

Aus dem D-2-Tagebuch von Ulrich Walter

Dem Himmel entgegen

ULRICH WALTER



Anfang 2011 wird zum letzten Mal ein Space Shuttle ins All aufbrechen. Damit geht eine bedeutende und ereignisreiche Ära der Weltraumfahrt zu Ende. Ulrich Walter flog 1993 als deutscher Wissenschaftsastronaut an Bord der Columbia im Rahmen der deutschen D-2-Mission in eine Erdumlaufbahn und experimentierte im damaligen Weltraumlabor Spacelab. Auszüge aus dem Tagebuch.



Kennedy Space Center, Florida, Shuttle Launch Pad 39A, 26. April 1993, 9:50 Uhr Ortszeit. Da liege ich nun, auf dem Rücken, die Beine angewinkelt nach oben, etwa 60 Meter über der Erde im Mitteldeck unserer *Columbia*, eine der amerikanischen Raumfähren, die uns sieben Astronauten in den Weltraum bringen soll. Dies ist der Ort und der Zeitpunkt, auf den ich jahrelang hingearbeitet habe. Ich schließe das Visier und ... höre nichts mehr! Nur noch den aufs Notwendigste reduzierten, stakkatoartigen Funkverkehr kann ich wahrnehmen. Man ist wie von der Außenwelt abgeschnitten, und im Mitteldeck, wo ich sitze, sieht man auch nichts, bis auf die Schubladenwand über einem, auf die man dauernd starren muss und von der man hofft, dass sie beim Start nicht zufälligerweise eine ihrer Schubladen entlässt.

Doch dann der Start! Sechs Sekunden vor dem Abheben werden die drei Flüssigkeitstriebwerke am Shuttle gezündet. Dadurch neigt sich die Spitze des Shuttles, weil die Bolzen, die das System noch am Boden halten, an den beiden weißen Feststofftriebwerken (Solid Rocket Booster, SRB) angebracht sind. In diesen sechs Sekunden schwingen die Astronauten wie in einer Schiffsschaukel etwa 1,5 Meter hin und zurück – was man deutlich spürt. Dabei vibriert der Shuttle dermaßen, dass es einem durch Mark und Bein geht, genauso wie bei einem Erdbeben. Ich, der drinnen sitzt, höre weder etwas von dem überwältigenden Gedonner, das draußen den Zuschauern das Zwerchfell beben lässt, noch vom hellen, peitschenden Krachen der Feststoffbooster. Und dann hört man über Funk nur: „SRB Ignition – Lift-Off!“. Die Feststoffmotoren haben gezündet.

Der Shuttle hebt ab ... und was spürt man? Von 3 g, der berühmten starken Beschleunigung von der dreifachen Stärke der Erdbeschleunigung, keine Spur! Der Schub der Antriebe, immerhin zweimal 1200 Tonnen der beiden Feststoffraketen plus dreimal 185 Tonnen Schub der drei Flüssigkeitsantriebe, übersteigt das Gewicht von 2000 Tonnen des ganzen Systems zwar um großzügige 50 Prozent; aber die Beschleunigung ist nicht stärker als bei einem Flugzeugstart.

Abb. 1 Am Morgen des 26. April 1993 hob die Raumfähre *Columbia* ab. Unter den sieben Astronauten befanden sich Ulrich Walter und Hans Schlegel, die in der Schwerelosigkeit Experimente im europäischen Weltraumlabor Spacelab ausführten.

Die Feststoffraketen sind jetzt die Arbeitspferde, die den Shuttle durch die Wolkendecke drücken, ihre Urgewalt bestimmt das Erlebnis der ersten zwei Minuten des Aufstiegs. Ihr leicht ungleichmäßiges Abbrennen, bedingt durch eine inhomogene Verteilung des Treibstoffs, versetzen dem Shuttle schnelle, starke Beschleunigungsschläge, die es durch und durch erschüttern und zu unregelmäßigem Schwingen anregen. Alles an Bord des Shuttles wird gnadenlos durchgerüttelt. Es ist ein Ritt wie mit 100 Sachen über Kopfsteinpflaster – und es herrscht Schweigen.

Nur ganz wenige Worte werden zwischen der Missionskontrolle und dem Commander gewechselt. Jeder der Beteiligten weiß, dass dies der mit Abstand kritischste Moment der ganzen Mission ist. Wenn jetzt etwas Unvorhergesehenes passiert, gibt es absolut keine Rettung. Auch die vielen Verbesserungen nach der Challenger-Katastrophe haben daran nichts geändert. Feststoffraketen sind wie Silvesterraketen – sie lassen sich nicht abschalten. Selbst ein Absprengen der Booster würde nichts helfen! Ihre Schubkraft ist so enorm, dass der hohe Luftwiderstand beim plötzlich ausbleibenden Schub dem gesamten Shuttle-System einen solchen Schlag versetzen würde, dass es auseinander bricht. Sollte sich also, wie 1986 bei Challenger, der Feuerstrahl eines undicht gewordenen Boosters wie ein Schneidbrenner in den externen Tank brennen – es ließe sich damals wie heute nichts dagegen tun. In diesen zwei Minuten ist die Besatzung dem Shuttle auf Gedeih und Verderb ausgeliefert. Daher diese schweigende Stille.

Ab jetzt kein Zurück mehr

Die Beschleunigung, die Kraft, mit der man in den Sitz gepresst wird, hat zwischenzeitlich in dem Maße langsam zugenommen, in dem das Shuttle um den abgebrannten Treibstoff leichter geworden ist. Kurz vor dem Abschlussbrand der Feststoffbooster, genau zwei Minuten nach dem Abheben, sind 1,8 g erreicht. Der Schub der ausgebrannten Booster geht schnell auf Null zurück und gleich darauf werden sie abgesprengt. Ist das vorüber, geht eine Art Aufatmen durch die Crew. Der eine oder andere kann ein „Yeahhh“ nicht unterdrücken und jeder denkt: Die Gefahr ist vorbei! Die Probleme, die jetzt noch auftreten könnten, lassen sich alle irgendwie meistern, sie wären nicht mehr so lebensbedrohlich.

Nach diesem befreienden Schubloch, in dem die Booster abgesprengt wurden, erzeugen nur noch die Flüssigkeitsantriebe den Schub. Ihr Abbrand ist wesentlich gleichmäßiger als der der Booster. Man hat außerdem schon die dichten, turbulenteren Bereiche der Atmosphäre verlassen. Es sind kaum mehr Vibrationen zu spüren. Die ganze harmonische Kraft der Antriebe äußert sich jetzt ausschließlich in dem stetig zunehmenden Andruck in den Sitz. Nach 4 Minuten 20 Sekunden kommt von der Missionskontrolle in Houston der „Negative Return Call“ – von jetzt an ist im Notfall keine Rückkehr zum Kennedy Space Center möglich.

Nach insgesamt 7½ Minuten, wenn der riesige, rostrote externe Tank zu 90 % entleert und das Shuttlesystem we-



Abb. 2 Blick auf den Space Shuttle, aufgenommen von einer automatischen Kamera am Startturm.

niger als 200 Tonnen leicht geworden ist, erst dann hat der Andruck durch den Schub der drei Flüssigkeitsantriebe auf 3 g zugenommen. Man muss sich jetzt zum Atmen zwingen, weil es einfach angenehmer ist, nicht zu atmen – trotz Atemnot –, als durch die Atmung den Brustkorb mitsamt dem schweren Anzug nach oben zu stemmen. Die Antriebe werden nun gedrosselt, und es geht noch 60 Sekunden mit 3 g weiter. Dann, kurz bevor der Tank vollkommen leer ist, lässt der Commander wissen: „In 10 seconds we have MECO“, das heißt Main Engine Cut-Off. Innerhalb nur weniger Sekunden fährt er den vollen Schub auf Null herunter. Genauso plötzlich entlädt sich der Andruck von 3 g in die Schwerelosigkeit – ich bin im Weltraum!

Hier ist man sofort eingefangen von der Schwerelosigkeit, einem Gefühl, das es auf der Erde in dieser Form nie gibt. Zunächst macht sich diese neue Erfahrung bei etwa

70 % aller Raumfahrer gar nicht wohltuend bemerkbar, sie leiden vielmehr an der Weltraumkrankheit. Man merkt es auch selbst: Bei jeder schnellen Drehung des Körpers, bei jeder schnellen Kopfbewegung wird einem mulmig.

Als erste Gegenmaßnahme ziehen viele unwillkürlich den Kopf zwischen die Schulter, was die Kopfbewegungen stark einschränkt. Das mildert, verhindert jedoch nicht grundsätzlich den Gang des letzten Essens nach oben. Zurückhalten macht die Sache nur noch langwieriger. Ein Griff zur Tüte in der Brusttasche und einmal den Dingen freien Lauf lassen. Bei vielen gesellen sich Kopfschmerzen, Rückenschmerzen, anhaltendes Unwohlsein und anderes dazu. Die, bei denen absolut nichts mehr geht, lassen sich von ihrem Kollegen eine Spritze mit Phenagran setzen, von ihrem Commander vorläufig „arbeitsunfähig schreiben“ und suchen sich zum Auskurieren der Raumkrankheits-Symptome für die nächsten Stunden ein ruhiges Eckchen – am besten ihre Schlafkoje.

Nun die gute Nachricht: Nach spätestens 36 Stunden ist alles vorbei, und dann kann man die Schwerelosigkeit so richtig genießen. Schließt man nun in Ruhe die Augen und lässt sich langsam durch den Raum driften, die Arme und Beine in ganz lockerer Haltung leicht angewinkelt, dann gibt es nichts, was einen noch beeinflussen könnte, und

Abb. 3 In etwa zehn Kilometer Höhe durchstößt die Columbia die Wolkendecke.



man kann sich vollkommen auf das eigene Empfinden konzentrieren.

Das Gefühl der Schwerelosigkeit

Ich hatte zunächst das Gefühl, als wiederhole sich ein Traum. In meiner Jugend träumte ich oft, ich lief vor unserem Haus eine abschüssige Straße hinunter. Ich wurde leichter und leichter, und irgendwann hob ich ab und schwebte. Ich flog nicht, ich schwebte und nirgendwo sonst hatte ich im täglichen Leben je dieses Gefühl. Und genau dieses Traumgefühl ist nahezu identisch mit dem in der Schwerelosigkeit. Es ist unter Psychologen bekannt, dass der Traum vom Laufen, Abheben und Schweben sehr verbreitet ist. Ist er eine unbewusste Erfahrung der Schwerelosigkeit? Oder ist er eine lustvolle Variante des Verstandes auf die kurze aber gefährliche Schwerelosigkeitserfahrung „Fallen“ im Alltag?

Im Zustand der Schwerelosigkeit fällt zunächst auf, dass etwas Wichtiges fehlt. In welchem Bezug zur Umgebung befinde ich mich gerade? Wo ist die Decke mit den Lampen und wo der Boden? Ich weiß es nicht mehr. Ich habe auch kein Gefühl mehr dafür – und ein Oben und Unten gibt es tatsächlich nicht mehr! Diese fehlende Beziehung ändert mein Empfinden radikal. Ich fühle mich nicht mehr in eine Welt eingebettet, die mich gerade noch umgab, sondern alles Sein reduziert sich nur noch auf mich. Wie kann es etwas anderes geben, zu dem ich keinerlei Beziehung mehr habe? Und selbst wenn es da irgendwo etwas gibt, ist es dann nicht dasselbe, als wenn es das nicht gäbe? Ich habe das elementare Gefühl, allein zu *sein*. Ich bin die Welt – sonst nichts!

Diese Hinwendung auf das Ich lässt einen nur noch mehr in sich hineinhorchen. Was hat sich an mir geändert? Mir fällt auf, dass nichts mehr belastet. Die Kleidung, die einen immer noch wärmt, schwebt wie eine Hülle um den eigenen Körper. Auch sie ist schwerelos und liegt weder auf den Schultern noch sonstwo auf. Es ist so eigenartig und ungewöhnlich, dass man mit den Schultern ein wenig wackelt, um zu fühlen, ob die Kleidung noch da ist. Aber nicht nur die Last der Kleidung fehlt, auch die Last des eigenen Körpers ist verschwunden. Kein Körperdruck mehr auf die Fußsohlen beim Stehen oder auf den Allerwertesten beim Sitzen. Die Arme liegen nirgendwo auf wie sonst immer. Es ist schon eigenartig: Erst in dieser Situation, wo man absolut nichts mehr vom Körper verspürt, erkennt man umfassend, welche Belastungen der Körper auf der Erde wirklich hat, obwohl es doch genau umgekehrt sein sollte! Erst nach dieser Erfahrung wird mir heute das kaum spürbare Herunterhängen der Wangen bewusst. Und jetzt dieses leichte Schmetterlingsgefühl in meiner Magengegend ist, wie ich heute weiß, das Ziehen der Eingeweide unter dem Einfluss der Erdschwere. In der Schwerelosigkeit ist einfach absolut nichts mehr davon da. Man ist im wahrsten Sinne des Wortes „vollkommen unbeschwert.“

Vollkommen unbeschwert. Woran merke ich dann eigentlich noch, ob ich einen Körper habe, wenn nicht an die-



Abb. 4 Schwerelos schwebt der Wissenschaftsastronaut Ulrich Walter im Innern des Spacelab.

sen äußeren Eindrücken? Und die eigene Antwort ist verblüffend: Es scheint so, als gäbe es ihn tatsächlich nicht mehr! Nichts, aber auch gar nichts, deutet mehr auf ihn hin. Eigenartig, ein Sein ohne Körper! Aber was ist denn dann noch das, was ich als mein Sein empfinde? Auf der Erde hatte ich meinen Körper, und im Nachhinein erst merke ich, wie ich in der Erdschwere mein eigenes Sein doch nur über die Erfahrung des eigenen Körpers definierte. Ich wackele leicht mit den Schultern und tippe mit beiden Daumen auf die Zeigefinger. Jawohl, da ist er noch – da bin *ich* noch! Doch nun, ohne ihn, bin ich noch da? Natürlich bin ich noch da, ich spüre es, sonst könnte ich mir diese Frage nicht stellen! Aber genau das ist es! Das einzige, was mir bleibt, was mich ausmacht, ist das Denken. Ich denke, also bin ich! Das ist das Besondere an der Schwerelosigkeit: Sie reduziert, auf einen selbst, auf den Geist.

Der unbeschreiblich schöne Blick auf die Erde

Erwartungsvoll schaue ich hinaus und sehe ... Wasser! Nichts als tiefblaues Wasser! Meine tägliche Erfahrung, nach der die Erde praktisch nur aus Land besteht, wird zutiefst erschüttert. Zwei Drittel der Erdoberfläche sind Wasser und nicht Land! Hier begreife ich es wirklich. Wahrscheinlich ist es der Pazifische Ozean und dabei wird es für die nächste halbe Stunde, also die nächsten 15 000 km, auch bleiben. Das wenige was man sieht reicht aber vorerst zum Staunen. Strahlend weiße Wolkenformationen verschleiern kunstvoll das Blau des Meeres.

Aus der Entfernung von 300 km ist die Erde zwar noch nicht als ganze Kugel zu sehen, aber die Erdkrümmung läuft bei richtiger Anordnung der Fenster gerade am oberen Gesichtsfeld entlang. Jetzt sieht man auch erstmals, was es bedeutet, dass der Durchmesser der Erde zwar 12 750 km beträgt, die sichtbare Atmosphäre aber nur etwa 20 km dünn ist. Bei diesem ins Auge springenden Größenvergleich erscheint unsere irdische Schutzhülle wie eine hauchdünne Reifschicht, so zerbrechlich, dass man glauben könnte, der geringste Windhauch genüge, sie einfach wegzufegen und



Abb. 5 Diese Aufnahme des Shuttles gelang mit einer automatischen Kamera, die auf einer frei fliegenden Plattform installiert war. Sie zeigt die geöffnete Ladebucht mit dem Spacelab.

jede Berührung, jede kleinste Beeinflussung hinterlasse schwere Kratzer. Und in dieser gebrechlichen, zarten Schicht spielt sich all das ab, was wir Leben nennen. Das Leben, ein Balanceakt zwischen der mächtigen, undurchdringbaren Masse Erde und – ein Blick zur Seite – dem lebensfeindlichen Nichts des Alls! Der Mensch bewohnt nicht einmal die ganze Erde. Die Menschheit ist lediglich ein unscheinbarer Bazillus auf einer die Erde umspannenden Seifenblase im unendlichen Meer des Universums.

Nach einigen Tagen kennt man jedoch „seine“ Erde, und man beginnt Zusammenhänge zu sehen, übergreifende Eigenschaften, wie man sie vorher nie erwartet hätte. Man hat beispielsweise gelernt, Kontinente an ihren Farben zu erkennen. Wann immer man hinunterschaut und Land sieht, weiß man, über welchem Erdteil man sich gerade befindet,

SPACELAB

Spacelab war ein tonnenförmiges Weltraumlabor der Europäischen Weltraumorganisation, ESA, das für Experimente auf dem Space Shuttle entwickelt wurde. Das Spacelab wurde von einem europäischen Firmenkonsortium gebaut, woran Deutschland zu über 50 Prozent beteiligt war.

Bei der ersten Spacelab-Mission im Jahre 1983 führten Ulf Merbold und drei amerikanische Astronauten 72 Experimente zur Medizin, Biologie, Physik, Materialwissenschaften, Astronomie und Erdkunde aus. Bei der ersten Deutschen Spacelab-Mission im Jahre 1985, die daher die Bezeichnung D1 erhielt, befanden sich mit Reinhard Furrer und Ernst Messerschmid gleich

zwei Deutsche an Bord des Shuttles Challenger. Knapp acht Jahre später startete die Columbia mit der Spacelab-Mission D2 mit Ulrich Walter und Hans Schlegel.

Das Besondere an den beiden D-Missionen bestand darin, dass die Durchführung der Experimente nicht von der Kontrollstation der NASA, sondern vom Weltraumoperationszentrum des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt in Oberpfaffenhofen geleitet wurde.

Das Spacelab absolvierte bis 1998 insgesamt 22 Flüge an Bord der Shuttles, die meisten unter amerikanischer Leitung. 121 Astronauten haben an Bord gearbeitet.



Abb. 6 Bei Sonnenuntergang werden die Troposphäre (rötlich) und die Stratosphäre (blau) erkennbar.

denn jeder Erdteil hat seine charakteristische Farbe! Südamerika etwa ist dunkelgrün. Die Farbe des Regenwaldes dominiert diesen Kontinent. Afrika mit seiner ausgedehnten Wüste Sahara und den angrenzenden Steppen und Savannen präsentiert sich in einem ocker-braunen Ton. Australien: der gesamte Kontinent ein tiefes Purpurrot! Indonesien mit seinen vielen Inseln, dessen Regenwald stets im Dunst liegt, ebenfalls ein dunkelgrünes Farbmeer. Europa? Im Süden noch ein freundliches hellbraun, ansonsten nur graugrün – sollten die Wolken ausnahmsweise einmal den Blick auf den Boden freigeben. Selbst die Wolken, ein trostloses Grau. Und hier beginnt man erstmals, die einfache aber zutreffende astronautische Faustregel abzuleiten:

Dort, wo der Mensch nicht leben kann, in den Eis- und Sandwüsten, ist die Welt wunderschön, und dort, wo der Mensch lebt, leben kann, ist die Welt nicht oder auch nicht mehr so schön!

Es ist darüber hinaus sehr befriedigend zu sehen, wie nichtig die anscheinend wichtigen menschlichen Probleme erscheinen. Die Nachrichten im Fernsehen, voll von staatlichen und kriegerischen wie diplomatischen Auseinandersetzungen. Aus dem Weltraum hat die Erde ein ganz anderes Gesicht. Für sie zählt der Mensch nichts. Sie käme auch gut, vielleicht besser, ohne ihn aus. In ihrer stoischen Ruhe sind die Menschen für sie von der Bedeutung, die Bakterien für den Menschen haben. Staatliche Grenzen? Nichts dergleichen prägt die Erde. Was zählt, sind Länder und Kontinente. Zwei Ausnahmen vielleicht: Die schnurgerade Grenze zwischen Israel und Ägypten – sie verläuft sichtbar am östlichen Rande des Sinai, und die ebenso geradlinige Grenze zwischen Angola und Namibia, 200 km nördlich der Etos-

ha-Pfanne in Südwest-Afrika. Hier wie dort ist es jedoch nicht die Grenze selbst, die erkennbar wird, sondern der krasse Gegensatz zwischen der ausgedehnten Landnutzung in den angrenzenden Staaten.

Faszination der Nacht

Der Eintritt der dreiviertelstündigen Nacht mag für den Astronauten, der einfach nur die Erde betrachten will, im ersten Augenblick verschenkte Zeit sein. Wenig später, wenn sich seine Augen an die Dunkelheit gewöhnt haben, bietet die Erde bei Nacht ein ganz besonderes Schauspiel. Da sind zunächst die abendlichen Wärmegewitter, die sich bis in den irdischen Morgen hineinziehen. Es ist ein Lichterspiel der durch die Wolken gedämpften Blitze. Ohne Zusammenhang blitzt es in schnellem Wechsel auf. Manchmal bildet sich aber ein Blitz, der bis zu hundert Kilometer weit durch die Wolken zuckt und dabei eine schlängelnde Spur zieht. Im Gegensatz zum Furcht erregenden Gewitter auf der Erde hinterlässt ein aus dem Weltraum betrachtetes Gewitter einen eher gespenstischen Eindruck, denn ihm fehlt hier oben eine sehr irdische Zutat – der Donner!

Sollten Außerirdische nach dem Augenschein je den Schluss ziehen, die Erde sei mit intelligenten Wesen bewohnt – wobei sich darüber streiten ließe, ob es wirklich Intelligenz auf der Erde gibt –, dann kommt ihnen diese Einsicht sicherlich, wenn es Nacht ist auf der Erde. Denn nachts, wenn nicht gerade Wolken die Sicht nehmen, bestimmt der Mensch das Bild der Erde. Diese grellen, scharf begrenzten Lichter der Städte, verbunden mit ihren Vorstädten durch die Spinnenfäden der Straßenlichter, sind ein markantes Zeichen für die Existenz höherer Wesen. Der Mensch hat sich die Nacht untertan gemacht. Nirgendwo sieht man dies deutlicher als aus dem All. Die Zivilisation

präsentiert sich als verzweigtes Lymphsystem, das das Land durchzieht und das Meer rändert, weil gerade Küsten von Menschen bevorzugt bewohnt werden.

Milchstraße. Dieses Wort erhält seine urreigenste Bedeutung im Weltraum zurück. Um die Pracht des Sternenhimmels in voller Schönheit genießen zu können, müssen die Lichter auf dem Flugdeck allerdings ganz heruntergefahren werden. Das Faszinierende dabei ist nicht nur die enorme Vielzahl von Sternen, die sich dabei offenbart, sondern ihre erbarmungslose Klarheit. Wie feinste Nadelstiche in einem von hinten beleuchteten Samtteppich, so unverrückbar festgenagelt wirken sie am Firmament. Kein Funkeln haucht ihnen scheinbares Leben ein. Ihr stummes Dasein drückt einfach nur die unendliche Stille des Universums aus.

So schön der Blick auf die Erde auch sein mag, den allergrößten Teil der Missionszeit hat man als Astronaut und insbesondere als Wissenschaftsastronaut eigentlich der Arbeit geopfert. Aber es ist wie immer mit der Erinnerung: Nur die schönen und eindringlichen Erlebnisse bleiben haften, die monotone Arbeit wird schnell vergessen, und die Zeit vergeht im wahrsten Sinne des Wortes wie im Flug.

Abschied vom All

Nach zehn arbeitsreichen, aber auch wunderbaren Missionstagen im Spacelab (siehe „Spacelab“, S. 7) begeben sich mich zu meinem Sitz und bereite mich für den Wiedereintritt in die Erdschwere vor, indem ich die Checkliste durchlese. Wichtig ist vor allem die Cue-Card für den Notfall, auf der jede wichtige Aktivität stichwortartig in nur einer Zeile beschrieben ist. Das gibt mir die Beruhigung, dass man alles fest im Griff hat.

Zum Schluss noch eine Vorsichtsmaßnahme: Damit beim ersten Aufstehen nach der Landung der Kreislauf nicht zusammenbricht, sind die Astronauten angehalten, die Flüssigkeitsmenge im Körper stark zu erhöhen. Dafür müssen mehrere Salztabletten geschluckt und jede Menge Wasser getrunken werden. Das Salz bindet das Wasser im Körper und lässt es nicht gleich wieder von der Niere ausscheiden. Auf jeden Fall ist diese Prozedur wesentlich angenehmer, als mehrere Liter Salzwasser trinken zu müssen. Wir sind nun fertig für den Wiedereintritt in die Erdatmosphäre.

75 Minuten oder eine halbe Erdumkreisung vor der Landung dreht der Commander zunächst das Shuttle so, dass es mit dem Heck voraus fliegt. Für uns ist dies vollkommen belanglos, ja, man merkt es nicht einmal, da es in der Schwerelosigkeit kein Oben und Unten gibt. Exakt eine Stunde vor der Landung werden die Orbitaltriebwerke gegen die Flugrichtung für drei Minuten gezündet, wodurch sich die Geschwindigkeit um lediglich 300 km/h verringert: Statt 28 000 km/h fliegen wir jetzt also nur noch 27 700 km/h schnell. Diese scheinbar belanglose Änderung reicht jedoch aus, um den Shuttle auf einer leicht elliptischen Umlaufbahn in tiefere Schichten der Erdatmosphäre zu bringen.

Zwischenzeitlich hat der Commander den Shuttle wieder in die reguläre Fluglage gebracht und mit 35 Grad ge-



Abb. 7 Der Shuttle Columbia im Landeanflug.

gen die Flugrichtung angestellt. Wir verlieren dabei zunehmend an Höhe. Der Bordcomputer steuert in dieser Phase des Anfluges den Shuttle so, dass die Geschwindigkeit über die nächste halbe Stunde konstant 27 700 km/h bleiben wird. Der Luftwiderstand in diesen Höhen wird also ausschließlich dazu genutzt, die Flughöhe bei konstanter Geschwindigkeit abzubauen. Von dieser Anflugphase merkt man noch nicht viel. Die Luftwiderstandskräfte bleiben so gering, dass auch die entsprechende Beschleunigungskraft noch unter 0,2 g bleibt. Da man mit den Gurten fest in den Sitz eingespannt ist, sind diese schwachen Kräfte noch nicht spürbar. Lediglich ein leicht zur Decke geworfener Gegenstand, zum Beispiel ein Kugelschreiber, lässt erkennen, wie tief man bereits in die Atmosphäre eingetaucht ist. Stößt er nicht mehr an die Decke, sondern kehrt er vorher seine Flugbahn langsam um, dann weiß man, es geht bergab.

Noch 25 Minuten bis zum Touchdown. Die Luftreibungskräfte haben stark zugenommen und bringen die Kacheln auf der Unterseite des Shuttle bei 1500 °C zum Glühen. Dabei wird die Luft so stark ionisiert, dass auch der Funkverkehr bis auf weiteres abbricht. Vom Temperaturanstieg merkt man im Anzug kaum etwas. Man schwitzt vielleicht vor Aufregung, weil nun der Shuttle deutlich schüttelt. Die Luftdichte ist in dieser Höhe von 120 km so weit angestiegen, dass sich der Shuttle aerodynamisch – also wie ein Flugzeug – verhält. Die Beschleunigungskraft hat nun so stark zugenommen, dass der Anti-g-Anzug aufgeblasen werden muss. Der Anti-g-Anzug schützt durch den Druck von Luftpolstern auf Beine und Eingeweide vor einem Versacken des Blutes in den Unterkörper und damit vor einer Blutunterversorgung, also einem Black-Out, des Gehirns. Dies ist der Zeitpunkt, an dem der Commander die



Abb. 8 Zehn Tage nach dem Start landete die Columbia sicher auf der Landebahn der Edwards Air Force Base in Kalifornien.

Steuerung des Shuttles übernimmt. Von diesem Punkt an reduziert er auch die Geschwindigkeit des Shuttles durch Roll- und Kurvenmanöver.

Zwölf Minuten vor der Landung hat sich die Hitze an den Kacheln so weit verringert, dass der Funkverkehr wieder einsetzt. Der Shuttle ist jetzt in einer Höhe von 55 km und bei einer Geschwindigkeit von 12 000 km/h noch 900 km von der Landebahn der Edwards Air Force Base entfernt. Ich habe meinen Anti-g-Anzug nochmals kräftig aufgeblasen, weil die Belastung auf 1,3 g zugenommen hat. Das ist nach der Schwerelosigkeit im Weltall ungewohnt anstrengend. Man hört, wie die Ansagen des Commanders immer gepresster hervorgestoßen werden. Auch er kämpft also gegen die körperliche Schwäche an, und ich bin froh, dass ich sitze und mein Gewicht nicht im Stehen halten muss.

Noch fünf Minuten. Jetzt beginnt der eigentliche Anflug auf die Landebahn. Der Shuttle schießt in 25 km Entfernung und mit 2,5-facher Schallgeschwindigkeit im schrägen Gegenanflug auf die Landebahn zu, führt dann ein vorher genau festgelegtes Kurvenmanöver durch, das ihn exakt auf die Richtung der Landebahn bringt. Der Commander braucht jetzt nur noch den Anstellwinkel des Shuttles so einzustellen, dass er im Gleitwinkel von 22 Grad, für einen Piloten fast wie ein Stein, in Richtung Aufsetzpunkt fliegt.

Die Geschwindigkeit hat sich weiter auf 700 km/h verringert. 30 Sekunden vor dem Aufsetzen zieht der Commander die Nase des Shuttles nach oben, was den Gleitwinkel auf 1,5 Grad reduziert und die Geschwindigkeit auf die Landegeschwindigkeit herabsetzt. Erst 15 Sekunden vor der Landung wird das Fahrwerk ausgefahren, weil die bishe-

ge hohe Geschwindigkeit das Fahrwerk hätte abreißen können. Mit ziemlich genau 400 km/h setzt der Shuttle schließlich auf: Touchdown.

Vom Aufsetzen hat man jedoch kaum etwas mitbekommen, so sanft hat der Commander das Shuttle gelandet. Nur durch das Herunterzählen der Höhe des Piloten war man im Bilde, wie weit es noch genau bis zum Aufsetzen ist. Der Commander hält die Nase des Shuttle jetzt nach dem Aufsetzen noch lange in den Fahrtwind, damit der Shuttle weiter an Fahrt verliert. Wenn das vordere Fahrwerk schließlich den Boden berührt, wird der Bremsfallschirm ausgefahren, dessen effektive Bremswirkung man deutlich spürt. Genau eine Minute nach dem Aufsetzen ist der Shuttle zum Stillstand gekommen. Ich lehne mich entspannt zurück und weiß: Die Erde hat uns wieder!

Literatur

- U. Walter, In 90 Minuten um die Erde, Stürtz Verlag, Würzburg 1997.
 Erlebnis/Bildband seiner D2-Mission, dem dieses Tagebuch entnommen wurde.
 Mission Erde, CD-ROM, United Soft Media Verlag, München 2000.
 Eine Bilderreise um die Erde.

Fotos: U. Walter/NASA.

Der Autor



Ulrich Walter, geb. 1954, studierte Physik an der Universität Köln und promovierte dort 1985. Während eines Forschungsaufenthaltes in den USA bewarb er sich zusammen mit 1800 Bewerbern als deutscher Astronaut. 1987 wurde er in das deutsche Astronautencorps aufgenommen und flog 1993 mit seinem Kollegen Hans Schlegel und fünf weiteren Astronauten mit dem Space Shuttle Columbia ins All, wo er zehn Tage lang Experimente im europäischen Experimentallabor Spacelab ausführte. Anschließend war er unter anderem beim Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt und im IBM Forschungslabor in Böblingen tätig, bevor er 2003 den Lehrstuhl für Raumfahrttechnik an der Technischen Universität München übernahm.

Anschrift

Prof. Dr. Ulrich Walter, Lehrstuhl für Raumfahrttechnik, Technische Universität München, Boltzmannstraße 15, D-85748 Garching. office@lrt.mw.tum.de

INTERNET

Seite von Ulrich Walter an der TU München
www.astronautics.de

Space Shuttle und ISS bei der NASA
www.nasa.gov/topics/shuttle_station