

Stuttgart

Deutsches SOFIA Institut



Pfaffenwaldring 29, 70569 Stuttgart

0 Allgemeines

SOFIA, das Stratosphären Observatorium für Infrarot Astronomie (Stratospheric Observatory For Infrared Astronomy), ist ein Gemeinschaftsprojekt des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) und der National Aeronautics and Space Administration (NASA). Es wird im Auftrag des DLR mit Mitteln des Bundes (BMWK), des Landes Baden-Württemberg und der Universität Stuttgart durchgeführt. Die deutschen Instrumente von SOFIA wurden bislang durch die Max-Planck Gesellschaft, die Deutsche Forschungsgemeinschaft, die Universität zu Köln, das Institut für Raumfahrtsysteme der Universität Stuttgart und dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) finanziert. Das Deutsche SOFIA Institut (DSI) der Universität Stuttgart koordiniert den wissenschaftlichen Betrieb auf deutscher Seite, auf amerikanischer Seite das NASA Ames Research Center (ARC) und die Universities Space Research Association (USRA). Das gesamte Projekt wird zu 80% von der NASA und zu 20% vom DLR finanziert; dies betrifft sowohl den Bau des Observatoriums als auch den 20-jährigen Betrieb. Der deutsche Beitrag zum Bau umfasst das Teleskop mit seinem 2,7 m durchmessenden Hauptspiegel. Das DLR hat das DSI an der Universität Stuttgart im November 2004 beauftragt, die Fertigstellung des SOFIA Observatoriums und später dessen Betrieb und wissenschaftliche Nutzung zu koordinieren. Das DSI vertritt außerdem die Interessen der deutschen Astronomen im Projekt, unterstützt die deutschen Wissenschaftler beim Bau deutscher Instrumente und steht in ständigem Kontakt mit der German SOFIA Science Working Group (GSSWG). Der Flugbetrieb wird unter Federführung des NASA Armstrong Flight Research Centers (AFRC) durchgeführt. Das NASA Ames Research Center (ARC) bereitet die wissenschaftliche Nutzung und die astronomischen Beobachtungsflüge vor und führt diese durch.

Die Aufgaben des DSI erstrecken sich auf folgende Bereiche:

- Betrieb des deutschen Kompetenzzentrums für Infrarotastronomie
 - Koordination des wissenschaftlichen Programms
 - Unterstützung der GSSWG und der deutschen Instrumententeams
 - Unterstützung der deutschen Wissenschaftler bei der Benutzung des SOFIA Observatoriums und speziell des FIFI-LS und des FPI+ Instrumentes an Bord von SOFIA
 - Unterstützung der deutschen SOFIA Instrumententeams
 - Bewertungsverfahren der eingereichten SOFIA Beobachtungsanträge
 - Mitarbeit bei der Erstellung des Beobachtungszeitplans für SOFIA
- Betrieb und Wartung des SOFIA Teleskops
- Weiterentwicklung und Verbesserung des SOFIA Teleskopes und der Subsysteme
- Aufbau und Koordination eines akademischen Austauschprogramms
- Öffentlichkeitsarbeit sowie Aufbau und Koordination eines bundesweiten Bildungsprogramms
- Bereitstellung der nötigen Infrastruktur z.B. im Bereich der Personalentsendung, Archivierung des Datentransfers, und Rechnerunterstützung

Das Observatorium wurde im September 2022 ausser Dienst gestellt und im Januar 2023 ins Pima Air and Space Museum (PASM) überführt. Das DSI hat in 2023 begonnen die Standorte in USA abzuwickeln und bereitet die Transition zu einem neu zu gründenden SOFIA Datenzentrum (SOFIA Data Center, SDC) vor.

Die Geschäftsstellen des DSI sind:

- Stuttgart : Hauptgeschäftsstelle am Institut für Raumfahrtsysteme (IRS) der Universität Stuttgart, Pfaffenwaldring 29, 70569 Stuttgart, Deutschland
- AFRC : Zweigstelle am NASA Armstrong Flight Research Center, Mail Stop: AFRC Bldg. 703, S231, P.O. Box 273, Edwards, CA 93523, USA
- ARC : Zweigstelle am SOFIA Science Center, NASA Ames Research Center (ARC), Mailstop N211-1, Moffett Field, CA 94035, USA

Die Webseite des DSI ist : <http://www.dsi.uni-stuttgart.de/>

1 Personal und Ausstattung

1.1 Personalstand

Direktoren und Professoren: 2

Direktoren: 1

Prof. Dr. Alfred Krabbe (Leitung des DSI, Stuttgart)

Professoren: 2

Prof. Dr. Alfred Krabbe (Leitung des DSI, Stuttgart), Prof. Dr. Jörg Wagner

Wissenschaftliche Mitarbeiter: 21

- Stuttgart : Benjamin Greiner, Dr. rer. nat. Christof Iserlohe, Dr. rer. nat. Maja Kazmierczak-Barthel, Dr.-Ing. Thomas Keilig (Geschäftsleiter), Prof. Dr. rer. nat. Alfred Krabbe (Direktor des DSI), Prof. Dr.-Ing. Jörg Wagner, Dr. rer. nat. Jürgen Wolf
- AFRC : Michael Beck, Dino Emes, Dr.-Ing. Christian Fischer, Nadine Fischer, Michael Hütwohl (Standortleiter AFRC), Dr. rer. nat. Holger Jakob, Andreas Siggelkow, Julia Sothmann, Rainer Valek, Dr.-Ing. Oliver Zeile
- ARC : Bastian Knieling, Dr.-Ing. Enrico Pfüller, Dr. rer. nat. Bernhard Schulz (stellvertretender SMO Leiter), Dr.-Ing. Manuel Wiedemann (Standortleiter ARC)

Doktoranden: 7

- Stuttgart : Andre Beck, Sarah Bougueroua, Benjamin Greiner, Philipp Maier
Externe Doktoranden: Aaron Bryant, Rainer Hönle
- ARC : Karsten Schindler

*Bachelor- und Masterstudenten: 2**Masterstudenten: 2*

- AFRC : Sonja Hofmann
- ARC : Jonas Früh

Sekretariat und Verwaltung: 6

- Stuttgart : Barbara Klett (Sekretariat), Dr. rer. nat. Antje Lischke-Weis (Verwaltung - EPO), Dr. rer. nat. Dörte Mehlert (Verwaltung - EPO), Katja Paterson (Verwaltung), Sarah Peter (Verwaltung - Reisekosten), Monika Rößler (Verwaltung - Finanzen)

Technische Mitarbeiter: 6

- Stuttgart : Benedikt Györfi
- AFRC : Florian Behrens, Steve Elsemüller, Alexander Grill, Marco Lentini, Rainer Strecker

2 Wissenschaftliche Arbeiten**2.1 Arbeitsschwerpunkte der Hauptgeschäftsstelle Stuttgart :***Verwaltung :*

Am Standort in Stuttgart befindet sich der Hauptverwaltungssitz des DSI, welches die Leitung und die Finanz- und Personaladministration wahrnimmt. Dort befindet sich ebenso die Abteilung für die deutsche Öffentlichkeits- und Bildungsarbeit zum SOFIA Programm, die auch das deutsche Lehrermittflug-Programm "SOFIA German Ambassador Program" (SGAP) betreibt. Siehe auch <http://www.dsi.uni-stuttgart.de/bildungsprogramm/SGAP> und Kapitel 4.5.

Wissenschaft :

In der astronomischen Arbeitsgruppe mit Prof. Dr. A. Krabbe als Leiter werden u. a. Daten ausgewertet, die von SOFIA mit dem FIFI-LS Instrument (Far Infrared Field Imaging Line Spectrometer) gewonnen wurden. Forschungsschwerpunkte am DSI sind das Zentrum unserer Milchstrasse sowie die zentrale molekulare Zone (circum molecular zone, CMZ). Ein weiterer Forschungsschwerpunkt ist massive Sternentstehung in Galaxien wie z.B. M82 und NGC253. Hier werden unter anderem Ferninfrarot-Daten des abbildenden Spektrographen FIFI-LS ausgewertet. Diesen Themen widmen sich die Doktoranden Andre Beck,

Aaron Bryant sowie die wissenschaftlichen Mitarbeiter Dr. Christof Iserlohe und Dr. Christian Fischer.

Ein wichtiger Forschungsaspekt am DSI betrifft die atmosphärische Kalibration von Daten, die mit Instrumenten an Bord von SOFIA genommen wurden. Hierbei spielt der ausfällbare Wasserdampf (precipitable water vapor, PWV) in der Stratosphäre als Hauptabsorber für Ferninfrarot-Strahlung eine grosse Rolle. Dieser wird aus Satellitenbeobachtungen und Modellrechnungen des European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) bestimmt und mit Messungen, die mit dem FIFI-LS und FORCAST Instrument gewonnen wurden, verglichen. Diesem Thema widmen sich die wissenschaftlichen Mitarbeiter Dr. Christian Fischer und Dr. Christof Iserlohe.

European Stratospheric Balloon Observatory, ESBO :

Ein weiteres Forschungsfeld ist die ESBO-Initiative (European Stratospheric Balloon Observatory), ein europäisches Forschungsvorhaben, das den Weg für ein breit zugängliches, regelmäßig fliegendes astronomisches Observatorium auf Basis von wissenschaftlichen Stratosphärenballons bereiten soll. Unter dem ESBO-Vorhaben wird unter anderem die UV-Prototypmission STUDIO (Stratospheric UV Demonstrator of an Imaging Observatory) entwickelt. Das Projektkonsortium wird vom Institut für Raumfahrtsysteme (IRS) der Universität Stuttgart geleitet und umfasst neben der Mitarbeit der Abteilungen Prof. S. Klinkner und Prof. A. Krabbe im IRS weiterhin die Swedish Space Corporation, das Institut für Astronomie und Astrophysik der Universität Tübingen, das Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik und das Instituto de Astrofísica de Andalucía. Das Pilotprojekt ESBO DS (European Stratospheric Balloon Observatory - Design Study) wurde 2022 erfolgreich abgeschlossen. ESBO DS wurde im Rahmen des Horizont 2020 Förderprogramms für Forschung und Innovation der Europäischen Union unter Zuwendungsvereinbarung 777516 finanziert.

Fluxer :

Desweiteren wird am Standort Stuttgart das IDL-Softwarepaket FLUXER entwickelt, welches zur Visualisierung und Auswertung astronomischer Daten-Kuben wie z.B. von FIFI-LS Daten dient. Die Software wird interessierten Wissenschaftlern kostenlos zur Verfügung gestellt.

Beitrag der Professur für Flugmesstechnik :

Der Beitrag der Professur für Flugmesstechnik bestand auch 2023 in der Unterstützung der Arbeiten am SOFIA-Teleskop und seinen Subsystemen auf den Gebieten der Mechatronik, Strukturmechanik und Messtechnik. Den Schwerpunkt bildeten wie in den Vorjahren drei Vorhaben zur Technik des Teleskops. 1. Die im Aufbau befindliche zweite, verbesserte inertielle Messeinheit des Teleskops aus drei sehr hochwertigen faseroptischen Kreiseln und drei Beschleunigungsmessern musste ursprünglich noch flugqualifiziert werden. Hierzu sollten zur Überprüfung der vorgegebenen Spezifikationen und zur Genauigkeitssteigerung die sechs Inertialsensoren im Labor der Professur auf einem Drehtisch nachkalibriert und insbesondere in der Lage ihrer Messachsen zueinander vermessen werden. Die hierzu aufgebaute Methodik soll nun zur Nachbereitung der Daten der bisherigen inertialen Messeinheit des Teleskops eingesetzt werden. Derzeit wird auf den Export der bisherigen inertialen Messeinheit aus USA gewartet. 2. Das zweite Vorhaben betrifft die Aufarbeitung und laufende Verbesserung des bestehenden Finite-Elemente-Modells des Teleskops. Das Modell wurde bereits für die Verbesserung von Subsystemen (wie z.B. der Sekundärspiegel in den vergangenen Jahren) verwendet und war auch für die strukturdynamische Auslegung möglicher neuer Instrumente vorgesehen. Dem Finite-Elemente-Modell liegt eine Fülle von Datenmaterial vom Bau des Teleskops bis hin zu aktuellsten Messungen der Teleskopstrukturdynamik im Flug zugrunde, womit sich die Struktur und wesentliche Parameter des Modells (z.B. für die verwendeten Werkstoffe) anpassen und optimieren ließen. Das Vorhaben wurde

in 2023 abgeschlossen. 3. Im Mittelpunkt des dritten Vorhabens stand die Wiederinbetriebnahme und Weiterentwicklung der aktiven Schwingungstilger (Active Mass Damper system AMD) am Primärspiegel des Teleskops für den operationellen Betrieb. Im Jahr 2022 wurden hierzu mehrere Beobachtungskampagnen vor Ort in Palmdale unterstützt, bei denen auch Messdaten für weitergehende Auswertung und Weiterentwicklung gewonnen wurden. Im Rahmen einer sinnvollen Weiterverwendung von SOFIA Komponenten nach dem Ende des regulären SOFIA-Betriebs wurde das System Ende 2022 vom Teleskop entfernt und für laborgestützte Nachuntersuchungen durch die Professur für Flugmesstechnik vorbereitet. Das Vorhaben wurde in 2023 ebenfalls abgeschlossen.

Neben der Unterstützung von SOFIA führt die Professur auch historische Untersuchungen durch, die ihren Ausgangspunkt im wissenschaftlichen Werk des Tübinger Astronomen J.G.F. Bohnenberger haben.

SOFIA Data Center, SDC :

Nach dem Beschluss die SOFIA Flüge einzustellen, wurde sehr schnell klar, daß die NASA-finanzierte Datenaufbereitung und Wissenschaftsbetreuung von nur einem Jahr unzureichend sein würde. Innerhalb des DSI entstand daher die Idee eines SOFIA Data Centers in Deutschland, welche im Jahr 2023 unter Beteiligung vieler DSI-Mitarbeitender und unter Leitung des SMO Deputy Directors zur Erstellung eines Zuwendungsantrags an die DLR führte. Dieser sieht vor, über eine Laufzeit von 5 Jahren die gesammelten Wissenschaftsdaten, wie auch die betrieblichen und technischen Daten des Observatoriums, aufzuarbeiten und für Astronomen wie für Ingenieure in einem Archiv online zur Verfügung zu stellen. Dabei sollen die Wissenschaftsdaten neu prozessiert werden, in einem VO kompatiblen Archiv online zur Verfügung gestellt werden und der Betriebs- und Technikteil des Archivs mit angemessener Zugangskontrolle ausgestattet werden. Die geplanten Hauptverbesserungen der Wissenschaftsdaten konzentrieren sich auf nachträgliche Rekonstruktion der Teleskoppositionen am Himmel aufgrund der Bilder der ständig mitlaufenden Teleskopleitkameras, sowie eine Neukalibration der Absorption des Restwasserdampfs in der Stratosphäre, welche aufgrund neuerer Untersuchungen mit FIFI-LS unter Zuhilfenahme eines Atmosphärenmodells für alle Flüge möglich geworden ist. Weitere Verbesserungen in den Instrumentenpipelines sollen je nach Nutzen und Machbarkeit bei den verschiedenen Instrumenten realisiert werden. Forschende sollen auch tatkräftig bei der Analyse von Wissenschaftsdaten unterstützt werden, solange instrumentelle Effekte in den Daten noch nicht ausreichend eliminiert worden sind. Während es bereits einige Voruntersuchungen, insbesondere zur Rekonstruktion der Teleskoppositionen gab, konzentrierten sich die vorbereitenden Arbeiten auf die Datensicherung, die Dokumentation bekannter aber nicht behandelte Defizite in der Datenreduktion, sowie Nachforschungen zum möglichen Design eines Archivs. Dazu wurden verschiedene Gespräche nicht nur mit Experten und Expertinnen aus dem DSI, dem SMO, dem GREAT Team, der DLR und der NASA geführt, sondern auch mit Wissenschaftsarchivexperten und -Expertinnen von IRSA, der ESA, dem ZAH in Heidelberg und dem Rechenzentrum der Uni Stuttgart. Das fertige SOFIA Datenarchiv soll am Ende des Projekts von dem neuen Deutschen Zentrum für Astrophysik übernommen werden. Eine Entscheidung der DLR wird im Jahr 2024 erwartet.

2.2 Arbeitsschwerpunkte der Zweigstelle AFRC :

Das NASA Neil A. Armstrong Flight Research Center (AFRC) im kalifornischen Palmdale war der operative Standort und Heimatflughafen des SOFIA Observatoriums. Das dauerhaft dort stationierte DSI-Team verfügt über eine nominelle Personalstärke von 25 Mitarbeitenden der verschiedensten technischen Fachrichtungen und Qualifikationen. Bedingt durch das Projektende sind Ende 2023 noch elf Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in Palmdale tätig. Die Arbeitsschwerpunkte des Teams liegen im strukturierten Rückbau der dort vorhandenen "deutschen" Infrastruktur sowie in vorbereitenden Arbeiten für das zukünftige SOFIA Datenarchiv (SDC).

Nach dem Ende des wissenschaftlichen Beobachtungsbetriebs von SOFIA im September 2022 wurde unmittelbar mit dem Rückbau der DSI-Infrastruktur am Standort Palmdale

und des Observatoriums begonnen. So wurde noch in Palmdale neben anderen Systemen bereits der Sekundärspiegel samt seines sehr komplexen Steuerungsmechanismus aus dem Flugzeug entfernt. Gleiches gilt für die Nachführkamera in der Fokalebene (FPI+). Die fliegende Sternwarte wurde dann am 13.12.2022 von Palmdale auf die Davis-Monthan Air Force Base in Tucson, Arizona verlegt. Von dort aus erfolgte im Januar 2023 die Überführung in das in unmittelbarer Umgebung befindliche Pima Air and Space Museum (PASM), wo SOFIA langfristig ausgestellt werden wird. Die 747-SP musste von der Luftwaffenbasis über eine Straße sowie durch unbefestigtes Gelände geschleppt werden. Eine ungewöhnliche Situation für ein Flugzeug, das immer wie ein rohes Ei behandelt wurde.

Der Infrastrukturrückbau umfasst im Wesentlichen zwei Aspekte: Gegenstände, die in Deutschland einer sinnvollen Verwendung zugeführt werden können, werden identifiziert, für den Transport vorbereitet und verpackt. Der Versand nach Deutschland erfolgt dann in mehreren Lieferungen im Laufe des Jahres 2024. Alle anderen Gegenstände, bei denen eine Weiterverwendung in Deutschland wirtschaftlich oder technisch nicht sinnvoll ist, werden gemäß der gesetzlichen Bestimmungen vor Ort in Kalifornien entsorgt bzw. recycelt. Die Weiterverwendung in Deutschland sollte nach Möglichkeit entweder in einem vom DLR finanzierten Projekt erfolgen, andernfalls bevorzugt in Forschung und Lehre. Aber auch die Verwendung als Ausstellungs- oder Museumsstück ist möglich. Bei den Gegenständen, die weiterverwendet werden können, handelt es sich in erster Linie um die Labor- und Werkstattausstattung des DSI. Für die Entsorgung sind alle Dinge vorgesehen, die entweder aufgrund ihres Alters oder ihrer speziell auf den Einsatz in SOFIA zugeschnittenen Form und Funktion keine andere Verwendung finden können.

Zwei Komponenten des SOFIA-Teleskops sollen an dieser Stelle explizit erwähnt werden:

Die faseroptische Gyro-Unit, die zur Lageregelung des Teleskops verwendet wurde, wird nach mehr als 10 Jahren und nahezu 1.000 Flügen nochmals vermessen, um die Eigenschaften mit denen vor dem Einbau ins Flugzeug zu vergleichen. Dies geschieht an der Universität Stuttgart (Professur für Flugmesstechnik, Prof. Dr. Jörg Wagner).

Der gesamte optische Pfad des Teleskops, bestehend aus dem Primär-, Sekundär- und Tertiärspiegel, wird an das Deutsche Optische Museum (DOM) in Jena geliefert, und dort nach Fertigstellung des Museumsneubaus (vermutlich in 2027) im Rahmen einer Dauer Ausstellung zu sehen sein. Der Ausbau des Primärspiegels war aufgrund von Größe und Gewicht mit erheblichem Aufwand verbunden und bedurfte einer präzisen Vorbereitung. Dies war auch deshalb erforderlich, weil alle Arbeiten am PASM im Freien durchgeführt werden mussten. Das Flugzeug stand zu dieser Zeit ausserhalb des "Restoration Hangars" des Museums, die Unterbringung in einem geschlossenen Hangar war aufgrund der Größe des Flugzeugs unmöglich. Derzeit befinden sich alle drei Spiegel versandfertig im Hangar 703 in Palmdale. Von dort aus werden sie im Laufe des Jahres auf dem Seeweg nach Deutschland gebracht. Die gesamte Lieferung besteht aus vier Holzkisten und hat ein Gewicht von etwa 10 Tonnen.

Nach dem Ausbau der Spiegel wurde das Teleskop abschließend für die dauerhafte Lagerung und Ausstellung vorbereitet. Dazu wurden unter anderem alle Flüssigkeiten abgelassen (Kühlmittel, das Öl des hydrostatischen Lagers) und das Teleskop wurde fixiert. Damit wurden die Arbeiten am Flugzeug im Juni 2023 endgültig abgeschlossen. Alle weiteren Aktivitäten des Projektabschlusses finden ausschließlich im NASA Gebäude 703 in Palmdale statt. Aufgrund der umfangreichen Ausstattung und des vielfältigen Equipments am Standort Palmdale nahmen die Arbeiten zum Projektabschluss das komplette Jahr 2023 in Anspruch, sie werden sich noch bis in vierte Quartal 2024 fortsetzen. Im Anschluss werden die noch verbliebenen DSI-Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter ihre Abordnung nach Kalifornien beenden und nach Deutschland zurückkehren, sofern sie nicht aus persönlichen Gründen in den USA bleiben möchten. Gleichzeitig schließt auch die NASA das Gebäude 703, das AFRC bündelt dann alle Aktivitäten in seinem Standort auf der Edwards Airforce Base. Der ehemalige SOFIA-Standort, an dem auch andere Projekte im Bereich Airborne Science beheimatet waren, wird an den Eigentümer Los Angeles World Airport (LAWA) zurück gegeben.

FIFI-LS :

Das DSI hat in 2023 die Entwicklung und Vervollständigung der FIFI-LS Pipeline weiter vorangetrieben, nachdem diese Aktivitäten auf amerikanischer Seite eingestellt wurden. Essenziell sind neue Funktionalitäten für den relativ spät in der FIFI-LS Lebenszeit eingeführten “On the Fly” mapping mode. Unter anderem wurde eine neuartige Methode zum Ausgleich großer Differenzen in der Nod-Elevation erfolgreich getestet. Durch die Arbeit an der Pipeline wurden diverse Bugs in den File-Headern der Astrometrie und der Flusskalibration gefunden, deren Bearbeitung in 2024 fortgesetzt wird.

2.3 Arbeitsschwerpunkte der Zweigstelle ARC :

Die 2022 begonnene Entwicklung des modularen “Shack-Hartmann Instrument Fast-Tracked” (SHIFT) wurde 2023 abgeschlossen. SHIFT verfügt über einen Shack-Hartmann-Kanal und einen abbildenden Kanal, sowie eine interne Punktlichtquelle für Referenzmessungen. Das Mikrolinsenarray wurde von der Firma Optocraft in Erlangen entworfen und auf die Kamera montiert und justiert. In Labormessungen wurde das Instrument zunächst in seiner für das SOFIA-Teleskop (f/19) optimierten Standardkonfiguration getestet. Die ersten Messungen am Himmel sind jedoch mit dem Astronomischen Teleskop der Universität Stuttgart (ATUS) geplant. Inzwischen wurde das Instrument daher in die ATUS-Konfiguration (f/8) überführt, was die hohe Flexibilität des Instruments durch seinen modularen Aufbau demonstriert.

Parallel zur Fertigstellung der SHIFT-Hardware wurde im Jahr 2023 auch die SHIFT-Auswertesoftware weiterentwickelt. Durch die sehr gute Kenntnis der optischen Elemente des ATUS-Teleskops konnten mit Hilfe eines am DSI entwickelten Raytracing-Algorithmus verschiedene Spiegelfehlstellungen des ATUS-Teleskops und die daraus resultierenden Wellenfronten simuliert werden. Mit diesem Datensatz wurden Modelle trainiert, die schließlich den Raytracing-Algorithmus umkehren, d.h. aus der gemessenen Wellenfront direkt die Spiegelfehlstellung als Ergebnis liefern. So kann die Software aus den gemessenen Wellenfrontfehlern direkt die Spiegelfehlstellungen ausgeben, um diese zu korrigieren und die Abbildungsqualität des Teleskops zu optimieren.

Die Methode der Gaußprozess-Regression zur Modellierung von Lichtkurven und zur verbesserten Vorhersage von Sternbedeckungen wurde weiterentwickelt und an zahlreichen Datensätzen getestet. Bei Bedeckungen durch Körper mit einer Atmosphäre ist unter anderem die genaue Bestimmung der Zeitpunkte von Interesse, zu denen sich der gemessene Fluss des Zielsterns während Immersion und Emersion halbiert. Die Gaußprozess-Regression erlaubt deren Bestimmung ohne Modellannahmen und liefert gleichzeitig eine robuste, datenbasierte Abschätzung der Messunsicherheiten. Für eine symmetrisch ausgeprägte Atmosphäre erlauben diese Referenzpunkte eine geometrische Bestimmung der genauen Position des Objekts zum Zeitpunkt der Bedeckung, sofern Messungen von verschiedenen Standorten möglich waren. Das Verfahren wurde erfolgreich unter anderem anhand von Daten einer Sternbedeckung durch Pluto im August 2022 demonstriert, die zu einer Langzeitstudie der Entwicklung der Plutoatmosphäre beitragen.

Die öffentlich zugänglichen Daten der weiter andauernden Himmelsdurchmusterung der Zwicky Transient Facility (ZTF) erlauben Positionsmessungen von Kleinplaneten bei zahlreichen Epochen. Mittels Gaußprozessregression können die gemessenen Ablagen zu den seitens des JPL bereitgestellten Ephemeriden modelliert und Bedeckungsvorhersagen verbessert werden. Dies wurde unter anderem anhand von Bedeckungen des Kleinplaneten Chiron in 2018 und 2019 erfolgreich demonstriert. Ein interessanter Nebeneffekt ist dabei die Möglichkeit, Monde anhand der periodischen Ablage des Lichtschwerpunkts eines Körpers zu detektieren. Dank Gaußprozessregression konnte die Umlaufzeit von Charon, dem größten Mond des Zwergplaneten Pluto aus Zentroidenmessungen in ZTF-Daten exakt bestimmt werden; für das trans-Neptunische Objekt Haumea gelang der Nachweis des Mondes Hi'iaka. Ein Artikel zu diesem Verfahren wurde zum Jahresende zur Veröffentlichung eingereicht.

Eine im November begonnene Masterarbeit (M. Rothmeier) widmet sich der Beobachtung und Langzeitstudie von Transits sogenannter ultraheißer Jupiter, einer Klasse von extrasolaren Planeten, die ihr Zentralgestirn in sehr geringem Abstand mit einer demzufolge sehr kurzen Umlaufdauer umkreisen (< 3 Tage). Der Theorie nach verringert sich die Umlaufdauer dieser Planeten allmählich durch Gezeitenkräfte, bis diese von ihrem Zentralgestirn einverleibt werden. Für eine Detektion einer abnehmenden Umlaufperiode werden systematische Beobachtungen über einen großen Zeitraum benötigt - mehrere Transits pro Jahr über eine Zeitspanne von mehr als 10 Jahren. Aufgrund ihrer Häufigkeit und ihres Lichtabfalls sind Transits von ultraheißen Jupitern beliebte Ziele der Seminararbeiten. Die in den vergangenen Jahren gesammelten Transits können damit wertvolle Beiträge zu Langzeitstudien dieser Systeme liefern, insbesondere dank der Fähigkeit von ATUS zur präzisen Zeitreferenzierung aller Aufnahmen. In Zusammenarbeit mit weiteren Wissenschaftlern werden aktuell ATUS-Daten mit weiteren, an anderen Teleskopen gesammelten Beobachtungen kombiniert, um einen Datensatz über einen langen Zeitraum zu erstellen und ein ausgewähltes Exoplaneten-System auf eine möglicherweise bereits detektierbare Periodenabnahme zu prüfen. Weitere Arbeiten auf diesem Gebiet sind angedacht.

SMO Aktivitäten

Obwohl die Flugaktivitäten im letzten Jahr eingestellt wurden, war das SMO im Jahr 2023 sowohl mit Ramp-Down Aktivitäten als auch mit der begrenzten Datenreprozessierung der Zyklen 5 bis 9 und Aufarbeitung der Dokumentation sehr beschäftigt. Dabei stellte der SMO Deputy Director Bernhard Schulz weiterhin die Kommunikation mit der deutschen Seite sicher indem er an den regulären Managementbesprechungen teilnahm, dort über die DSI Aktivitäten berichtete und die Dokumentation und die Datenreprozessierung beratend begleitete. Dabei nahm er z.B. im Februar 2023 auch am "Mid-Project Review of SOFIA Documentation Effort" teil, bei dem eine Bestandsaufnahme des bereits Geleisteten durchgeführt wurde. Er beriet und unterstützte ebenfalls bei der Erstellung eines Vorschlags von USRA an die NASA zur Verlängerung und Vertiefung der damaligen SMO Aktivitäten zur Reprozessierung der Daten um ein weiteres Jahr. Leider wurden die meisten Vorschläge von NASA mit Hinweis auf die Finanzlage abgelehnt und eine Verlängerung lediglich um drei weitere Monate genehmigt.

Um trotz mangelnder finanzieller Unterstützung noch eine letzte Konferenz auf amerikanischer Seite mit SOFIA im Mittelpunkt zu realisieren, wurde ein sogenanntes Meeting-in-Meeting bei der AAS 2023 Sommerkonferenz in Albuquerque (4.-8.6.2023) mit dem Titel "Standing on the wings of SOFIA" organisiert und erfolgreich durchgeführt. Dessen wissenschaftliches Organisationskomitee schloss auch Maja Kazmierczak-Bartel und Bernhard Schulz vom DSI mit ein.

Das Astronomische Teleskop der Universität Stuttgart, ATUS

Mit der bevorstehenden Schließung der DSI-Standorte in Kalifornien und dem Rückumzug des Personals werden aktuell verschiedene Optionen geprüft, das Astronomische Teleskop der Universität Stuttgart (ATUS) an einem anderen Standort weiter zu betreiben. Hierzu wurde Kontakt zu verschiedenen astronomischen Instituten und Standortanbietern aufgenommen. Eine Entscheidung über den zukünftigen Standort von ATUS und das weitere Vorgehen wird im Laufe des Jahres 2024 erwartet.

3 Akademische Abschlussarbeiten

3.1 Masterarbeiten

Abgeschlossen: 2

Hofmann, Sonja: Analysis Regarding Performance of the Active Mass Damper System for SOFIA

Früh, Jonas: Opto-mechanical design of SOFIA's modular SShack-Hartmann Instrument Fast Tracked" (SHIFT) and an Off-Axis Guider for ATUS

4 Veröffentlichungen

4.1 In referierten Zeitschriften (7)

- Beck, A., Lebouteiller, V., Madden, S. C., et al.: Infrared view of the multiphase ISM in NGC 253. II. Modelling the ionised and neutral atomic gas. *A&A*, **680** (2023), A55
- Fadda, D., Colditz, S., Fischer, C., et al.: Characterization and Absolute Calibration of the Far-infrared Field Integral Line Spectrometer for SOFIA. *AJ*, **166(6)** (2023), 237
- Klein, R., Reedy, A., Fischer, C., et al.: The Photodissociation and Ionization Fronts in M17-SW Localized with FIFI-LS on Board SOFIA. *APJ*, **945(1)** (2023), 29
- Lê, N., Karska, A., Figueira, M., et al.: Far-infrared line emission from the outer Galaxy cluster Gy 3-7 with SOFIA/FIFI-LS: Physical conditions and UV fields. *A&A*, **674** (2023), A64
- Pahler, A., Böttger, J., Bougueroua, S., et al. 2023, *Advances in Space Research*, 71, 2702. doi:10.1016/j.asr.2022.11.031
- Sickafoose, A. A., Levine, S. E., Bosh, A. S., et al.: Material around the Centaur (2060) Chiron from the 2018 November 28 UT Stellar Occultation, *The Planetary Science Journal* 4:221 (2023)
- Vacca, W. D., Iserlohe, C., Shenoy, S., et al.: Probing the Atmospheric Precipitable Water Vapor with SOFIA, Part. IV. Water Vapor Estimates from FORCAST Grism Spectra. *PASP*, **135** (2023), 085001

4.2 Konferenzbeiträge (8)

- Beck, A., Fischer, C., Iserlohe, C., et al.: Infrared view of the multiphase ISM in NGC 253. In: *Physics and Chemistry of Star Formation: The Dynamical ISM Across Time and Spatial Scales. Proceedings of the 7th Chile-Cologne-Bonn Symposium, held 26-30 September, 2022 in Puerto-Varas, Chile.* Edited by V. Ossenkopf-Okada et al. ISBN: 978-3-00-074740-3. Published by Universitäts- und Stadtbibliothek Köln, 2023, p.93
- Bryant, A., Krabbe, A., Iserlohe, C., et al.: Far-Infrared Imaging Spectroscopy of the Galactic Centre's Circumnuclear Disk. In: *Physics and Chemistry of Star Formation: The Dynamical ISM Across Time and Spatial Scales. Proceedings of the 7th Chile-Cologne-Bonn Symposium, held 26-30 September, 2022 in Puerto-Varas, Chile.* Edited by V. Ossenkopf-Okada et al. ISBN: 978-3-00-074740-3. Published by Universitäts- und Stadtbibliothek Köln, 2023, p.54
- Fischer, C., Vacca, W., Iserlohe, C., et al.: Probing the ionized gas in the core and outburst of the nearby starburst galaxy M82 with FIFI-LS/SOFIA. In: *Physics and Chemistry of Star Formation: The Dynamical ISM Across Time and Spatial Scales. Proceedings of the 7th Chile-Cologne-Bonn Symposium, held 26-30 September, 2022 in Puerto-Varas, Chile.* Edited by V. Ossenkopf-Okada et al. ISBN: 978-3-00-074740-3. Published by Universitäts- und Stadtbibliothek Köln, 2023, p.90
- Klein, R., Reedy, A., Colditz, S., et al.: Radiative Feedback: Multi-line Study of the Photo-Dissociation Region M17-SW. In: *Physics and Chemistry of Star Formation: The Dynamical ISM Across Time and Spatial Scales. Proceedings of the 7th Chile-Cologne-Bonn Symposium, held 26-30 September, 2022 in Puerto-Varas, Chile.* Edited by V. Ossenkopf-Okada et al. ISBN: 978-3-00-074740-3. Published by Universitäts- und Stadtbibliothek Köln, 2023, p.154
- Schulz, B., Meixner, M.: Current And Future Space And Airborne Observatories For ISM Studies. In: *Ossenkopf-Okada, Volker., Schaaf, R., Breloy, I., Stutzki, J. (eds.): Physics and Chemistry of Star Formation Proc. of the 7th Chile-Cologne-Bonn-Symposium (2023), Seite 330–334*
- Sickafoose, A., Person, M., Zuluaga, C., et al.: Pluto's Atmosphere Persists, 55th Annual Meeting of the Division for Planetary Sciences, 1.-6.10 October, San Antonio, Texas,

id. 308.02

Person, M., Sickafoose, A., Levine, S., et al.: Triton's Changing Atmosphere, 55th Annual Meeting of the Division for Planetary Sciences, 1.-6.10., San Antonio, Texas, id. 323.06

Zinnecker, H. & Krabbe, A.: The Future of Far-Infrared Astronomy beyond SOFIA. In: Physics and Chemistry of Star Formation: The Dynamical ISM Across Time and Spatial Scales. Proceedings of the 7th Chile-Cologne-Bonn Symposium, held 26-30 September, 2022 in Puerto-Varas, Chile. Edited by V. Ossenkopf-Okada et al. ISBN: 978-3-00-074740-3. Published by Universitäts- und Stadtbibliothek Köln, 2023, p.341

4.3 Lehrtätigkeiten

Eine Zusammenstellung der vom DSI in 2023 betreuten Vorlesungen und Seminare findet sich in Tabelle 1.

Tabelle 1: Vorlesungen und Seminare.

Art	Titel	Umfang	Dozenten
<hr/> WS22/23 <hr/>			
Vorlesung	Astronomiemissionen	2 SWS	A. Krabbe, A. Beck
Vorlesung	Experimentelle Methoden der Infrarot-Astronomie I	2 SWS	A. Krabbe, M. Kazmierczak-Barthel, A. Beck
Vorlesung	Raumfahrt aus Leidenschaft	1 SWS	S. Fasoulas, S. Klinkner, A. Krabbe, R. Ewald, R. Srama
<hr/> SS23 <hr/>			
Vorlesung	Planetenmissionen	2 SWS	D. Mehlert, T. Keilig und Gäste
Vorlesung	Einführung in die Elektronik für Luft- und Raumfahrtingenieure	2 SWS	S. Klinkner, A. Beck, J. Burgdorf, C. Fischer
Vorlesung	Experimentelle Methoden der Infrarot-Astronomie II	2 SWS	C. Fischer, A. Beck, M. Kazmierczak-Barthel

Bernhard Schulz hielt am DSI die Gastvorlesung "Astronomical Data Processing" im Rahmen der Reihe "Experimentelle Methoden der Infrarot-Astronomie II".

Vom 5.6. bis 21.6. fand wie bereits in den Vorjahren das Seminar der Vorlesung "Experimentelle Methoden der Infrarotastronomie II" statt, das Studierenden praxinsnah die Grundlagen von astronomischen Beobachtungen, Beobachtungstechnik und Datenreduktion vermittelt. Nach einer Einführungsveranstaltung nutzen die Teilnehmer ATUS selbstständig für Messungen von Transits extrasolarer Planeten, werten die gewonnenen Daten aus und präsentieren die damit gewonnenen Ergebnisse in einer Seminararbeit mit kurzem Vortrag. Das Seminar wurde erstmalig seit der Pandemie wieder in Präsenz am RZBW durchgeführt, wo das Teleskop von einem dafür vorgesehenen Arbeitsplatz gesteuert werden kann. ATUS kam außerdem erneut für Live-Beobachtungen, u.a. während einer Vorlesung der Vorlesungsreihe Planetenmissionen zum Einsatz.

4.4 Gremientätigkeit

Sonstige Gremientätigkeiten

Dr. Christian Fischer ist Vollmitglied der German SOFIA Science Working Group (GSSWG).

Prof. Dr. Alfred Krabbe ist ex officio Mitglied der GSSWG, die zweimal im Jahr tagt, und stimmberechtigter Vertreter des DSI im Rat deutscher Sternwarten.
Prof. Dr. A. Krabbe nimmt an den halbjährlichen RDS Sitzungen teil.

Dr. Bernhard Schulz ist Mitglied bei: Astronomische Gesellschaft (Vollmitglied), European Astronomical Society (Affiliated), American Astronomical Society (Vollmitglied), GSSWG (ex officio Mitglied).

Jörg Wagner ist Mitglied im Fachausschuss "Inertialsensorik" der "Deutschen Gesellschaft für Ortung und Navigation" und im Programmkomitee der Tagung "Symposium on Inertial Sensors and Systems" (ISS).

4.5 Projekte der Abteilung Bildungs- und Öffentlichkeitsarbeit am Standort Stuttgart

Bildungsarbeit:

1. SOFIA Ambassador Programm (Mitflug deutscher Lehrkräfte): Aufgrund der Einstellung des SOFIA-Flugbetriebes wurde das Mitflugprogramm für die Lehrkräfte eingestellt. Die Lehrkräfte, die von ihren Mitflugerfahrungen in öffentlichen Vorträgen, in Schulen und im Unterricht berichten, haben vom DSI Informationsmaterial und Folien für Vorträge erhalten.

2. Bei der bundesweiten WE-Heraeus-Lehrerfortbildung zur Astronomie am Haus der Astronomie in Heidelberg wurden die anwesenden DSI-Netzwerklehrkräfte über Aktuelles zu SOFIA informiert. Beim SOFIA-Thementreff hat Dr. Safia Ouazi (Robert-Havemann-Gymnasium Berlin) eindrucksvoll gezeigt, wie sie ihre Mitflugerfahrung in ihren Unterricht einbringen kann. Die Lehrkräfte, die an einem SOFIA-Mitflug teilnehmen konnten, erschienen bei dieser Veranstaltung mit ihren blauen Mitflugjacken und wecken auch noch Jahre nach dem Mitflug Interesse und Begeisterung für das SOFIA-Projekt in ihrem Umfeld sowohl in der Schule als auch bei öffentlichen Vorträgen. Die Anwesenden haben betont, dass die Mitflugerfahrung nachhaltig ihren Unterricht prägt und sie damit die Jugendlichen im MINT-Bereich begeistern können.

3. Das DSI Schulnetzwerk wurde weiter gepflegt und regelmäßig mit Informationen zu SOFIA versorgt. Bei Bedarf und Möglichkeit wurden wie gewohnt Modellen, Experimentierkoffern, Wärmebildkameras und Infomaterial für verschiedene Schulveranstaltungen und öffentliche Vorträge zur Verfügung gestellt. Auch wurden die DSI-Netzwerkschulen kontinuierlich mit Info, Bild und Videomaterialien versorgt, die unter anderem in den Online-Unterricht eingebunden werden können.

4. Das SOFIA-Projekt konnte Schulklassen bei Institutsbesuchen vorgestellt werden. Das Interesse an dem Projekt ist nach wie vor sehr groß.

Öffentlichkeitsarbeit :

1. Nachhaltige Präsentation von SOFIA über das Ende des Projektes hinaus :

- Unterstützung der SOFIA Präsentation im Pima Air & Space Museum (PASM) und der University of Arizona (Tucson, Arizona) : Konzepterstellung in Hinblick auf den deutschen Beitrag (Teleskop, Instrumente, wissenschaftliches Erbe) sowie zur Verfügungstellung von Modellen und Materialien
- Unterstützung des Deutschen Optischen Museums in Jena bei der SOFIA Präsentation im Museum, bei der der Hauptspiegel des SOFIA-Teleskops im Zentrum stehen soll (Modelle und Materialien zur Verfügung gestellt)
- Kontaktaufnahme mit dem Arctic Center in Christchurch, bei dem SOFIA nach dem Umbau ab ca. 2027 mit präsentiert werden soll

- Erstellen eines Buch zum SOFIA Projekt und seinen Errungenschaften
- virtuelle SOFIA Tour

2. News, die auf die DSI Homepage veröffentlicht und per E-Mailverteiler und Soziale Medien verbreitet wurden:

- SOFIA findet ein neues Zuhause im Museum (13.1.)
- Schweres Sauerstoff-Isotop erstmals in der Hochatmosphäre der Erde nachgewiesen (3.2.)
- Sternentstehung in Höchstgeschwindigkeit (17.2.)
- SOFIA kartiert Wasservorkommen auf dem Mond (16.3.)
- SOFIA-Hauptspiegel ist ausgebaut (3.5.)
- SOFIA hilft bei der Entdeckung eines zerstörten Planetensystems (25.5.)
- SALSa - Magnetfelder in Galaxien (16.6.)
- Roadshow 'Universe on Tour' kommt nach Reutlingen, SOFIA ist mit dabei (6.7.)
- Faszination Schwarzer Löcher (19.7.)
- SOFIA weist erstmals direkt atomaren Sauerstoff in der Venus-Atmosphäre nach (7.11.)

3. Öffentlichkeitswirksame Veranstaltungen

- Roadshow 'Universe on Tour' in Reutlingen im Rahmen des Wissenschaftsjahres 2023 'Unser Universum' (Planetariumsshow & Begleitzelt mit Ausstellung) (12.-16.7.)
 - Organisation, Vorbereitung, Abstimmung mit der Astronomischen Gesellschaft sowie den lokalen Partnern
 - Filmmaterial für die Planetariumsshow zur Verfügung gestellt, verwendete Sequenzen ausgesucht
 - Ausstellungs- und Infomaterialien zusammengestellt
 - Betreuung vor Ort koordiniert
- SOFIA Präsentation beim Tag der Wissenschaft der Universität Stuttgart am (13.5.)
- Vorbereitung & Durchführung der SOFIA-Präsentation im Rahmen der Aktion Try Science der Universität Stuttgart (2.11.)
- Live-Video-Übertragung / Führung durch das PIMA Air and Space Museum inkl. Führung durch das SOFIA Flugzeug vor Ort in Tucson, Arizona
- SOFIA Führungen für verschiedenen Besuchergruppen am RZBW

4. Öffentlichkeitswirksame Vorträge mit dem Titel: SOFIA, die fliegende Infrarotsternwarte, 30. Juni, Volkshochschule Ludwigsburg

5. Polnische TV Produktion im PIMA Air and Space Museum innerhalb SOFIA. Interview mit Maja Kazmierczak-Bartel und Bernhard Schulz: "SOFIA - Astronarium episode 164" https://www.youtube.com/watch?v=08_-ey-sdBw

4.6 Nationale und internationale Tagungen

Vorträge:

Beck, A.: “Infrared view of the multi-phase ISM in the nucleus of NGC 253”, Jahrestagung der Astronomischen Gesellschaft, Berlin, 11.-15.9.

Bryant, A.: “Far-Infrared Imaging Spectroscopy of the Galactic Centre’s Circumnuclear Disk”, Galactic Center Workshop, Granada, Spanien, 24.-28.4

Bryant, A.: “Far-Infrared Imaging Spectroscopy of the Galactic Centre’s Circumnuclear Disk”, Jahrestagung der Astronomischen Gesellschaft, Berlin, 11.-15.9.

Fischer, C.: “Highlights of published and unpublished FIFI-LS/SOFIA Data”, Jahrestagung der Astronomischen Gesellschaft, Berlin, 11.-15.9.

Lischke-Weis, A.: Vortrag Thementreff ‘SOFIA’ bei der Bundesweite Wilhelm und Else Heraeus-Lehrerfortbildung zur Astronomie am Haus der Astronomie in Heidelberg, 9.11.

Schulz, B.: “SOFIA The End of the Mission”, SOFIA Seminar Videocon, 18.1.

Schulz, B.: “Das SOFIA Data Center (SDC)”, DSI/DLR Videocon, 16.2.

Schulz, B.: “German Open Time Program, Statu” und “SOFIA Data Center (SDC)”, GSSWG Videocon, 2.3.

Schulz, B.: “Projekt SOFIA Data Center (SDC)”, DSI All Hands Meeting, Palmdale, 24.5.

Schulz, B.: “Standing on the wings of SOFIA”, AAS Summer 2023 in Albuquerque, 4.-8.6.

Schulz, B.: “Astronomie über den Wolken: Highlights der fliegenden Sternwarte SOFIA”, Planetariumsvortrag Roadshow Reutlingen, 15.7.

Schulz, B.: “SOFIA Data Center”, GSSWG Videocon, 7.9.

Schulz, B.: “SOFIA’s Legacy and What Comes Next”, AG Tagung Berlin in Splinter Meeting: “SOFIA Scientific Highlights”, 14.9.

Schulz, B.: “SOFIA Data Center”, DLR/DSI Meeting in Palmdale, 27.10.

4.7 Kooperationen

Zusammenarbeit mit Wissenschaftlern am Massachusetts Institute of Technology (MIT), Planetary Science Institute (PSI) und Lowell Observatory auf dem Gebiet der Vorhersage, Messung und Auswertung von Sternbedeckungen durch Körper des Sonnensystems.

Zusammenarbeit mit Wissenschaftlern am Planetary Science Institute (PSI) und der Boise State University, Idaho bei einer Langzeitstudie der Umlaufdauer von ultraheißen Jupitern.

Kooperation mit Herrn Markus Demleitner vom Astronomischen Rechenzentrum der Uni Heidelberg zur technischen Umsetzung eines VO kompatiblen Wissenschaftsarchivs.

Im Bereich Datenanalyse und Astrophysik mit FIFI-LS bestanden bzw. bestehen Kooperationen mit den Arbeitsgruppen um J. Eislöffel und Bringfried Stecklum (TLS Tautenburg), L. Looney (University of Illinois), A. Karska (MPR + Nicolaus Copernicus University) sowie S. Madden (CEA).

Zusammenarbeit im Bereich der Modellierung des Interstellaren Mediums naher Galaxien mit der Arbeitsgruppe um Vianney Lebouteiller (CEA/Laboratoire Formation des Etoiles et Milieu Interstellaire, LFEMI)

5 Abkürzungsverzeichnis

AFRC	:	NASA Armstrong Flight Research Center, ehemals NASA Dryden Flight Research Center (DFRC)
ARC	:	NASA Ames Research Center
ATUS	:	Astronomical Telescope of the University of Stuttgart, siehe https://www.dsi.uni-stuttgart.de/forschung/atus.html
BMWK	:	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
CHC	:	Christchurch International Airport, Christchurch, Neuseeland
DLR	:	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.
DMA	:	Davis-Monthan Air Force Base, USA
DOM	:	Deutsches Optisches Museum, Jena, Deutschland
DSI	:	Deutsches SOFIA Institut
EDW	:	Edwards Air Force Base, USA
ESBO DS	:	European Stratospheric Balloon Observatory - Design Study
FAT	:	Fresno Yosemite International Airport, Fresno, USA
FIFI-LS	:	Far Infrared Field-Imaging Line Spectrometer
FMR	:	Flagship Mission Review
GSSWG	:	German SOFIA Science Working Group
HAM	:	Hamburg Airport Helmut Schmidt, Deutschland
HNL	:	Daniel K. Inouye International Airport, Honolulu, Hawai'i
IRS	:	Institut für Raumfahrtsysteme an der Universität Stuttgart
LAWA	:	Los Angeles World Airport
LHT	:	Lufthansa Technik
MPIA	:	Max-Planck-Institut für Astronomie
MSP	:	Minneapolis-Saint Paul International Airport, USA
NASA	:	National Aeronautics and Space Administration
NUQ	:	Moffett Federal Airfield, Moffett Field, USA
PASM	:	Pima Air and Space Museum, Tucson, Arizona, USA
PMD	:	Palmdale Regional Airport, Palmdale, USA
SCL	:	Arturo Merino Benítez International Airport, Santiago de Chile, Chile
SDC	:	SOFIA Data Center
SOFIA	:	Stratospheric Observatory For Infrared Astronomy
SMO	:	SOFIA Science Mission Operations
SOMER	:	SOFIA Operations & Maintenance Efficiency Review
TAC	:	Time Allocation Committee
ToO	:	Target of Opportunity
USRA	:	Universities Space Research Association
VHS	:	Volkshochschule
ZTF	:	Zwicky Transient Facility