

**SÜDWESTRUNDFUNK**  
**SWR2 Wissen – Manuskriptdienst**

**SOFIA – Mit dem Flugzeug zu den Sternen**

Autor: Guido Meyer

Redaktion: Detlef Clas

Regie: Produktion des Autors

Sendung: Montag, 21. November 2011, 8.30 Uhr, SWR2

---

**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.*

*Mitschnitte auf CD von allen Sendungen der Redaktion SWR2 Wissen/Aula (Montag bis  
Sonntag 8.30 bis 9.00 Uhr) sind beim SWR Mitschnittdienst in Baden-Baden für 12,50 €  
erhältlich.*

*Bestellmöglichkeiten: 07221/929-6030*

**Kennen Sie schon das neue 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 kostenlosen 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)*

*SWR 2 Wissen können Sie auch als Live-Stream hören im SWR 2 Webradio unter  
[www.swr2.de](http://www.swr2.de) oder als Podcast nachhören: <http://www1.swr.de/podcast/xml/swr2/wissen.xml>*

---

## MANUSKRIFT

### Atmo SOFIA-Start

darüber

#### **Autor:**

Flughafen Stuttgart, früher Abend. Start eines ungewöhnlich aussehenden Flugzeuges mit kurzem Rumpf und Buckel am Heck. Elf Stunden lang soll es über den Atlantik fliegen, zur amerikanischen Ostküste, immer mit Blick zu den Sternen: SOFIA hebt ab, das neue deutsch-amerikanische Weltraumteleskop, das an Bord einer Boeing 747 untergebracht ist – eine fliegende Sternwarte.

#### **Cut 1: Güsten**

Es ist ein bisschen Abenteuer – ein sicheres Abenteuer, aber es ist ganz anders, als im Büro zu sitzen. <> Aber wenn Sie hier sitzen, Sie sitzen live am Geschehen, Sie sehen das Teleskop sich bewegen, Sie sehen <> innerhalb von 20, 30 Sekunden die Daten verarbeitet auf dem Schirm erscheinen. Sie machen Sachen, die bisher niemand gemacht hat. Sie detektieren neue Moleküle. Das ist schon aufregende Wissenschaft.

über Atmo

#### **Ansage:**

SOFIA – Mit dem Flugzeug zu den Sternen  
Eine Sendung von Guido Meyer

über Atmo

#### **Cut 2: Lilienthal**

Das war eine normale Passagiermaschine ursprünglich von PanAm, später von United Airlines. Die ist modifiziert worden. ... Hat im hinteren Bereich eine <> Luke, die mit einer Tür verschlossen ist. Und in dieser Luke befindet sich ein Teleskop von 2,70 m Durchmesser, mit dem die Wissenschaftler die infrarote Strahlung der astronomischen Objekte beobachten können.

über Atmo

#### **Autor:**

Dietmar Lilienthal ist beim Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) einer der Projektleiter für SOFIA, dem **Stratosphären-Observatorium Für Infrarot-Astronomie**. Er fliegt selbst auf diesem Einsatz mit, um zu überprüfen, ob wirklich alles funktioniert. Denn während des Fluges soll sich die Luke öffnen und das Observatorium so freie Sicht auf den nächtlichen Sternenhimmel bekommen. Zwar könnte SOFIA auch tagsüber fliegen. Für Messungen im Infrarot benötigen Astronomen keine Dunkelheit. Dann jedoch wäre das Teleskop den Strahlen der Sonne ausgesetzt, und die Linsen könnten beschädigt werden. Also steht ein Flug durch die Nacht an ...

### SOFIA-Funk

darüber

**Autor:**

Dietmar Lilienthal, die Ingenieure und die Wissenschaftler im Flugzeug setzen ihre Headsets auf und kommunizieren aufgrund des hohen Lärmpegels von nun an via Mikrofon und Kopfhörer.

hochziehen **SOFIA-Funk**, darüber

**Autor:**

Ziel dieses Fluges: ein Blick in das Zentrum unserer Galaxis. Das Flugzeug wird nicht selbst dorthin fliegen, die Instrumente an Bord aber die Lichtstrahlen aus dieser Region des Universums auffangen. 25.000 Lichtjahre ist das galaktische Zentrum entfernt. Wer so weit ins All hinausschaut, zur Mitte der Milchstraße, der schaut auch 25.000 Jahre in der Zeit zurück. Solange haben sowohl das optische als auch das infrarote Licht benötigt, um zur Erde zu gelangen. Doch der Wasserdampf in der irdischen Atmosphäre absorbiert das infrarote Licht aus dem All. SOFIA jedoch fliegt in 14 Kilometer Höhe, über dem Wasserdampf, und sieht so wesentlich mehr, als Teleskope auf dem Boden es können, wie Alois Himmels erläutert, SOFIA-Projektleiter beim DLR.:

**Cut 3: Himmels**

Dieser Wasserdampf blockiert <> auf der Erdoberfläche fast sämtliche Infrarotstrahlung. Die kommt also gar nicht bis auf den Erdboden. Und selbst in hochgelegenen Observatorien, in den chilenischen Anden oder auf Hawaii, ist immer noch Wasserdampf da, der viele Linien absorbiert. Und man hat also einen sehr verwaschenen, verschwommenen Blick ins Weltall in diesen Höhen. Ja, warum geht man dann nicht gleich ins Weltall, wenn da der Blick noch besser ist?

**Autor:**

Denn SOFIA stellt einen Kompromiss dar zwischen eher kostengünstigen, erdgebundenen Observatorien und teuren Weltraumteleskopen vom Typ *Hubble* – von den Kosten und damit auch von der wissenschaftlichen Ausbeute her. Denn es gilt der einfache Zusammenhang: Je billiger ein Instrument, um so weniger kann es. Eine fliegende Sternwarte über dem störenden Wasserdampf der Atmosphäre ist also so eine Art zweitbeste Lösung. Aber es hat andere Vorteile. SOFIA ist nicht an jahrelange Vorlaufzeiten gebunden wie Observatorien in Erdumlaufbahnen. Und: Es ist flexibel einsetzbar, kann von Flug zu Flug missionsspezifisch bestückt werden.

**Cut 4: Himmels**

Und es landet nach jeder Beobachtung am frühen Morgen wieder, kann gewartet werden, man kann die Instrumente wechseln, und man kann vor allen Dingen auch immer allerneueste Instrumente alle paar Jahre anbringen, sodass man eigentlich immer auf dem neuesten Stand der Detektortechnologie ist ... Man ist näher am technologischen Fortschritt, man kann die allerneuesten Technologien einsetzen.

**SOFIA-Flugatmo**, darüber

**Autor:**

Auch wenn es sich bei dieser Boeing um eine ausrangierte Passagiermaschine handelt, bietet sich im Innern des Flugzeugs ein für Flugtouristen ungewohnter Anblick. Die Sitze sind fast alle ausgeräumt. Stattdessen bestimmen Computerpulte den Raum, an denen per Laptops das Teleskop im Heck überwacht wird. Die nackten Wände geben den Blick auf die Flugzeugstruktur frei.

### **Cut 5: Zinnecker**

Ach. Es sieht hier so aus wie ein umgebautes Flugzeug im Innern. Die Wände sind nicht verkleidet. ... Man hatte bei SOFIA immer den Eindruck <>, dass es so aussieht, wie als würde man nen menschlichen Körper aufschneiden. Man sieht all die Dinge, die man eigentlich gar nicht unbedingt wissen will. (lacht)

über Atmo

### **Autor:**

Der hier so anschaulich formuliert ist Hans Zinnecker, der für Deutschland, aber bei der amerikanischen NASA in Kalifornien das Projekt SOFIA überwacht. Nach zwei Tagen der Offenen Tür in Köln und Stuttgart verabschiedet sich die fliegende Sternwarte mit diesem Flug vorläufig aus Deutschland und kehrt zurück nach Kalifornien, wo sie stationiert ist. Vorher steht noch ein Zwischenstopp auf der Andrews Air Force Base in der Nähe von Washington, D.C. auf dem Programm. Ein nächtlicher Trip über den Atlantik bedeutet: bis zu elf Stunden Zeit für Messungen. Auch für Jürgen Stutzki von der Universität Köln.

### **Cut 6: Stutzki**

Es macht auch Spaß. Es ist aber auch wahnsinnig Stress, weil man natürlich weiß: Die Flugstunde ist wahnsinnig teuer. Is klar. Man fliegt ja mit 10 Leuten in nem Jumbojet für 10 Stunden, genauso wie sonst 400 Passagiere transatlantik. Und das kostet was pro Stunde. Das heißt man weiß ganz genau: Man darf keine Fehler machen. Man muss, wenn irgendwas am Instrument nicht richtig funktioniert, sehr clever, sehr schnell reagieren und möglichst optimal die Zeit nutzen. Und das ist natürlich Stress. Aber auch ne tolle Herausforderung.

über Atmo

### **Autor:**

Wie berechtigt dieser Stress ist, sollte sich im weiteren Verlauf dieses Fluges zeigen. Denn gegenüber manchen Fehlern und Ausfällen sind die Wissenschaftler machtlos. Im Zentrum deren Arbeit steht das Teleskop, das im hinteren Teil der Boeing untergebracht ist. Und ein Fernrohr, das an Bord eines Flugzeuges über den Ozean fliegt, ist nicht starr ausgerichtet. Das Flugzeug bewegt sich, und so muss auch das Teleskop stets nachgeführt werden, um sein Beobachtungsziel nicht aus dem Blick zu verlieren.

### **Cut 7: Stutzki**

Das Drehen macht man, weil man mit dem Teleskop natürlich den Stern, den man am Himmel beobachten will, verfolgen muss, und wenn der halt noch niedrig am Horizont steht und aufgeht, muss man mit dem Teleskop runterschwenken. Man muss gleichzeitig mit dem Flugzeug in die Richtung fliegen, dass man links raus den Stern sieht. Und wenn der Stern dann aufgeht, muss man das Teleskop langsam rauffahren und gleichzeitig die Flugroute ändern, sodass man immer nach links raus innerhalb der plus minus 3 Grad, die das Teleskop hier <> schwenken kann, den Stern weiter verfolgen kann. <> Man muss das Teleskop immer nachsteuern.

über Atmo

**Autor:**

Dennoch sind die Korrekturen minimal. Dies liegt an der immensen Entfernung der Beobachtungsobjekte. Da beispielsweise das Zentrum der Milchstraße mehr als 25.000 Lichtjahre von der Erde entfernt ist, kommt es auf ein paar hundert Kilometer rechts oder links nicht an.

**Cut 8: Stutzki**

Das ist so, als wenn Sie mit dem Auto nachts in einer klaren Vollmondnacht auf der Autobahn fahren. Der Mond ist so weit weg, dass er immer in der gleichen Richtung ist. Deshalb haben Kinder ja auch den Eindruck, dass der Mond mit dem Auto mitfährt. Das liegt ja nur daran, dass er weit weg ist. Der Baum, der nah dabei ist, an dem fährt man vorbei; der ändert schnell die Richtung. Der Mond, der ganz weit weg ist, ist praktisch immer in der gleichen Richtung. D.h. das Teleskop muss immer praktisch in die gleiche Richtung gucken. Und das Flugzeug muss also, um den Mond oder einen anderen Stern zu beobachten, im Wesentlichen in eine Richtung fliegen und dabei eben – wenn der Stern auf- und untergeht – das Teleskop hin- und herdrehen.

**Autor:**

Im Zentrum unserer Galaxis vermuten Astronomen ein Schwarzes Loch, um das sich Milliarden von Sterne drehen. Es wurmt die Forscher, dass sie nicht direkt bis zum Mittelpunkt der Milchstraße blicken können. Dichte Gas- und Staubwolken versperren zunehmend die Sicht, je näher es Richtung Zentrum geht. Also bleibt nur das infrarote Licht, um zumindest die Wärmestrahlung von Gas- und Staubwolken im galaktischen Zentrum einzufangen.

**Cut 9: Himmes**

Mit SOFIA wird man insbesondere die Prozesse von Stern- und Planetenentstehung erforschen wollen. In vielen Milchstraßen gibt es sehr häufig <> sogenannte Molekülwolken, die unter ihrer eigenen Schwerkraft kontrahieren und dort im Inneren dann zu Sternen verdichten und in diesem Prozess auch Planeten entstehen lassen. <> Und das wird auch Rückschlüsse zulassen darauf, wie unser eigenes Sonnensystem und der Planet Erde und die anderen Planeten entstanden sind.

**SOFIA-Flugatmo, darüber****Autor:**

So weit die Theorie. Nach dem Start vergehen jedoch erst einmal vier Stunden, bis die Boeing über den Kanarischen Inseln den südlichsten Punkt ihrer Flugroute erreicht. Jetzt können die Beobachtungen beginnen. Helmut Wiesemeyer vom Max Planck Institut für Radioastronomie in Bonn blickt auf die Kontrollmonitore und stellt die Position des Flugzeugs fest.

**Cut 10: Wiesemeyer**

Wir sind jetzt ungefähr auf halbem Weg zwischen der Biscaya und den Kanarischen Inseln. Wie Sie sehen, fliegen wir einen Südwestkurs. Der führt uns natürlich nicht direkt nach Washington, aber wir müssen diesen Umweg machen, um das Flugzeug in eine Startposition zu bringen, die es gleich erlaubt, die Quellen in Richtung des galaktischen Zentrums zu beobachten. Und da das Teleskop nur zu einer Seite des Flugzeugs hinausschauen kann, wird der Flugplan vorgegeben durch die kosmischen Objekte, die wir beobachten wollen.

über Atmo

**Autor:**

Egal ob in nord-südlicher oder in ost-westlicher Richtung: Wer sich auf der Erdkugel vorwärts bewegt, für den ändert sich mit der Zeit der Blick ins All. Der Himmelsausschnitt variiert, abhängig von der Position des Beobachters auf dem Globus. So wie das Sternbild „Kreuz des Südens“ nur Astronomen auf der südlichen Erdhalbkugel vor die Linse gerät, ist der Blick ins Zentrum unserer Milchstraße nur von den Breitengraden aus möglich, auf denen unter anderem die Kanaren liegen. Schaut ein Teleskop dort in einem bestimmten Winkel nach oben, blickt es in Richtung des galaktischen Zentrums. Das Flugzeug muss also eine möglichst gerade Linie fliegen, auf der das Fernrohr an Bord Blickkontakt ins Zentrum der Milchstraße hat. Rolf Güsten, ebenfalls vom Max-Planck-Institut für Radioastronomie in Bonn:

**Cut 11: Güsten**

Wir gehen in die heiße Phase. Wir sind jetzt 4 Stunden vorgefliegen, an den Azoren vorbei, an den Kanarischen Inseln vorbei, sind fast auf 25° geografischer Breite, werden in 10 Minuten einschwenken auf das erste Flugsegment zur optischen Ausrichtung unserer Führungskameras.

über Atmo

**Autor:**

Im Gegensatz zu zivilen Passagierflügen in die USA, die morgens in Europa starten und dann quasi mit dem Tag einige Zeitzonen zurückfliegen, hat die SOFIA-Boeing erst am Abend den Stuttgarter Flughafen verlassen. Von Deutschland aus ist sie der Nacht entgegengefliegen. Die Farben des Himmels haben sich von hell- über dunkelblau bis hin zu einem Streifen von dunklem Orange verändert. Ein letzter Gruß des Sonnenlichts am Horizont. Und dann, fast auf den kanarischen Breiten angekommen, herrscht Nacht. Dabei wird es auch bis zum Ende des Fluges bleiben, bis die Maschine die amerikanische Ostküste erreicht hat. Die Sterne gehen auf und mit ihnen die Sternbilder.

**Cut 12: Klein**

Wenn man hier links rausguckt, wo auch das Teleskop rausguckt, sieht man Antares, mittlerweile auch mit dem bloßen Auge ganz gut...

über Atmo

**Autor:**

Randolf Klein, der Science Flight Planner dieses Fluges, riskiert einen Blick durch's Fenster und entdeckt Antares, den hellsten Fixstern im Sternbild Skorpion.

**Cut 13: Klein**

Jetzt ist gerade dunkel genug <>; bisschen rötlich ... <:> ich vermute Roter Riese. <> Links und rechts davon sieht man auch schon den Skorpion.

über Atmo

**Autor:**

Auch Altair, der hellste Fleck im Sternbild Adler, lässt sich früh blicken. Als kleiner Punkt tief am Himmel, knapp über dem vom Sonnenuntergang noch rötlich schimmernden Horizont, zeigt sich auch der Nachbarplanet Venus und trägt seinem Ruf als Abendstern Rechnung. Zum Ausrichten des Teleskops taugt die Venus jedoch nicht: An ihr kann sich SOFIA am nächtlichen Sternenhimmel nicht orientieren, da sie im Süden aufgeht – einer Himmelsrichtung, von der sich das Flugzeug und damit das Fernrohr gerade entfernen.

**Cut 14: Wiesemeyer**

Das Teleskop selber wird dann Richtung Süd-Süd-West hinausschauen. Und wie weit es nach oben hinausschauen muss, hängt davon ab, wie hoch die Quelle ist. <> Die Erdatmosphäre, die stört uns ja immer so beim Beobachten. ... Stellen Sie sich mal die Erde in der Krümmung ihrer Oberfläche vor, und darüber die Erdatmosphäre, die ja eigentlich, im Vergleich zum Durchmesser der Erde, relativ dünn ist. Und wenn Sie jetzt hier, nach oben, herausgucken, kommt der Sehstrahl ziemlich schnell aus der Erdatmosphäre hinaus. Wenn Sie so knapp über dem Horizont streifend herausgucken, muss das Licht einen ziemlich langen Weg durch die Erdatmosphäre zurücklegen.

**Autor:**

Je dunkler es wird, desto mehr Sterne werden sichtbar. Diejenigen Wissenschaftler, die nicht vor ihren Instrumenten sitzen und die Monitore beobachten, nehmen die Herausforderung an, Sterne und Sternbilder mit bloßem Auge, nur aus dem Fenster blickend, zu identifizieren – zum Beispiel Ulrich Lampater, eigentlich Teleskop-Ingenieur, derzeit aber einfach Sterngucker.

**Cut 15: Lampater**

Hier könnte das jetzt der Orion sein. Das ist ein typisches Gebiet, das bei Wissenschaftsflügen beobachtet wird. Da ist ein großes Gebiet im Zentrum von Orion, der Orionnebel, wo Sterne ständig neu entstehen. Und das ist für die Wissenschaftler sehr interessant. Und wir haben hier einfach sichtbare Sterne von diesem Sternbild Orion, auf die wir dann während der Beobachtung schauen und das Teleskop darauf ausrichten.

**Luken-Öffnung**

NASA-Ingenieur: Ten seconds!

über Atmo

**Autor:**

Es ist soweit. Die Luke des Teleskops in der Außenwand der Boeing wird geöffnet.

**Luken-Öffnung**

Lilienthal: Es hat sich bewegt. Unsealed.

Das ist das Teleskop, der Kreis; unten das ist die Öffnung. Und jetzt fahren wir das da rein.

**Autor:**

Kein Krach, keine Vibrationen. Nur die Computeranzeige gibt an, dass sich etwas tut.

### weiter **Luken-Öffnung**

Nu ist schon halb auf. <> Aber man merkt nichts.

darüber

#### **Autor:**

Sobald die Luke vollständig geöffnet ist, wird es eine halbe Stunde dauern, ehe das Teleskop auf die Außentemperatur von minus fünfzig Grad Celsius runtergekühlt ist.

### weiter **Luken-Öffnung**

Nun ist das Loch geöffnet. Und man hat nichts gemerkt. <> Jetzt steht das Teleskop schon zentriert zur Öffnung, mit freiem Blick nach außen, freie Apparatur nach außen.

NASA-Ingenieur: Yes, it's open, everything looks good.

Lilienthal: That's good!

über Atmo

#### **Autor:**

Fünf Stunden Beobachtungszeit haben die Astronomen an Bord nun, um nachzuweisen, welche Moleküle in den Gas- und Staubwolken im Zentrum der Milchstraße vorkommen.

### **Cut 16: Güsten**

Wir fliegen jetzt seit 15 Minuten mit geöffneter Türe. <> Und während dieser Zeit kühlt das Teleskop auf <> Außentemperatur. Die Außentemperatur ist -50, -55°. Das Teleskop war vorher auf Umgebungstemperatur des Flugzeugs noch und beginnt jetzt zu kühlen. In ner halben Stunde wird's ungefähr in Gleichgewichtstemperatur sein, aber noch nicht voll. Es reicht dann aber, dass der Teleskop-Operator mit den Bedingungen, die das Teleskop dann erreicht hat, auf das Antares-Segment einschwenkt, und auf Antares wird er die optische Ausrichtung vornehmen.

über Atmo

#### **Autor:**

An Bord der Boeing nehmen die Wissenschaftler ihre Plätze ein und warten. Ihre Blicke gehen ausschließlich auf die Computermonitore. Durch's Teleskop selbst kann niemand schauen.

### **Cut 17: Stutzki**

Und am hinteren Ende hier der Kabine sozusagen sehen wir ne große Wand in dem Flugzeug, und in der Wand drin hängt die Rückseite von einem Teleskop. Das Teleskop können wir leider nicht sehen. Das ist nämlich hinter der Druckwand <> mit ner Tür offen nach außen, und ist deshalb abgesiegelt hier von der Passagierkabine, damit wir in der Höhe, in 14 km Höhe, hier drin sitzen können und ganz normal arbeiten können.

über Atmo

#### **Autor:**

Bei nur neunzig Milibar Druck und minus fünfzig Grad Außentemperatur könnten Menschen in dieser Höhe maximal siebzehn Sekunden überleben, sollte irgendwo ein Leck entstehen. Entsprechend abgesichert ist die Wand, die das Teleskop von der

Kabine trennt. Dennoch müssen alle Personen an Bord des Flugzeugs stets eine Art Helm zusammengeklappt mit sich am Körper tragen, der im Notfall die Luftversorgung sicherstellen soll – ähnlich den Sauerstoffmasken, die bei Druckabfall in Passagiermaschinen von der Decke fallen. Bei diesem Flug kommen die Experimente aus Deutschland, während NASA-Ingenieure das Teleskop steuern. Amerikaner wie Deutsche tragen sandfarbene Overalls mit NASA- und DLR-Logos. In zwei Reihen sind die Pulte und Computermonitore im Flugzeug angebracht. Sie nehmen die ganze Breite der Maschine ein, von einer Seite zur anderen. Operateure und Wissenschaftler sitzen dabei mit dem Rücken entgegen der Flugrichtung, blicken also nach hinten, in Richtung des Teleskops – obwohl es dort eigentlich nichts zu sehen gibt. Lediglich die Drehungen eines mit dem Teleskop verbundenen Gegengewichts in der Kabine zeigen an, in welche Richtung das Fernrohr gerade blickt. Zweifel bei den Astronomen, ob das wohl so funktionieren wird?

### **Cut 18: Güsten**

Nö, bisher läuft alles nach Plan. Aber wird sind auch noch nicht in die heiße Phase eingegangen. Das wird gleich noch hektischer werden, wenn wir wirklich alles zusammenschalten, Teleskop aktivieren, Führungstern identifizieren, <> ausrichten – das ist schon ne heiße Aufgabe für den Operator für ca. ne halbe Stunde. Da wird er sehr beschäftigt sein. In der Zeit werden wir das Instrument abstimmen auf die ersten Frequenzen, die wir messen wollen. Und dann wird's einen gleitenden Übergang geben: Sobald er sagt, er ist bereit, übernehmen wir die Kontrolle des Teleskops und beginnen sofort mit den Messungen.

über Atmo

### **Autor:**

Das blaue Gegengewicht im Innenraum der Maschine dreht sich im Kreis, hin und her. Es ähnelt einer runden Panzertür, mit der Banken ihre Tresorräume absperren, so massiv und schwer ist es. Und so groß: Ein Mensch könnte aufrecht hindurchgehen. Dreht sich das Gegengewicht, dreht sich draußen auch das Teleskop. Alles scheint zu funktionieren; SOFIA ist eingerichtet; die Messungen beginnen. Die von den Spiegeln des Teleskops eingefangenen Licht- und Infrarotwellen werden von Computern registriert, die in der Kabine am Gegengewicht befestigt sind und sich jeweils mitdrehen.

### **Cut 19: Stutzki**

An diese Seite <> bringen wir eben verschiedene <> Kameras, Spektrometer usw. an, mit denen wir die Strahlung, die das Teleskop eingesammelt hat vom Himmel, analysieren. Und ein Gerät, was jetzt hier dranhängt, ist eben mein Empfangsgerät, ein Detektorgerät <>, das wir an der Universität Köln zusammen mit dem Max-Planck-Institut in Bonn in den letzten 10 Jahren für SOFIA spezifisch entwickelt haben, und mit dem wir jetzt in den letzten paar Monaten die ersten 13, 14 Flüge durchgeführt haben.

### **Autor:**

GREAT, so der Name dieses Köln-Bonner Detektors. Das steht für **G**erman **RE**ceiver for **A**stronomy at **T**erahertz Frequencies. Moleküle im Zentrum der Milchstraße also – ihnen sind die Astronomen an Bord auf der Spur. In dieser Nacht blicken SOFIA und GREAT in Richtung der Sagittarius-Molekülwolke im Sternbild Schütze. Die Gasdichte ist dort zehnmals höher als in anderen Regionen der Milchstraße. Damit ist dies die massereichste Molekülwolke der gesamten Galaxis. Und Wolken aus Gas und Staub

sind die Geburtsstätten von Sternen. Dies macht solche Regionen für die Wissenschaftler so interessant.

### **Cut 20: Güsten**

In der Galaxie entsteht im Schnitt ein Stern pro Jahr, irgendwo in der Galaxie, und das seit 14 Milliarden Jahren. Und wir untersuchen halt die Physik, die Chemie in diesen interstellaren Wolken, um daraus den Sternentstehungsprozess aus den Beobachtungen, aus den Randbedingungen für diesen Entstehungsprozess besser einordnen zu können.

über Atmo

### **Autor:**

In dieser Nacht ist es das Molekül OD, das die Astronomen in den Gaswolken nachweisen wollen – das ist ein Sauerstoff-Atom (O) gepaart mit einem Deuterium-Atom (D), einer Variante des Wasserstoffs.

### **Cut 21: Wiesemeyer**

Deuterium ist im Urknall entstanden. <> Und wenn wir die Häufigkeit dieser Variante des Wasserstoffes bestimmen können, haben wir sozusagen eine Möglichkeit, die Sternentstehungsgeschichte des Kosmos' nachvollziehen zu können.

über Atmo

### **Autor:**

Ungefähr eine Viertelstunde dauert es, bis das Experiment GREAT die ersten OD-Moleküle nachweist. Über solche Entfernungen kann Deuterium nur erfasst werden, wenn der Detektor zehn bis fünfzehn Minuten starr auf ein und dieselbe Stelle in der Molekülwolke guckt. Erst dann kann sich die charakteristische Absorptionslinie des schweren Wasserstoffs ausbilden, sozusagen der spektroskopische Fingerabdruck von Deuterium.

### **Cut 21: Stutzki**

Wir haben die erste Serie von Messungen gerade genommen, haben die Quelle, die wir beobachten wollen, detektiert, <> die Absorptionslinie auch schwach. Jetzt musste gerade der Focus des Teleskops wegen der Temperaturänderung resettet werden, und dabei ist irgendein kleiner Wickler im Teleskop passiert. Und da warten wir jetzt drauf, dass die TO sagt, wir können weitermachen.

### **Autor:**

Warten auf die Entwarnung des TO, des Teleskop-Operators. Was für ein „Wickler“, welche Art von Fehler in der Software des Teleskops aufgetreten ist, wissen derzeit weder die Ingenieure noch die Wissenschaftler. Fehlersuche an Bord. Doch trotz solcher Kinderkrankheiten stehen für das Jahr 2011 17 Flüge von SOFIA auf dem Programm. Die fliegende Sternwarte ist nachgefragt, noch bevor sie überhaupt Gelegenheit hatte, sich in der Praxis zu bewähren. Sowohl in den USA wie in Deutschland gab es dreimal mehr Anträge von Instituten und Universitäten um Beobachtungszeit an Bord des Flugzeugs, als zur Verfügung steht. Projektleiter Alois Himmes:

**Cut 22: Himmes**

Das Ganze läuft in einem Auswahlverfahren, wo eben unabhängige Experten sich die Vorschläge anschauen einmal im Jahr und dann ein Ranking machen und sagen „das sind die besten Proposal; die sollen zum Zuge kommen“.

**Autor:**

Die Beobachtungsflüge finden in der Regel von Kalifornien aus über dem amerikanischen Festland statt oder – wie in diesem Fall – während eines Transatlantik-Fluges. 2012 werden die Experten über die zweite Runde von Experimenten entscheiden. Die Federführung liegt hier beim Deutschen SOFIA-Institut in Stuttgart. Diesmal werden sich die teilnehmenden Hochschulen an der Finanzierung der Flüge beteiligen müssen. Da sich SOFIA noch im Experimentierstadium befindet, entstehen den Wissenschaftlern derzeit noch keine Kosten.

**Cut 23: Himmes**

Und ab 2012 plant man dann einen mehr oder weniger regulären Betrieb dieses Observatoriums mit einer ständig ansteigenden Flugrate, bis zu 100, 120 Flüge im Jahr. Von diesen Flügen werden dann diese beiden deutschen Instrumente jeweils 20 Prozent der Zeit bekommen. Wann genau das sein wird, hängt immer von den Zielen ab, die man beobachten möchte, und vom Entwicklungsstand der Instrumente. Und langfristig ist dann auch geplant, dass die deutschen Instrumente weiterentwickelt werden, dass die verbessert werden, dass die mit höherer Empfindlichkeit messen werden. Und noch darüber hinaus werden sicherlich neue Instrumente entwickelt werden im Laufe der erwarteten Betriebszeit dieses Observatoriums von bis zu 20 Jahren.

**SOFIA-Flugatmo, darüber****Autor:**

An Bord sind sich Wissenschaftler wie Techniker des Privilegs bewusst, als erste an Bord einer fliegenden Sternwarte zu arbeiten und die Ergebnisse ihrer Experimente in Echtzeit zu bekommen. Und jeder Flug ist anders, findet auch Teleskop-Operator Ulrich Lampater:

**Cut 24: Lampater**

Es ist jedes Mal eine tolle Sache für mich, da mitfliegen zu können. Es ist einerseits die Herausforderung, dieses komplexe System am Laufen zu halten. Es passiert immer mal wieder was. Es wird nie langweilig bei den Flügen eigentlich. Auf der anderen Seite hat man eben die einmalige Chance, den Wissenschaftlern hier über die Schulter zu schauen und bei der Entdeckung neuer Dinge dabeizusein. Das ist also auf jeden Fall immer eine große Belohnung.

über Atmo

**Autor:**

Es ist eine Belohnung auch für die Wissenschaftler selbst. Denn für die Astronomen an Bord ist der Mitflug ihrer Instrumente der Lohn für jahrelange Vorbereitungen und Bemühungen. Schon aus Kostengründen könnten die meisten ihrer Experimente nicht auf Satelliten oder Weltraumteleskopen fliegen. Die Vorbereitungszeiten wären hier sogar noch länger gewesen.

**Cut 25: Stutzki**

Ich hab ja nun seit sehr langem SOFIA mitverfolgt, mitbetrieben, mich dafür engagiert. Und es war natürlich für mich ein Highlight, als wir erstmals im April <> mit unserem Instrument GREAT fliegen durften und auch erfolgreich Daten bekommen haben. Das ist natürlich sozusagen für 20 Jahre Arbeit, die man da reingesteckt hat, für sich schon persönlich ein ganz tolles Erlebnis.

über Atmo

**Autor:**

Jürgen Stutzki von der Universität Köln will weiter Daten sammeln. Aber die Forscher blicken während dieses Fluges an die amerikanische Ostküste auf leere Monitore, die nun schon seit längerem keine Daten mehr anzeigen. Das Teleskop ist komplett ausgefallen. Ursache unbekannt. Frust an Bord. Auch bei Rolf Güsten vom Bonner Max-Planck-Institut.

**Cut 26: Güsten**

Ich weiß nicht, was ich sagen soll. Das war ein miserabler Flug. <> Wir haben vielleicht 35 Minuten Beobachtungszeit aus den 5 Stunden herausgeholt. Total frustierend. Wegen so was fliegt man nicht, mit den Vorbereitungen ... Da sind ja Wochen von Arbeiten nur für den einen Flug investiert worden. ... Als ich gerade hörte, dass die Kontrolleinheit auf 80° heiß geworden ist – das ist kurz vor dem Abbrennen. Das ist schon erschreckend. ... Also de facto ist dieser Flug ein Totalausfall gewesen für uns.

**SOFIA-Landung**, darüber

**Autor:**

Und so landet die weiß-blaue Boeing planmäßig auf dem US-Militärstützpunkt Andrews Air Force Base in der Nähe von Washington, D.C. Nun werden Techniker auf dem Boden Gelegenheit bekommen, das Teleskop wieder einsatzfähig zu machen. In zwei Tagen soll SOFIA weiter fliegen nach Palmdale an die amerikanische Westküste, wo das fliegende Observatorium stationiert ist. Die Astronomen Rolf Güsten und Jürgen Stutzki werden dann wieder dabei sein, sich die Nacht um die Ohren schlagen und elf Stunden lang in die Zentren von Galaxien blicken, auf der Suche nach neuen Sternen und den Rätseln unseres Kosmos ...

\* \* \* \* \*