ist nur die Theorie bei konstanter Zahl der Urobjekte; und die variable Zahl der Urobjekte, das kann ich einfach noch nicht, das habe

ich noch nicht probiert. Da kann ich nur sozusagen die Antwort geben, wie ich das gern möchte.

H.: Andererseits ist gerade die variable Zahl der Urobjekte eben dann doch auch in deinem Sinn das, was man eigentlich ...

W.: ... was man eigentlich macht ...

H.: ... weil man dann gar keine Willkür mehr im Bild hat, denn sonst ist ...

W.: ... während sonst eine Willkür drinnen ist. Aber meine Behauptung zu gestern nachmittag ist nur, daß die Topologie des Weltraumes schon durch die Quantentheorie festgelegt ist und nicht durch die Gravitation. [H.: Jawohl]. Wenn du überhaupt – du fängst doch an mit einer Gleichung, die aussieht, als sei sie eine klassische Gleichung,

H.: ja,

W.: und dann sagst du: Die hat eine konforme Gruppe, aber quantentheoretisch geht das gar nicht, da muß man die konforme Gruppe kaputt machen, und dann sage ich: Ja, ich fange ja gar nicht mit einem klassischen Grenzfall an, sondern gleich quantentheoretisch. Ich bekomme also als allererstes den kompakten Raum, den du in Wirklichkeit dadurch bekommst, daß du die konforme Gruppe kaputt machst.

H.: Ja, dabei sieht man der Gleichung ja nicht an, daß es nachher ein kompakter Raum wird, also so sieht's ja nicht aus.

W.: Nein, so direkt sieht man das nicht, aber das kommt, glaube ich, nur daher, daß von dieser Fragestellung aus gesehen, euer Aufbau eben relativ undurchsichtig ist. Er ist nicht gemacht, um diese Frage zu beantworten.

H.: Das kann natürlich sein.

W.: Aber was du gestern gesagt hast, war doch auch, wenn man eine Protonenmasse hat, dann hat man damit de facto eine Weltmasse.

H.: Ja.

W.: Und dann, wie der Stumpf gestern sagte, wenn man einen Zustand der Welt machen will, der im Gleichgewicht ist, dann kann der nicht ein Gleichgewicht sein, wenn man einen unendlichen Weltraum hat und eine endliche Weltmasse.

H.: Ja, aber du hast ja eigentlich jetzt dazu einen Gedanken gebracht, der anders ist als dieses von gestern und der mir eigentlich sogar noch besser gefällt. Der ist so: Wenn ich eine Protonenmasse habe, dann brauche ich auch eine endliche Welt, aber das hängt dann von der Zeit ab, das heißt, ich kriege dann eine Relation zwischen der Zeit und der Welt, und das ist vernünftig.

W.: Ja, das ist richtig. Ich meine, wenn dir das gefehlt hat, dann würde ich sagen, das habe ich gestern nur nicht gesagt, weil wir nicht fertig geworden sind. Das ist meine Meinung, und außerdem habe ich es nicht gesagt, weil der Stumpf in diesem Gedanken nicht drin ist und ich dann den Stumpf verwirrt hätte.

H.: Ja. Inwieweit findest du überhaupt, daß das, was der Stumpf und der Dürr da wollen, übereinstimmt mit dem, was du willst, denn dein Ausgangspunkt ist doch sehr anders.

W.: Nein es ist nicht identisch, sondern es ist so: Ich habe das Gefühl, was der Stumpf will, das könnte man gleichnisweise so ausdrücken: Man hat zwei

Halbkugeln und probiert, sie zusammenzupassen, nämlich die Elementarteilchenphysik und die Kosmologie. [H.: Ja.] Und was ich versuche ist: Man hat von vornherein eine einzige Kugel, die beides ist.

W.: Also das, was ich hier hingeschrieben habe, das ist nur die zeitlich konstante Welt.



Werner Heisenberg und Carl Friedrich von Weizsäcker während ihres Gesprächs

H.: Ja; und kannst du immerhin skizzieren, wie du dir die Jordansche Welt denkst? Also, angenommen – ich meine, wir kennen beide die Mathematik nicht und so weiter, trotzdem – man kann ja einfach mal phantasieren, wie das dann ungefähr aussehen würde, insbesondere auch: Was für eine Metrik tritt denn an die Stelle der Euklidischen Metrik? Wie würde unsere Gleichung dann aussehen: Würde es sich in der Gleichung irgendwie ausdrücken, wie usw.?

W.: Also, ich meine, da fragst du eigentlich mehr, als ich weiß. Ich kann nur sagen, wie ich mir denke, daß in meinem Bild mit den Urobjecten überhaupt diese ganze Jordansche Geschichte Platz hat. Aber wie dann nachher die Metrik aussieht, die man dazu macht, daß weiß ich auch nicht. Im meine, das ist wahrscheinlich gar kein schwieriges Problem, wenn man mal diese ganzen Kosmologien kennt; nur das habe ich mir bisher nicht überlegt.

H.: Ja, aber der Punkt, der für mich natürlich besonders wichtig ist: Wie sieht bei deiner Philosophie dieser Grundentscheidungen die Idee aus, daß man mit einer zeitlich variablen Anzahl von Grundentscheidungen zu rechnen hätte, was ja beinahe so tut, als kämen immer neue Grundentscheidungen dazu ...

W.: Das tut's auch.

H.: ... und das ist irgendwie eine komische Vorstellung ...

W.: Nein, also es ist so: Du fragst mich im Grunde jetzt – oder ich möchte mich gerne fragen lassen – nicht nach der Mathematik dieser Sache, die ich gar nicht weiß –, sondern nach der Philosophie dieser Sache.

H.: Ja, natürlich.

W.: Und da würde ich sagen, da muß man eigentlich noch einen Schritt zurückgehen und muß fragen: Was hat überhaupt diese ganze Theorie der Urentscheidungen mit der Zeit zu tun? Und wenn ich also das so entwickeln darf, dann würde ich sagen: Ich fange nicht einmal mit den Urentscheidungen an, sondern ich fange nur mit der Zeit an.

H.: Ja, das war eigentlich immer die Absicht.

W.: ... die Absicht; und dann sage ich, die Zeit: Die meine ich natürlich in dem Sinn mit Gegenwart, Vergangenheit und Zukunft – und nun sage ich: Was heißt Zukunft? Das Zukünftige ist dasjenige, was einmal sein wird. Man weiß aber nicht, was sein wird. Es gibt also Möglichkeiten. Der Begriff der Möglichkeiten gehört wesentlich zur Zukunft. Die simpelste Art, überhaupt die Zukunft zu schematisieren, ist, daß man sagt: Jetzt liegt ein Zustand vor, und in einer gewissen Zeit kann einer von zwei Zuständen vorliegen. Das heißt, die simpelste Schematisierung der Zukunft ist die einfache Alternative.

H.: Ja, gut.

W.: Wenn nun einer von beiden eingetreten ist, dann wird es wieder Zukunft geben, das heißt, dann wird es wieder zwei Möglichkeiten geben, und wenn der andere eingetreten ist, wird es auch zwei Möglichkeiten geben.

H.: Ja, da habe ich jetzt das unangenehme Gefühl, daß man in die Frage 'reinkommt: Wie lange dauert es denn bis zur nächsten Entscheidung? Nicht, daß das Kontinuum der Zeit eine diskrete Entscheidung irgendwie ist.

W.: Aber da würde ich nun sagen: Das ist also die Frage, ob die Zeit überhaupt kontinuierlich oder diskret ist; und darauf würde ich sagen: Solange man nur von zwei oder vier Urentscheidungen redet, ist das 'ne ganz sinnlose Frage. Das ist ja die Frage, was der liebe Gott am Anfang gemacht hat.

H.: Natürlich.

W.: Das ist also zu schwer zu wissen. Aber, ich will mal fragen, ob die Zeit kontinuierlich oder diskret ist, jetzt, für uns; und da würde ich sagen: Die Vergangenheit ist in einem gewissen Sinne diskret, und die Zukunft ist kontinuierlich.

H.: Aha. Die Vergangenheit ist diskret durch die Dokumentation ...

W.: Ja, durch die Dokumentation –

H.: ... weil sie entweder im Gedächtnis oder auf einer Fotoplatte irgendwie vorliegt.

W.: Irgendwie vorliegt. Die Menge der Fakten ist endlich. Und wenn jemand behauptet, eine – nicht wahr, was heißt denn Kontinuum? Ein Kontinuum heißt doch, wenn ich eine Strecke nehme, wenn ich darauf irgend zwei Punkte markiert habe, kann ich dazwischen noch einen markieren.

H.: Jawohl, keine Notwendigkeit – kann!

- W.: Ja, kann. Und nun stellt sich die Frage, was es bedeutet, die vergangene Zeit sei kontinuierlich. Das heißt, wenn der Zeitpunkt A vergangen ist, und der Zeitpunkt B ist später aber auch vergangen, dann kann man zwischen A und B noch einen Zeitpunkt markieren. Das kann man nur, wenn ein Dokument vorliegt. Insofern würde ich sagen, die Vergangenheit ist nur in dem Sinn potentiell kontinuierlich, daß man nicht wissen kann, welcher vergangene Zeitpunkt möglicherweise sich noch als mit einem Dokument behaftet zeigen wird.
- H.: Ja, man redet natürlich anders über die Vergangenheit.
- W.: Na ja, so würde ich sagen, sollte man eigentlich reden. Und die Behauptung ist, ich meine, das Kontinuum ist dadurch definiert, wie Aristoteles sagt, daß man es in Kontinua unbegrenzt teilen kann, und dieses gilt eben von der Vergangenheit nicht, sondern man kann zwar sagen, es können noch Dokumente herauskommen, aber es können höchstens endlich viele Dokumente herauskommen; und die Anzahl der Dokumente, die herauskommen können, die kann ich angeben, das ist nämlich die Zahl der Ure, und zwar die Zahl der Ure jetzt.
- H.: Aha, ja.
- W.: Aber in Zukunft können noch ganz neue Sachen passieren.
- H.: Ah, die Zahl aller Grundentscheidungen, die eben passiert sind, das meinst du doch wohl?
- W.: Ja, das sind die Ure.
- H.: Jawohl.
- W.: Also, Du kannst es auch so ausdrücken, einfach, daß eigentlich das Wachstum der Anzahl der Urentscheidungen nur ein Ausdruck dafür ist, daß die Vergangenheit faktisch ist, aber die Zukunft immer neue Möglichkeiten bietet.
- H.: Das hat einen komischen Aspekt in folgender Weise: Die Quantentheorie handelt ja eigentlich immer, also wenn man die Mathematik hinschreibt – 4-Wert usw. – handelt ja immer von dem Möglichen – das und das ist möglich –, und das Faktische ist in dieser Mathematik eigentlich nicht aufgeschrieben und geht so irgendwie in einer komischen Weise nebenher. Es kommt vor in dieser berühmten Reduktion der Wellenpakete usw.
- W.: Ja, genau.
- H.: Aber deine Urentscheidung, das ist nun gerade auf der Seite des Faktischen – also eigentlich gar nicht so sehr auf der Seite der Mathematik, der Quantentheorie, sondern mehr auf der Seite, wie diese Mathematik dann angewendet wird.
- W.: Ja, ganz so würde ich es auch nicht sagen: Also dazu müßte ich erst sozusagen die Philosophie der Quantentheorie aufgreifen. Ich würde so sagen: Die Quantentheorie handelt insofern vom Möglichen, als sie Wahrscheinlichkeiten festlegt, weil sie mögliche Ereignisse festlegt – ich würde sie formal möglich nennen – also mögliche Ereignisse festlegt und zu denen dann Wahrscheinlichkeiten angibt. Und insofern redet die Quantentheorie nur von der Zukunft. Sie redet aber von der Vergangenheit, also vom Faktischen, zunächst in dem Sinne, daß nichts faktisch sein kann, was nicht möglich war, das heißt, die Quanten-

theorie schränkt die Menge der Möglichkeiten ein. Dann kommt die Frage, was wirklich von diesen Möglichkeiten eingetreten ist, also was faktisch ist; und das sagt die Quantentheorie auch nicht. Das sagt sie wirklich nicht.

H.: Das war übrigens natürlich immer der Punkt, der den Einstein so gestört hat. Einstein sagte: Die Physik muß vom Faktischen reden, und ihr habt da eine Mogelei eingeführt, daß ihr nun gerade das Faktische ausklammert und zudem

...

W.: Ja, ja, da würde ich sagen, da hat der Einstein sich wirklich geirrt, denn die Physik redet von Gesetzen, und Gesetze sind immer Gesetze von Möglichem. Da hätte der Einstein den Kant besser lesen müssen.

H.: Das hat er natürlich nicht gemacht.

W.: Aber, ich würde also sagen, – für unser Problem ist es nun so: Das, was ich jetzt gesagt habe, gilt auch für eine Quantentheorie mit konstanter Dimensionszahl des Zustandsraumes, also auch für die Quantentheorie der einzelnen Urentscheidungen. Das heißt, man muß unterscheiden zwischen einer Alternative als zeitüberbrückend, das heißt, man kann dieselbe Entscheidung oft treffen, das ist mein Ur, und zweitens zwischen einer einmal getroffenen Entscheidung, z. B. in der Vergangenheit ist diese Alternative so entschieden worden, daß dieser Spin so stand. Und was ich vorhin gesagt habe, als ich sagte, die Zahl der Ure ist die Menge der Fakten, das ist sozusagen eine Rückkopplung in dieser Theorie, die in der normalen Quantentheorie noch gar nicht vorkommt; und diese Rückkopplung mache ich, indem ich hinter die Quantentheorie und hinter die Elementarteilchentheorie und hinter die Kosmologie zurückgehe in eine reine Theorie der Zeit. Und dann sage ich: Die Theorie der Zeit ist so, daß eigentlich die Menge der Möglichkeiten wächst. Wenn man aus diesen Möglichkeiten dann eine bestimmte Menge ausblendet und für sich allein betrachtet: Das ist die Quantentheorie.

H.: Wie verhält sich das zu folgender Überlegung. Also man hat ja oft eingewandt, daß man mit der Quantentheorie eigentlich gar keine Kosmologie machen könnte aus folgendem Grund: Man kan sagen, die Quantentheorie gibt ja ein Schema für mögliche Ereignisse. Also, wenn ich es auf die Welt im ganzen anwende, ein Schema für sehr viele, also unendlich viele mögliche Welten, aber das interessiert in der Kosmologie ja gar nicht, sondern die Kosmologie interessiert da wirklich nur noch das faktische Element, daß von diesen unendlich vielen Welten gerade diese eine geschaffen ist, und diese eine muß sich nun irgendwie formal durch Mathematik oder so darstellen, also sei es ein Problem sozusagen gegen die Mathematik der Quantentheorie.

W.: Ja, also, ich meine, darin ist natürlich etwas Richtiges, aber ich glaube, die Konklusion ist falsch. Ich würde so sagen: Erstens finde ich das ganze Schema möglicher Welten, von denen eine realisiert ist, also dieses Leibnizsche Schema, im Grunde nicht gut, denn ich weiß nicht recht, was ich mir unter einer möglichen Welt vorstellen soll. Ich kann mir unter einer möglichen Welt vorstellen eine in der Zukunft mögliche Welt. Das heißt, eine Welt, die aus der jetzigen wirklichen Welt hervorgehen könnte; aber ich kann mir nicht gut unter

einer möglichen Welt vorstellen, wie das bei Leibniz ist, die Menge der möglichen Welten, die vor Gottes Auge schwebt, und dann sucht er eine aus.

H.: Ja, die beste aus.

W.: Das kommt mir irgendwie schwierig vor. Wenn ich aber so rede, wie ich meine, daß man reden darf, dann würde ich sagen, die Kosmologie, die wir hier betreiben, ist die Theorie aller möglichen Welten in meinem Sinn.

H.: Möglich aus der jetzigen, die schon vorhanden ist.

W.: Ja, aller Welten, die aus der vorhandenen oder überhaupt einer irgendwann einmal vorhanden gewesenen hervorgehen können, und da sage ich: Und das ist eine legitime Aufgabe der Quantentheorie.

H.: Aha, also man kann sich zwar dann vorstellen, daß immer eine Grundentscheidung nach der anderen fällt und am Anfang vielleicht eine einzige mal gewesen ist, aber über diese Vergangenheit kann man dann auch eigentlich kaum reden, sondern wenn man über Vergangenheit redet, soll man ruhig über alles reden, was schon vergangen ist, nämlich über alle Entscheidungen, die schon gefallen sind, und das ist eben die existierende und in unserem Bewußtsein befindliche reale Welt, und dann kann man nur noch fragen, was kann aus dieser Welt denn in Zukunft noch hervorgehen.

Biographische Daten beider Wissenschaftler

Prof. Dr. phil. Dr. h. c. Werner Heisenberg:

5. 12. 1901 geboren in Würzburg;
Studium in München und Göttingen;
1923 Promotion;
1924–27 Privatdozent in Göttingen;
1926 Lektor an der Universität Kopenhagen;
1927–41 ordentlicher Professor für Theoretische Physik an der Universität Leipzig;
1941–45 ordentlicher Professor an der Universität Berlin und Direktor des Kaiser-Wilhelm-Institutes für Physik, Berlin;
1946–58 Honorarprofessor an der Universität Göttingen, Direktor des Max-Planck-Instituts für Physik;
1949–51 Präsident des Deutschen Forschungsrates an der Akademie der Wissenschaften, Göttingen;
1959–71 Honorarprofessor der Universität München;
seit 1971 emeritiert; Präsident der Alexander-von-Humboldt-Stiftung.

Auszeichnungen:

- 1929 Barnard-Medaille (New York); Matteucci-Preis (Rom);
1932 Nobelpreis für Physik;
1933 Planck-Medaille;
1956 Grotius-Medaille;
1957 Ritter des Ordens Pour le mérite, Friedensklasse;
1958 Kultur-Ehrenpreis Stadt München;
1961 Bayrischer Verdienstorden;

- 1964 Großes Bundesverdienstkreuz mit Schulterband;
1970 Sigmund-Freud-Preis; Niels-Bohr-Medaille;
1973 Goldene Ehrenmünze München; Romano-Guardini-Preis.

Literatur über Werner Heisenberg

- HEELAN, P. A.: Quantum Mechanics and Objectivity. A study of the Physical Philosophy of Werner Heisenberg. The Hague 1965.
HOERZ, H.: Werner Heisenberg und die Philosophie. Berlin 1966.
LEITHÄUSER, J. G.: Werner Heisenberg. Berlin 1957 (= Köpfe des 20. Jahrhunderts, Bd. 2).
Zu seinem 70. Geburtstag ist ihm von seinen Freunden, Mitarbeitern und Schülern eine Festschrift gewidmet worden:
Quanten und Felder. Physikalische und philosophische Betrachtungen zum 70. Geburtstag von Werner Heisenberg. Hrsg. von H. P. DURR. Braunschweig 1971.

Prof. Dr. phil. Carl Friedrich Freiherr von Weizsäcker:

28. 6. 1912 geboren in Kiel;
Studium in Berlin, Göttingen und Leipzig;
1933 Promotion in Leipzig;
1936 Habilitation in Leipzig;
1936 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Kaiser-Wilhelm-Institut für Chemie, Berlin, dann Assistent am Kaiser-Wilhelm-Institut für Physik, Berlin;
1937 Privatdozent an der Universität Berlin;
1942–45 außerordentlicher Professor für Theoretische Physik an der Universität Straßburg;
1946–57 Abteilungsleiter des Max-Planck-Instituts, Göttingen, Abteilung Physik und Honorarprofessor an der Universität Göttingen;
1957–70 ordentlicher Professor der Philosophie an der Universität Hamburg;
seit 1970 Direktor des Max-Planck-Instituts zur Erforschung der Lebensbedingungen in der technisch-wissenschaftlichen Welt in Starnberg bei München.

Auszeichnungen

- 1956 Goethe-Preis der Stadt Frankfurt;
1957 Max-Planck-Medaille der Deutschen Physikalischen Gesellschaft;
1959 Großes Bundesverdienstkreuz mit Stern,
 1973 Schulterblatt dazu
1961 Ritter des Ordens Pour le mérite, Friedensklasse;
1963 Friedenspreis des Deutschen Buchhandels;
1964 Arnold-Reymont-Preis für Physik der Universität Lausanne;
1965 Wilhelm-Bölsche-Medaille in Gold;
1968 Hans Thoma-Medaille;
1969 Erasmus-Preis.

Ein Verzeichnis aller Schriften C. F. v. Weizsäckers bis einschließlich 1972 ist in der anlässlich seines 60. Geburtstags erschienenen Festschrift aufgeführt: Einheit und Vielheit. Hrsg. von E. SCHEIBE und G. SÜSSMANN, Göttingen 1973, S. 292 ff.