

Tödliche Herausforderung

Wie Richard Feynman die Ursache der Challenger-Explosion aufdeckte

DER Welt stockte für einen Moment der Atem, als am 28. Januar 1986 beim 25. Flug eines Space-Shuttles nur 73 Sekunden nach dem Start die Raumfähre „Challenger“ (Herausforderer) mit 7-köpfiger Besatzung, darunter eine Lehrerin, die aus dem All unterrichten wollte, am Starthimmel über Cape Canaveral explodierte. Der Theoretische Physiker, Quantentheoretiker und Nobelpreisträger Richard Phillips „P.“ Feynman (1918-1988) gehörte der Untersuchungs-Kommission aus zwölf Experten an, der auch der erste Mensch auf dem Mond, Neil Armstrong, und die erste US-Frau im All, Sally Ride, angehörten. Das Gremium sollte die Ursachen der Katastrophe erforschen und die genauen Umstände klären, die zu dem Unglück geführt hatten. Feynman war zu dem Zeitpunkt einer der vielleicht fünf bedeutendsten Physiker auf der Welt und lehrte zuletzt in seiner kalifornischen Heimat als Professor für Theoretische Physik am Caltech in Pasadena, wohin er 1959 im Anschluss an seine Lehrtätigkeit an der angesehenen Cornell Universität in Ithaca/New York (bis 1951) gegangen war. Einer der genialsten Wissenschaftler seines Fachs und stark engagiert im Forschungs- und Lehrbetrieb. Für seine Verdienste auf dem Gebiet der Quantenelektrodynamik (QED) erhielt Feynman neben zwei anderen Quantenphänomene-Forschern 1965 den Nobelpreis.

VON 1943 bis 1945 gehörte Feynman, der zuvor am Massachusetts Institute of Technology (MIT) akademisch ausgebildet wurde, als einer der jüngsten Wissenschaftler dem Experten-Team um J. Robert Oppenheimer an, das in Los Alamos/New Mexico mit der Entwicklung und dem Bau der ersten amerikanischen Atombomben befasst war. Feynman war damals mit anderen zusammen unter der Leitung des deutsch-amerikanischen Physikers und Quantentheorie-Pioniers Hans Bethe mit Aufgaben im Bereich theoretischer Berechnungen betraut, etwa wieviel spaltbares Material für eine Bombe nötig wäre usw. Bethe holte ihn auch als Mitarbeiter an die Cornell-Akademie. Die Schutzmaßnahmen in Los Alamos gegen radioaktive Strahlung waren noch äußerst lasch und lückenhaft. Wahrscheinlich fing sich Feynman wie nicht wenige andere während seiner Tätigkeit über längere Zeit eine Strahlen-Überdosis ein, die in seinen späteren Lebensjahren zu einem Sarkom und Lymphom führte, woran er schließlich zu früh verstarb. Er hinterließ seine dritte Frau und zwei Kinder. 1945 verstarb seine erste Frau Arline, die ihn nach Los Alamos begleitet hatte, an einer Tuberkulose. Beide waren für ihre humorvolle und nonkonformistische Art bekannt und beliebt. Es reizte Feynman immer wieder, anderen einen Streich zu spielen oder Menschen durch Kurioses zu verblüffen. In Los Alamos machte er sich einen Spaß daraus, die geheimen Safes zu knacken. An seiner Wissenschaft faszinierte den gleichzeitigen Computer-Experten besonders das *Überraschende*, wofür er sich stets einen interessierten Blick bewahrte.

VIELE wollten bei Feynman studieren, seinen gefragten Lectures beiwohnen. Er galt als sehr originell, humorvoll, unkonventionell, didaktisch brillant – dabei persönlich eher schwer zugänglich und eigen, charakterlich vielleicht etwas arrogant und überheblich, wie viele hochintelligente Männer. Sein IQ hatte den nicht gerade außergewöhnlichen Wert von 125. Es lag ihm viel daran, die Essentials seines Faches, jenseits der Spezialdiskurse möglichst auch allgemeinverständlich zu vermitteln, worüber er mehrere Bücher schrieb (z. B. „Vom Wesen physikalischer Gesetze“; dt. 1990). Darum war ihm stets an möglicher Vereinfachung eines Problems gelegen. Ein Bestreben, das ihm auch bei seiner Tätigkeit in der Challenger-Kommission von Nutzen war. Er war in der Lage, komplexe Zusammenhänge schnell und

gründlich zu erfassen und erkenntnismäßig zu durchdringen, seine Auffassungsgabe dabei war phänomenal. Das schaffte Neider und Missgönner, gerade auch bei der Challenger-Untersuchung. Seine gelegentlichen trocken-sarkastischen Bemerkungen konnte und wollte nicht jeder als Witz verstehen und akzeptieren. Er war im Denken und Kombinieren den anderen um Längen voraus und wollte seinen Job so gründlich und rasch wie möglich erledigen. Er fühlte sich im Kreis der Zwölf mit Ausnahme gegenüber Sally Ride und Luftwaffen-General Donald Kutyna ziemlich unwohl. Vor allem mit dem Kommissionsleiter William Rogers, nach dem die Kommission auch benannt wurde, der selbst weder technischer noch wissenschaftlicher Experte, sondern ein ausgesprochener Bürokrat war, geriet Feynman bald heftig aneinander. *Dieser Feynman kann einem richtig auf die Nüsse gehen*, soll Rogers einmal bemerkt haben. Rogers versuchte offensichtlich die Ermittlungen zu verzögern und behindern bzw. in eine für die NASA günstige Richtung zu lenken, nicht umsonst wollte ihn wohl die NASA in dieser Position haben. Doch galt die Kommission natürlich als „unabhängig“. Schnell wurde Feynman klar, wie er sich gegenüber seiner Ehefrau Gweneth ausdrückte, wieder in diesen alten „Politik-Scheiß“ (wie beim Atombombenbau) hineingeraten zu sein. In die Kommission war er berufen worden, nicht freiwillig gegangen und ihm war unbehaglich zumute.

NACH einem mehrstündigen Langstreckenflug von Los Angeles nach Washington, dem Sitz der Kommission, legte diese gleich mal eine fünftägige Pause ein, in der sich die Beteiligten in Washington quasi „aklimatisieren“ sollten, wie sich Rogers ausdrückte. Das war für Feynman, der sich darüber ärgerte, zu viel des Guten. Er betrachtete das angesichts der drängenden Fragen der Katastrophe als reine Zeitverschwendung und machte sich auf eigene Faust an erste Ermittlungen im Marshall Space Center in Huntsville/Alabama, wohin er beim ersten Mal mit einem Leihwagen fuhr. Dort wurden die Raketentufen der Shuttle-Antriebsraketen gebaut und erprobt. Er wollte am „konkreten Objekt“ und direkt vor Ort die Sache angehen und handelte sich für seinen Alleingang gleich einen Rüffel und eine Warnung von Rogers ein, der Feynman sichtlich nicht wohlgesonnen schroff zu verstehen gab, man zöge an einem gemeinsamen Strang oder gar nicht. Feynman gedachte sich von Beginn an auf die Antriebsaggregate und die Feststoffraketen zu konzentrieren, nicht auf die Funktions- und Bedientechnik des Shuttles, die ihm ausgereift genug erschien. Er vermutete ein Material-, womöglich auch menschliches Versagen in Gestalt von durch die NASA aus opportunen Gründen vernachlässigten Sicherheitsaspekten. Dennoch zeigte er sich beeindruckt von einer Einweisung in die Cockpit-Lounge des Shuttles in einem nachgebauten Flugsimulator. Gekonnt orientierte sich der Technik-Freak Feynman sofort über die komplexen Apparaturen.

MIT General Donald Kutyna hingegen, der ihn in die Gepflogenheiten der Washingtoner Bürokratie einführte, zeichnete sich bald ein kongeniales Zusammenwirken ab, die beiden Männer schätzten und achteten einander. Kutyna konnte als Geheimnisträger höchsten Grades Feynman bestimmte Details nicht direkt offenlegen, sondern versuchte „durch die Blume“ zu sprechen in Andeutungen und Anspielungen, von denen er hoffte, dass Feynman sie in einer Art Puzzle als Hinweise verstehen und als Spuren aufnehmen und zusammensetzen würde. Das funktionierte nicht unbedingt von vorne herein. Überdies existierte eine ominöse Quelle „X“, die über Kutyna immer wieder aus dem Hintergrund Hinweise einstreute. Sie entpuppte sich schließlich als von der Astronauten-Veteranin Sally Ride stammend. Die Raumfahrer*innen waren am nächsten dran und ehesten vertraut mit den technischen und Material-Problemen des Shuttle-Programms und deren gab es nicht wenige. Die NASA versuchte,

diese immer wieder herunterzuspielen und kleinzureden. So waren Feynman bei einem Triebwerks-Testlauf im Marshall-Center heftige Turbulenzen und Vibrationen aufgefallen, die der demonstrierende Techniker ihm gegenüber bagatellierte, indem er meinte, sie verschwänden bei über 60 Prozent Leistung „von selbst“ wieder. Feynman notierte in seine Aufzeichnungen jedoch den kritischen Vermerk „Fehlkonstruktion“.

AUF einer Videoaufzeichnung vom Start war in Nahaufnahme eine Stichflamme zu erkennen, die aus einem der Feststoff-Raketenkörper heraustrat, die zur Explosion des gesamten Aggregats geführt haben musste, das war unschwer zu schlussfolgern. Doch woher stammte das Feuer und wie konnte es nach außen treten? Das war die Frage an die Büchse der Pandora. Feynman konzentrierte sich daraufhin auf die Verbindungen zwischen den Raketenbauteilen, insbesondere auf die Dichtungs-O-Ringe an den Übergängen. Sie schienen die Schwachstelle zu sein. Feynman vertiefte sich in Materialfragen und konzentrierte sich auf die äußeren Wetter-Bedingungen während des Starts. Es herrschten an jenem Morgen Temperaturen unter Null Grad im Gefrierbereich. Im Grunde irreguläre Startbedingungen. Denn u. a. wegen der hintereinander liegenden beiden Gummidichtungen an den Verbindungsstücken jeweils nicht dicker als ein Bleistift (!) sollte nicht unterhalb von 11,5° Celsius Außentemperatur gestartet werden. Die NASA hatte, um ihre Förderprogramme finanziell durchzubringen, zwei Shuttle-Starts pro Monat zugesagt und setzte sich damit selbst unter Druck. In der Realität war diese Voraussetzung nur selten erfüllt, denn immer wieder führten technische Probleme und Mängel neben Witterungsbedingungen zu Startverzögerungen um Tage und manchmal sogar Wochen. Man hatte sich überdies an bestimmten Zeitfenstern zu orientieren, um aus günstiger Position starten und in möglichst kurzer Zeit die Erdumlaufbahn im All erreichen zu können.

AM Morgen des 28. Januar waren die zulässigen Bedingungen also deutlich überschritten. Immer wieder waren an den wiederverwendbaren Raketenkörpern an den Nahtstellen deutlich verbogene oder sogar gerissene O-Ringe festgestellt worden und die NASA setzte dennoch die Starts fort, ohne die Ursachen zu ergründen. Man setzte neue O-Ringe ein und betrachtete das Ganze unter dem Aspekt „Verschleiß“. Das war in hohem Grad sogar fahrlässig und kostete, wie man sah, sieben Menschenleben. Die technische Überprüfung der abgetrennten und ins Meer gestürzten Astronauten-Kabine ergab, dass die zusätzliche Sauerstoff-Versorgung eingeschaltet worden und die Crew beim Absturz noch lange bei Bewusstsein gewesen sein musste, dem Tod unweigerlich ins Auge blickend. Der deutsche Kabarettist Wolfgang Neuss machte über den Absturz die sarkastisch-ironische Bemerkung: *Die nächste Raumfähre wird ohne Sitze jebaut, die zwee Minuten können'se stehn...*

DER Techniker Allan MacDonald von der Firma Morton Thiokol, die die Dichtungsringe herstellte, betätigte sich als „Whistleblower“ und redete Tacheles. Er wies bei der Kommissions-Anhörung darauf hin, dass die NASA über diese Mängel durch Leute wie ihn wiederholt informiert worden wäre. Unmittelbar nach seiner Aussage zog man MacDonald aus dem Verkehr, vermutlich auf Betreiben der NASA. Feynman hielt an seiner vielversprechenden Spur mit den O-Ringen fest und tat das Verblüffende. Er beeindruckte die Kommission mit einem einfachen Experiment und besorgte sich etwas Handwerkszeug, ein Exemplar der O-Ringe und ließ sich Eiswasser reichen. Darin legte er einen abgeschnittenen Teil des Dichtungs-Ringes, den er zusätzlich mit einer Schraubzwinge verbog. Nach dem Eisbad nahm er die Zwinge wieder ab und siehe da, das Teilstück ging nicht mehr elastisch in seine gebogene Ausgangsstellung zurück. Das war der erbrachte Beweis, dass die Elastizität der O-Ringe

unter Kälteeinwirkung beträchtlich litt und sich so im schlimmsten Fall Risse und kleine Spalten in der Abdichtung bilden konnten, durch die Treibstoff austreten und sich an der Hitze der Raketenummantelung entzünden konnte. Viele Male war dies wohl gerade nochmal gutgegangen, aber nicht mehr beim 25. Flug. Die NASA hatte zuvor dagegen behauptet, die O-Ringe würden sogar einer Einwirkung von minus 40° bis minus 50° Celsius elastisch standhalten, was eine glatte Lüge war. Jeder Mensch, der mit Gummiringen z. B. beim Einmachen hantiert, weiß, wie anfällig das Material bei bestimmten Temperaturen ist. Man braucht nur einmal um eine Dose ein einfaches Gummi zu spannen und sie dann eine Weile in den Kühlschrank zu legen, um zu sehen, wie schnell das Gummi sich zersetzt und bricht.

EIN umfangreicher Bericht der Rogers-Kommission ging vor der öffentlichen Abschluss-Anhörung, die im Fernsehen übertragen wurde und der auch Angehörige der Verunglückten beiwohnten, an Präsident Ronald Reagan, die Regierung und den Kongress. Erst sollte dies verhindert werden, doch dann wurde auch Feynmans abweichende kritische Stellungnahme als Dossier dem Bericht als Anlage-Dokument beigelegt. Das dadurch erregte Aufsehen war groß und zwang die NASA zu technischen Korrekturen und Verbesserungen am Material, wodurch sich das Shuttle-Programm erheblich verzögerte. Besonders erhitzen Feynmans konträre Wahrscheinlichkeits-Prognosen über mögliche Shuttle-Unglücke entgegen allen anders lautenden NASA-Aussagen die Gemüter. Während die NASA mit 1 : 10⁵ Wahrscheinlichkeit von 1 Versagen bei 100.000 Flügen ausging, präsentierte Feynman, dass mit 99,4 Prozent theoretisch von einem Fehlschlag bei 200 Flügen auszugehen sei, d. h. statistisch einem möglichen Unglück alle 3 1/2 Jahre.

MAN sprach bei den Versuchen der NASA, zu vertuschen und Daten zu manipulieren, von einer „Nebelwand“ in Form einer Umdeutung von Tatsachen. Es dauerte bis zum 1. Februar 2003 17 Jahre, bis das nächste Shuttle total verloren ging und weitere 7 Menschen dabei umkamen. Beim Wiedereintritt in die Atmosphäre zerbarst die dienstälteste Fähre „Columbia“ (Erstflug 1981) in großer Höhe über Texas in zig Teile, von denen viele wie ein Asteroidenschauer am Himmel verglühten und andere größere im Umkreis mehrerer tausend Quadratkilometer abstürzten. Glühendes Reibungsplasma war infolge bereits beim Start abgeblätterter Hitzeschutz-Kacheln ins Innere der Fähre gedrungen, verursachte Kurzschluss-Brände und ließ das Fluggerät explodieren. Nicht zuletzt dieses Ereignis führte 2011 endgültig zur Einstellung der Shuttle-Flüge und des gesamten Programms. Erst 2020 gelang danach der erste Neustart einer bemannten Raumkapsel der Privatfirma SpaceX. Die Eroberung des erdnahen Weltraums durch die Privatwirtschaft hat damit begonnen. Superreiche Weltraum-Touristen gönnen sich mit gekauften teuren Flügen eigener Firmen ein paar wenige Minuten das Vergnügen der Schwerelosigkeit und eines Blicks in 85 bis 110 km Höhe auf die Erdkrümmung.

FEYNMAN hatte mit letzten physischen Kräften diese Herausforderung gemeistert. Schon während der Untersuchungen erlitt er mehrfach Schwächeanfälle und halbe Kollapse. Sein Arzt klärte ihn darüber auf, dass sein fortgeschrittener Krebs bereits gestreut und die Nieren befallen hatte. Er musste sich von da an immer wieder der Blutwäsche in einer Dialyse unterziehen. In seinem Urin sammelte sich Blut an und er witzelte darüber, er habe wohl zu viel Rote Beete gegessen. Schon einmal war Feynman in die Politik-Mühlen geraten. 1945, als ein Teil der Wissenschaftler, darunter er und Leo Szilard, mit einer Note an die Regierung Truman verhindern wollte, dass die Atombomben zu Ende gebaut würden, die Truman offenbar nie erreichte. Nachdem nach der deutschen Kapitulation und der Erkenntnis, dass die

Deutschen über keine fertige ausgereifte Atombombe verfügten, klar war, dass sie nicht mehr benötigt werden würden.

SZILARD hatte sich zusammen mit Edward Teller (später der Erbauer der Wasserstoff-Bombe) kurz nach dem Überfall Japans im Dezember 1941 auf den US-Flottenstützpunkt Pearl Harbor auf Hawaii, an Albert Einstein gewandt. Dieser sollte sich mit dem Gewicht seiner Persönlichkeit mit einer Eingabe an Präsident Roosevelt wenden, um zu erreichen, dass die USA gegenüber den Deutschen als Erste eine Atombombe konstruieren sollten. 1945 schloss sich auch Einstein der Gruppe der Warner an und wollte einen A-Bomben-Einsatz noch verhindern. Roosevelt verkündete dann bekanntlich den Eintritt der USA in den Zweiten Weltkrieg und bereits im Spätsommer 1942 verfügten die USA in Chicago über den ersten funktionsfähigen, noch primitiven Atommeiler, den der eingewanderte Italiener Enrico Fermi mit seinem Team gebaut hatte. Damit waren sie den Deutschen aber schon um Längen voraus. Ziellos mit drei fast fertig entwickelten Atombomben dastehend, fiel dann die groteske Entscheidung, diese nun gegen Japan einzusetzen, mit dem sich die USA noch weiter im Krieg befanden. Man befürchtete bis zu mehrere hunderttausend Mann Verluste bei der Invasion der heftig verteidigten japanischen Inseln und verfiel auf die Idee, dies zwei Atombomben auf japanische Küsten- und Industriestädte erledigen zu lassen. Eine völlig unnötige Erwägung. Japan, das Anfang 1945 die schwersten Flächenbombardements auf sein Territorium überhaupt im Zweiten Weltkrieg erlebt hatte (über 100.000 Tote im Februar 1945 allein im Großraum Tokio!), lag schon völlig am Boden und es war nur noch eine Frage weniger Tage oder Wochen, bis es kapitulieren würde. Das wäre auch ohne Atombomben-Abwürfe zu erreichen gewesen, zumal am 8. August auch noch die Sowjetunion Japan den Krieg erklärte, binnen kurzem die Mandschurei zurückeroberte und von Norden her eine Invasion Japans vorbereitete. So galten die beiden Bomben auf Hiroshima und Nagasaki vor allem zwei Zielen: ihre Wirkung auf dicht besiedeltes und industrialisiertes Gebiet zu testen und Stalin von einer Invasion abzuhalten. Alles andere an vorgebrachten Gründen, den Krieg damit etwa rasch zu beenden, war mehr oder weniger pure unhaltbare Propaganda.

DAS geisterte noch immer in Feynmans Hinterkopf herum und er misstraute der Politik und Politikern zutiefst, die für ihn eher Bürokraten, Lobby-Adressaten und Zweck-Opportunisten waren. In seinem autobiografischen und zusammen mit seiner Frau verfassten Buch „Kümmert Sie, was andere denken? Neue Abenteuer eines neugierigen Physikers“, berichtet Feynman u. a. über seine Arbeit in der Rogers-Kommission. Zwei Zitate mögen zum Schluss Feynmans Sichtweise illustrieren: In einer Rede vor der National Science Teacher's Association bemerkte er: *„Naturwissenschaft ist der Glaube an die Unwissenheit der Experten.“* Und in: R.P. Feynman, Jeffrey Robbins: „Es ist so einfach“ (München 2011, 7. Aufl.) liest man: *„Wir müssen unbedingt Raum für Zweifel lassen, sonst gibt es keinen Fortschritt und kein Dazulernen. Man kann nichts Neues herausfinden, wenn man nicht vorher eine Frage stellt. Und um zu fragen, bedarf es des Zweifelns.“* © Elmar Klink, D-Bremen, 12. August 2021

| **Quellen:** John und Mary Gribbin: Richard Feynman. Die Biographie eines Genies. München 2000 - Richard P. Feynman: Sechs physikalische Fingerübungen. München 2005 - ders.: Was soll das alles? Gedanken eines Physikers. München 1999 - Albert Einstein, Leopold Infeld: Die Evolution der Physik. New York 1938/Köln 2007 - Werner Heisenberg: Quantentheorie und Philosophie. Stuttgart 1979 |