

INHALTSVERZEICHNIS

◆ KAPITEL 1: Prolog: Eine kleine Vorgeschichte der Zeiten	1
➔ Große wissenschaftliche Leistungen alter Völker	1
➔ Wissenschaft der Renaissance	1
➔ Newton begründet die klassische Physik	2
➔ Das Ende eines Traumes	3
➔ Zusammenfassung	4
◆ KAPITEL 2: Einige Grundlagen – Unsere atomare Welt und ihr Aufbau	5
➔ 1803 – Das Atommodell nach John Dalton (1766-1844)	5
➔ 1911 – Das Atommodell nach Sir Ernest Rutherford (1871-1937)	6
➔ Die Ladung eines Atoms und Rutherfords Experiment	7
➔ Elektrischer Strom als Fluss von Ladungsträgern	8
➔ Otto Hahn und die Kernspaltung	9
➔ Die Suche nach dem perfekten Atommodell	10
➔ Zusammenfassung	10
◆ KAPITEL 3: Das Licht und seine Natur	11
➔ Die Korpuskeltheorie	11
➔ Die Wellentheorie	11
➔ Die Wellentheorie als Erklärung für Interferenzmuster	13
➔ Licht als elektro-magnetische Welle	14
➔ Zusammenfassung	16
◆ KAPITEL 4: Lichtgeschwindigkeit ist absolut	17
➔ Wenn Flugzeuge vom Winde verweht werden...	17
➔ Das Interferometerexperiment nach Michelson und Morley	18
➔ Raum und Zeit sind nicht absolut – Die Lorentz-Transformationen	19
➔ Zusammenfassung	21
◆ KAPITEL 5: Albert Einstein – Die spezielle Relativitätstheorie	22
➔ Die Lichtgeschwindigkeit als unveränderliche Konstante	22
➔ Warum man den Äther nicht mehr braucht	24
➔ $E=mc^2$ und das Problem von Masse und Energie	26
➔ Zusammenfassung	28
◆ KAPITEL 6: Was ist Gravitation? Die allgemeine Relativitätstheorie	29
➔ Das Raum-Zeit-Kontinuum	29
➔ Das Verhalten von Licht in der Raumzeit - das Äquivalenzprinzip	30
➔ Einsteins größter Fehler	31
➔ Zusammenfassung	33

◆ KAPITEL 7: Das Problem des schwarzen Körpers – Geburtsstunde der Quantentheorie	34
➔ Was ist ein schwarzer Körper?	34
➔ Das Bohrsche Atommodell	36
➔ Die Ursache der Fraunhoferlinien im Lichtspektrum	37
➔ Zusammenfassung	38
◆ KAPITEL 8: Experimentelle Forschung auf dem Gebiet der Quantentheorie	39
➔ Einstein und das Rätsel um den photoelektrischen Effekt	39
➔ Die Fotozelle und das Plancksche Wirkungsquantum	40
➔ Franck, Hertz und die Richtigkeit der Quantentheorie	42
➔ Zusammenfassung	45
◆ KAPITEL 9: Von Wellen, Teilchen und Wahrscheinlichkeiten	46
➔ Das Licht als Fluss von Photonen	46
➔ Der Welle-Teilchen-Dualismus	47
➔ Wahrscheinlichkeiten, oder: Wo ist mein Elektron?	48
➔ „Gott würfelt nicht“	49
➔ Quantenzahlen und ihre Rolle beim Atomaufbau	50
➔ Zusammenfassung	52
◆ KAPITEL 10: Verrücktes aus der Welt der Quantenphysik	53
➔ Der Doppelspalt und die Heisenbergsche Unschärferelation	53
➔ Die Quantenpolarisation und ein sonderbarer Effekt	54
➔ Traurige Mitteilung: Schrödingers Katze ist lebendig tot	55
➔ Zusammenfassung	56
◆ KAPITEL 11: Der Teilchenzoo	57
➔ Ableitung der Antimaterie aus der speziellen Relativitätstheorie Einsteins	57
➔ Fermionen und Bosonen	58
➔ Protonen, Neutronen und die Quarks	58
➔ Zusammenfassung	60
◆ KAPITEL 12: Kernkräfte und ihre Wirkung	61
➔ Die Quantenelektrodynamik und die elektromagnetische Kraft	61
➔ Die Quantenchromodynamik und die starke Kernkraft	62
➔ Theory of Everything und Superstrings	63
➔ Zusammenfassung	65
◆ KAPITEL 13: Die quantenphysikalische Auffassung von Raum und Zeit	66
➔ Ein Vakuum ist gar nicht so leer, oder: Die Strahlung schwarzer Löcher	66
➔ Zurück in die Vergangenheit – Wenn für Teilchen die Zeit nicht geradlinig verläuft	67
➔ Wurmlöcher durch den Casimir-Effekt?	68
➔ Wie viele Universen gibt es?	69
➔ Zusammenfassung	70

◆ KAPITEL 14: Quantenphysikalische Probleme bei der Prozessorarchitektur	71
➔ Der Siliziumchip	71
➔ Die physikalischen Grenzen des Chips - der Tunneleffekt	73
➔ Der Quanten-Tunneleffekt-Transistor	75
➔ Supraleiter als Schalter?	75
➔ Zusammenfassung	76
◆ KAPITEL 15: Unglaubliche Möglichkeiten: Der Quantencomputer	77
➔ Von Qubits und Quantensuperpositionen	77
➔ Nukleare magnetische Resonanz (NMR)	78
➔ Ionenfallen	79
➔ Mit Quantensuperpositionen rechnen	79
➔ EPR und Dekohärenz	81
➔ Viele ungelöste Probleme	82
➔ Zusammenfassung	83

VORWORT

Was ist ein Quantencomputer? Mit dieser Frage beginnt diese Abhandlung und sie endet damit. Denn, wenn man dieses Wunderwerk der Technik verstehen möchte, so muss man die Grundlagen der Quantenphysik verstanden haben. Will man jedoch die Quantenphysik verstehen, so sollte man das Prinzip der Relativität nach Einstein verstanden haben. Es gibt einige andere Abhandlungen welche versuchen die Wissenschaft populär (das bedeutet für jeden verständlich) darzustellen. Hierzu zählt zum Beispiel der Bestseller „Eine kurze Geschichte der Zeit“ von Stephen W. Hawking oder „Die Evolution der Physik“ von Albert Einstein und Leopold Infeld. Wie schwer es ist, ein für die Allgemeinheit verständliche Abhandlung über Relativität und Quantenmechanik zu schreiben zeigt ein kleines, 80 Seiten starkes Buch, welches Albert Einstein verfasste. Doch die Lektüre war viel zu schwer, als dass es der Laie hätte verstehen können, erst recht weil zu viele Fachbegriffe verwendet worden waren, die eigentlich einer genaueren Erläuterung bedurft hätten.

„Relativistische Physik und Quantenmechanik - Zwei Theorien verändern unsere Sichtweise auf das Universums“ wurde von einem Informatikstudenten geschrieben. Ich bin ebenfalls fasziniert von der Physik des Großen und des Kleinen, wie es wahrscheinlich auch Sie sind. Ich wollte „Gottes Plan erkennen“, wie es Stephen Hawking in seinem Werk „Eine kurze Geschichte der Zeit“ ausdrückte. Ganz vorsichtig und langsam möchte ich Sie an die nicht immer ganz einfache Materie der höheren Physik heranführen. Ich habe mich bemüht nicht zu tief in die Sachverhalte einzutauchen, ohne oberflächlich zu sein. Stephen Hawking sagte einmal, er habe in seinem oben erwähnten Bestseller keine Formeln aufgenommen (außer $E = mc^2$), weil dies den Absatz seines Buches mindern würde. Auch ich möchte mich daran halten, habe aber hier und da es trotzdem gewagt Gleichungen einzubringen. Sie können diese Formeln einfach überlesen, wenn Sie die Mathematik verabscheuen und eigentlich nach Ihrer Schulzeit nichts mehr mit ihr zu tun haben wollten. Wer jedoch in Mathematik nicht ganz unbegabt ist kann die Formeln anwenden und zum Beispiel, einfach aus Spaß, ausrechnen um wie viel die persönliche Zeit langsamer vergeht, wenn man sich in Bewegung befindet.

Diese Abhandlung beschreibt Ihnen zunächst die Evolution des wissenschaftlichen Weltbildes. Dies bildet die Grundlage für das Verständnis der ungelösten physikalische Probleme des 19. und 20. Jahrhunderts. Damals unbeantworteten Fragen mündeten in die Aufstellung der Quantentheorie durch Max Planck und der relativistischen Betrachtungsweise von Raum und Zeit durch Albert Einstein. Diese beiden Wissenschaften änderten unsere Sichtweise auf das Universum, auch dies soll genauer erläutert werden. Hat man die Grundlagen erst einmal verstanden, so ist auch das Verständnis des Quantencomputers kein unerreichbares Ziel mehr.

Ich lade Sie daher ein, mit mir auf eine Reise mitzukommen die spannender sein kann, als jede Safari in Afrika oder eine Kreuzfahrt über alle Ozeane. Es wird eine Reise sein, welche vor allem in ihrem Kopf stattfindet – eine Reise an die Grenzen des menschlich vorstellbaren.

In diesem Sinne wünsche ich eine guten, angenehmen und lehrreichen Ausflug,

Ihr Stefan Frank