

Martin Bäker

Das Quantenrätsel

Ein
Science-
Fiction-Roman
zur Quanten-
mechanik

SACHBUCH



Springer

Das Quantenrätsel

Martin Bäker

Das Quantenrätsel

Ein Science-Fiction-Roman
zur Quantenmechanik

 Springer

Martin Bäker
Braunschweig, Deutschland

ISBN 978-3-662-67298-3 ISBN 978-3-662-67299-0 (eBook)
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-67299-0>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© Der/die Herausgeber bzw. der/die Autor(en), exklusiv lizenziert an Springer-Verlag GmbH, DE, ein Teil von Springer Nature 2023

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Planung/Lektorat: Caroline Strunz

Springer ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer-Verlag GmbH, DE und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Heidelberg Platz 3, 14197 Berlin, Germany

Das Papier dieses Produkts ist recyclebar.

Vorwort

Mehr als jede andere physikalische Theorie stellt die Quantenmechanik unser Verständnis der Realität in Frage. Unserem an der Alltagserfahrung geschulten Verstand erscheint sie seltsam und fremdartig. Um sie zu verstehen, ist es deshalb vielleicht hilfreich, die Quantenmechanik durch fremde Augen zu sehen. Das ist die Idee hinter diesem Buch, das die Quantenmechanik in Form eines Romans erläutert.

Ziel des Buches ist es nicht, einen detaillierten Überblick über quantenmechanische Experimente oder alle aktuell diskutierten Interpretationen der Quantenmechanik zu geben. Es geht viel mehr darum, die Essenz dessen, was die Quantenmechanik ausmacht, zu isolieren und schrittweise zu entwickeln, was genau sie so rätselhaft macht. Dabei verwenden die beiden Hauptcharaktere zwei unterschiedliche Sichtweisen, die grob den beiden physikalischen Modellen der Wellenmechanik und des Pfadintegral-Formalismus entsprechen.

Die physikalischen Experimente der beiden Hauptcharaktere sind alle zumindest prinzipiell mit der heutigen Technik möglich. Auch die Dialoge in Kap. 4, 6, 8 und 10 entsprechen dem aktuellen Stand der Forschung. (Leserinnen und Leser, die sich nur für die erzählte Geschichte interessieren, können diese Dialoge prinzipiell überspringen.) Alle anderen Aspekte der Geschichte sind dagegen natürlich rein fiktiv.

Technische Anmerkungen am Ende des Buches enthalten vertiefte Informationen zum wissenschaftlichen Hintergrund; ein Glossar erläutert die wichtigsten Begriffe und verweist auf die entsprechenden Kapitel.

Auch dieses Buch wäre ohne die Leserinnen und Leser meines Blogs „Hier wohnen Drachen“ niemals geschrieben worden. Zahlreiche Diskussionen in den Kommentaren haben mir viele Konzepte verdeutlicht, gezeigt, welche Aspekte besonders schwer verständlich sind, und mir weiterführende Informationen vermittelt. Ganz besonders bedanke ich mich bei Alderamin, Bullet, Herrn Senf, Karl-Heinz, Manea-K, mar o, Niels und roel.

Weiterhin bedanke ich mich bei allen, die mir Fragen beantwortet oder wertvolle Hinweise gegeben haben, darunter insbesondere Paul Kwiat, Alessandro Pereira de Pereira und Sven Ramelow, die mir bei verschiedenen Aspekten der Quantenmechanik weitergeholfen haben, Kate Scholberg und Jost Migenda für Informationen zum SNEWS-Projekt und zu zukünftigen Neutrino-Detektoren, sowie Peter Sheppard und Richard Benton von der Polynesian Society, die mir den Namen Ui Te Rangiroa und seine unterschiedlichen Schreibweisen erklärt haben.

Ein ganz besonderer Dank geht an meine beiden Testleser Björn Feuerbacher und Jörn Tychsen, die das gesamte Manuskript gelesen und mir gezeigt haben, an welchen

Stellen es unverständlich und verbesserungsbedürftig war. Auch Stefan Seider danke ich herzlich für sein Feedback.

Beim Team des Springer-Verlags, insbesondere bei Andreas Rüdinger, Caroline Strunz und Annisha Kannan, bedanke ich mich für die gewohnt gute Zusammenarbeit und die Bereitschaft, dieses ungewöhnliche Buchprojekt Realität werden zu lassen.

Meiner Tochter Elisabeth danke ich für viele interessante Gespräche und für ihre Vorliebe für Geschichten, die aus mir – hoffentlich – einen besseren Erzähler gemacht haben. Nicht genug danken kann ich meiner Frau Annette, die nicht nur das Manuskript gelesen und mich mit vielen Ideen unterstützt hat, sondern die auch jederzeit bereit war, mit mir unterschiedliche Konzepte zu besprechen oder die nächste Idee für ein Weltuntergangsszenario durchzuspielen.

Braunschweig
im März 2023

Martin Bäker

Inhaltsverzeichnis

1	Der Himmelsstein	1
	Das UI-TE-RANGIORA-Programm	9
2	Licht	11
	Supernovae	22
3	Zufall	25
	UI-TE-RANGIORA-Programm, Berichte	36
4	Möglichkeiten	43
	Quantenmechanik	61
5	Richtungen	79
	Dunkle Materie	93
6	Wellen	99
	Der Doppelspalt	110

X	Inhaltsverzeichnis	
7	Verschränkung	125
	Twistonen	141
8	Die Macht der Zahlen	149
	Die Bell'sche Ungleichung	162
9	Das Unsichtbare sehen	175
	Das PALADIN-Projekt	189
10	Erklärungen	195
	Quantenmechanik und Realität	207
11	Kontakt	225
A	Anmerkungen	233
B	Glossar	257



1

Der Himmelsstein

Die Welt war Stein. Natürlich war sie das.

Auf seiner Wanderung durch die Rote Wüste hatte T'lik'tik Zeit, nachzudenken. Der Weg, der vor ihm lag, war weit – von den vertrauten Wohnklippen der Steinlinge in den Pr'Tak-Bergen durch den Sand der Wüste bis hinter den südlichen Wall, wo sein Ziel lag, würde T'lik'tik sicherlich fünf oder sechs Sonnenläufe marschieren müssen. Zeit genug, um über die Lehren der Weisen nachzudenken.

Die Welt war vielfältig: Es gab Sand und Steine, Steinlinge und Felsgräber, Felsmoos und Stachelhalme; am Himmel leuchteten die Sonne und die Sterne, aber die Weisen waren überzeugt, dass dahinter etwas Einheitliches stehen musste, eine Substanz, die allem zugrunde lag: Stein. Stein war beständig. Stein war begrenzt. So, wie es die Substanz, aus der die Welt bestand, sein musste. Die Welt war Stein.

Ein Fels konnte natürlich zerschlagen oder zerrieben werden, zu kleinen Körnern, die wie Sand waren; eine Platte aus Schiefer ließ sich leicht spalten. Die Schieferplatte bestand aus vielen kleinen Körnern, die zusammenhielten, aber

getrennt werden konnten. Jeder Steinling wusste, dass Sandkörner selbst nur mit Mühe weiter zerkleinert werden konnten. Je kleiner ein Stein war, desto schwerer war es, ihn weiter zu zerteilen. Deshalb lehrten die Weisen, dass man irgendwann an eine Grenze gelangen würde, wenn man einen Fels immer weiter zerkleinern würde, an ein kleinstes Korn, das sich nicht weiter teilen ließ, weil es eine unteilbare Einheit war.

Alles in der Welt bestand aus solchen kleinsten Körnchen und war daraus zusammengesetzt, das erschien T'lik'tik vollkommen klar. Die Alternative wäre zu seltsam: dass es möglich wäre, einen Fels oder ein Sandkorn immer weiter und weiter zu zerteilen, ohne Ende, bis die Körnchen unendlich klein wurden.

Die Basaltklippen seiner Heimat hatte T'lik'tik inzwischen längst hinter sich gelassen und ging jetzt durch die offene Wüste. Zu seiner Linken erhoben sich die eisernen Tentakel von Mur'Bk, sechs schlanke, eckige Säulen, die sich viele Körperlängen in die Luft erstreckten. K'sul'kat hatte ihn vor vier Zyklen ausgeschickt, um sie zu studieren, so wie er es selbst als Schüler getan hatte. Kein Steinling wusste, was es mit ihnen auf sich hatte, und auch T'lik'tik hatte sie nur staunend betrachten können. Doch heute lag sein Ziel anderswo, weiter entfernt.

Der Sand machte das Gehen beschwerlicher, aber die breiten Füße seiner acht Beine gaben ihm guten Halt und verhinderten, dass er einsank. Während er ging, holte T'lik'tik mit seinen Kopftentakeln Felsmoos aus dem Tragebeutel auf seinem Rücken und schob es in seine Mundöffnung.

Noch etwas anderes sprach dagegen, dass man Dinge immer weiter teilen konnte: Alle Objekte waren deutlich begrenzt. T'lik'tiks Körper endete an seiner Haut; ein Stein hatte eine deutlich erkennbare Oberfläche, die scharfkantig sein konnte; selbst Wasser konnte zwar unterschiedliche Formen annehmen, trotzdem war klar erkennbar, wo ein

Wassertropfen endete. Wenn die Welt nicht aus Körnchen bestand, sondern aus einer Substanz, die sich beliebig teilen ließe, dann müsste es auch Dinge geben, die keine deutliche Grenze hatten, die immer dünner und substanzloser wurden, doch so etwas schien nicht zu existieren.

Unsicher war sich T'lik'tik allerdings darüber, ob alle diese Körnchen einander glichen oder ob es verschiedene von ihnen geben konnte. Konnte alles, was T'lik'tik beobachtete, aus identischen Teilen bestehen? Unterschieden sich harter Quarz und weicher Marmor darin, aus welcher Art von Körnchen sie zusammengesetzt waren, oder war es nur die Verbindung zwischen den Körnchen, die sich unterschied? Und was war mit der leuchtenden Substanz, aus der die Sonne bestehen musste? Konnten himmlische Objekte aus denselben Körnchen bestehen wie die seiner Heimat Duuhrn?

K'sul'kat und D'pit'rag glaubten, dass es mindestens zwei Arten von Körnchen geben musste: eine, aus der Dinge wie Steine und Sand bestanden, die schwer war und nach unten fiel und die selbst dunkel war, und eine zweite, leuchtende und schwebende Art, die Sonne und Sterne formte. D'pit'rag hatte auch spekuliert, dass lebende Wesen beide Arten von Körnchen enthalten mochten, die eine Art, die ihnen Schwere und Substanz verlieh, die andere, die es ihnen ermöglichte, sich zu bewegen.

P'luk'mut dagegen widersprach dem: Junge Tiere oder Steinlinge aßen Felsmoos und wuchsen dadurch, das Felsmoos wiederum wuchs auf Felsen, die weder lebten noch wie Feuer waren. Also musste schon der Felsen die Körnchen enthalten, aus denen später die Substanz von Tieren oder Steinlingen wurde. Aus getrockneten Stachelhalmen ließ sich ein Feuer entfachen, und auch Feuer leuchtete und schwebte nach oben, in Richtung Himmel. Wenn Feuer aus Körnchen bestand, dann mussten diese Körnchen schon in

den Stachelhalmen und damit auch in der Erde, auf der sie wuchsen, vorhanden sein.

Oder war es möglich, dass es unterschiedliche Arten von Körnchen gab, die sich ineinander verwandeln konnten? Doch wenn das so war, dann waren die Körnchen selbst nicht unwandelbar und ewig.

Nicht einmal die Sterne waren unwandelbar. Die meisten von ihnen schienen zwar unveränderlich zu sein, doch es gab auch Sternschnuppen, und alle Steinlinge kannten das Sterngelege, eine kleine Region des Himmels, in der gelegentlich, manchmal sogar mehrfach in einem Zyklus, Sterne hell aufleuchteten und dann wieder verloschen.

T'lik'tik hatte den Streitgesprächen zwischen den Weisen oft und aufmerksam zugehört. Er hatte oft davon geträumt, sich an ihnen beteiligen zu können, vielleicht sogar einen neuen Gedanken einbringen zu können und damit tatsächlich zum Kreis der Weisen hinzuzugehören, doch es schien ihm, als seien alle Argumente längst ausgetauscht, und in seinen Gedanken konnte er die Worte der Weisen nur wiederholen, ihnen aber nichts hinzufügen.

Doch in der Nacht vor drei Sonnenläufen war der Himmelsstein erschienen. Erst war nur ein kleiner leuchtender Punkt zu sehen gewesen, doch dieser wurde schnell größer und heller, bis alle Steinlinge fasziniert beobachteten, wie ein großer weißer Stein auf einer Feuersäule über ihnen entlangflog und sich dabei langsam herabsenkte. Der Himmelsstein war schließlich hinter dem Horizont verschwunden, aber die ganze Siedlung war in Aufruhr.

Auch die Weisen waren ratlos. Keine Überlieferung berichtete von einem solchen Ereignis, niemand hatte jemals von einem Objekt gehört, das so am Himmel schweben und dann langsam heruntersinken konnte.

Natürlich warf der Himmelsstein auch die Frage nach seinen Bestandteilen auf: Er schwebte vom Himmel herab – bestand sein Feuerschweif also aus denselben Körnchen wie

Sonne und Sterne? War er wie ein großer Stein? Oder war die Trennung von himmlischen und duhrnischen Körnchen ein Irrtum? Gab es vielleicht doch nur eine Art von ihnen, die sich in unterschiedlicher Weise verbinden konnte? Oder waren es mehr als zwei Arten von Körnchen, aus denen sich die Welt zusammensetzte?

Wind kam auf und erschwerte T'lik'tiks Vorwärtskommen. Als die ersten Sandkörner in seine Vorderaugen wehten, wusste T'lik'tik, dass ein Sturm aufziehen würde. Zunächst ging er weiter, doch schließlich wurde der Wind heftiger und der Sand traf ihn mit unangenehmer Härte. Also blieb er stehen und grub tief sich in den Boden ein, um den Sturm im Sand geschützt abzuwarten.

Während über ihm der Sturm toste, wurde T'lik'tik plötzlich klar, dass auch die Luft aus etwas bestehen musste: Wind konnte Sandkörner anheben und bewegen. Wenn Luft auch aus Körnchen bestand, dann mussten diese so winzig sein, dass man sie nicht sehen konnte. Trotzdem mochten sie in der Lage sein, ein Sandkorn oder sogar einen Stein zu bewegen, so wie ein großer Stein bewegt werden konnte, wenn man viele kleine Steine gleichzeitig gegen ihn warf. Luft füllte jeden freien Raum aus, der ihr nicht durch andere Objekte versperrt war. Als er überlegt hatte, dass es keine Dinge gab, die dünner und substanzloser wurden, hatte er nicht an Luft gedacht, aber wenn Luft aus zahllosen winzigen Körnchen bestand, die nicht miteinander verbunden waren, dann würden diese Körnchen sich einfach ausbreiten können, es mochte an einigen Orten auch weniger von ihnen geben, so wie die Luft im Hochgebirge dünner zu werden schien.

„Alles besteht aus Stein, das Große wie das Kleine, das Sichtbare wie das Unsichtbare“, hieß es in dem Lehrgedicht, das er unter K'sul'kats Führung gelernt hatte, doch erst jetzt begriff er, wie umfassend dieser Vers zu verstehen war. Luft war nicht etwa ein Widerspruch zu dieser Idee, sondern schienen sie geradezu zu bestätigen. T'lik'tik war sich sicher, dass

die Weisen dies wussten; sie hatten mit ihm nie darüber gesprochen, vermutlich, damit er selbst diesen Gedanken entwickelte.

Die Ältesten hatten lange beraten und schließlich beschlossen, dass der Himmelsstein untersucht werden musste. Sie hatten T'lik'tik ausgewählt, den Schüler der Weisen. So hatte er die Siedlung in den Pr'Tak-Bergen verlassen und sich auf den langen Marsch durch die Rote Wüste gemacht, auf der Suche nach dem Himmelsstein. Was würde er herausfinden, wenn er ihn erreichte? T'lik'tik wartete ungeduldig darauf, dass der Sturm weiterzog.

Die Welt war Wasser. Natürlich war sie das.

Auf ihrem Weg durch das Weltenmeer hatte sSuuuSsaaMmaNnaee Zeit, nachzudenken.

Die Welt war vielfältig: Es gab das Wasser des Weltenmeeres, darin die Rheomorphen wie sie, Oktofische, Krabwürmer, Kelpwälder und Korralgen; darüber die Luft, in der Flederlinge flogen, und den Himmel, an dem die Sonne strahlte, aber sSuuuSsaaMmaNnaee war überzeugt, dass dahinter etwas Einheitliches stehen musste, eine Substanz, die allem zugrunde lag: Wasser. Wasser war wandelbar, Wasser war fließend. So, wie es die Substanz, aus der die Welt bestand, sein musste. Eine Strömung konnte sich teilen, Gischt konnte zum Himmel spritzen in immer feineren Tröpfchen, die so klein sein konnten, dass man sie nicht mehr sehen, wohl aber fühlen oder aufnehmen konnte.

Alles in der Welt bestand aus einer Substanz, die fließend war und alles formte, das erschien sSuuuSsaaMmaNnaee vollkommen klar. Die Alternative wäre zu seltsam: Dass es irgendwann nicht mehr möglich wäre, einen Wassertropfen zu teilen, sondern dass er auf irgendeine Weise unteilbar wäre. War es denkbar, dass ein solcher kleinster Tropfen auch durch eine beliebig große Kraft nicht mehr geteilt werden konnte?

Noch etwas anderes sprach dafür, dass man die Substanz, aus der die Welt bestand, immer weiter teilen konnte: Nichts in der Welt war scharf begrenzt. Über der Wasseroberfläche waren kleine Tropfen in der feuchten Luft, eine Rheomorphe wie sSuuuSsaaMmaNnaee schwamm durch das Weltenmeer und tauschte beständig Wasser mit ihm aus. Wenn die Welt aus unteilbaren Dingen bestünde, dann müssten alle Objekte eine scharfe, deutliche Grenze besitzen. Natürlich schien es bei einigen Objekten so zu sein – die Oberfläche eines Steins wirkte wie eine scharfe Grenze, doch auch der Stein wurde vom Wasser umspült und änderte, wenn auch langsam, seine Form. Wenn sSuuuSsaaMmaNnaee einen Stein mit ihren Fühlern umfloss, spürte sie eine raue Oberfläche, die von winzigen Rissen durchzogen war. Je genauer sie einen Stein untersuchte, desto weniger deutlich wurde seine Grenze.

Schräg unter sich sah sSuuuSsaaMmaNnaee eine andere Rheomorphe, die ein Netz geformt hatte und dabei war, Oktofische zu fangen. Höflich wartete sSuuuSsaaMmaNnaee, bis die andere die Nahrungsaufnahme beendet hatte, und schwamm dann zu ihr.

„Ich habe dich hier noch nie gesehen. Ich bin lLiaNnea-WaSsea. Was tust du hier?“

„Ich bin sSuuuSsaaMmaNnaee. Ich will erkunden, was im Norden geschehen ist. Hast du es vor drei Tagen nicht gespürt?“

„Doch, natürlich. Eine Druckwelle, als wäre etwas Großes ins Weltenmeer gestürzt. Und natürlich das Licht am Himmel.“

„Licht am Himmel? Davon habe ich gar nichts bemerkt.“

„Ich schwamm nahe der Oberfläche und habe den Sonnenuntergang beobachtet. Die Sonne war gerade verschwunden, da sah ich das Licht im Norden. Es war nur ein kleiner Punkt, wie ein Stern, aber sehr hell, und es bewegte sich rasch nach unten. Wenig später spürte ich dann die Druckwelle.“

„Und hast du kein Interesse daran, herauszufinden, was dahinter war?“

„Ein wenig. Aber hier sind die Fanggründe gut, und ich mag die warme Strömung.“

„Ja, sehr angenehm. Wollen wir uns mischen?“

„Natürlich.“

sSsuuaSsaaMmaNnaae schwamm auf ILiiaNneaWaSsea zu und sie flossen ineinander. Für eine Weile waren sie wie eine einzige große Rheomorphe, ILiiaNneaWaSsea teilte ihre Erinnerungen mit ihr, während sSsuuaSsaaMmaNnaae sie ihre Neugier spüren ließ. Schließlich trennten sie sich. ILiiaNneaMmaNnaae tauchte in die Tiefe, um sich in der warmen Strömung treiben zu lassen, während sSsuuaSsaaWaSsea weiterzog.

Alles in der Welt war veränderlich und im Fluss. Wellen im Wasser hatten keinen Bestand, Strömungen veränderten sich, Oktofische wuchsen, Rheomorphe vermischten sich, um sich auszutauschen. Als sie noch sSsuuaSsaaMmaNnaae gewesen war, gab es einen Teil von ihr, den das seltsame Ereignis im Norden nicht interessierte, so wie es einen Teil von ILiiaNneaWaSsea gegeben hatte, der dorthin wollte. Nun hatten sie sich gemischt und ausgetauscht, und sSsuuaSsaaWaSseas Neugier war größer als zuvor. Genau so, wie es bei ihr war, war es mit allem in der Welt: Wandel, Vermischung und die Anordnung zu etwas Neuem waren das, was allem in der Welt zugrunde lag. Wenn sie einen Oktofisch fraß, wurde dieser zu einem Teil von ihr, wenn sie sich zum Ruhen auf den Boden des Weltenmeeres legte, verlor sie Wasser und verdichtete sich, um später wieder anzuschwellen, wenn ihre Ruhe beendet war. Die Substanz, aus der die Welt bestand, musste diese Veränderungen ermöglichen, sie musste sich vermischen können und ständig im Fluss sein.

Das UI-TE-RANGIORA-Programm

Science News Network Featured Article, 31.7.2119

Der UN-Wissenschaftsrat hat in seiner heutigen Sitzung die Förderung eines Programms zur Erkundung der Milchstraße beschlossen, das für mehr als hunderttausend Jahre konzipiert ist.

Im Programm UI-TE-RANGIORA sollen Sonden die Galaxis nach Exoplaneten absuchen, geeignete Systeme erreichen und sich dort selbst replizieren, um schließlich innerhalb von etwa 210.000 Jahren nahezu alle Sonnensysteme der Galaxis mit erdähnlichen Planeten zu erreichen.

Die Sonden sollen mit dem neuartigen Brahms-Drive angetrieben werden, der Geschwindigkeiten von bis zu 80 % der Lichtgeschwindigkeit ermöglicht. Eine erste Sonde mit einem solchen Antrieb hat vor knapp zehn Jahren für Aufsehen gesorgt, als sie das Exoplanetensystem des etwa acht Lichtjahre entfernten Sterns Wolf 359 erreichte und dort Anzeichen für primitives außerirdisches Leben entdeckte.

Der Name UI-TE-RANGIORA steht für *Unsupervised Investigation of Terrestrial Exoplanets using Replicating Autonomous von Neumann probes for Galactic Interstellar Observation, Research and Analysis* (nicht überwachte Untersuchung terrestrischer Exoplaneten durch replizierende autonome von-Neumann-Sonden zur galaktischen interstellaren Beobachtung, Erforschung und Analyse). Das Programm wurde nach dem polynesischen Entdecker Ui-Te-Rangiora benannt, der im 7. Jahrhundert Entdeckungsreisen unternahm und dabei sogar die Antarktis erreichte.

Das Programm hat einen gewaltigen Umfang, bei dem schließlich einige Hundert Millionen Sonden die Galaxis durchqueren sollen. Die Kosten des Programms sind trotzdem begrenzt, da nur fünf Sonden gestartet werden sollen, die innerhalb von acht bis dreizehn Jahren verschiedene Sonnensysteme in der Nähe der Erde erreichen sollen, bei denen

Exoplaneten bekannt sind. Mithilfe der dort vorhandenen Ressourcen werden die Sonden dann weitere Sonden konstruieren, die sich schließlich über die Galaxis ausbreiten werden. Die Sonden vermehren sich also selbst und werden deshalb auch als von-Neumann-Maschinen bezeichnet, nach dem Mathematiker John von Neumann, der als Erster die Möglichkeit sich selbst replizierender Maschinen untersuchte. Die Sonden tauschen dabei ihre Beobachtungsdaten miteinander und mit der Erde aus.

Menschenrechtsverbände äußerten Bedenken, dass die Sonden die Entwicklung fremder Zivilisationen beeinflussen könnten. „Was wäre auf der Erde geschehen, wenn vor fünfhundert oder fünftausend Jahren eine außerirdische Sonde gelandet wäre? Wie hätte das die Entwicklung unserer Zivilisation verändert?“, fragt etwa Maria Helena Acosta, Sprecherin der Humanistischen Vereinigung Südamerikas.

Die Initiatoren haben jedoch darauf hingewiesen, dass das Programm langfristig darauf ausgelegt ist, die Galaxis zu schützen. Die Sonden sollen nicht nur den viel diskutierten sogenannten DAMNATION-Effekt untersuchen, sondern auch außerirdische Intelligenzen auf diese prinzipielle Bedrohung aufmerksam machen. „Der DAMNATION-Effekt bedroht möglicherweise sämtliches Leben in unserer Galaxis“, sagt Lekyscha Gumende, Vorsitzende des UN-Wissenschaftsrats. „Wir hoffen, dass es uns gelingt, unser Wissen an andere entwickelte Kulturen weiterzugeben und dass so vielleicht ein Weg gefunden werden kann, die Galaxis langfristig zu schützen.“ Zu diesem Zweck wurde das PALADIN-Projekt ins Leben gerufen. ...



2

Licht

Es war nicht leicht gewesen, den Weg zum Himmelsstein zu finden. T'lik'tik und die anderen Steinlinge hatten den herabschwebenden Himmelsstein ja nur kurz beobachten können. Mithilfe der Sonne hatte er versucht, die Richtung zu halten, so gut es eben ging, aber nachdem er einige Tage durch die Rote Wüste marschiert war, hatte T'lik'tik zu zweifeln begonnen, dass er den richtigen Weg gewählt hatte.

Schließlich war die Wüste wieder rauer geworden, mit Hügeln und schroffen Klippen, die aus dem Sand ragten, bis er den südlichen Wall erreicht hatte. Für einen Steinling war es natürlich ein Leichtes gewesen, eine solche Klippe zu erklimmen, seine acht Beine gaben ihm Halt, während er mit den Kopftentakeln nach Vorsprüngen getastet hatte, an denen er sich festhalten konnte. Es hatte nicht lange gedauert, und er hatte die Spitze einer Klippe erreicht, um über das Land zu schauen.

Hinter ihm lag die Rote Wüste, begrenzt von einer dunklen, in der heißen, flimmernden Luft kaum auszumachenden Linie, wo die Wohnklippen lagen, von denen er

aufgebrochen war. Vor ihm fiel das Land ab. Grünblaue Inseln aus Stachelhalmen durchbrachen die eintönige Sandfläche, zunächst nur wenige, doch je weiter er sah, um so mehr wurde das Land durch die hohen, stachelbewehrten Halme dominiert. Und dort, inmitten dieser flachen Steppenlandschaft, sah er ihn aufragen wie einen strahlend weißen Monolithen: den Himmelsstein.

T'lik'tik schätzte die Höhe des Himmelssteins auf dreißig seiner Körperlängen. Er war weiß, geformt wie ein Kegel mit einer stumpfen, abgerundeten Spitze. T'lik'tik füllte in den Klippen seine Felsmoos-Vorräte auf und zog weiter, nun mit einem klaren Ziel vor den Vorderaugen.

Aus der Nähe erschien der Himmelsstein noch seltsamer: Das weiße Material seiner Oberfläche war T'lik'tik unbekannt. Es fühlte sich kühl und vollkommen glatt an und spiegelte das Sonnenlicht matt wider. Der Himmelsstein stand tief eingedrückt auf dem Steppenboden, und es war T'lik'tik nicht möglich, unter den Stein zu gelangen, um zu sehen, woher das Feuer gekommen war.

Enttäuscht senkte T'lik'tik den Kopf. War er deswegen durch die Wüste gelaufen? Nur um am Ende vor einem weißen, glatten Felsen zu stehen, der keines seiner Geheimnisse preisgab? Vielleicht gab es auf der anderen Seite einen Weg, unter den Himmelsstein zu gelangen? Langsam ging T'lik'tik um den Himmelsstein herum, in der Hoffnung, eine Lücke zu finden, durch die er sich zwängen oder zumindest einen Tentakel stecken konnte.

Er war so auf den Boden konzentriert, dass er das Licht fast übersehen hätte, aber als er den Blick hochnahm, war es deutlich zu erkennen: Ein rechteckiger Bereich, etwa eine Körperlänge hoch und breit, begann schwach aufzuleuchten, änderte seine Farbe von starkviolett nach tiefrot und erlosch wieder. Kurze Zeit später begann das Leuchten von Neuem. Der leuchtende Bereich war von einer sehr feinen Linie abgegrenzt. Fast in der Mitte des Rechtecks, leicht

nach links versetzt, saß eine kleine, dunkle Erhebung, wie ein quadratischer Stein. Eine Linie lief von diesem Stein aus nach rechts.

Vorsichtig tastete T'lik'tik den Rand des Rechtecks ab. Er fühlte sich zunächst genauso glatt an wie der Rest des Himmelssteins, doch mit der äußersten Spitze eines Kopftentakels spürte er ihn wie eine kleine Vertiefung in der weißen Fläche. Auch die Linie in der Mitte des Rechtecks fühlte sich so an. T'lik'tik tastete nach dem kleinen Stein. Er ragte ein wenig aus der Wand heraus und zu seiner Überraschung ließ er sich, gegen einen anfänglichen Widerstand, entlang der Linie verschieben.

T'lik'tik schob den Stein nach rechts und spürte, wie dieser schließlich am rechten Ende einrastete. Ein leises, klickendes Geräusch ertönte. Verblüfft sah T'lik'tik, wie das rechteckige Stück der Wand sich nach hinten und zur Seite bewegte und einen Raum freigab.

Er erstarrte, denn plötzlich wurde ihm klar, was er die ganze Zeit hätte wissen müssen: Der Himmelsstein war kein natürliches Objekt, er war eben kein Stein, der vom Himmel gefallen war, sondern ein gemachtes Ding wie ein Grabstock oder eine Vorratshütte im Dorf. Auch wenn T'lik'tik sich nicht vorstellen konnte, wie ein so gigantisches Objekt gebaut sein konnte, musste es so sein.

Vor T'lik'tik lag ein länglicher, schmaler Raum mit weißen Wänden. Es war hell im Inneren des Himmelssteins, ein diffuses Licht schien von der Decke und erleuchtete den Raum gleichmäßig. T'lik'tik tastete mit seinen Tentakeln über die Schwelle und ging langsam in den Raum hinein, während er mit seinem Rückauge die Türöffnung beobachtete. Er zögerte ein wenig, bevor er auch mit dem letzten Beinpaar über die Schwelle ging, aus Angst, die Tür könnte sich hinter ihm schließen. Doch es geschah nichts.

Am Ende des Raums sah T'lik'tik eine weitere rechteckige Linie, vermutlich die Tür in den nächsten Raum. Zu seiner

Rechten war die Wand leer, in der linken Wand befanden sich drei rechteckige Öffnungen, in die er hineinsehen konnte.

An der linken Seite der ersten Öffnung sah er ein längliches, zylindrisches Objekt, das an der rechten Seite spitz zulief und auf der Oberseite in der Mitte eine kleine Erhebung besaß. Daneben, etwa in der Mitte, stand eine glänzende Platte, auf die er von der Seite schaute und die einen Teil der Öffnung widerspiegelte wie ein Spiegel. Als T'lik'tik sie ertasten wollte, stießen seine Tentakel auf ein unsichtbares Hindernis. Anscheinend war die Öffnung mit einem Material verschlossen, das er zwar fühlen, aber nicht sehen konnte. Natürlich waren ihm durchsichtige Materialien nicht fremd – ein Bergkristall oder Kalkspat konnte durchsichtig sein, aber man konnte ihn immer noch erkennen. Dieses Material allerdings schien so durchsichtig zu sein, dass es unsichtbar war (Abb. 2.1).

Am unteren Rand der Öffnung waren zwei kleine Steine befestigt, ähnlich wie der, mit dem er die Tür geöffnet hatte.

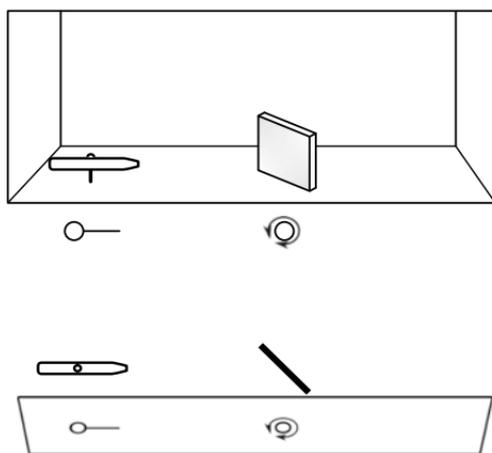


Abb. 2.1 Erster Raum, erste Öffnung, Frontalansicht und Aufsicht

Vom linken der beiden ging eine Linie nach rechts, entlang derer T'lik'tik den Stein verschieben konnte. Zu T'lik'tiks Überraschung begann die Erhebung auf der Oberseite des Zylinders zu leuchten, ansonsten geschah nichts weiter.

T'lik'tik griff nach dem zweiten Stein in der Mitte, direkt unterhalb des Spiegels. Dieser ließ sich nicht verschieben, konnte aber gedreht werden, und mit ihm drehte sich der Spiegel.

Plötzlich sah er mit seinem Rückauge einen violetten Lichtpunkt an der Wand hinter sich, der sich bewegte. Er drehte den Stein und damit die Platte weiter, bis der Lichtpunkt direkt in sein linkes Vorderauge fiel. Das Licht kam von der Platte und T'lik'tik sah, dass sie die Spitze des Zylinders widerspiegelte, die hell leuchtete. Es war also der Zylinder, der das Licht erzeugte. Nicht nur die kleine Erhebung an der Oberseite leuchtete, sondern er erzeugte einen weiteren Lichtstrahl, der aus der Spitze austrat. T'lik'tik schob den linken Stein nach links, das Licht erlosch und die Erhebung auf der Oberseite wurde dunkel. Wenn er den Stein wieder nach rechts schob, erschien das Licht wieder.

T'lik'tik war verwirrt. Mit dem linken der beiden Steine konnte er das Licht entzünden und wieder löschen, mit dem rechten konnte er den Spiegel drehen und das Licht durch den Raum lenken, so viel hatte er verstanden. Welchen Sinn mochte diese Anordnung haben? Offenbar waren die Erbauer des Himmelssteins in der Lage, Dinge zu bauen, die T'lik'tik sich nicht einmal hatte vorstellen können: geheimnisvolle Türen, die sich öffneten, wenn man einen Stein verschob, Lichtquellen, die nicht aus Feuer bestanden, und natürlich den gewaltigen Himmelsstein selbst, der vom Himmel herabschweben konnte. Was sie damit bezweckten, im Himmelsstein eine Lichtquelle und einen Spiegel in dieser Weise anzuordnen, blieb rätselhaft. Vielleicht würde die zweite Öffnung mehr Aufschluss geben?

Als T'lik'tik sich diese anschaute, war er enttäuscht. Wieder gab es auf der linken Seite den Zylinder mit einem Stein darunter, aber diesmal befand sich in der Mitte kein Spiegel. Stattdessen war rechts ein kleiner, eckiger Kasten befestigt. Zusätzlich gab es in der Mitte, außerhalb des Lichtwegs, eine schwarze Wand, ebenfalls mit einem Stein davor. T'lik'tik schob den linken Stein zur Seite. Die Erhebung auf dem Zylinder leuchtete auf und der Kasten auf der rechten Seite wurde hell. T'lik'tik schob den Stein wieder nach links und der Kasten wurde dunkel. Schob T'lik'tik den Stein wieder nach rechts, kam das Leuchten wieder zurück. Wenn dieser Zylinder funktionierte wie der vorige und Licht aussandte, dann leuchtete der Kasten rechts anscheinend auf, wenn er vom Licht getroffen wurde, das aus der Spitze des Zylinders ausgesandt wurde (Abb. 2.2).

T'lik'tik bewegte den mittleren Stein, der die schwarze Wand in den Lichtweg schob. Der Kasten auf der rechten Seite blieb dunkel, leuchtete aber wieder auf, sobald er die Wand aus dem Weg herausschob. Das war wenig überraschend; die Wand ließ einfach kein Licht hindurch. T'lik'tik ging weiter.

Die dritte Öffnung am Ende des Raums enthielt ebenfalls links einen Zylinder und auf der rechten Seite einen weiteren dunklen Kasten. In der Mitte war ein Spiegel befestigt, der schräg zur Lichtquelle orientiert war. Unter der

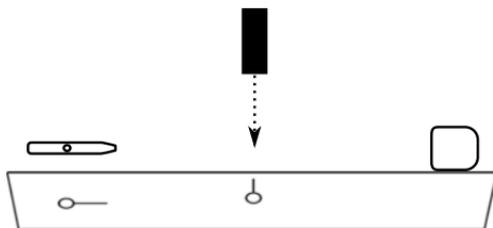


Abb. 2.2 Erster Raum, zweite Öffnung, Aufsicht

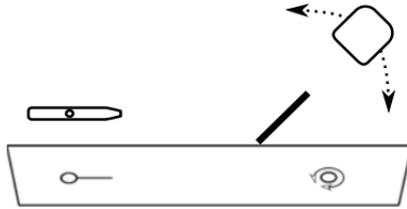


Abb. 2.3 Erster Raum, dritte Öffnung, Aufsicht

Öffnung gab es links, wie er es nicht anders erwartet hatte, einen Stein, den er nach rechts schieben konnte. Ein weiterer Stein befand sich auf der rechten Seite. Als er ihn drehte, drehte sich nicht, wie er erwartet hatte, der Spiegel, sondern der schwarze Kasten auf der rechten Seite, wobei er sich so drehte, dass immer dieselbe Seite dem Spiegel zugewandt war (Abb. 2.3).

T'lik'tik überlegte. Wenn tatsächlich ein Lichtstrahl aus dem Zylinder an der linken Seite trat, würde er vom Spiegel reflektiert werden. T'lik'tik drehte so lange am rechten Stein, bis der schwarze Kasten die richtige Position erreicht hatte, rechtwinklig zum Weg des Lichts vom Zylinder zum Spiegel. Triumphierend stampfte er mit dem vorderen Beinpaar auf, als der Kasten aufleuchtete.

Noch etwas anderes geschah: Das rechteckige Stück der Wand am Ende des Raums begann aufzuleuchten. Es wurde heller, bis es sich ein Stück nach hinten verschob und einen weiteren Zugang öffnete.

Auch wenn T'lik'tik den Sinn des Himmelssteins nicht verstand, wurde doch langsam deutlich, was dieser Raum bezweckte: Wer durch die Tür am Ende des Raums gehen wollte, musste zuvor eine Aufgabe lösen. Am Eingang des Himmelssteins hatte er nur den kleinen Stein verschieben müssen, in diesem Raum war die Aufgabe schwieriger gewesen. Vielleicht war es eine Art Prüfung, so wie die Weisen ihn prüften, indem sie ihm Rätsel stellten oder ihm auftrugen,