



Sendung vom 19.2.2014, 21.00 Uhr

Rolf Heilmann
Physiker und Buchautor
im Gespräch mit Gabi Toepsch

- Toepsch:** Herzlich willkommen, verehrte Zuschauer, zum alpha-Forum. Mein heutiger Gast ist Professor Dr. Heilmann. Er ist Professor für Physik an der Hochschule für angewandte Wissenschaften in München und lehrt außerdem in München an der Kinderuniversität. Er ist zudem Autor und hat ein Buch über Licht geschrieben. Und er hat einen Teil seines wissenschaftlichen Lebens in der DDR verbracht. Schön, dass Sie da sind, Herr Professor!
- Heilmann:** Vielen Dank für die Einladung. Ich bin gespannt auf Ihre Fragen.
- Toepsch:** Wir haben drei spannende Bereiche. Ich glaube, wir bleiben zunächst bei der Physik. Sie sind Spezialist für Licht. Für uns Otto Normalverbraucher ist Licht eigentlich nicht wirklich ein Thema, es sei denn, es funktioniert nicht. Wir benutzen das Wort "Licht" in Sprichwörtern, etwa in "Ich möchte mich in das richtige Licht setzen", und ich hoffe, wir sitzen hier im richtigen Licht. "Ich möchte etwas in das rechte Licht rücken", oder "Ich lasse mich nicht hinters Licht führen" – wo ist das eigentlich: hinter dem Licht, Herr Professor?
- Heilmann:** Tja, das kann man eigentlich gar nicht sagen. Man kann nicht einmal sagen, was Licht eigentlich ist.
- Toepsch:** Ich wollte gerade sagen: Licht ist für einen Physiker etwas ganz anderes als für uns.
- Heilmann:** Es ist so, dass die Menschen im Laufe der Jahrtausende versucht haben, sich diesem Phänomen irgendwie zu nähern.
- Toepsch:** Wobei man natürlich Licht an sich gar nicht immer wahrnimmt. Aber Licht ist ganz wichtig für uns, lebenswichtig!
- Heilmann:** Ja, das ist keine Frage. Das wussten die Menschen schon von Anfang an. Wenn die Sonne nicht aufgeht oder nicht aufgehen würde, dann wäre unser Leben zu Ende. Man hat versucht, irgendwelche Erklärungen dafür zu finden, was Licht ist.
- Toepsch:** Wie erklärt man sich denn heute Licht, wenn wir gleich einmal in der Gegenwart bleiben?
- Heilmann:** Da gibt es verschiedene Bilder. Wenn man jemand oder sich selbst etwas erklären will, was man noch nicht kennt, dann muss man immer irgendwelche Vergleiche suchen. Und Licht kann man eigentlich mit

nichts vergleichen. Das ist das Problem. Deswegen versucht man, zur Vereinfachung Bilder zu finden, wie Strahlen oder Wellen.

Toepsch: Man kann es aber als Wärme fühlen?

Heilmann: Man kann es fühlen durch Wärme.

Toepsch: Man kann es sehen, denn dann ist es hell.

Heilmann: Man kann es sehen, richtig.

Toepsch: Aber man kann es nicht riechen, man kann es nicht schmecken.

Heilmann: Nein, riechen kann man es nicht und Licht ist auch etwas anderes als ...

Toepsch: Man kann es auch nicht hören, oder? Kann man Licht hören?

Heilmann: Nein, aber man kann es hörbar machen. Man kann die kleinen Lichtteilchen, diese Photonen, so heißen die ...

Toepsch: Das sind die kleinsten Teilchen?

Heilmann: Das sind die kleinsten Teilchen, von denen man meint, dass aus ihnen Licht bestünde. Wobei das Wort "Teilchen" auch schon wieder problematisch ist, weil mit Teilchen die Vorstellung von etwas Hartem verbunden ist und Licht nicht hart ist. Heute geht man davon aus, dass Licht aus kleinen Energieportionen besteht, die man Quanten nennt. Aber was ein Quant ist, weiß man nun auch wieder nicht. Da gibt es auch wieder keine Vergleiche. Ein Quant ist etwas, das man im Alltag gar nicht kennt. Es hat ganz merkwürdige Eigenschaften. Ein Quant kann zum Beispiel auf Ihrer Seite sein und auf meiner Seite sein, aber dazwischen ist es nie. Und man sagt, dass Licht aus solchen merkwürdigen Teilen besteht. Das Problem ist nun, dass man sich das kaum vorstellen kann, aber man kann damit außerordentlich gut rechnen und Wissenschaft betreiben.

Toepsch: Wir sind hier praktisch schon mitten in der Quantenphysik? Ich glaube nicht, dass ich das verstehe oder dass wir es wirklich verständlich machen können. Aber ich glaube, wenn Sie das weiter erklären, können wir die Grenzen unseres Staunens erweitern. Denn mit Rechnen und so weiter, ich glaube, da kommen wir nicht viel weiter.

Heilmann: Sie brauchen keine Angst haben, dass ich jetzt hier anfangen zu rechnen.

Toepsch: Nein, nein, das habe ich auch nicht. Aber ich denke einfach, wir wollen lernen, noch etwas mehr zu staunen. Verstehen werden wir es wahrscheinlich auch nach 45 Minuten noch nicht.

Heilmann: Vielleicht zumindest ein bisschen besser, denn sonst würden wir hier umsonst sitzen. Ich muss aber trotzdem noch einmal auf das Rechnen kommen. Es ist so, dass die Physiker und Naturwissenschaftler meinen, dass sie dieses Licht beschreiben können, und zwar mit mathematischen Formeln. Aber man kann es sich nicht vorstellen. Wir sehen Licht, das ist klar, aber diese Quanten, von denen ich sprach, kann man sich schlecht vorstellen.

Toepsch: Und da nimmt man dann die Teilchen und Wellen?

Heilmann: Ja. Man kann damit rechnen und man kann damit eine Technik entwickeln. Die Kameras, die uns hier aufnehmen, basieren auf dieser

Quantenphysik. Ohne die würden die Kameras gar nicht funktionieren. Hier hat man sich so weit vom normalen Denken entfernt, dass dann natürlich zum Beispiel Journalisten oder Schüler in der Schule sagen: "Ja, ihr rechnet, aber für mich selbst ist Licht etwas ganz anderes!" Darauf kann man antworten: "O.k., das sind die Physiker, die eine Sorte von Bildern entwickelt haben. Und dann gibt es noch die Maler oder die Musiker oder die Theologen und Philosophen, die alle andere Vorstellungen und Bilder von Licht haben." So kann man dieses Phänomen letztendlich von verschiedenen Seiten betrachten und sich den Weg auswählen, den man am besten versteht. Und ein Journalist ist vielleicht jetzt nicht auf dieser mathematischen Schiene, die gehen vielleicht mehr von der ästhetischen Seite heran.

Toepsch: Wenn wir uns noch einmal diese Bilder vor Augen halten. Wenn Sie von den Photonen und Teilchen sprechen und Sie sagen, dass es hier und dort sein kann, heißt das dann, dass es zwischen uns hin und her fetzt? Aber was ist denn dann dazwischen?

Heilmann: Das Licht geht von Ihnen zu mir, sonst würde ich Sie nicht sehen, und umgekehrt. Wenn wir hier die Scheinwerfer im Studio ausschalten, würden die Zuschauer zu Hause auch nichts sehen können. Das heißt, Licht ist zuerst einmal ein Medium. Das kann man vielleicht als Begriff verwenden, aber das ist für einen Physiker auch schon irreführend. Licht ist etwas, was eine Wechselwirkung realisiert. Wir können aktiv miteinander sprechen, aber wir könnten uns nicht aktiv sehen, wir werden erst durch dieses Licht sichtbar gemacht, das auf uns kommt und von uns weiter in die Kameras hineingeht.

Toepsch: Wir sind sowieso nur da, weil es Licht gibt, oder?

Heilmann: Das ist zunächst einmal ... Ja, natürlich. Aber Sie schneiden hier ganz große Themen an. Da reichen uns 45 Minuten nicht. Licht ermöglicht zunächst erst einmal unser Leben. Das ist überhaupt keine Frage. Und die Menschen haben sich schon Gedanken darüber gemacht, was es denn nun ist. Aber wir können es eben auch auf verschiedene Weise benutzen und es nicht nur genießen. Wir haben verschiedene Möglichkeiten, uns dem Licht zu nähern.

Toepsch: Messen und wiegen, also diese klassischen wissenschaftlichen Methoden, das, was die Physik so gerne macht, kann man das mit Licht?

Heilmann: Natürlich! Da sind wir wieder bei den Bildern. Es gibt eine Geschichte, die Sie vielleicht kennen, die Geschichte von den Schildbürgern. Die hatten ein Rathaus gebaut, in dem es keine Fenster gab, in dem es also finster war. Sie überlegten nun, was sie machen sollten, und kamen auf die Idee, das Licht in Säcken einzufangen oder in Mausefallen. Da gibt es eine schöne Geschichte von Erich Kästner, in der er das beschreibt. Das ging natürlich nicht. Insofern ist Ihre Frage völlig gerechtfertigt: Kann man Licht irgendwie greifen? Das kann man. Man kann messen, wie viel Licht auf uns herunterkommt, welche Farbe es hat, welche Wellenlänge, welche Energie. Das kann man schon machen. Und man kann aus diesen Informationen sehr viel gewinnen. Wenn wir beispielsweise das Licht von der Sonne bekommen, dann können wir das analysieren und feststellen, welche Vorgänge in der Sonne ablaufen.

- Toepsch:** Da musste sich die klassische Physik also nicht wirklich umstellen?
- Heilmann:** Das war gerade die Grenze. Man hat beim Sonnenlicht nicht erklären können, warum es so ist, wie es ist. Dann hat man es ausgemessen und dabei stellte sich heraus, dass es hier einen ähnlichen Effekt wie bei einer Herdplatte gibt. Das kennen Sie vielleicht. Bei den neueren Ceranplatten sieht man das nicht mehr so, aber bei den alten Platten. Wenn man die Platten aufdreht, dann merkt man zunächst, dass Wärme kommt und dann wird die Platte ganz dunkelrot – dann ist es schon fast zu spät, dass man sie als Herdplatte benutzt. Diese Effekte versucht man zu erklären, was aber mit dem klassischen Bild nicht möglich war. Daher ist man dann auf diese Quanten gekommen. Dann hat man gesagt: "Die Prozesse der Lichtentstehung bei der Herdplatte sind ungefähr so wie bei der Sonne." Nur musste es auf der Sonne natürlich viel heißer sein. Das konnte man ausrechnen und ist auf etwa 6000 Grad für die Sonnenoberfläche gekommen. Man kann also von den Bildern, die man aus dem Alltag kennt, auf das schließen, was im Weltall passiert, indem man beispielsweise das Licht analysiert.
- Toepsch:** Aber die Physiker mussten dazu auch einen Quantensprung machen oder war das vielleicht auch ein Schock, dass sie sich da ganz anders verhalten mussten?
- Heilmann:** Vorsicht mit dem Wort "Quantensprung"! Sie merken schon, der Professor will immer etwas belehren. Ich hoffe, Sie nehmen mir das jetzt nicht übel.
- Toepsch:** Nein, überhaupt nicht, im Gegenteil!
- Heilmann:** Den Begriff "Quantensprung" benutzt man gerne in Talkshows, wenn man ausdrücken möchte, dass irgendeine Veränderung ganz besonders ist. Ein "Quantensprung" ist etwas, das es in unserem Alltag überhaupt nicht gibt. Ich springe von meiner Seite hier auf Ihre Seite und bin dann nie in dem Raum dazwischen gewesen. Das wäre dieses Merkwürdige. "Quantensprung" ist nur wieder ein Bild dafür, dass man von einem Zustand in einen anderen geht, ohne Zwischenzustände einnehmen zu können. Anfang des 20. Jahrhunderts war man in einer Situation, in der man sich Dinge, wie eben gerade dieses einfache Licht der erhitzten Herdplatte, nicht erklären konnte. Daher musste man völlig neue Bilder entwickeln und das waren diese abstrakten Bilder, von denen ich sprach. Albert Einstein hat das 1905 mit seiner Quantenhypothese zu erklären versucht und hat dazu eine Annahme als Voraussetzung in den Raum gestellt, mit der er diese Beobachtungen, diese Messungen erklären konnte.
- Toepsch:** Und dann konnte man sie nachrechnen?
- Heilmann:** Das konnte man dann berechnen und sagte: "Wir können jetzt unsere Sonne angucken und stellen fest, dass sie ein bestimmtes Licht und eine bestimmte Temperatur hat. Wir können andere Sterne ansehen, die vielleicht etwas rötlicher oder etwas bläulicher sind. Und obwohl sie so weit weg sind, weiß man dadurch genau, wie heiß es dort ist." Dabei hatte man immer die Herdplatte vor Augen. So etwas geht aber eben nur mit solchen völlig abstrakten Bildern. Erstaunlicherweise war das – wenn ich das jetzt noch einfügen und dabei von der Physik etwas weggehen

darf – zur gleichen Zeit, als die abstrakte Kunst, die abstrakte Malerei aufkam. Zu Beginn des 20. Jahrhunderts reichte es Malern plötzlich nicht mehr, die Welt so zu malen, wie wir sie sehen. Wenn Sie sich vielleicht an Bilder von Pablo Picasso erinnern, der Menschen von vorne und von der Seite gleichzeitig malte: So sehen wir die Menschen zwar nicht, aber Picasso war der Meinung, dass er sie so sieht. Genauso war das in der Physik, dass man etwas vom Anschaulichen wegging und mit Bildern arbeitete, die nicht so aussahen, wie wir die Wirklichkeit wahrnehmen, aber die Phänomene von verschiedenen Seiten beschreiben können.

Toepsch: Und die beiden Richtungen sind nicht unabhängig voneinander entstanden? Wenn Sie jetzt Kunst und Physik beziehungsweise die Quantenphysik vergleichen?

Heilmann: Na ja, Picasso hat Einstein damals nicht gekannt.

Toepsch: Oder ist das etwas, was damals in der Luft lag?

Heilmann: Es lag in der Luft und Ähnliches geschah auch in der Musik und in der Architektur. Es kam in der Zeit um den Ersten Weltkrieg plötzlich zu Umbrüchen, die offenbar in der Luft lagen – oder im Licht. Man ging dann völlig andere Wege. Die klassischen Vorstellungen, die alten Bilder taugten nicht mehr.

Toepsch: Das heißt, mit den Erkenntnissen über das Licht hat sich auch das Weltbild geändert und damit änderte sich auch die Welt. Und damit sind wir bei Ihrem wunderbaren Buch "Licht. Die faszinierende Geschichte eines Phänomens." Es schildert quasi die Geschichte der Lichtforschung. Ich muss sagen, ich habe das Buch wie einen Krimi gelesen. Es ist total spannend. Zuerst dachte ich, ich werde vermutlich nichts verstehen, und ich habe natürlich auch nicht alles verstanden. Aber Sie haben gerade gesagt, dass selbst die Physiker ab einem bestimmten Punkt nicht mehr genau wissen, was wirklich passiert. In diesem Buch befinden wir uns dann plötzlich in der Harry-Potter-Welt oder bei "Star Trek" oder bei "Star Wars". Sie schreiben davon, dass man Gegenstände verschwinden lassen kann ...

Heilmann: Man versucht es erst einmal.

Toepsch: ... oder das mit kleinen Gegenständen bereits gelingt. Dass es schon so eine Art Tarnkappe gibt, dass "Beamen" also bereits in den Bereich des Möglichen gekommen zu sein scheint. Wenn ich mir vorstelle, wie es bei Star Trek immer heißt: "Scotty, bitte beamen!" Wenn man das heute macht, wo landen wir dann? Ist das jetzt ein bisschen reißerisch oder ist die Physik tatsächlich schon so nahe daran?

Heilmann: Die Physik ist schon noch ein Stück weg davon. Wir müssen keine Angst haben, dass es solche Möglichkeiten oder Waffen daraus so schnell gäbe.

Toepsch: So schnell werden wir also nicht weggebeamt.

Heilmann: Nein, aber die Physik ist ja entstanden, weil die Menschen neugierig waren. Sie wollten wissen, was in der Welt passiert, und konnten durch die Erkenntnisse ihr Leben auch verändern. So ist die moderne Technik auf der Grundlage der Physik entstanden. Es gibt immer Träume und einer der Träume ist, dass man sich sehr schnell von hier nach da

bewegen kann. Das versucht man dann auf verschiedene Weise. Mit der Wissenschaft hat man nun schon eine ganze Reihe von Sachen gemacht, bei denen man versuchte, solche Träume umzusetzen. Was das Beamen betrifft: Das kann man mit kleinen Teilchen schon tun. Da gibt es einige Labore auf der Welt, die das schon ganz gut hinkriegen.

Toepsch: Da geht es wieder um diese Teilchen, die man nicht sieht und die eigentlich auch gar keine Teilchen sind?

Heilmann: Ja, diese Teilchen, von denen man weiß, dass sie zuerst hier und dann dort sind. Man überträgt dann diese Information. Bis Star Trek haben wir noch ein ganzes Stück vor uns. Bei der Tarnkappe à la Harry Potter sind wir schon ein kleines Stück weiter. Das sind Träume, die auch in alten Geschichten immer wieder vorkommen. Man hat nun versucht, Schichten aus sogenannten Metamaterialien zu entwickeln – ich gehe jetzt nicht zu weit ins Detail –, die Licht um einen Körper herum leiten können. Dadurch kann man durch das "Getarnte" hindurchschauen und es damit quasi unsichtbar machen. Diese Möglichkeiten gibt es schon im Labor, aber das sind noch ganz bescheidene Anfänge.

Toepsch: Einen ganzen Menschen kann man also noch nicht verschwinden lassen?

Heilmann: Nein, mit einem ganzen Menschen funktioniert das noch nicht.

Toepsch: Sehr beruhigend!

Heilmann: Wie die Entwicklung weitergeht, das weiß man nicht. Da gibt es diesen schönen Spruch, den man Karl Valentin zuordnet: "Prognosen sind immer dann problematisch, wenn sie die Zukunft betreffen." Man muss natürlich extrapolieren und überlegen, was möglich ist. Man muss beispielsweise auch gegenüber den Geldgebern sagen: "Du gibst mir Geld, dafür wird dieses und jenes in absehbarer Zeit möglich sein." Aber man muss realistisch bleiben und als Physiker ist man hier eher zurückhaltend. Es gibt natürlich immer wieder interessante Dinge, aber wie es in Zukunft mit diesen Träumen wirklich weitergehen wird, wie wir sie umsetzen können, das wissen wir noch nicht.

Toepsch: Das bewegt sich alles noch in diesem Bereich des kaum Vorstellbaren? Dass man Teilchen hat und die Zwischenzustände eigentlich nicht kennt? Ist man schon so weit, dass man sehen kann, was da am Schluss ist? Oder ist da nichts mehr?

Heilmann: Wo am Schluss? Wie meinen Sie das jetzt?

Toepsch: Ich meine, man versucht doch immer herauszufinden, ob diese Teilchen nicht wieder aus etwas Kleinerem bestehen und dieses wieder aus etwas Kleinerem und so weiter. Gibt es hier nichts mehr?

Heilmann: Hier sind wir genau beim Licht. Licht können wir nicht greifen. Es ist nicht materiell, aber es kommt aus Materie heraus.

Toepsch: Ja, und es produziert auch Materie: in der Fotosynthese, aber nicht alleine.

Heilmann: Ja, hier wird die Energie dazu verwandt, um Materie umzuwandeln. Die Sache ist die: Mit Licht kann man ziemlich viel machen, ohne dass man genau weiß, was es ist, weil man es nicht festhalten kann. Man ist hier

immer auf der Grenze zwischen dem Materiellen, Festen, Vertrauten und dem Immateriellen. Es gibt kein anderes Phänomen, das so sehr an dieser Grenze ist. Wir haben einerseits die vertraute Technik, die klassische Physik, in der man alles festhalten kann. Und dann haben wir auf der anderen Seite das Geistige, das Immaterielle. Hier wird durch das Licht ein riesengroßer Bogen aufgespannt. Man versucht nun, in das Licht oder in die Materie einzudringen, und sagt sich: "Jetzt habe ich hier ein Teilchen, das zerteile ich, dann finde ich wieder ein Teilchen." Irgendwie kommt man da hinein, aber dann muss irgendwo auch Schluss sein. Nun stellt sich heraus, dass die feste Materie, so wie wir sie hier haben, im Inneren überhaupt nicht fest ist. Da könnte man sagen: "Was sehen wir denn da? Was ist das denn da drin?" Und es stellt sich heraus, dass das Strukturen sind, die wir uns eben nicht vorstellen können, die wir nur mathematisch beschreiben können. Es gibt Physiker, die behaupten, dass es feste Materie überhaupt nicht gäbe, dass es überhaupt keine Materie gäbe, dass wir nur Felder haben, in denen irgendwelche Kräfte wirken. Das Licht ist eben so etwas Spezielles, bei dem wir das direkt fühlen. Wir haben etwas, das da ist. Wir spüren es. Aber in dem Moment, in dem wir versuchen, es zu greifen, ist es weg. Und so geht es den Physikern im Inneren der Materie auch.

Toepsch: Sie haben also nichts gefunden, das festzuhalten ist? Dort ist es leer? Die große Leere?

Heilmann: Das Erstaunliche ist, dass man dann eine Welle hat. Bei Wellen hat jeder eine Vorstellung, die geprägt ist vom Wasser. Da sind Wasserwellen und die breiten sich aus. Aber Wasserwellen sind an Wasser gekoppelt. Ohne Wasser gibt es keine Wasserwellen. Ohne Luft gibt es keine Schallwellen. Wenn man nun ganz tief in die Materie geht, stellt sich heraus, dass es keine Materie mehr gibt. Wasser ist ja viel grobkörniger. Hier hat man dann überhaupt nichts mehr. Man hat etwas, das man Welle nennt, mit dem man rechnen kann und das eine Wahrscheinlichkeit angibt, dass ein Teilchen irgendwo gefunden werden kann. Das ist aber nichts Festes.

Toepsch: Man hat also auch kein festes Resultat mehr, wenn man rechnet? Oder doch?

Heilmann: Doch, man hat ein Resultat in dem Sinne, dass ich eine Formel habe, die das beschreibt. Aber wir können es nicht mehr festhalten, es zerbröckelt dann quasi zwischen unseren Fingern – wir benutzen dazu natürlich ganz andere Instrumente – in mathematische Strukturen. Hier ist man schon hart an der Grenze zur Philosophie oder hat sie sogar schon überschritten, wenn man sagt: "Unsere Welt gibt es gar nicht. Im tiefsten Inneren ist nichts fest, im tiefsten Inneren gibt es nur mathematische Strukturen, die Wahrscheinlichkeiten beschreiben, die beschreiben, dass wir vielleicht etwas Materielles finden können." Man hat immer Vergleiche gemacht, die aber alle nicht richtig ziehen. Sie müssen sich das vielleicht so vorstellen: Eine Riesenwelle kennt man vom Meer her. Sie kommt und ich könnte nun versuchen, von dieser Welle diese Lichtteilchen, diese Photonen einzufangen. Ich stelle mich also hin und warte, bis die Welle kommt und plötzlich ist diese Welle wie ein Kieselstein geworden – als hätte sie sich zu einem Kieselstein zusammengezogen. Wenn ich dann versuche, diesen Kieselstein zu halten, ist er weg. Mit solchen

merkwürdigen Bildern beschäftigen sich Physiker, wenn sie in die Materie gehen.

Toepsch: Das ist ja spukhaft.

Heilmann: Das ist spukhaft, das kann man schon so sagen. Das hat dem großen Einstein auch nicht so richtig gefallen. Zwar hat er diese Lichtquantenhypothese aufgestellt, aber am Ende seines Lebens hat er einem Freund geschrieben: "Ich habe jetzt 50 Jahre nachgedacht, was denn das nun ist. Aber ich bin der Antwort auf die Frage, was Lichtquanten denn nun sind, nicht näher gekommen. Heute glaubt zwar jeder Lump, er wisse es, aber er täuscht sich." Und wir wissen es immer noch nicht, wir können nur damit arbeiten.

Toepsch: Aber dieses Wissen hat unser Weltbild in der Zwischenzeit schon verändert?

Heilmann: Ja, sicher! Früher meinte man, man könnte sich die Welt als Uhrwerk vorstellen. Ich müsste nur genau wissen, wo ich bin, um dann ausrechnen zu können, wo ich nachher sein werde. Man müsste nur hineingucken, dann fände man kleine Teilchen, die mit der Mechanik genauso beschrieben werden könnten wie die großen Teile auch. Wenn ich das von allen Teilchen machen würde, dann könnte ich ausrechnen, wie es weitergeht. Ich könnte dann also die Zukunft vorhersagen. Nun kamen aber die Quanten-Leute und sagten ...

Toepsch: Schon vor 100 Jahren, muss man sagen!

Heilmann: Vor 100 Jahren, ja!

Toepsch: Das ist erstaunlich!

Heilmann: Man kann es eben nicht, die Zukunft vorhersagen! Wenn ich alleine versuche, nur die Information zu gewinnen, wo ein Teilchen ist, dann löst es sich in der Weise, wie ich vorhin erzählt habe, auf und ich kann auch die Zukunft nicht vorhersagen. Das hat eigentlich etwas Tröstliches. Wenn man meint, dass die Welt ein großes Uhrwerk wäre, das einmal aufgezogen und dann ablaufen würde, dann würde das auch heißen, man könnte keinen eigenen Willen entwickeln. Die Quantenphysik ist insofern eine ziemlich angenehme Sache, als sie die Zukunft offen lässt.

Toepsch: Aber sie bringt auch Unsicherheit?

Heilmann: Ja, sicher! Aber das ist auch eine gewisse Chance.

Toepsch: Was kann man aus dieser Quantenphysik – Quantenphilosophie, möchte ich fast sagen – für unser Alltagsleben nutzbar machen? Oder kann man überhaupt von dort etwas in unser Alltagsleben mitnehmen?

Heilmann: Das ist eben auch so eine Sache. Sie haben vorhin vom Quantensprung gesprochen. Man benutzt solche Begriffe, um etwas Alltägliches zu beschreiben.

Toepsch: Und man weiß gar nicht, wovon man spricht?

Heilmann: Ja, eigentlich nicht. Die Physiker sind dadurch etwas bescheidener geworden. Im 19. Jahrhundert herrschte noch die mechanistische Auffassung vor: "Wir können alles berechnen! Wir können alles vorhersagen."

- Toepsch:** Dann war das doch ein Schock für die Physiker?
- Heilmann:** Das war ein Riesenschock! Man hat dann heftig diskutiert. Das dauert bis heute an. Dabei diskutiert man so wie wir jetzt und nicht mit Formeln. Man überlegt, wie man dieses Phänomen am besten fassen kann. In dieser Diskussion wurde der Spruch geprägt: "Shut up and calculate!" Man soll also aufhören, darüber zu reden, und lieber rechnen und diese tolle Technik entwickeln. Das wollen einige Physiker bis heute nicht glauben. Man muss sagen, das sind einfache Phänomene, die man sieht: Licht wird beispielsweise an einer Glasplatte reflektiert. Und ich soll nicht genau sagen können, was hier geschieht? Ich kann nur immer die Wahrscheinlichkeit angeben, mit der etwas passiert! Daher sagt man, die Welt sei offen. Das ist schon einmal tröstlich. Es gibt alle möglichen Chancen. Man kann berechnen, welche Möglichkeiten es gibt, aber man sollte sich davor hüten, genau sagen zu wollen, wie es weitergeht. Das haben wir von der Quantenphysik gelernt. Die Welt ist offen, und die Arroganz, die manche Wissenschaftler und Ingenieure an den Tag legen, wenn sie behaupten, dass sie alles machen und wissen können, ist dadurch gebrochen.
- Toepsch:** Das heißt, wir haben Raum für viele Überraschungen?
- Heilmann:** Ja! Das ist das Schöne an der Physik. Wir wissen auch nicht, wie es in der Physik weitergeht. Wir wissen auch nicht, wie es mit unserer Welt weitergeht, und ich weiß nicht, wie es mit unserem Gespräch weitergeht. Das ist doch gerade das Spannende.
- Toepsch:** Ich möchte nur noch einen Satz aus Ihrem Buch zitieren, weil Sie auch immer wieder sagen, unsere Welt sei so verrückt. Wenn wir nun so weit in unserem Gespräch gekommen sind, muss man nun auch sagen, dass die Welt in einer gewissen Weise schon verrückt ist. Sie sagen in Ihrem Buch, das Licht hätte auch damit zu tun, dass es uns schmerzt, wenn wir uns den Kopf anschlagen.
- Heilmann:** Ja, auch.
- Toepsch:** Ich glaube, das ist für Otto Normalverbraucher und also auch für mich sehr weit hergeholt.
- Heilmann:** Ja, natürlich. Das ist aber genau das, was ich vorhin schon sagte: Die harte Materie ist nicht hart. Man versuchte nun zunächst zu erklären, warum es schmerzt oder wir das als Kraftstoß empfinden und unser Gehirn das dann als Schmerz interpretiert, wenn hier etwas Hartes und da etwas Hartes ist und es hart auf hart kommt. Jetzt stellt sich heraus, wenn wir uns das detaillierter ansehen, dass hier nicht Hartes auf Hartes trifft. Das geht einfach nicht, weil in dieser Detailstufe nichts mehr Hartes da ist. Da fragt man sich: "Warum tut es dann weh? Was spüren wir dann?" Wir spüren eine Gegenkraft. Diese Gegenkraft wird von diesen Teilchen, also diesem Gebilde, dadurch hervorgerufen, dass diese Teilchen wiederum Teilchen austauschen. Man ist hier auf die Idee gekommen, das mit Photonen zu machen, mit Lichtteilchen. Das heißt, die Wechselwirkung zwischen geladenen Teilchen, also Teilchen, die eine bestimmte Eigenschaft haben, kann man mit Lichtteilchen beschreiben, mit virtuellen Photonen. Wenn ich also spüre, dass irgendwo eine Kraft wirkt, wenn ich auf einen festen Körper greife oder

schlage, dann ist das nichts weiter als eine Kraft, die ich mit Photonen beschreiben kann.

Toepsch: Also eine Gegenkraft, die von den Photonen quasi ausgestrahlt wird?

Heilmann: Ja, eine Wechselwirkung. Wir bleiben in einer Beziehung, indem wir miteinander sprechen. Ich kann dann nicht 100 Meter weggehen, weil ich Sie sonst nicht hören würde. Und so ist das auch bei den Teilchen. Sie wechselwirken, indem sie Photonen austauschen.

Toepsch: Aber im Prinzip ist es dazwischen dann eigentlich doch leer?

Heilmann: Ja, es ist dann schon leer, aber es sind Photonen dazwischen.

Toepsch: Ja, schon, aber davon sprechen doch zum Beispiel auch alte Religionen. Die Buddhisten haben schon vor 2500 Jahren gewusst, dass die Leere so etwas wie Endgültigkeit ist. Oder ist das verkehrt? Woher wussten die das?

Heilmann: Nein, verkehrt ist nichts. Was ist richtig, was ist falsch?

Toepsch: Oder haben Sie etwas ganz anderes gemeint?

Heilmann: Nein. Gerade der Buddhismus hat in den Kreisen der Quantenphysiker Zuspruch gefunden. Das ist eben genau das, was ich vorhin sagte: Die Welt besteht nicht nur aus physikalischen Gesetzen. Man kann die Welt auch anders erklären. Die Philosophen vor 2500 Jahren, also die alten Griechen, haben schon ziemlich viele Erkenntnisse gewonnen, ohne dass sie Physik in unserem heutigen Sinne betrieben haben.

Toepsch: Die haben ja auch schon von Atomen gesprochen.

Heilmann: Genau! Aber man konnte sie nicht nachweisen. Man hat einfach eine Hypothese aufgestellt und konnte damit einiges erklären. Und so ist das mit der Religion auch. Wir entwickeln Bilder, die uns nützen und uns helfen, die Welt zu verstehen. Man kann sie nicht so nachrechnen wie in der Physik, aber sie haben vielen Leuten über die Jahrtausende hinweg geholfen. Insofern muss man sich die Mittel und Werkzeuge suchen, die man braucht. Da ist die Physik eines der Mittel, aber nicht das alles erklärende Mittel. Und die Religion ist ein anderes Mittel und die Philosophie ein weiteres und die Kunst noch eines. Man kann sich einem Phänomen auf verschiedene Weise nähern, und das Licht ist in gewisser Weise etwas, womit sich alle beschäftigt haben.

Toepsch: Und mit diesem "verrückten" Wissen gehen Sie in die Kinderuniversität! Was ist denn die Kinderuniversität?

Heilmann: Vor einigen Jahren wurde an verschiedener Stelle eine Institution gegründet, in der Hochschullehrer oder andere Leute, die Kindern etwas zu sagen haben, Vorlesungen nicht für Erwachsene oder Studierende halten, sondern direkt in die Schulen gehen oder die Kinder kommen zu uns in den Hörsaal und man erzählt ihnen dann beispielsweise etwas über Licht oder andere Dinge.

Toepsch: Können da alle Kinder kommen?

Heilmann: Die können alle kommen.

Toepsch: Das ist also keine Eliteveranstaltung?

- Heilmann:** Nein, überhaupt nicht. Die Kinderuniversität in München wird auch vom Bayerischen Rundfunk unterstützt. Es gibt auch Veranstaltungen, die aufgezeichnet werden. Da können sich alle anmelden. Nur ist der Zuspruch oft so groß, dass nicht alle kommen können, auch wenn das in einem großen Hörsaal stattfindet. Ich habe zum Beispiel eine Vorlesung über Harry Potter und die Physik gehalten.
- Toepsch:** Wann reiten wir mit dem Besen in die Schule? Solche Titel sind natürlich toll.
- Heilmann:** Das ist das Interessante. Die Kinder, meistens im Grundschulalter oder etwas älter, sind total interessiert und sie kommen. Da muss man gar nicht groß Werbung machen.
- Toepsch:** Klar, wer will nicht mit dem Besen in die Schule reiten.
- Heilmann:** Ja, das hängt natürlich nun auch vom Thema ab. Aber die Bude ist in der Regel rappellvoll. Die Kinder sind total interessiert. Und das ist auch unser Ziel, dass wir die Leute da halten.
- Toepsch:** Was erzählen Sie denn da? Die wollen doch sicher wissen, wann es soweit ist, dass sie mit dem Besen in die Schule reiten können?
- Heilmann:** Nun, bei der Harry-Potter-Vorlesung war auch der Tarnumhang ein Thema. Das mit dem Besen hat die Pressestelle der Hochschule erfunden, um die Leute heranzulocken. Ich habe die Vorlesung am Tarnumhang aufgelesen und erzählt, dass man in der Wissenschaft daran ist, solche Träume zu erfüllen. Anschließend kamen die Leute sofort an und fragten, wann es ihn denn jetzt gäbe und wie teuer es sei.
- Toepsch:** Wann kann ich mich in das Lehrerzimmer stellen und die Schulaufgabe schon vorher anschauen, ohne, dass mich einer sieht?
- Heilmann:** Wir wollen die Kinder für die Natur- oder auch Geisteswissenschaften interessieren. Die Veranstaltungen machen nicht nur Kollegen von der Technik. In München sind alle Universitäten und Hochschulen daran beteiligt.
- Toepsch:** Warum trennen Sie jetzt Natur- und Geisteswissenschaften wieder? In dem vorhin Gesagten haben sie die beiden Bereiche doch schon zusammengeführt. Ab einem bestimmten Punkt wird die Naturwissenschaft doch zur Philosophie, wie wir gerade gelernt haben?
- Heilmann:** Ab einem bestimmten Punkt schon, ja! Es ist aber so, dass entweder ein Physikprofessor oder ein Philosophieprofessor eingeladen wird. Und der eine redet eben von dem einen und der andere von dem anderen und manchmal gibt es dabei Überschneidungen. Wir wollen die Kinder dafür gewinnen, dass sie sich für ein Fach, in meinem Fall die Physik, interessieren. Vor etwa zwei Jahren habe ich einen Vortrag in der Kinderuniversität gehalten und anschließend bin ich gefragt worden, ob ich den gleichen Vortrag auch an einem Gymnasium halten könnte, angepasst an die Schüler aus höheren Klassen. Dort habe ich gemerkt, dass es kein Interesse daran mehr gab. Die waren durch den Physikunterricht schon "verdorben". Die dachten, jetzt kommt einer und wir müssen wieder rechnen oder die nächste Schulaufgabe vorbereiten oder so etwas. Das ist genau die Entwicklung, die wir vermeiden wollen: dass die Kinder aus der Grundschule sich wahnsinnig interessieren und

die Teenager dann das Interesse an der Physik verlieren. Physik ist in der Schule nicht sehr beliebt. Es ist eigentlich das unbeliebteste Fach. Und da wollen wir etwas vorbauen.

Toepsch: Aber was ist denn da passiert? Man weiß doch, dass die kleineren Kinder nach wie vor neugierig sind, und dann sind sie in der Schule und das Interesse ist weg. Da stimmt doch etwas nicht.

Heilmann: Wissen Sie, wenn ich einmal 45 Minuten lang eine Kinderuniversität mache, dann kann ich alle Register ziehen und Witze erzählen oder mir auch Themen aussuchen, die vielleicht interessieren. Der Physiklehrer oder die Physiklehrerin in den Schulen hat es deutlich schwerer. Sie haben einen Lehrplan, der durchgearbeitet werden muss. Die Schüler müssen Schulaufgaben schreiben und irgendwann den Abschluss machen. Das schränkt die Möglichkeiten sehr ein. Da darf man sich nicht wundern, dass dann die Freude daran verschwindet, wenn man Kinder durch die Physik quält oder quälen muss. Ich möchte die Lehrer etwas in Schutz nehmen. Sie können gar nicht anders. Es gibt viele engagierte und begeisterte Lehrer und Lehrerinnen, die Physik vermitteln, aber aufgrund dessen, dass die Physik sehr technisch gelehrt werden muss oder ...

Toepsch: Die Grundlagen sind sehr viel Lernarbeit, oder?

Heilmann: Wir kommen hier zu sehr fundamentalen Fragen. Der große Philosoph und Physiker Carl Friedrich von Weizsäcker hat einmal gesagt: "Die Physik beschreibt die Welt so, wie wir sie nicht erleben." Das klingt vielleicht etwas merkwürdig, aber die Physik nimmt sich isolierte Phänomene vor und untersucht diese genau. Weizsäcker hat sich auf Galileo Galilei bezogen, einen Vater der modernen Physik, der versucht hat, die Bewegung von Dingen zu erklären, die nach unten fallen. Er hat gesagt, dass alle Gegenstände gleich schnell fallen. Jeder wird behaupten, dass das Unsinn ist, was er hier gesagt hat. Denn wir alle wissen, dass eine Feder ganz langsam nach unten fällt und ein Stein sehr schnell. Galilei hat aber gesagt: "Wenn ich alles weglasse, zum Beispiel den Luftwiderstand, dann finde ich ein Gesetz, das mir beschreibt, wie die Körper fallen. Diese Bewegung kann ich beschreiben." Und das stimmt auch. Nun lehren wir in der Schule, dass alle Körper gleich schnell fallen. Darauf sagen die Schüler aber: "Das stimmt einfach nicht! Meine Erfahrung ist eine ganz andere." Dann setzen wir da noch einen drauf und beschreiben das mit Formeln: "Du musst das jetzt ausrechnen, wie groß die Kraft ist, die nach unten zieht." Da muss man schon ein großer Fan sein, um das zu mögen. Deswegen versuchen wir, schon die Kinder für die Physik zu sensibilisieren, sodass sie über diese Durststrecken kommen, die in der Schule dann notgedrungen auftauchen, und sich weiter für Physik interessieren. Es ist eine interessante Disziplin. Ich kann sie nur jedem empfehlen, aber sie ist nicht ganz einfach, eben genau wegen dieser Abstraktion.

Toepsch: Man lernt dann auch, wie viel Asche ein Vulkan spuckt? Das war auch ein schönes Thema von Ihnen.

Heilmann: Ich bin kein Vulkanologe, aber ich habe den Kindern erklärt, wie man das messen kann. Vor einigen Jahren explodierte ein Vulkan in Island, was ja immer mal wieder vorkommt, und plötzlich durften keine Flugzeuge mehr

fliegen. Man fragte sich dann, was Island mit München zu tun hat, da der Flughafen hier wie ausgestorben war.

Toepsch: Schön ruhig war es damals.

Heilmann: Ja, und da stellte sich die Frage: "Wieso denn?" Ich habe den Kindern dann erzählt, wie man das messen kann, dass die Asche von Island bis hierher kommt. Das kann man auch mit Licht machen, indem man besonderes Laserlicht in die Atmosphäre schießt und schaut, was davon zurückgeworfen wird. Damit kann man ziemlich gut bestimmen, was für Teilchen da kommen, wie groß die Ascheteilchen sind, wie die sich bewegen und wie sie sich über die Erdoberfläche verteilen. So etwas kann man eben an der Kinderuniversität gut machen und die Leute waren dann auch begeistert. Man ist dann auch sehr glücklich, wenn am Ende 50 Leute kommen und alle ein Autogramm wollen. Wann passiert das einem Physiker schon einmal, dass er Autogramme geben soll!

Toepsch: Mit Ihrem Buch werden Sie sicher noch einige Autogramme geben müssen.

Heilmann: Das Traurige ist dann eben dieser Absturz, wenn man sieht, dass die Leute in der vierten oder fünften Klasse noch begeistert sind, aber in der neunten Klasse dann nicht mehr. In der neunten Klasse ist man dann in der Pubertät und hat natürlich auch noch andere Sorgen. Das ist schon klar, aber es ist schade, dass die Physik so unbeliebt ist. Dem wollen wir mit diesen Veranstaltungen etwas entgegensetzen.

Toepsch: Haben Sie denn Ihre Begeisterung für die Physik schon sehr früh entdeckt? Wir wollen nun auf Ihr Leben in der ehemaligen DDR kommen.

Heilmann: Ja, ich wollte nichts anderes machen. Im Alter von fünf oder sechs Jahren wollte ich einmal Zahnarzt werden, aber das war dann sehr schnell vorbei.

Toepsch: Was hat Sie daran so fasziniert?

Heilmann: Mit zehn oder elf Jahren war für mich ziemlich klar, dass ich Physiker werden wollte. Ich kannte keine Physiker. In dem Dorf, in dem ich aufgewachsen bin, gibt es keine Physiker. Meine Vorfahren waren alle in der Landwirtschaft. Ich komme also aus einer ganz anderen Ecke. Es war so, dass ich ziemlich neugierig war und mich ungefähr im Alter von zehn Jahren das Radio so sehr faszinierte, dass ich wissen wollte, wie das funktioniert. Das konnte mir zuerst einmal niemand erklären. Man konnte mir nur sagen, das hätte irgendetwas mit Wellen zu tun. Für uns in der DDR waren Radio und Fernsehen eine besondere Sache, weil beispielsweise vom Bayerischen Rundfunk über die Grenze, über die man nicht konnte, Musik übertragen wurde oder Filme übertragen wurden.

Toepsch: Wo haben Sie genau gelebt?

Heilmann: In der Nähe von Chemnitz, in einem Dorf, das Mühlau heißt. Da kamen aus der großen weiten Welt die Wellen in das kleine Radio. Ich wollte wissen, wie das funktioniert. Da guckt man dann herum und findet populärwissenschaftliche Bücher und Zeitungen. Da stand zwar nicht wirklich drin, wie ein Radio oder Fernseher funktioniert, aber da war von

Leuten die Rede, die das entwickelt haben, wie James Maxwell, Heinrich Hertz, Alexander Popow oder Guglielmo Marconi. Und da dachte ich: "So etwas will ich auch einmal machen!" Und wie geht das? Das läuft nur über ein Physikstudium.

Toepsch: Sie haben dann Physik studiert und an der Universität auch sofort wissenschaftlich gearbeitet?

Heilmann: Ja, das war relativ geradlinig, muss man wohl sagen. Man macht Abitur und studiert dann Physik. Dort muss man sich dann irgendein Thema aussuchen, das man vertiefen will, und durch Zufall bin ich dann beim Licht gelandet, beziehungsweise bei den Halbleiterstrukturen, die Licht emittieren.

Toepsch: Es war also auch damals schon das Licht?

Heilmann: Ja, das zieht sich jetzt schon 30 Jahre durch mein Leben. Ich bin in diesem Bereich hängen geblieben. Dann promoviert man, man ist Assistent an der Universität und so geht es dann immer weiter.

Toepsch: Können Sie mit einer kurzen Antwort den wesentlichen Unterschied zwischen dem Wissenschaftsbetrieb in der ehemaligen DDR und dem Wissenschaftsbetrieb bei uns erklären?

Heilmann: Der reine Wissenschaftsbetrieb unterschied sich gar nicht so groß, denn Physik ist Physik, da bleibt die Politik relativ weit draußen.

Toepsch: Aber Geld braucht man ja doch?

Heilmann: Geld braucht man schon, natürlich. Aber als ich 1991 nach dem Umbruch von 1989 nach Bayern kam, war es für mich überhaupt kein Problem, hier weiterzuarbeiten. Ich konnte alles Wissen, das ich an der Universität gelernt hatte, verwenden. Und das war ein großes Glück, weil andere, die zum Beispiel Geisteswissenschaften studiert hatten, plötzlich mit völlig anderen Anforderungen konfrontiert waren. Die Physiksektionen waren eine Nische, in der man sich ganz gut entwickeln konnte. Sie sehen beispielsweise an unserer Bundeskanzlerin Angela Merkel, die auch an der Universität in Leipzig Physik studiert hat, dass man nach der Wende alles Mögliche werden konnte.

Toepsch: Aber die Bedingungen waren doch sicherlich unterschiedlich. Es gab doch zum Beispiel keine Drittmittelbeschaffung.

Heilmann: Ja, das gab es natürlich nicht, das ist richtig. Aber das Licht und die Quantenphysik sind das gleiche. Die Rahmenbedingungen und Geldquellen waren natürlich andere. Als ich nach dem Mauerfall die Möglichkeit hatte, mir die Labors im Westen anzuschauen, wurde ich schon ein bisschen neidisch wegen der Möglichkeiten, die es hier gab. Man hat sich gefragt: "Warum kriegen die nicht alle den Nobelpreis? Die haben doch alle Möglichkeiten!" Als ich dann hier im Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt einige Jahre tätig war, hatte ich plötzlich die Chance, zu internationalen Konferenzen zu fahren, die es für mich als normalen Assistenten, der nicht Mitglied in einer Partei war, in der DDR nicht gab. Das war schon großartig. Wenn man dann plötzlich in einer internationalen Konferenz in Washington sitzt und sich sagt: "So, jetzt sitze ich hier. Dieser Traum ist jetzt in Erfüllung gegangen", dann merkt

man, dass es Unterschiede gab. Aber rein fachlich gab es keine Unterschiede.

Toepsch: Die Wende haben Sie in Chemnitz mitbekommen?

Heilmann: Nein, in Leipzig an der Universität. Leipzig war das Zentrum der Bewegung. Nun könnte ich sagen, dass es mich innerlich total aufgekratzt hätte – das stimmt schon –, aber meine Frau war gerade schwanger und unsere Tochter kam im November.

Toepsch: Das ist natürlich viel aufregender.

Heilmann: Das war erst einmal das größere Erlebnis. Das war einige Tage, nachdem die Mauer gefallen war. Das waren zwei schöne Dinge, aber wenn ich wählen müsste, würde ich natürlich die Tochter als das tollere Ereignis bezeichnen.

Toepsch: Wenn Sie in Leipzig lebten, haben Sie irgendwie geahnt, was da kommt?

Heilmann: Dass da etwas passieren könnte? Ja, natürlich. Leipzig war das Zentrum mit der Nikolaikirche. Es gab auch immer große Demonstrationen und Zusammenstöße derjenigen, die da demonstrierten, mit der Polizei. Da lag schon etwas in der Luft.

Toepsch: Das heißt, man könnte jetzt vielleicht ganz unfachmännisch sagen, dass es in gewisser Weise eine Quantenüberraschung war?

Heilmann: Im Prinzip ja, denn kein Mensch wusste, wie sich das entwickeln wird. Hinterher kann man immer sagen: "Ja, der wirtschaftliche Niedergang und so weiter, das konnte gar nicht anders kommen!" Aber kein Mensch wusste, dass es ein Jahr später eine Wiedervereinigung geben würde. Niemand hat das vorausgesehen. Und da sind wir wieder bei dem Punkt, dass Prognosen nur eine sehr begrenzte Aussagekraft haben.

Toepsch: Mit dieser Quantenüberraschung sind wir am Ende unseres Gesprächs. Ich bedanke mich ganz herzlich. Das war alpha-Forum mit Professor Dr. Rolf Heilmann, Physiker und Spezialist für das Licht. Ich bedanke mich fürs Zuschauen und auf Wiedersehen, bis zum nächsten Mal.