

# SWR2 Wissen

## Die Raumfahrt-Rentner der Voyager-Mission

Von Guido Meyer

Sendung: Montag, 14. September 2015, 8.30 Uhr

Redaktion: Detlef Clas

Regie: Guido Meyer

Produktion: SWR 2015

---

### Bitte beachten Sie:

Das Manuskript ist ausschließlich zum persönlichen, privaten Gebrauch bestimmt. Jede weitere Vervielfältigung und Verbreitung bedarf der ausdrücklichen Genehmigung des Urhebers bzw. des SWR.

---

### Service:

SWR2 Wissen können Sie auch als Live-Stream hören im **SWR2 Webradio** unter [www.swr2.de](http://www.swr2.de) oder als **Podcast** nachhören: <http://www1.swr.de/podcast/xml/swr2/wissen.xml>

Die **Manuskripte** von SWR2 Wissen gibt es auch als **E-Books für mobile Endgeräte** im sogenannten EPUB-Format. Sie benötigen ein geeignetes Endgerät und eine entsprechende "App" oder Software zum Lesen der Dokumente. Für das iPhone oder das iPad gibt es z.B. die kostenlose App "iBooks", für die Android-Plattform den in der Basisversion kostenlosen Moon-Reader. Für Webbrowser wie z.B. Firefox gibt es auch sogenannte Addons oder Plugins zum Betrachten von E-Books:

**Mitschnitte** aller Sendungen der Redaktion SWR2 Wissen sind auf CD erhältlich beim SWR Mitschnittdienst in Baden-Baden zum Preis von 12,50 Euro.  
Bestellungen über Telefon: 07221/929-26030

---

### Kennen Sie schon das Serviceangebot des Kulturradios SWR2?

Mit der kostenlosen SWR2 Kulturkarte können Sie zu ermäßigten Eintrittspreisen Veranstaltungen des SWR2 und seiner vielen Kulturpartner im Sendegebiet besuchen. Mit dem Infoheft SWR2 Kulturservice sind Sie stets über SWR2 und die zahlreichen Veranstaltungen im SWR2-Kulturpartner-Netz informiert.  
Jetzt anmelden unter 07221/300 200 oder [swr2.de](http://swr2.de)

## MANUSKRIFT

### Cut 1: Kurt Waldheim

As the Secretary General of the United Nations I send greetings on behalf of the people of our planet.

*Musik*

### Sprecher 1:

Im Jahr 1977 war Kurt Waldheim Generalsekretär der Vereinten Nationen. Und so fiel ihm die Aufgabe zu, eine Schallplatte zu besprechen – eine goldene Schallplatte, auf der es auch noch Grüße in vielen anderen Sprachen, verschiedene Musikrichtungen und typische Geräusche unseres Heimatplaneten zu hören gibt. All das aufgenommen und gesammelt für außer-irdische Ohren.

### Cut 2: Grüße in anderen Sprachen, Musik

#### Sprecher:

Diese Langspielplatte mit akustischen Eindrücken der Erde fliegt seit fast vierzig Jahren durchs All, befestigt an der Außenseite von *Voyager 1* und *Voyager 2*. Mittlerweile befinden sich die beiden Sonden am Rand des Sonnensystems. Und bevor sie nicht ihren Geist aufgegeben haben, kommt so etwas wie Ruhestand für ein kleines Team Ingenieure nicht in Frage. Denn diese acht Techniker sind die einzigen, die die Botschaften der *Voyager*-Raumschiffe heute noch verstehen.

#### Ansage:

Die Raumfahrt-Rentner der Voyager-Mission  
Eine Sendung von Guido Meyer

### Cut 3: Stone

We're in the auditorium at the Jet Propulsion Laboratory. We have a full scale model of the *Voyager* spacecraft which has launched many many years ago.

### Cut 4: Atmo Museum

#### Sprecher:

Im Auditorium des Jet Propulsion Laboratory präsentiert Ed Stone sein „Baby“: Ein Modell der beiden baugleichen *Voyager*-Raumsonden, die „vor vielen, vielen Jahren“ gestartet seien, so Ed Stone. Genau genommen war es vor 38 Jahren, als zunächst *Voyager 2* und wenige Wochen später *Voyager 1* ihre jahrzehntelange Reise antraten.

### Cut 5: Voyager 2 Start

NASA-Sprecher: T-10 ... 9 ... 8 ... 7... 6 ... 5 ... 4 ... 3 ... 2 ... 1 ... we have ignition, and we lift off! We have lift off of the *Titan-Centaur* carrying the first of two *Voyager* spacecrafts to extend man's senses further into the solar system than ever before.

#### Sprecher 1:

Die „Sinne der Menschheit“ sollten sich mit dieser Mission weiter ins Sonnensystem ausdehnen als jemals zuvor, so der Sprecher der amerikanischen Raumfahrtbehörde

NASA. Schon damals, beim Start, im Spätsommer des Jahres 1977, war Ed Stone seit fünf Jahren Projektwissenschaftler des *Voyager*-Programms und damit Chef des gesamten Unternehmens.

#### **Cut 6: Stone**

It might be as big as a VW bug. That is the main spacecraft itself, sort of that size. The biggest thing on the spacecraft is the radio antenna which is a dish antenna which is about 3 m in diameter. And that's always pointed at the Earth, because that's the way the spacecraft sends the data back to Earth, is by radio beam from this antenna.

The white dish, it's a very large dish, and it's pointed at the Earth, like a dish antenna, like a small satellite TV antenna points to the satellite in orbit around the Earth, this spacecraft – no matter where it is – it points at the Earth, billions of kilometers away. We have three stations around the Earth, one in Spain, one in Australia, one in California, which can both listen to the signals coming from the spacecraft, that can also send commands to the spacecraft, back up, from Earth, back to the same very big antenna which collects the very weak signal from Earth and focuses it so we can detect the signal.

#### **Übersetzer:**

Die Sonde hier dürfte wohl so groß sein wie ein VW Käfer. Und das ist nur das eigentliche Raumschiff, ohne die seitlichen Ausleger. Den größten Teil nimmt die Radioantenne ein. Dabei handelt es sich um eine weiße Satellitenschüssel, ganz oben auf der Sonde. Sie ähnelt den heutigen Parabolantennen zum Fernsehempfang, hat aber einen Durchmesser von ungefähr drei Metern. Sie ist stets auf die Milliarden von Kilometer entfernte Erde ausgerichtet. Über diese Antenne schicken wir unsere Kommandos. Gleichzeitig empfangen unsere Bodenstationen in Spanien, Australien und hier in Kalifornien die Daten der Sonde.

#### **Cut 10: Atmo JPL draußen / StoneCampus**

#### **Cut 11: StoneCampus**

We're on the main campus of the Jet Propulsion Laboratory, walking over to get my car. We'll drive to another annex where the *Voyager* operations activity is. Most of the spacecraft operations are here, on the campus, but *Voyager* is off campus, nearby. It's because it's really a small activity compared to say something like landing on Mars has a much larger operating team, or the *Cassini* mission – which is in orbit around Saturn – has a much larger operating team than *Voyager* has. So we have a small team, now that we are just doing what is cruise science.

#### **Übersetzer:**

Wir sind hier auf dem Hauptcampus des Jet Propulsion Laboratory. Dort drüben steht mein Auto. Von hier fahren wir jetzt zu einem Nebengebäude. Dort befindet sich das *Voyager*-Kontrollzentrum. Unsere aktuellen Mars-Missionen oder die *Cassini*-Sonde am Saturn benötigen viel größere Mannschaften hier auf dem Boden. Uns hat man ausgelagert. Wir sind nur noch ein kleines Team. Und wir betreiben nur noch so etwas wie „Cruise Science“.

**Sprecher:**

„Cruise Science“. Das klingt nach Kreuzfahrt. Und das ist gar nicht einmal so falsch. Das winzige *Voyager*-Team fungiert wie die Besatzung eines Ozeanriesen, die ihr Schiff eigentlich nur noch auf Kurs halten muss. Und selbst das funktioniert fast von selbst. Das bisschen Wissenschaft, was am Rande noch abfällt – das nennt Ed Stone „Cruise Science“.

**Cut 12: Atmo Autofahrt****Cute 13: Stone**

On *Voyager* we had, I think, at the peak, when we were flying by the planets, there were 200 people on the various flight teams flying because we had to program the spacecraft, telling her what to do, every second of its life. So it took a lot of work to plan all this and to load it onto the spacecraft so as it got to the planet it would know exactly where to look and how long to look and what to do second by second.

**Übersetzer:**

Die *Voyager*-Mission hatte ihren Höhepunkt in der Zeit, in der wir an den Planeten vorbeigeflogen sind. 200 Personen haben damals für das Programm gearbeitet. Es gab viel zu tun: Im Vorfeld einer jeden Beobachtung mussten wir den Sonden sagen, wann genau sie wie lange wohin blicken sollten. Sekunde für Sekunde.

**Sprecher:**

Doch seit 1990 gibt es für das Team nicht mehr viel zu tun. Deshalb hat das JPL es mit der Zeit mehr und mehr verkleinert: von zwei-hundert auf nur noch acht – acht Personen, die seit Jahrzehnten den gleichen Raumsonden hinterher blicken. Jedes einzelne Teammitglied verfügt über so etwas wie Hoheitswissen. Denn nur sie verstehen noch die Elektronik der siebziger Jahre und die Maschinensprache der Uralt-Computer. Vor den Rechnern des frühen Computerzeitalters stehen Schilder mit der Aufschrift *Voyager Mission Critical Hardware – Please do not touch*. Anfassen verboten. Wegschmeißen erst recht, auch wenn die alten Geräte eher nach Museumsobjekten aussehen. „Ist das Technik, oder kann das weg?“ Bei der NASA jedenfalls hofft man, dass diese Raumfahrtpioniere, die noch Maschinensprache beherrschen, länger durchhalten als die Sonden.

**Cut 15: Stone Auto**

Some of them are part time now, some of them are partially retired. I'm not retired. I work part time on *Voyager*. It varies. Sometimes it's quite a few days in a row, and some days I won't work on *Voyager* at all on that day.

**Übersetzer:**

Einige von uns arbeiten nur noch in Teilzeit, einige sind schon halb pensioniert. Ich selbst bin noch nicht in Rente. Ich arbeite immer noch für das *Voyager*-Programm – manchmal einige Tage hintereinander, und manchmal kümmere ich mich einen Tag lang gar nicht darum.

**Sprecher:**

Ed Stone wird im kommenden Jahr achtzig Jahre alt. An mehreren Tagen in der Woche steuert er seinen schmutzig-weißen Toyota Avalon hierhin nach Altadena, einem Nebenort von Pasadena. In Pasadena ist der Hauptsitz des Jet Propulsion

Laboratory. In Altadena ist – eigentlich nichts. Der Ort besteht aus nicht vielmehr als einer Hauptstraße, die direkt von Pasadena aus hierhin führt, und ein paar Hallen. Die hat das JPL für das *Voyager*-Programm gemietet.

### **Cut 17: Stone Auto**

Nobody is making me do this. It's because I enjoy doing it. *Voyager* is one of these wonderful life experiences where every day you wake up and there is something new. It's just wonderful to be on a mission where even after 35, 37 whatever years it has been, we are still learning new things basically every day. Because the spacecraft is going where nothing has ever been before.

### **Übersetzer:**

Niemand zwingt mich dazu. Ich mache das, weil es mir Spaß macht. Das *Voyager*-Programm ist eine dieser wunderbaren Erfahrungen im Leben, bei der Sie morgens aufwachen und es jeden Tag etwas Neues gibt. Bei einer Mission dabei zu sein, auf der wir nach 38 Jahren noch täglich etwas dazulernen – das ist einfach einmalig. Denn diese Raumschiffe dringen in Gegenden vor, die nie ein Mensch zuvor gesehen hat.

### **Cut 12: Atmo Autofahrt**

### **Sprecher:**

Ankunft in Altadena, nach einer nur etwa fünfminütigen Fahrt hierher herüber aus dem benachbarten Pasadena. Vom Hauptsitz zum Nebenschauplatz

### **Cut 20: Weeks**

We're in my office. And I'm surrounded by my action figures which I've collected over the last few years. I'm reliving my youth which I never had because I never had action figures. I focus on *Startrek*, *Starwars*, Batman, Superman and Iron Man and *The Avengers*.

### **Übersetzer:**

Wir sind hier in meinem Büro. Und wir sind umgeben von meinen Actionfiguren, die ich über die letzten Jahre gesammelt habe. Ich durchlebe damit noch einmal meine Jugend, die ich nie hatte. Ich hatte als Kind nämlich keine Actionfiguren. Ich konzentriere mich dabei auf *Raumschiff Enterprise*, *Krieg der Sterne*, Batman, Superman, Ironman und The Avengers.

### **Sprecher:**

Man weiß nie so ganz genau, wie ernst Tom Weeks das meint, was er gerade sagt. Sein Büro im Innern des *Voyager*-Nebengebäudes jedenfalls sieht in der Tat aus wie das Kinderzimmer eines Erwachsenen.

### **Cut 21: Weeks**

I was inspired to work for the space industry because of Startrek and Starwars and franchises like that. I look forward to the time when the Earth is really like that. I hope to be alive. Maybe I can be frozen or something like that.

Startrek for what kind of government would hopefully exist in the future and the policies of that government, and Starwars for the adventure of it all.

**Übersetzer:**

Ich habe mich für die Raumfahrtindustrie begeistert, weil es *Startrek* und *Starwars* gab. Ich freue mich auf eine Zeit, wenn es auf der Erde wirklich so zugeht wie in diesen Filmen. Hoffentlich erlebe ich das noch. Vielleicht kann ich mich solange in Tiefkühlschlaf versetzen lassen. An *Startrek* fasziniert mich die Form der Regierungen, die es in Zukunft hoffentlich geben wird, und deren Politik. Bei *Starwars* geht es einfach um das Abenteuer.

**Cut 22: Star Wars Theme**

John Williams (CD Independence Day – The Best From Science Fiction Movie & TV, Ariola Extra, 1996, LC 5043, 54'')

**Sprecher:**

Das Epos um den *Krieg der Sterne* kam 1978 in die deutschen Kinos. Fünf Jahre später begann Tom Weeks für das *Voyager*-Programm zu arbeiten. Er ist heute einer von acht Übriggebliebenen. Als Hardware-Ingenieur – so seine Berufsbezeichnung – ist er dafür zuständig, dass es den beiden Sonden gut geht, und dass sie auf Kurs bleiben.

**Cut 23: Weeks**

*Voyager 1* is above the ecliptic plane, north of it, so to speak, and *Voyager 2* is south of it. *Voyager 1* happens to have just left the influence of the sun in the bubble. There is still gravity out there, but everything else is left behind. And we're out taking measurements of the galactic wind and the environment out there. *Voyager 2* is right on the cuss of leaving the solar system and probably will do so in the next 2 to 3 years.

**Übersetzer:**

*Voyager 1* fliegt in nördlicher Richtung aus dem Sonnensystem heraus und *Voyager 2* in südlicher. Dabei lassen sie die Blase des Sonnenwindes, die Heliosphäre, hinter sich. *Voyager 1* hat diese Grenze im vergangenen Jahr überschritten. Die Schwerkraft der Sonne macht sich dort draußen noch bemerkbar, aber sonst nichts. Jetzt misst die Sonde die galaktische Strahlung. *Voyager 2* dürfte den Einflussbereich des Sonnenwindes auch bald hinter sich lassen, wahrscheinlich in den nächsten zwei oder drei Jahren.

**Sprecher:**

Das klingt alles sehr physikalisch. Ist es auch. Und dennoch ist Tom Weeks nicht der typische Physik- oder Raumfahrt-Nerd, mit dicker Brille und fettigen Haaren. Er trägt kurze Hemden und eine Frisur, die seit den Siebzigerjahren in der menschlichen Zivilisation ihres Gleichen sucht. Vokuhila, vorne kurz, hinten lang, und Dauerwellen – alles zusammen. Überbleibsel einer vergangenen Zeit.

**Cut 24: Weeks**

I moved here with band members from my home town which was Tucson, Arizona. We came here to pursue rock'n'roll career. It was back in the 80s. I'm a shredder, so to speak. Eric Clapton, Hendrix and Eddie van Halen were primary influences of guitar players at that time. I loved playing music. I'm a musician. But I'm fortunate that I work here. It pays the bills.

**Übersetzer:**

Ich bin zusammen mit den Mitgliedern unserer Band von Tucson, Arizona hergezogen. Wir wollten hier eine Rock'n'Roll-Karriere starten. Das war in den Achtzigern. Ich bin ein Shredder auf der E-Gitarre, so wie Eric Clapton, Jimmy Hendrix und Eddie van Halen. Das waren damals unsere Vorbilder. Ich bin ein Vollblutmusiker. Aber ich bin froh, dass ich mit dieser Arbeit hier mein Geld verdiene.

**Cut 25: Lied *Time To Rock* – Dr Starr****Sprecher:**

Gemeinsam mit einer Handvoll anderer Musiker war Tom Weeks zuerst Mitglied der Band Push, dann von Dr. Starr. Beide spielten jeweils auch die Titel der jeweils anderen Combo. Mit Copyright nahm man das damals nicht so genau. In *Time To Rock* konnte Tom Weeks seine Vorliebe für das Shredding ausleben ...

*hochziehen Time To Rock / E-Gitarren-Solo Tom Weeks*

**Sprecher:**

Zum Plattenvertrag hat es nie gereicht, obwohl Push in Verhandlungen mit Atlantic Records einmal kurz davor war. Doch noch vor der Vertragsunterzeichnung löste sich Push auf. Aus der Rockstarkarriere wurde nie etwas. Wie gut, dass es das jahrzehntelang stabile *Voyager*-Programm der NASA als zweites Standbein gab – und immer noch gibt.

**Cut 26: Weeks**

I will probably continue to work as long as I can possibly can. I will stay with *Voyager* until the very end. – To continue getting a paycheck. (*lacht*)

**Übersetzer:**

Ich werde wahrscheinlich so lange hier arbeiten wie ich es irgendwie kann. Dem *Voyager*-Programm werde ich bis zu seinem Ende treu bleiben – schon um meine Rechnungen bezahlen zu können.

**Cut 27: *Voyager*-Platte (Grüße, Geräusche)****Sprecher:**

Dass die beiden *Voyager*-Sonden den Planeten Erde repräsentieren, unterstreicht auch die goldene Schallplatte auf der Außenseite der Raumschiffe. Bleibt zu hoffen, dass eine intelligente Zivilisation, der diese irdische Flaschenpost irgendwann einmal in die Finger gerät, weiß, wie man sie abspielt. Sicherheitshalber ist auf der Plattenhülle eine Anleitung zum Bau eines Plattenspielers angebracht. Für die Auswahl der Geräusche des Planeten Erde war in den 70er-Jahren unter anderem der amerikanische Astronom Carl Sagan verantwortlich, erinnert sich Tom Weeks.

**Cut 28: Weeks**

Carl Sagan and his wife and some other people were very optimistic that at some point aliens would find us. I think there is a good chance we'll go out there and catch the *Voyager* some day and bring it back and put it in a Smithsonian. (*lacht*) That would be a neat. But the I think the golden record is a good representation of the

human race, and any alien that sees it out there will think positively about us and <> not destroy us.

**Übersetzer:**

Carl Sagan, seine Frau und einige andere waren optimistisch, dass Außerirdische die Sonden irgendwann finden werden. Ich halte es für wahrscheinlich, dass wir selbst eines Tages so weit hinaus fliegen in das All, um die *Voyager*-Sonden einzusammeln, sie zurückzubringen zur Erde und in einem Museum auszustellen. Das wäre doch nett. Die goldenen Schallplatten jedenfalls lassen die menschliche Rasse in einem guten Licht dastehen. Außerirdische werden positiv von uns denken und uns nicht zerstören.

**Sprecher:**

Nur Push und Dr. Starr – die haben es nicht auf die goldene *Voyager*-Schallplatte geschafft ...

**Cut 29: Call Me – Dr Starr**

**Sprecher:**

Währenddessen ist auch *Voyager*-Missionschef Ed Stone in seinem Büro angekommen. Seine zehn Quadratmeter Arbeitsfläche befindet sich ebenfalls in dem Anbau des Jet Propulsion Laboratory, ein paar Türen neben dem Büro von Tom Weeks. Beim Programmleiter jedoch fehlen die Actionfiguren. Hier geht es eine Spur seriöser zu. Der 79-Jährige blickt aus seinem kleinen Fenster hinaus auf die Hauptstraße von Altadena und erinnert sich.

**Cut 30: Stone**

A Caltech graduate student in 1965 discovered, that if you launch the spacecraft in 1977 all the outer planets (Jupiter, Saturn, Uranus) were lined up, so you could fly by all four. Once every 176 years the planets get lined up this way. But at that time spacecrafts were often not lasting more than a year or two. So the idea of committing to a 12 year mission just seemed to be too much, too big a step, with a commitment to go only to be succeed if we got one spacecraft to Saturn.

**Übersetzer:**

Ein Student hier am California Institute of Technology hatte 1965 entdeckt, dass eine Raumsonde, die im Jahr 1977 starten würde, alle äußeren Planeten besuchen könnte. Alle 176 Jahre sind Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun so aufgereiht, dass man sie während einer zwölfjährigen Mission nacheinander ansteuern kann. Zu dieser Zeit funktionierten Raumsonden aber nur ungefähr ein Jahr, so dass uns das als ein zu großer Schritt erschien. Wir würden erst entscheiden, weiter zu fliegen, wenn eine der beiden Sonden Saturn erreicht hätte.

**Sprecher:**

Auf Jupiter selbst beobachtete *Voyager 1* Blitze in der Atmosphäre. Diese haben Techniker der NASA in das hörbare Frequenzspektrum verschoben.

**Cut 34: VoyagerJupiterLightning**

### **Cut 35: Stone**

When *Voyager* was launched the space age itself was only 20 years old. So there was no basis for knowing that anything could last 40 years in space.

I think now that we have reached interstellar space that as long as the spacecrafts are working I expect that we will continue to get tracking. We still have to compete. So we have to do our job. Nobody is gonna send money if we're all asleep.

### **Übersetzer:**

Als *Voyager* ins All gestartet ist, war das Raumfahrt-Zeitalter selbst erst 20 Jahre alt. Wir konnten also gar nicht wissen, dass Irgendetwas 40 Jahre im Weltraum überleben könnte. Jetzt, da wir uns quasi im interstellaren Raum bewegen, werden wir sie nicht loslassen, solange sie funktionieren. Trotzdem stehen wir im Wettbewerb zu anderen NASA-Programmen. Wir müssen nach wie vor unsere Arbeit tun. Niemand wird uns finanzieren, wenn wir hier alle schlafen.

### **Sprecher:**

Ed Stone arbeitet seit dem 1. Juli 1972 im *Voyager*-Programm. Noch länger ginge auch nicht, denn an diesem Sommertag erblickte das Programm das Licht der Welt. Fünf Jahre später waren die beiden Raumsonden startklar. Zwar arbeitet Ed Stone nebenbei auch am California Institute of Technology und hält Vorträge – aber *Voyager 1* und *2*, das sind seine Babys. Er hat sie großgezogen und flügge werden lassen – und das mit jahrzehntelanger Ausdauer.

### **Cut 36: Stone**

Look, you have to be optimistic in this business. You have to assume everything is going to work. Otherwise you would never start. And you have to be patient. Because it takes a long time. And you have to be persistent. Because if you don't keep pushing, it probably won't happen. But that's just the nature of this business. And I think most people who are doing this business are wired that way.

### **Übersetzer:**

Schauen Sie, Sie müssen optimistisch sein in diesem Geschäft. Sie müssen davon ausgehen, dass alles funktioniert. Sonst brauchen Sie erst gar nicht anzufangen. Außerdem müssen Sie Geduld mitbringen. Das dauert nämlich alles. Und Sie müssen hartnäckig sein. Wenn Sie die Dinge nämlich nicht vorantreiben, wird wahrscheinlich nichts passieren. Aber das ist das Wesen dieses Betriebs. Und ich glaube, die meisten Menschen in diesem Metier ticken so.

### **Cut 37: Voyager-Ingenieur Rodger Ludwig wählt, stellt Verbindung her**

### **Cut 38: Atmo Büro**

### **Sprecher:**

Und dann ist es soweit. Einmal pro Woche stellt Ingenieur Roger Ludwig Kontakt her. Dazu muss er zunächst via Telefon eine Datenleitung zum JPL-Hauptquartier aufbauen, wenige Meilen entfernt, nach Pasadena. Dort ist der Sitz des Deep Space Network der NASA – ein Kontrollzentrum, in dem die Fäden aller US-Raumsonden zusammenlaufen, vom Mars über Saturn bis zu *Voyager 1* außerhalb des Sonnensystems.

**Cut 39: Ludwig**

We're going to start a track on *Voyager 2*. From these displays we are in front of now, we can see real time telemetry coming down from the spacecraft.

**Übersetzer:**

Wir werden jetzt *Voyager 2* anfunken. Hier auf diesen Bildschirmen vor mir werden die Daten der Raumsonde in Echtzeit eintreffen.

**Sprecher:**

Mit „Echtzeit“ ist das bei den beiden Sonden so eine Sache. Hier meint „Echtzeit“ nur, dass die Funksignale eins zu eins angezeigt werden, so wie sie in diesen Sekunden auf den Bodenstationen eintreffen. Das heißt nicht, dass es Live-Signale sind.

**Cut 40: Ludwig**

There's a light time of about 17 hours. So it happened on the spacecraft back then. It's routine. We've been doing this long enough. Typically we would come in and send a command early one morning and we see the result of that the following afternoon.

We put command sequences onboard the spacecraft that are like a timed list of commands. We play them on way in advance and send up sequences instead of a lot of individual commanding.

**Übersetzer:**

Das Licht – und damit auch Funksignale – benötigt 17 Stunden bis zur Erde. Was wir gleich hier empfangen werden, ist also vor 17 Stunden von *Voyager 1* abgeschickt worden. Für uns ist das aber Routine. Wir machen das schon so lange.

Normalerweise kommen wir rein, schicken frühmorgens ein Kommando Richtung Raumsonde und sehen dann am Nachmittag des nächsten Tages das Ergebnis. Deswegen senden wir immer gleich ganze Befehlssequenzen an die Sonden, mit zeitlich abgestuften, vorprogrammierten Kommandos, die wir schon im Vorfeld abschicken, statt jeden Befehl einzeln hochzuladen.

**Sprecher:**

Um punkt elf Uhr an diesem Donnerstagvormittag steht die Funkbrücke – fast 17 Milliarden Kilometer hinaus ins All und 17 Stunden in die Vergangenheit. Die Drei-Meter-Antenne oben auf der Raumsonde *Voyager 2* hat auch in dieser Woche ihre Daten Richtung Erde gefunkt. Die drei Bodenstationen haben sie aufgefangen und leiten sie nun weiter hier hin, ins *Voyager*-Kontrollzentrum, dem alten, kleinen Schuppen in Altadena. Was hier eintrifft, ist eher unspektakulär.

**Cut 41: Ludwig**

We see some graphs and charts, but in this case we look at the raw data.

We've received a couple of frames of telemetry data <>. And I can see from the telemetry that the quality is good. So I'm going to call the ops chief and tell him that we got data. Everything is fine. The spacecraft is also.

**Übersetzer:**

Wir sehen ein paar Diagramme und Tabellen. Das sind alles Rohdaten. Wir empfangen gerade ein paar Blöcke von Funksignalen. Ich kann erkennen, dass deren Qualität gut ist. Also werde ich jetzt wieder beim Operationschef im JPL

anrufen und ihm sagen, dass die Daten hier ankommen. Alles ist gut. Der Sonde geht's auch gut.

**Sprecher:**

Mehr wollen die Ingenieure hier gar nicht. Die inhaltliche Auswertung der Daten übernehmen jetzt fünf Wissenschaftlerteams, die über die ganzen USA verstreut sind. Jedes Team betreut ein Instrument: Das eine kümmert sich um das Magnetfeld, ein anderes um die kosmische Strahlung. Zwei- bis dreimal im Jahr treffen sich alle beim JPL, vergleichen ihre Daten und entscheiden, zu welchen Ergebnissen es wissenschaftliche Fachveröffentlichungen geben wird.

**Cut 42: Dodd**

When I graduated from college I had the opportunity to work for *Voyager* for the Uranus and Neptune encounter. And I thought that would be great.

**Übersetzerin:**

Nachdem ich meinen Universitätsabschluss in Mathematik und Maschinenbau hatte, bekam ich von der NASA die Möglichkeit, für das *Voyager*-Programm zu arbeiten. Damals standen die Vorbeiflüge an Uranus und Neptun bevor. Ich fand das großartig.

**Sprecher:**

Suzanne Dodds Augen leuchten noch heute hinter ihrer Brille, wenn sie 32 Jahre zurückblickt, zu ihren Anfängen beim Jet Propulsion Laboratory. Eigentlich ist Suzanne Dodd ein Kind des *Apollo*-Zeitalters. Gemeinsam mit ihrer Schulklasse verfolgte sie in den späten 60ern die ersten Mondflüge ihres Landes. Kaum war ihre Ausbildung beendet, machte sie aus ihrem Hobby einen Beruf.

**Cut 43: Dodd**

I joined the team in May of 1983. The Uranus encounter was actually in January of 1986. So it was almost three years. And we spent the first two years, two and a half years, defining the observation. As you can imagine, every instrument wants to look in a different direction at the same time. And you've got ten instruments and a radio science experiment. So there is a lot of negotiation that has to go on. So you design an observation, and then they'll say 'well, you can't have that time; you have to shift it five hours later'. And so then you have to redesign it to fit in that time period five hours later.

**Übersetzerin:**

Ich bin dem Team im Mai 1983 beigetreten. Der Vorbeiflug an Uranus war fast drei Jahre später. Die nächsten zweieinhalb Jahre haben wir damit verbracht, die Beobachtungssequenzen festzulegen. Jedes Instrument wollte zum selben Zeitpunkt in eine andere Richtung blicken. Und an Bord waren elf Instrumente. Wir mussten also viel verhandeln und teilweise Beobachtungen auf einen anderen Zeitpunkt fünf Stunden später verschieben.

**Sprecher:**

Nach Uranus kam Neptun – und damit kamen neue Verhandlungen. Aber Suzanne Dodd konnte stets alle Beobachtungswünsche berücksichtigen. Am Ende waren alle

Experimentatoren glücklich und zufrieden mit den Ergebnissen. Nach Neptun dann kam nichts mehr.

**Cut 44: Dodd**

So we don't have any cameras operating. We are not taking pictures of anything. And even if we were there's nothing close to take pictures of. But we have instruments that essentially are sensing the environment that the spacecraft is travelling through. It's a little bit like a weather station for space. So we have instruments that measure charged particles and the energy levels of the charged particles that the spacecraft is sensing as well as the direction that the charged particles are coming from. We have a magnetometer, so we're measuring the magnetic field out there around space. And if you put that data together then you get a picture of the space environment that *Voyager* is travelling through.

**Übersetzerin:**

Wir haben heute keine Kameras mehr in Betrieb. Wir nehmen keine Bilder mehr auf, von nichts. Es ist auch nichts mehr da, das sich zum Fotografieren eignen würde. Aber andere Instrumente sind nach wie vor aktiv. Sie fungieren als eine Art Wetterstation im Weltraum. Sie messen vor allem Magnetfelder dort draußen sowie Stärke und Strahlungsrichtung hochenergetischer Partikel. Wenn wir diese Daten zusammensetzen, bekommen wir ein Gesamtbild der interstellaren Umgebung, die *Voyager* durchquert.

**Sprecher:**

Die Augen der Sonden sind für immer geschlossen. *Voyager* 1 und 2 fliegen blind durchs All. So wird es auch bleiben. Und es dürfte in den kommenden Jahren noch zu weiteren Alterserscheinungen kommen.

**Cut 45: Dodd**

The challenges with *Voyager* currently are: its lifetime is limited by its power. It's a nuclear power source, and it loses four watts of power per year. So as we travel in years, we have less power. And eventually, by 2020, we're going to have to turn off instruments, and by 2025 we probably won't have enough power to continue to operate any other science instruments, although we still can transmit engineering data back till around 2030.

**Übersetzerin:**

Die größte Herausforderung besteht im verbleibenden Energievorrat der Sonden. Der Nukleargenerator wird jedes Jahr vier Watt schwächer. Je länger die Sonden unterwegs sind, desto weniger Strom wird erzeugt. In etwa sechs Jahren werden wir weitere Instrumente abstellen müssen. Ab 2025 wird die bordeigene Energiequelle zu schwach sein, um überhaupt noch ein einziges wissenschaftliches Instrument mit Strom zu versorgen. Wir werden dann nur noch flugtechnische Daten empfangen können, bis etwa 2030.

**Sprecher:**

Trotz dieser heute schon mageren Ausbeute an wissenschaftlichen Daten ist *Voyager* eines der Vorzeigeprogramme der NASA. Niemand denkt ernsthaft daran, die Sonden vorzeitig vom Netz zu nehmen – zumal das Programm mittlerweile nur noch etwa fünfzehn Millionen Dollar im Jahr kostet. Ein Team aus acht Ingenieuren

frisst kein großes Loch in den Haushaltstopf. Und dennoch muss Suzanne Dodd alle zwei Jahre beim NASA-Hauptquartier in Washington, D.C. antanzen, um offiziell eine Verlängerung des Programms zu beantragen – im nächsten Jahr zum zwölften Mal, mittlerweile in der Funktion der Projektmanagerin.

**Cut 46: Dodd**

So part of the project manager and the team here is to look at ways how we could extend the life of the science instruments by turning off an engineering system. We're at a point of the mission now where there's not much else to switch off though. We've kind of turned off everything we could turn off. And it's very, very cold out in space. So we have to be careful that we don't turn off something that's heating a propulsion line. Because we don't want the propulsion lines to freeze, because then we would lose the accuracy in pointing the antenna towards Earth if the propulsion lines were to freeze.

**Übersetzerin:**

Ein Projektmanager muss sich auch darum kümmern, wie die Lebenszeit der wissenschaftlichen Instrumente verlängert werden kann, indem wir flugtechnische Instrumente abstellen. Mittlerweile sind wir aber an einem Punkt angelangt, an dem es nicht mehr viel abzuschalten gibt. Was wir vom Netz nehmen können, haben wir vom Netz genommen. Es ist sehr kalt dort draußen. Wir müssen aufpassen, nicht etwas auszuschalten, das die Treibstoffleitungen beheizt. Denn die Sonde könnte ihre Antenne nicht mehr zur Erde ausrichten, wenn die Leitungen gefroren sind.

**Sprecher:**

Das wäre dann das sichere Ende der Mission. Doch darauf ist hier noch niemand vorbereitet. So weit ist das Team noch nicht. Denn der Abschluss des *Voyager*-Programm wäre gleichbedeutend mit der Auflösung dieses harten Kerns. Aufgrund ihres fortgeschrittenen Alters dürfte keiner der Ingenieure mehr für ein anderes Projekt übernommen werden. Auch wenn „Voyager“ so viel bedeutet wie „Reisender“, wird es für die Mitreisenden zur Endstation werden.

**Cut 47: Dodd**

I often give talks to high school kids or even people of college age, what does it take to work at JPL, what does it take to be an engineer. And I say 'well, you need to be inquisitive, engineers are people that like to solve problems. Scientists are people that like to make discoveries. But you're not going to get real far in your career unless you can communicate your ideas. You're not an island. You're not working by yourself. You're working with a team of people. You're not an island when you're an engineer, you got to work in groups. Everybody has their own specialty, but you need to be able to communicate what your goals are and what you want to accomplish to the team.

**Übersetzerin:**

Ich halte oft Vorträge vor Gymnasiasten und Studenten. Dabei erzähle ich ihnen auch, was man braucht, um als Ingenieur beim JPL zu arbeiten. Zunächst einmal muss man natürlich neugierig sein. Ingenieure sind Menschen, die gerne Probleme lösen. Wissenschaftler sind Menschen, die gerne Entdeckungen machen. Sie werden aber nicht weit kommen, wenn Sie ihre Ideen nicht auch kommunizieren können. Sie sind keine einsame Insel. Sie arbeiten nicht für sich selbst. Sie sind vielmehr Teil

eines Teams. Jeder hat sein Spezialgebiet, aber Sie müssen ihre Ziele erläutern können und den Mehrwert, den Sie zum Team beitragen können.

**Sprecher:**

Das klingt schon nach so Etwas wie dem beruflichen Vermächtnis von Projektmanagerin Suzanne Dodd an die kommenden Generationen, die andere Raumfahrtprojekte betreuen. Denn das *Voyager*-Programm wird es nicht für immer geben – wahrscheinlich nicht einmal mehr für lange. Weiterfliegen jedoch – weiterfliegen werden die beiden Botschafter des Planeten Erde auf ewig. Auch wenn sie das eigentliche Sonnensystem nunmehr so gut wie hinter sich gelassen haben – in etwa 300 Jahren werden sie den inneren Rand der Oortschen Wolke erreichen, einer Ansammlung aus Kometen, Gas, Eis- und Gesteinsbrocken, die das Sonnensystem kugelförmig umhüllt. In 30.000 Jahren werden die *Voyager*-Sonden diese Wolke durchquert haben. Ed Stone:

**Cute 48: Stone**

It's about 40 000 years to where it will have an encounter with another star, but that encounter is light years away. It really will never be coming very close to another star. Not as close as it is to the sun today. Space is very empty. And the planets and the sun and these objects are very tiny spots in this empty universe.

**Übersetzer:**

In rund 40 000 Jahren wird *Voyager 1* einen anderen Stern passieren. Dies wird jedoch kein naher Vorbeiflug sein, da dieser Stern Lichtjahre von der Sonde entfernt ist. Sie wird niemals einem anderen Stern so nahe kommen, wie sie der Sonne heute noch ist. Der Weltraum ist ziemlich leer. Die Planeten und die Sonne sind winzige Punkte in diesem leeren Kosmos.

**Sprecher:**

Es ist der Stern AC+79388 im Sternbild Kleiner Bär, der – unter kosmischen Maßstäben – „Besuch“ vom Planeten Erde erhalten wird. Jeden Tag legt die Sonde fast anderthalb Millionen Kilometer zurück. Das ist die vierfache Entfernung von der Erde zum Mond. Auch *Voyager 2* verfolgt einen Kurs, der sie nicht in die unmittelbare Nachbarschaft eines anderen Sterns und damit zu möglicherweise bewohnten Planeten schießen wird. Es scheint ganz so, als blieben die Grüße, Geräusche und die Musik der goldenen Schallplatten für immer ungehört.

**Cute 49: Stone**

It really was a message to all of us that we could actually do it. I think very few people believe that it will ever be found. But it was really a celebration that we could actually do this. Think of it: we have now sent something which will forever orbit the center of the Milky Way galaxy.

**Übersetzer:**

Das war eigentlich mehr eine Botschaft an uns, an die Menschheit selbst. Wir wollten uns beweisen, dass wir dazu in der Lage sind, so etwas zu leisten. Ich vermute, nur sehr wenige Menschen glauben daran, dass die Platten wirklich irgendwann gefunden werden. Aber: Man muss sich vorstellen, dass wir etwas auf die Reise geschickt haben, dass auf ewig um das Zentrum der Galaxis kreisen wird.

**Sprecher:**

Solange die auf ewig „Reisenden“ *Voyager 1* und *2* am Tag fünf Lichtsekunden zurücklegen und solange sie sich auf ihrer längsten Reise dabei immer noch einmal pro Woche zuhause melden, solange wird das Rentnerteam vom JPL nicht daran denken, wirklich in Pension zu gehen. Wie könnten sie es auch verantworten, die beiden Sonden weit draußen, in den unendlichen Weiten des Weltraums, ihrem Schicksal zu überlassen. Es gibt immer etwas zu tun. Tag für Tag.

**Cut 50: Dodd**

I'm here every day. And I deal with *Voyager* and *Voyager* topics every day. I would like to see *Voyager* fly for 50 years. So in 2027 that will be the 50th launch anniversary, September of 2027. I think we should fly *Voyager* that long. The last couple of years we probably won't get any science data, but we'll get a beacon that will say *Voyager* is still operating, it's here, it's carrying this gold record out around the galaxy. That will be pretty close to my retirement age probably.

**Übersetzerin:**

Ich bin hier, jeden Tag. Und ich kümmere mich jeden Tag um *Voyager*. Ich würde sie gerne 50 Jahre lang fliegen sehen. Im September 2027 feiern wir den 50. Jahrestag ihres Starts. So lange sollten wir durchhalten. Während der letzten Jahre werden wir wohl keine wissenschaftlichen Daten mehr bekommen. Aber ein Funksignal wird uns nach wie vor sagen, dass die Sonden am Leben sind, wo sie sind und dass sie die goldene Schallplatte quer durch unsere Galaxie tragen. – Und dann dürfte ich wohl auch endlich in Rente gehen ...

**Hochziehen Cut 51: Voyager-Platte**

Grüße, Geräusche, Musik

\* \* \* \* \*