

# 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 (BMWi), 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

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: 1*

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

*Professoren: 2*

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

*Wissenschaftliche Mitarbeiter: 28*

- Stuttgart : Andre Beck, Benjamin Greiner, Dr. rer. nat. Christof Iserlohe, Dr. rer. nat. Maja Kazmierczak-Barthel, Dr.-Ing. Thomas Keilig (Geschäftsleiter DSI), Serina Latzko
- AFRC : Michael Beck, Dr.-Ing. Christian Fischer, Nadine Fischer, Oliver Gerhard, Michael Hütwohl (Standortleiter, SOFIA Telescope Manager), Dr. rer. nat. Holger Jakob, Yannick Lammen, Dr.-Ing. Andreas Reinacher, Nico Scheiffert, Andreas Siggelkow, Julia Sothmann, Alexander Steidle, Rainer Valek, Dr.-Ing. Oliver Zeile
- ARC : Dr.-Ing. Sebastian Colditz, Friederike Graf, Dr.-Ing. Michael Lachenmann, Dr. -Ing. Enrico Pfüller, Karsten Schindler, Dr. rer. nat. Bernhard Schulz (stellvertretender SMO Direktor), Dr.-Ing. Manuel Wiedemann, Dr. rer. nat. Jürgen Wolf (Standortleiter)

*Doktoranden: 10*

Stuttgart : Andre Beck, Benjamin Greiner, Serina Latzko  
 Externe Doktoranden: Aaron Bryant, Rainer Hönle, Felix Rebell  
 Doktoranden am ESBO DS Projekt : Sarah Bouguéroua, Philipp Maier  
 ARC : Friederike Graf, Karsten Schindler

*Bachelor- und Masterstudenten: 3**Bachelorstudenten: 1*

AFRC : Kevin Waizenegger

*Masterstudenten: 2*

AFRC : Marcel Maier  
 ARC : Artur Kinzel

*Sekretariat und Verwaltung: 8*

Stuttgart : Julia Dancer (Verwaltung - Personal), Berta Friedrich (Verwaltung -  
 Rechnungswesen und Reisekosten), Barbara Klett (Sekretariat), Dr. rer.  
 nat. Antje Lischke-Weis (EPO), Dr. rer. nat. Dörte Mehlert (EPO), Kat-  
 ja Paterson (Verwaltung), Monika Rößler (Verwaltung - Finanzen)  
 AFRC : Nicole Grill (Assistenz Standortleiter)

*Technische Mitarbeiter: 7*

Stuttgart : Simon Beckmann  
 AFRC : Florian Behrens, Alexander Grill, Marco Lentini, Jean Michel Meyer,  
 Corvin Müller, Rainer Strecker

*Studentische Mitarbeiter: 12*

Stuttgart : Aaron Bryant, Sabina Hadzic, Andrea Hinkel, Tim Jacob, Roman Klä-  
 ger, Marcel Maier, Anja Mrzyglod, Mario Spahr, Tom Sören Stumpp,  
 Jos Vaihinger, Tobias Walther, Anke Winkler

*Praktikanten: 10*

AFRC : Julian Franquinet, Luis Gentner, Robert John, Robin Köhler, Abissan  
 Sunthararajan, Alexander Waldenmaier  
 ARC : Salih Baykal, Clemens Berger, Kyra Förster, Sven Zabel

*Gäste: 3*

Stuttgart : Aaron Bryant, Felix Rebell, Dr. rer. nat. Hans Zinnecker

**2 Wissenschaftliche Arbeiten****2.1 Wissenschaftliche Beobachtungsflüge mit SOFIA :**

Das Jahr 2019 hat in den USA mit dem längsten US Government Shutdown der Ge-  
 schichte begonnen. Bis zum 28.01.2019 waren alle NASA Zentren geschlossen und die  
 NASA-Mitarbeiter beurlaubt. Nach dem insgesamt 5-wöchigen Shutdown hat es weitere  
 zwei Wochen gedauert, bis SOFIA wieder einsatzbereit war.

Während der 1. Maintenance & Upgrade Downtime des Jahres 2019 vom 04.03.2019 bis  
 zum 10.04.2019 wurde vom DSI am SOFIA Teleskop der neue Sekundärspiegel Mecha-  
 nismus (SMM) mit dynamisch optimiertem Massering eingebaut. Ferner wurde während  
 dieser Downtime auch das unabhängige Active Mass Damper (AMD) System auf der Rück-  
 seite der Primärspiegelzelle eingebaut. Sowohl der neue SMA als auch das AMD-System  
 konnten bei einem Teleskop Check Flight (Flug #552) am 12.04.2019 im Flug aktiviert,  
 getestet und charakterisiert werden. Im Rahmen des Southern Hemisphere Deployment  
 2019 nach Christchurch (CHC), Neuseeland, waren insgesamt 32 Flüge geplant, von denen

allerdings wetterbedingt nur 25 Flüge durchgeführt werden konnten. Nach der Rückkehr aus Neuseeland folgte die 4 Wochen dauernde 2. Maintenance & Upgrade Downtime des Jahres 2019. Im September 2019 war SOFIA anlässlich der AG Jahrestagung “Mission to the Universe From Earth to Planets, Stars & Galaxies” vom 15. - 20.09.2019 zu Besuch am Stuttgarter Flughafen (STR). Von Stuttgart aus wurde dabei auch der erste Wissenschaftsflug von SOFIA über Europa durchgeführt.

Im Jahr 2019 fanden insgesamt 93 SOFIA Beobachtungsflüge mit insgesamt 5 verschiedenen Instrumenten statt (ohne technische Flüge):

| # Flüge | Flugnummer                     | Instrument                    | Cycle |
|---------|--------------------------------|-------------------------------|-------|
| 3       | #545 - #547                    | HAWC+                         | 6T    |
| 4       | #548 - #551                    | FIFI-LS                       | 6U    |
| 8       | #553 - #560                    | EXES                          | 6S    |
| 12      | #562 - #573                    | FIFI-LS                       | 7A    |
| 1       | #574                           | GREAT                         | 7B    |
| 2       | #575 - #576                    | Ferry Flights PMD-HNL-CHC     |       |
| 11      | #577 - #587                    | upGREAT u. 4GREAT von CHC aus | 7C    |
| 8       | #588 - #595                    | FORCAST von CHC aus           | 7D    |
| 6       | #596 - #601                    | HAWC+ von CHC aus             | 7E    |
| 2       | #602 - #603                    | Ferry Flights CHC-HNL-PMD     |       |
| 5       | #605 - #609                    | HAWC+                         | 7F    |
| 1       | #610                           | Ferry Flight PMD-STR          |       |
| 1       | #611                           | HAWC+ von STR aus             | 7F    |
| 2       | #612 - #613                    | Ferry Flights STR-MSP-PMD     |       |
| 8       | #614 - #621                    | HAWC+                         | 7F    |
| 9       | #622 - #630                    | FORCAST                       | 7G    |
| 10      | #631 - #640                    | FIFI-LS                       | 7H    |
| 7       | #641 - #644 und<br>#646 - #648 | GREAT                         | 7I    |

Tabelle 1: SOFIA Beobachtungs- und Transferflüge 2019 ohne technische Flüge. Der SOFIA Observing Cycle 7 begann am 27.4.2019.

## 2.2 FIFI-LS :

Das DSI betreut den Betrieb des abbildenden Spektrographen für den ferninfraroten Wellenlängenbereich FIFI-LS (Far Infrared Field-Imaging Line Spectrometer). FIFI-LS ist ein facility instrument (Principal Investigator: Prof. Dr. A. Krabbe) an Bord von SOFIA. Das DSI betreut die Astronomen die mit FIFI-LS beobachten zusammen mit den Kollegen von USRA. Dazu gehört die Überprüfung der technischen Umsetzungsfähigkeit eines Beobachtungsantrages (Technical Review, TR), die Erstellung astronomischer Beobachtungsskripte (Astronomical Observation Requests, AOR) in Phase II des Antragsprozesses und die Betreuung/Information der Wissenschaftler vor, während und nach FIFI-LS Beobachtungen. Das vom DSI eingeführte Prinzip des festen Ansprechpartners für jedes Proposal durch alle Phasen hindurch wird inzwischen auch von USRA umgesetzt. 2019 wurden 13 FIFI-LS TRs erstellt und in Phase 2 7 Beobachtungsanträge betreut. Das FIFI-LS Team verfolgte 2019 zudem eine enge Zusammenarbeit mit dem SOFIA Data Processing System Team zur Verbesserung der FIFI-LS Datenreduktionspipeline, der Thüringer Landessternwarte Tautenburg zur Verbesserung der atmosphärischen Kalibration von FIFI-LS Daten und den astronomischen Arbeitsgruppen um Leslie Looney (University of Illinois at Urbana-Champaign), A. Karska (NCU Torun), J. Pineda (JPL), M. Malcan (UCLA) und S. Madden (CEA) zur Unterstützung bei der FIFI-LS Datenanalyse.

### 2.3 Arbeitsschwerpunkte der Hauptgeschäftsstelle Stuttgart :

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 Lehrermittelflug-Programm "SOFIA German Ambassador Program" (SGAP) betreibt. Siehe auch <http://www.dsi.uni-stuttgart.de/bildungsprogramm/SGAP> (siehe auch Kapitel 5.3). Die Koordination der Nutzung von SOFIA durch die deutsche astronomische Community erfolgte in Stuttgart auch 2019 durch ein Peer-Review Verfahren bei dem die eingegangenen Beobachtungsanträge durch das unabhängige Time Allocation Committee (TAC) bewertet werden (siehe auch Kapitel 5.2).

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.

Ein Forschungsschwerpunkt am DSI ist das Zentrum unserer Milchstrasse. Im Zentrum unserer Milchstrasse befindet sich ein Schwarzes Loch in dessen Umgebung (0.5 pc) auffällig viele junge O/B/WR Sterne vorliegen. Einer der Fragen ist, ob sich diese Sterne trotz des gravitativen Einflusses des Schwarzen Loches dort gebildet haben oder nicht. Eine besondere Rolle kommt hier dem zirkumnuklearen Ring (Circum Nuclear Ring, CNR) in einem Abstand von etwa 5 pc zu. In 2019 wurde am DSI anhand von FIFI-LS Daten untersucht, ob die Dichte von Gaswolken in der CNR hoch genug ist, um diese zu stabilisieren und Sterne zu bilden (Iserlohe et al., 2019).

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. Linien wie z.B. [CII]@157  $\mu\text{m}$  und [OI]@63  $\mu\text{m}$  erlauben die Bestimmung von Anregungsbedingungen des interstellaren Gases in Photon Dominated Regions (PDR). Massive Sternentstehung wird anhand von höher ionisierten Linien wie [OIII]@52  $\mu\text{m}$ , [NIII]@57  $\mu\text{m}$  und [OIII]@88  $\mu\text{m}$  in HII Regionen untersucht. FIFI-LS erlaubt erstmals Messungen der [OIII]@52  $\mu\text{m}$  Linie mit hoher Auflösung. Damit kann die Dichte der HII Regionen direkt bestimmt werden. Durch das schnelle SOFIA Teleskop sind großflächige Kartierungen z.B. von [CII] in den Outflows von M82 und NGC 253 möglich.

Diesen Themen widmen sich die Doktoranden Andre Beck, Aaron Bryant, Rainer Hönle und Serina Latzko sowie der wissenschaftliche Mitarbeiter Dr. Christof Iserlohe.

Ein weiteres Forschungsfeld ist ESBO DS (European Stratospheric Balloon Observatory - Design Study), ein europäisches Forschungsprojekt, das den Weg für ein breit zugängliches, regelmäßig fliegendes astronomisches Observatorium auf Basis von wissenschaftlichen Stratosphärenballons bereiten soll. Im Rahmen des dreijährigen Pilotprojektes (Beginn am 01. März 2018) wird unter anderem die UV-Prototypmission STUDIO (Stratospheric UV Demonstrator of an Imaging Observatory) entwickelt. Das Projektkonsortium wird vom Institut für Raumfahrtssysteme (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. ESBO DS wird im Rahmen des Horizont 2020 Förderprogramms für Forschung und Innovation der Europäischen Union unter Zuwendungsvereinbarung 777516 finanziert.

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 (Projektleiter Dr. Christof Iserlohe, Stuttgart).

## 2.4 Arbeitsschwerpunkte der Zweigstelle AFRC :

Das NASA Neil A. Armstrong Flight Research Center im kalifornischen Palmdale am Rande der Mojave-Wüste gelegen, ist der operative Standort und Heimatflughafen des SOFIA Observatoriums. Die Arbeit des dort ansässigen DSI-Teams mit einer Personaldecke von rund 25 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der verschiedensten Fachrichtungen hat im Wesentlichen zwei Zielrichtungen: Einerseits den operativen Betrieb des SOFIA-Teleskops, andererseits seine Verbesserung, Weiterentwicklung und die langfristige Sicherstellung seiner Betriebsbereitschaft.

Aus operativer Sicht begann das Jahr 2019 wenig erfreulich. Aufgrund politischer Differenzen in Washington kam es ab Mitte Dezember 2018 zu einem sogenannten US Government Shutdown, der die teilweise oder vollständige Schließung diverser öffentlicher Einrichtungen zur Folge hatte. Davon war auch die NASA und somit auch das SOFIA Programm betroffen. Die Folge war nicht nur die Absage des SOFIA Besuchs auf dem 233. Treffen der American Astronomical Society (AAS) in Seattle, Washington, sondern auch der Ausfall des Wissenschaftsbetriebs im gesamten Januar. Erst im Februar konnte der regelmäßige Flugbetrieb wieder aufgenommen werden.

Neben dem regulären Wissenschaftsbetrieb am Standort Palmdale, der im Abstand von etwa dreieinhalb Monaten jeweils von einer dreiwöchigen Wartungsphase unterbrochen wird, stand das vergangene Jahr ganz im Zeichen von zwei SOFIA-Deployments an andere Standorte. Im Juni und Juli operierte SOFIA für die Dauer von zwei Monaten aus Christchurch, Neuseeland, um von dort die südliche Hemisphäre zu beobachten. In diesem Jahr kamen dabei drei unterschiedliche Instrumente zum Einsatz: Neben dem deutschen Instrument GREAT auch die beiden US-Instrumente HAWC+ und FORCAST. Im September folgte dann der Besuch in Stuttgart aus Anlass der dort stattfindenden Jahrestagung der deutschen Astronomischen Gesellschaft (AG).

Insgesamt verlief der operative SOFIA-Betrieb aus DSI-Sicht sehr erfolgreich. Störungen konnten schnell und unproblematisch behoben werden, in der Regel am gleichen Tag oder am Folgetag. Eine Flugrate von vier aufeinander folgenden Flügen pro Woche wird vom DSI standardmäßig unterstützt. Und obwohl bei Wissenschaftskampagnen die Anwesenheit eines DSI-Teleskopingenieurs an Bord eigentlich nicht erforderlich ist - die Bedienung des Teleskops erfolgt durch die USRA Teleskop Operator (TO) - so waren doch bei einer Vielzahl von Flügen DSI-Experten dabei, um bei möglichen Problemen zu helfen, Wissen an TOs zu vermitteln oder neue Funktionen zu testen. Dies gilt insbesondere für die Flüge während eines Deployments, den jeweils ersten Flug einer Flugserie oder andere Flüge von besonderer Bedeutung, z.B. mit Gästen oder zur Inbetriebnahme neuer Instrumente.

Die hohe Zuverlässigkeit des SOFIA-Teleskops hat in hohem Maße mit der Verfügbarkeit von Ersatzteilen und Line Replaceable Units (LRUs) zu tun. Diese ermöglichen es komplexe Subsysteme im Fehlerfall in wenigen Stunden zu tauschen und so die Einsatzbereitschaft des Observatoriums zu gewährleisten. Daher ist es nicht verwunderlich, dass ein großer Teil der Arbeit des Engineering Teams in die Entwicklung, Qualifikation und Bereitstellung solcher Systeme geflossen ist. Diese umfassen mechanische, vor allem aber auch elektrische und elektronische Einheiten des Teleskops, von der Stromversorgung über Kommunikationssysteme bis hin zu Einheiten zur Steuerung des Sekundärspiegels und der Ausrichtung des Teleskops. Aufgrund des bereits fortgeschrittenen Alters vieler Systeme, jedenfalls im Maßstab moderner Mikroelektronik, ist ein einfacher Nachbau solcher LRUs in der Regel nicht mehr möglich. Bauteile und Komponenten sind schlicht nicht mehr verfügbar. Meist handelt es sich daher um ein komplettes Reengineering, in dessen Rahmen dann auch funktionale Verbesserungen und Performancesteigerungen eingebracht werden. Zudem sind umfangreiche Qualifikationsmaßnahmen erforderlich, um die Tauglichkeit der Systeme für den Einsatz unter Luftfahrtbedingungen nachzuweisen. Dazu gehören Vibrations-, Druck- und Temperaturtests. Die Entwicklung und Fertigung solcher Ersatzsysteme erfolgt praktisch vollständig innerhalb des DSI, von der Fertigung mechanischer Bauteile in der eigenen Werkstatt, über die Elektronikentwicklung bis hin zu Integration und Test. Lediglich die Fertigung von PCBs, die Herstellung großer oder sehr komplexer mechanischer Bauteile oder einfache Integrations- und Verdrahtungsarbeiten werden an

Zulieferer ausgelagert.

Um die für den Einsatz im Flugzeug notwendige Qualität aller Bauteile und Systeme nachzuweisen, aber auch um die Einhaltung aller NASA- und Luftfahrtregeln sicherzustellen, verfügt das DSI in Palmdale über eine Qualitätsabteilung, die in enger Zusammenarbeit mit der NASA QA genau das gewährleistet. Dies beginnt bereits bei der Auswahl von Lieferanten, umfasst die Auditierung von Fertigungsbetrieben, die Kontrolle im Wareneingang und die Überwachung der internen Fertigungsschritte und Arbeitsprozesse, z.B. bei der Installation von Wissenschaftsinstrumenten. Auch die Dokumentation und elektronische Archivierung aller relevanten Dokumente fällt in den Verantwortungsbereich dieser Gruppe. Und auch in diesem Bereich wurden im Jahr 2018 wesentliche Fortschritte erzielt, ein großer Teil der Teleskopdokumentation ist bereits im NASA Dokumentensystem WINDCHILL verfügbar.

Neben dem operativen Betrieb von SOFIA am Heimatflughafen und auf Deployments und der Bereitstellung von LRUs sind die Entwicklung und kontinuierliche Verbesserung der Teleskop-Hard- und Software ein wesentliches Tätigkeitsfeld des DSI in Palmdale. Alle Systeme zur Steuerung, Positionierung und Stabilisierung des Teleskops beinhalten neben der mechanischen und elektronischen Hardware umfangreiche Softwarepakete, die permanent gepflegt und erweitert werden müssen. Aus dem Bereich der Teleskoperweiterung sollen für das Jahr 2019 aus Palmdale drei Arbeitsgebiete an dieser Stelle beispielhaft erwähnt werden.

Wie bereits im Vorjahr an dieser Stelle erwähnt, ist der komplexe Sekundärspiegelmechanismus (SMM), der den zweiten Spiegel im optischen Pfad des Teleskops trägt und für die Fokussierung und das Choppen verantwortlich ist, ein wichtiger Ansatzpunkt zur Optimierung der Teleskopperformance. Im derzeitigen SMM wird durch den Kompensationsring, eine ringförmige Reaktionsmasse als Gegengewicht zur Chop-Bewegung, eine Resonanz bei 300Hz angeregt, die zu einer merklichen Erhöhung des Bild-Jitters führt. Um diese Störung zu beseitigen, wurde der Ring derart umgestaltet, dass bei gleicher Masse der Großteil der Masse in den Aufhängungspunkten des Ringes konzentriert wird. Dies wird durch eine Aufteilung des Ringes in schwere Wolframteile und leichte AlSiC-Segmente erreicht. Diese Materialkombination führt neben der deutlichen Massekonzentration auch zu einer verbesserten Steifigkeit des Ringes. Die Beseitigung der Resonanz bei 300Hz ermöglicht neben einer Reduktion des Jitters auch eine aggressivere Auslegung des Reglers, was zu einem schnelleren Übergang zwischen den Chop-Positionen führt. Im April 2019 wurde nach umfangreichen Labortests der neue SMM in das Teleskop integriert und in Betrieb genommen. Und in der Tat zeigen die Messergebnisse, dass die Resonanz bei 300Hz vollständig verschwunden ist und der Bildjitter dadurch um mindestens 30% reduziert werden konnte. Der neue SMM ist standardmäßig auf SOFIA im Einsatz, der ursprüngliche SMM wird in Zukunft auf den neuen Stand angepasst, um im Bedarfsfall als Ersatzteil mit gleicher Performance zur Verfügung zu stehen.

Das SOFIA Teleskop verfügt über ein sogenanntes Active Mass Damping System (AMD), welches zur Reduktion des Bildjitters dient. Es wurde im Jahr 2011 bereits versuchsweise seitens der NASA in Betrieb genommen, seither aber nicht wieder aktiviert und ist daher nicht Bestandteil der regulären Konfiguration des Observatoriums. Das AMD-System besteht aus sechs aktiv gesteuerten Reaktionsmassen, die auf der den Primärspiegel tragenden Struktur (Whiffle Tree) montiert sind. Auf Basis von Beschleunigungssensordaten werden die Reaktionsmassen so gesteuert, dass sie Bewegungen und Vibrationen des Primärspiegels entgegenwirken und so den Bildjitter reduzieren. Die Verantwortung für Betrieb und Weiterentwicklung des AMD Systems wird in naher Zukunft von der NASA an das DSI übergehen. Daher war es im vergangenen Jahr die vorrangige Aufgabe das System inklusive seiner Aktuatoren, Sensoren, Verkabelung und Steuer- und Rechensystemen wieder in einen einwandfreien Zustand zu bringen, in dem es an das DSI übergeben werden kann. Dies ist unter erheblicher Mitarbeit des DSI gelungen. Inzwischen konnte in diversen Tests im Flug nachgewiesen werden, dass das AMD System den Bildjitter deutlich reduziert. Das Wissenschaftsinstrument EXES, das als Schlitz Spektrometer besonders von geringem Bildjitter profitiert, hat aktiv den Einsatz der AMDs angefordert. Erste Tests haben mit

guten Ergebnissen stattgefunden. Die bisherigen Steueralgorithmen reduzieren insbesondere Störungen und Moden im Frequenzbereich von 70-75 Hz. Dies wird in Zukunft auf andere Moden erweitert werden.

Die in SOFIA zur Ausrichtung des Teleskops verwendeten Gyroskope erreichen zwar eine sehr hohe Genauigkeit, allerdings ist die systembedingte Drift für die Beobachtung nicht zu vernachlässigen. Aus diesem Grund wird ein "Star-Tracking"-Algorithmus angewendet. Das aktuelle Verfahren sieht vor, dass ein Telescope Operator (TO) geeignete Sterne ausfindig macht und um diese "Areas of Interest" (AOI) definiert. Da diese Methode allerdings eine teils intensive Vorbereitung des TO benötigt und während des Fluges einen nicht unerheblichen Zeitaufwand mit sich bringt, liegt die Überlegung nahe, diesen Algorithmus zu einem "Full Frame Tracker" weiterzuentwickeln. In einem ersten Schritt soll dabei die Sternerkennung automatisiert werden. Ein "SourceExtractor" (SE) identifiziert die Sterne im gesamten Bild automatisch, sodass der TO selbst aktiv keine AOI mehr auswählen muss. Des Weiteren wird ein "Multi-Object-Tracker" (MOT) entwickelt, welcher bereits mit ein oder zwei Objekten zuverlässig arbeiten kann und auch die "Rotation Of Field" (ROF) korrigieren kann. Ein Prototyp mit diesen Funktionen wurde bereits fertiggestellt. Er wird nun unter simulierten Beobachtungsbedingungen getestet. Später soll dieser Algorithmus auf die drei Imager von SOFIA angewendet werden, sodass alle zur Verfügung stehenden Ressourcen verwendet werden, um eine maximale Genauigkeit und Zuverlässigkeit zu erzielen. Damit unterstützt das DSI das Ziel der NASA die Arbeitslast der Mission-Crew zu reduzieren.

In Palmdale wird auch die Arbeit mit dem Wissenschaftsinstrument FIFI-LS in allen Bereichen unterstützt. Die Vorbereitung des Instrumentes für eine Flugserie (Checkouts, Cool-down, Laborkalibration) bis hin zur Installation am Teleskop werden hier koordiniert und in Zusammenarbeit mit USRA durchgeführt. Das DSI unterstützt zudem den gesamten Beobachtungsprozess mit FIFI-LS. Dabei werden Wissenschaftler beim Einreichen von Proposals beraten und technische Reviews durchgeführt. Beobachtungsdetails (AORs) werden zusammen mit den Gastwissenschaftlern erstellt, die Beobachtungen im Flug koordiniert und die Wissenschaftler bei der Arbeit mit den gewonnenen Daten unterstützt. Die finale Vorbereitung und Skriptung aller Beobachtungen findet durch das DSI statt. Auch werden alle nötigen Parameter zur Borsight und zum Fokus im Flug bestimmt und in Echtzeit ausgewertet.

#### *SMO Aktivitäten:*

An dem 5 Year Flagship Mission Reviews (FMR) für SOFIA wirkte Bernhard Schulz auf SMO Seite in allen Phasen mit. Dazu zählten neben der Mitwirkung beim Schreiben der verschiedenen Teile des Proposals, der Teilnahme an Testreviews und der Begleitung von zwei Mitgliedern des FMR Untersuchungsausschusses bei einem Wissenschaftsflug auch die Sicherstellung der adäquaten Beteiligung von DSI Mitarbeitern aus Palmdale und Ames. Insbesondere gab Bernhard Schulz bei dem Lokalbesuch des Ausschusses bei Ames einen Kurzvortrag zur deutschen Rolle im Projekt und hatte am folgenden Tag ein längeres persönliches Gespräch mit einem der Ausschussmitglieder.

In der Nachbearbeitung zum FMR war Bernhard Schulz Teil eines strategischen Führungsteams, welches in einer Serie von Besprechungen eine Vision für SOFIA's Zukunft und einen daraus folgenden Maßnahmenkatalog entwickelte. Dieser berücksichtigt alle FMR Empfehlungen und unterteilt sich in die Hauptthemen: Wirkung, Produktivität und Effizienz, mit dem Ziel einflußreicherer Entdeckungen, qualitativ hochwertigerer Daten und effizienterer Nutzung des Observatoriums. Dieser Mitwirkung ist eine bessere Berücksichtigung der Interessen des deutschen Partners und insbesondere der besseren Einbeziehung der Wissenschaftler des DSI in die Kommunikation des SMO in den Plan zu verdanken.

Zur Aufrechterhaltung der Kommunikation mit der deutschen astronomischen Fachwelt nahm Bernhard Schulz an GSSWG Besprechungen teil und hielt Seminarvorträge an der Universität Kiel, dem MPE in Garching, der Hamburger Sternwarte, der Universität Kassel und der Sternwarte Tautenburg. Weitere Vorträge vor internationalem Publikum über

SOFIA wurden beim SOFIA Workshop auf Schloß Ringberg und der SPICA Konferenz in Kreta gehalten. Außerdem hielt Bernhard Schulz eine Vorlesung über Astronomische Datenverarbeitung am DSI und präsentierte Fortschritte bei der Erstellung des Herschel-SPIRE Punktquellenkatalogs beim SOFIA Staff Science Symposium #5 in Morgan Hill.

Der Besuch von SOFIA in Stuttgart und die zeitgleiche AG Tagung wurden von Bernhard Schulz bei der Vorbereitung und mit Begleitung des ersten deutschen Wissenschaftsflugs unterstützt. Dabei half er auch mit wissenschaftlicher Beratung zum Drehbuch der mitfliegenden Sendung mit der Maus, sowie der Organisation des AG Splintermeetings "Future Astronomical Opportunities in Stratosphere and Space".

Zur Auswahl des SOFIA Wissenschaftsprogramms nahm Bernhard Schulz auch dieses Jahr wieder als Beobachter an den Beratungen des deutschen TAC Ausschusses, des amerikanisch/deutschen Legacy Ausschusses und der abschließenden Beratung der Vorsitzenden aller TAC Gremien Teil. In Nachbesprechungen wurden Verbesserungen für den nächsten Zyklus geplant.

## 2.5 Arbeitsschwerpunkte der Zweigstelle ARC :

Die Hardwarekomponenten der neuen Sucher- und Nachführkameras für SOFIA, Fine Field Imager (FFI+) und Wide Field Imager (WFI+), wurden fertiggestellt bzw. geliefert. Die FFI+ Optik wurde ersten Tests am Himmel und in einer Klimakammer (bei bis zu  $-60^{\circ}\text{C}$  und 0,1 bar) unterzogen. Die FFI+ Optik (300mm,  $f/2,2$ ) ist so entworfen, dass sie trotz der großen Temperaturunterschiede zwischen Betrieb am Boden und in der Stratosphäre (bis zu 80 K) nicht aktiv fokussiert werden muss. Die eigens für FFI+ und WFI+ entworfenen Filterräder wurden gefertigt, zusammgebaut und getestet.

Ein neuer, aggressiverer Regler für den Hauptregelkreis (Fine Drive) zur Lagestabilisierung des SOFIA Teleskops im Flug wurde entwickelt und im Flug getestet. Der Regler hat eine höhere Bandbreite als der bisherige und kann dadurch Störungen im unteren Frequenzbereich ( $<10\text{ Hz}$ ) deutlich besser kompensieren. Erste Ergebnisse zeigen eine deutliche Verbesserung der Lagestabilisierung, insbesondere in der Elevationsachse. Es wurde zudem der Feedforward-Regler zum Sekundärspiegel neu ausgelegt. Dadurch können auch höherfrequente Anregungen kompensiert werden. Erste Flugtests bestätigen die Simulationsergebnisse. Um die Bildqualität auf SOFIA weiter zu optimieren, wurden Flugdaten mit 13 Beschleunigungssensoren an den Spiegeln aufgenommen. Ein darauf basierender Schätzer für die Bildbewegung aufgrund von Deformationen der Teleskopstruktur wurde entwickelt. Erste Simulationsergebnisse mit diesem Schätzer sagen eine Reduktion der schnellen Bildbewegung um den Faktor 2-3 voraus.

Die Steuerungssoftware von FIFI-LS wurde kontinuierlich verbessert um die Beobachtungseffizienz zu erhöhen. Insbesondere wurde ein neuer Beobachtungsmodus für On-the-fly-Mapping implementiert. Für Beobachtungen ausgedehnter heller Quellen hat dieser Modus das Potential die notwendige Beobachtungszeit um 30% zu reduzieren.

Im Jahr 2019 gab es keine Beobachtungsvorschläge für den Focal Plane Imager FPI+ als Wissenschaftsinstrument. Mangels geeigneter Bedeckungsereignisse im Jahr 2019 wurden auch hierfür keine Beobachtungsanträge gestellt. Zahlreiche Ingenieursmessungen zur Lagestabilität des SOFIA Teleskops wurden mit schnellen Bildsequenzen des FPI+ unterstützt. Der Antrag zum Ausbau des FPI+ mit einer NIR Kamera wurde von NASA hoch bewertet, jedoch letztlich nicht finanziert. Die Bemühungen an verschiedenen Stellen eine Finanzierung dafür zu finden dauern an.

Das Projekt zur Entwicklung eines Shack-Hartmann Instruments für SOFIA wurde dem Programm Management vorgestellt. Die Vorstellung verlief positiv und die Projektleitung erkennt die Notwendigkeit eines solchen Messinstruments an. Bevor Programm Ressourcen zugeordnet werden, sollte der Projektplan mit Details zu notwendigem Personal und Zeit ergänzt werden. Dies ist zwischenzeitlich in Zusammenarbeit mit NASA Quality Assurance geschehen. Außerdem wurde das optische und mechanische Design überarbeitet sowie die Funktion ergänzt, die Eintrittspupille des SOFIA Teleskops abbilden zu können.

Das Astronomische Teleskop der Universität Stuttgart (ATUS) ist ein vom DSI betriebenes 0.6 m Ritchey-Chrétien Teleskop in der kalifornischen Sierra Nevada, welches vollständig über das Internet ferngesteuert wird. ATUS wird aktiv in der Forschung und Lehre des Instituts verwendet, z.B. um Studenten eine Einführung in die Astronomie und der Fernsteuerung komplexer Systeme zu geben. Darüber hinaus dient das Teleskop als Testplattform für neue Hard- und Software für den späteren Einsatz auf SOFIA. Im Jahr 2019 wurde das Ziel weiterverfolgt, zukünftig alle Peripheriegeräte über die s.g. ASCOM Plattform ansteuern zu können. Dadurch wird das gesamte System skriptfähig, was Möglichkeiten für eine Automatisierung von Betriebsabläufen ohne proprietäre Software eröffnet. Außerdem ist es dank der ASCOM Alpaca API nun möglich, die Ansteuerung sämtlicher Hardware und die Benutzeroberfläche zur Steuerung des Gesamtsystems auf zwei getrennten PCs auszuführen. Bisher musste zur Steuerung des Teleskops direkt auf den lokal am Teleskop angeschlossenen PC über eine Remote Desktop Verbindung zugegriffen werden; der damit verbundene Overhead beim Fernzugriff auf die grafische Benutzeroberfläche des Betriebssystems kann nun eliminiert und der Datenverkehr damit wesentlich reduziert werden. Weiterhin wurde eine neue Gegengewichtsstange entworfen und gefertigt, die das polare Massenträgheitsmoment des Instruments deutlich reduzieren und die niedrigste Eigenfrequenz erheblich steigern soll. Diese Modifikation soll insbesondere ermöglichen, sich schnell über den Himmel bewegende erdnahe Objekte und Satelliten zukünftig stabil tracken zu können.

### 3 Akademische Abschlussarbeiten

#### 3.1 Masterarbeiten

*Abgeschlossen: 2*

- ARC : Burghaus, H.: "Prediction of Stellar Occultations by Solar System Bodies for Observations with SOFIA"  
 Kinzel, A.: "The optical alignment of telescopes using Shack-Hartmann images"

### 4 Veröffentlichungen

#### 4.1 In referierten Zeitschriften (5)

- Cesaroni, R.; Beuther, H.; Ahmadi, A.; et al., 2019, IRAS 23385+6053: an embedded massive cluster in the making, *A&A*, 627, id.A68, 14 pp.
- Iserlohe C., Bryant A., Krabbe A., et al., 2019, FIFI-LS Observations of the Circumnuclear Ring - Probing the High-density Phase of the PDR, *ApJ*, 885, 169, DOI: 10.3847/1538-4357/ab391f
- Niklaus, M.; Zhan, K.; Wagner, J. 2019, Gyrolog - Creating a 3-Dimensional Digital Collection of Classical Gyro Instruments, in: Hecker, P. (Hrsg.): Proc. of the 2019 DGON Inertial Sensors and Systems (Braunschweig, September 10-11, 2019). Piscataway, NJ: IEEE, 2019, pp. 1.1-1.23
- Sickafoose A.A., Bosh A.S., Levine S.E., et al., 2019, A stellar occultation by Vanth, a satellite of (90482) Orcus, *Icarus*, 319, p. 657-668.
- Smirnova-Pinchukova I., Husemann B., Busch G., et al., 2019, The Close AGN Reference Survey (CARS). Discovery of a global [C II] 158  $\mu\text{m}$  line excess in AGN HE 1353-1917, *A&A*, 626, id.L3, 7 pp.

## 5 Lehrtätigkeit, Prüfungen und Gremientätigkeit

### 5.1 Lehrtätigkeiten

Das DSI hat 2019 folgende Vorlesungen und Seminare veranstaltet:

| Art                 | Titel                                              | Umfang | Dozenten                                                                 |
|---------------------|----------------------------------------------------|--------|--------------------------------------------------------------------------|
| <hr/> WS18/19 <hr/> |                                                    |        |                                                                          |
| Vorlesung           | Astronomiemissionen                                | 2 SWS  | A. Krabbe, S. Latzko und Gäste                                           |
| Vorlesung           | Experimentelle Methoden der Infrarot-Astronomie I  | 2 SWS  | A. Krabbe, M. Kazmierczak-Barthel, S. Latzko                             |
| Vorlesung           | Raumfahrt aus Leidenschaft                         | 1 SWS  | R. Srama, R. Ewald, S. Fasoulas, S. Klinkner, A. Krabbe, S. Schlechtriem |
| <hr/> SS19 <hr/>    |                                                    |        |                                                                          |
| Vorlesung           | Elektronik für Luft- und Raumfahrttechnik          | 2 SWS  | A. Krabbe, S. Klinkner, M. Böttcher, M. Kazmierczak-Barthel              |
| Vorlesung           | Planetenmissionen                                  | 2 SWS  | A. Krabbe, T. Keilig und Gäste                                           |
| Vorlesung           | Experimentelle Methoden der Infrarot-Astronomie II | 2 SWS  | A. Krabbe, M. Kazmierczak-Barthel                                        |
| Seminar             | Experimentelle Methoden der Infrarot-Astronomie II |        | K. Schindler, A. Beck, S. Latzko, J. Wolf                                |

Im Seminar führen Studenten selbstständig Messungen von Exoplanetentransits mit ATUS (Astronomical Telescope of the University of Stuttgart) durch und werten die gewonnenen Daten aus.

### 5.2 Gremientätigkeit

*SOFIA Time Allocation Committee, TAC)*

Das diesjährige, vom DSI organisierte, Komitee zur Beurteilung eingereicherter deutscher Beobachtungsanträge für SOFIA (Time Allocation Committee, TAC), fand am 7. bis 9. Oktober in Stuttgart statt. Das letztjährige Experiment, die Komitees der deutschen und amerikanischen Programme am gleichen Ort tagen zu lassen, wurde aus Mangel an signifikanten Vorteilen nicht wiederholt. Wie im letzten Jahr waren auf deutscher Seite 34 Beobachtungsanträge zu beurteilen. Nach Vergabe von Noten zwischen 5 und 1, ordneten die Gutachter des Komitees die Anträge in eine Rangordnung als Empfehlung an den stellvertretenden SMO Direktor. Als Gutachter wurde der Vorsitzende Floris van der Tak (SRON, Universität Groningen, Niederlande) unterstützt von Gesa Bertrang (MPIA, Heidelberg), Dominik Bomans (Ruhr-Universität, Bochum), Hans Ulrich Käufl (ESO, Garching), Ralf Klessen (Universität Heidelberg), Suzanne Madden (CEA Saclay, Paris, Frankreich), Thomas Wilson (MPI für Radioastronomie, Bonn) und Hans Zinnecker (Universidad Autonoma de Chile, Santiago de Chile, Chile; DSI/Universität Stuttgart). Dieses Jahr war die Diskrepanz zwischen erwarteter und tatsächlich zur Verfügung stehender Beobachtungszeit durch ein größeres anstehendes Wartungsereignis, den sogenannten C-Check, besonders groß. Dies führte, zusammen mit der deutlich größeren Nachfrage nach populären Regionen am Himmel, dazu, dass mehrere Anträge trotz hoher Benotung keine Beobachtungszeit bekommen konnten. Nach entsprechender Machbarkeitsanalyse des SMO und Verhandlungen mit dem SMO Direktor, teilte der stellvertretende SMO Direktor, als Verantwortlicher für die deutsche Programmauswahl, unter Berücksichtigung der TAC Empfehlungen, 3 Anträ-

ge in Kategorie I (WILL DO), 4 Anträge in Kategorie II (SHOULD DO) und 6 Anträge in Kategorie III (DO IF TIME AVAILABLE) ein. Ein weiterer Antrag wurde als Target of Opportunity (ToO) akzeptiert, was Kategorie I gleichkommt. Diesen Kategorien wurden von den 169.4 beantragten Stunden insgesamt 62.8 Stunden Beobachtungszeit (EXES: 5.3 Std., FIFI-LS: 5.3 Std., FIFI-LS & FORCAST: 4.2 Std., GREAT: 51.1 Std.) zugeordnet. Kategorie III ist wieder um etwa ein Viertel überzeichnet, um genug Auswahlmöglichkeiten zur Erstellung geschlossener Flugpläne zu bieten.

#### *Sonstige Gremientätigkeiten*

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 ex officio Mitglied der GSSWG, Mitglied der SPICA Galaxy Evolution Working Group und der SOFIA SMO Strategic Core Group

### 5.3 Projekte der Abteilung Bildungs- und Öffentlichkeitsarbeit am Standort Stuttgart

#### *Bildungsarbeit:*

Die DSI Bildungsarbeit 2019 stand ganz im Fokus der Lehrerfortbildung, die im Rahmen der AG Tagung am 18. und 19. September stattgefunden hat und an der knapp 60 Lehrkräfte aus dem gesamten Bundesgebiet teilgenommen haben. Entsprechend dem Tagungsmotto "Mission to the Universe; From Earth to Planets, Stars & Galaxies" wurden Vorträge zu folgenden Themen z.T. gemeinsam von Lehrkräften, Schülerinnen und Schülern sowie Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des IRS/DSI gehalten: Ballon-Missionen, FIFI-LS Datenauswertung, Infrarot(Astro)-Fotografie, Einsatz von Rovern auf anderen Planeten und im Maisfeld und die Herausforderungen einer Marsmission. Zusätzlich konnten die Lehrkräfte folgende Labore am Institut für Raumfahrtssysteme (IRS) besichtigen: Bodenstation des "Flying-Laptop", Lebenserhaltungs- und Energiesysteme, Plasmawindkanallabor, Rover und Sojus-Simulator. Am zweiten Tag konnten sich die Lehrkräfte die Vorpremiere des SOFIA-Films vom Planetarium Laupheim im mobilen Planetarium des av-ateliers ansehen, dessen Drehbuch von Schülern und Schülerinnen geschrieben wurde. Zum Schluss hatten alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer die Möglichkeit an einer SOFIA-Führung am Flughafen Stuttgart teilzunehmen. Finanziell wurde diese Lehrerfortbildung großzügig von Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung unterstützt.

Im Rahmen des SOFIA German Ambassador Program hat vom 16. Februar - 1. März ein denkwürdiger Aufenthalt deutscher Lehrkräfte in Palmdale stattgefunden. Die Reise war vor Beginn schon durch den Government Shutdown der US Regierung (22.12.2018 - 25.1.2019) überschattet. In Palmdale wurden die Lehrkräfte dann von einem Schneesturm und durch technische Probleme (die unter anderem auf den Stillstand von SOFIA durch den Government Shutdown zurückzuführen waren) von ihrem Mitflug abgehalten. Durch die Flexibilität aller Beteiligten konnten die Lehrkräfte ihren Aufenthalt verlängern und schließlich doch noch an zwei SOFIA Flügen (26. und 27. Februar) teilnehmen. Wie üblich wurde der Aufenthalt medial begleitet. Ein weiterer im Dezember 2019 geplanter Flug musste wegen eines Triebwerkschadens kurzfristig nach 2020 verschoben werden. Außerdem wurde die Auswahl für Lehrermitflüge in 2020 und 2021 getroffen die Kandidaten und Kandidatinnen auf ihren Mitflug vorbereitet.

Das DSI Schulnetzwerk wurde weiter gepflegt und regelmäßig mit Informationen zu SOFIA versorgt. Modelle, Experimentierkoffer, Wärmebildkameras und Infomaterial wurden für verschiedene Schulveranstaltungen und öffentliche Vorträge zur Verfügung gestellt. Für diverse Gruppen von Studierenden, Schülerinnen und Schülern haben am DSI SOFIA

Vorträge mit unterschiedlichen Schwerpunkten stattgefunden. Teilweise wurden ergänzend Workshops zur IR-Astronomie und/oder Führungen am IRS angeboten.

#### Öffentlichkeitsarbeit:

Der Schwerpunkt der DSI Öffentlichkeitsarbeit im Jahr 2019 war die Vorbereitung und Durchführung von SOFIAs Besuch am Flughafen Stuttgart vom 15. - 20. September im Rahmen der AG-Tagung 2019 in Stuttgart.

Folgende Aktivitäten haben in diesem Zusammenhang stattgefunden:

- Eröffnungsereignis am 15. September
- Führungen durch das SOFIA-Flugzeug auf dem Vorfeld des Flughafens Stuttgart (siehe Abb. 1). Rund 3000 Besucher und Besucherinnen konnten SOFIA besichtigen. 1500 Plätze davon waren für die Öffentlichkeit reserviert, 1500 für geladene Gäste aus Wissenschaft, Politik und Industrie.
- Ausstellung und Besuchertribüne: Knapp 3500 Besucherinnen und Besucher haben SOFIA außerdem von der Besuchertribüne des Flughafens Stuttgart gesehen und die Ausstellung zu SOFIA und Infrarotastronomie am Terminal 3 des Stuttgarter Flughafens besucht, die von Schülern und Schülerinnen der DSI-Netzwerkschulen fachkundig betreut und durch IR-Experimente ergänzt wurde.
- Planetariumsshow: Im mobilen Planetarium des av-ateliers (Gernot Meiser), das während des Besuchs von SOFIA in Stuttgart am Flughafen Stuttgart stationiert war, hatte die live SOFIA Planetariumsshow von Gernot Meiser und Pascale Demy ihre Premiere (siehe Abb. 2). Insgesamt konnten etwa 1500 Personen die Show anschauen, darunter diverse Schulklassen und Kindergartengruppen.



Abbildung 1: SOFIA am Flughafen Manfred Rommel in Stuttgart während der AG-Tagung.

Die mediale Aufmerksamkeit, die SOFIAs Besuch hervorgerufen hat, war außergewöhnlich hoch und wurde durch die Social-Media-Aktivitäten aller beteiligten Partner merklich verstärkt. Insgesamt wurden knapp 80 Medienvertreter, Blogger, Planespotter, Influencer etc.



Abbildung 2: Das mobile Planetarium vom Atelier für audiovisuelle Medien (Copyright: Gernot Meiser / AV Atelier).



Abbildung 3: Die Sendung mit der Maus zu Gast bei SOFIA (Copyright: Heinz Hammes/DLR).

durch SOFIA geführt, was zu über 100 Beiträgen in verschiedensten Medien geführt hat. Ein weiteres mediales Highlight war der erste SOFIA-Wissenschaftsflug über Europa am 18.9., der von der "Sendung mit der Maus" (siehe Abb. 3), dem ZDF sowie den Redaktionen von Sterne und Weltraum (SuW) und der Flugrevue begleitet wurde.

Als Folge von SOFIAs Besuch in Stuttgart haben zahlreiche Medienvertreter nun Budget für eine Reise nach Kalifornien erhalten, um an einem wissenschaftlichen Beobachtungsflug

von SOFIA teilzunehmen. Ein Medienvertreter (Davide Sivoletta, Spazio-Magazine) konnte bereits im November 2019 an einem SOFIA-Flug teilnehmen, die Mitflüge von zwölf weiteren Journalisten und Journalistinnen sind für 2020 und 2021 geplant.

Zusätzlich wurde SOFIA bei folgenden Events durch eine Ausstellung und mithilfe verschiedener Informationsmaterialien präsentiert:

- Tag der offenen Tür - Gottlieb Daimler Gymnasium Stuttgart, 22.3.
- Videobotschaft für die Eröffnung der Schulsternwarte des Einstein-Gymnasiums in Neuenhagen (DSI Netzwerkschule), 30.3.
- Science Days for Kids, 7. & 8.5.
- Lange Nacht der Wissenschaft beim DLR in Berlin, 15.6.
- Tag der Wissenschaft der Universität Stuttgart, 29.6.
- 1. Stuttgarter Wissenschaftsfestival (Stadt Stuttgart), 26.6. - 6.7.
- Highlight der Physik, Universität Bonn, 16. - 21.9. (Inklusive Liveübertragung am 17.9. von einer SOFIA Führung, die über den DSI Facebook Account auch im Internet übertragen wurde.)

Folgende Vorträge wurden durch die Abteilung EPO unterstützt:

- “Das Stratosphärenteleskop SOFIA hautnah”, K.-D. Nijakowski an der VHS in Heilbronn, 26.3.
- “Meine SOFIA Mitflüge im Februar 2019”, A. Sittig-Kramer, beim Norddeutschen Sternwartentreffen in Hermannsburg, 1.6.
- “Unterwegs mit SOFIA”, K.-D. Nijakowski, Sternwarte Heilbronn, 28.6.
- “Flug zu den Sternen an Bord der fliegenden Sternwarte SOFIA”, M. Riedel, Kepler-Gesellschaft Weil der Stadt, 28.6.

Folgende DSI-Newsberichte wurden 2018 veröffentlicht und in den sozialen Medien verbreitet:

- “SOFIA lüftet den Schleier um die Sternentstehung im Orionnebel”, 8.1.
- “MIT - Global Seed Fund fördert DSI Nachwuchswissenschaftler”, 11.2.
- “Eine außergewöhnliche Lehrerfortbildung in der Stratosphäre”, 28.2.
- “Stuttgarter Instrument ermöglicht überraschende Einblicke in den Begleiter der Whirlpool-Galaxie”, 3.4.
- “Erster astrophysikalischer Nachweis des Heliumhydrid-Ions”, 17.4.
- “Fliegende Sternwarte SOFIA zu Gast am Stuttgarter Flughafen”, 3.9.

Das DSI auf Twitter: [https://twitter.com/SOFIA\\_DSI](https://twitter.com/SOFIA_DSI)

Das DSI auf Facebook: <https://www.facebook.com/DeutschesSOFIAInstitut>

## 6 Auswärtige Tätigkeiten

### 6.1 Nationale und internationale Tagungen

#### Vorträge:

Burghaus, H., "DISTOPIA - DSI Stellar Occultation Prediction Application", MIT Planetary Astronomy Lab, 27.03.

Fischer, C., "FIFI-LS The Field-Imaging Far-Infrared Line Spectrometer", "Spectroscopy with SOFIA: new results & future opportunities", Schloss Ringberg Meeting

Fischer, C., "What can we learn from FIFI-LS fine structure line mapping ? - Some examples of nearby galaxies observed with SOFIA", AG Tagung, Stuttgart, 15. - 20.9

Iserlohe, C., "FIFI-LS Observations of the Circumnuclear Ring - Probing the High-density Phase of the PDR", AG Tagung, Stuttgart, 15. - 20.9

Lischke-Weis, A., "Informationen zum Lehrermitflugprogramm an Bord von SOFIA", Bundesweite Wilhelm und Else Heraeus-Lehrerfortbildung zur Astronomie am 11.11 in Heidelberg

Schindler, K., Vortrag und anschließende Podiumsdiskussion zum Themenabend Teleskope & SOFIA im Rahmen der Veranstaltungsreihe "After Dark" im Wissenschaftsmuseum "Exploratorium" in San Francisco, 30.5.

Schindler, K., Bosh, A. S., Levine, S. E., Person, M. J., Wolf, J., Zuluaga, C. A., Krabbe, A. and the Varda Occultation Observation Team: "Results from a stellar occultation by KBO Varda", American Geophysical Union Fall Meeting 2019, abstract id. P42C-08; 12.12.

Schindler, K., "Stellar Occultation by Varda - Status of the data analysis", SOFIA Staff Science Symposium #5, 28.3. in Morgan Hill, CA

Schulz, B., "Science with the Stratospheric Observatory For Infrared Astronomy (SOFIA)", Seminarvortrag Universität zu Kiel, 3.5.

Schulz, B., "Science with the Stratospheric Observatory For Infrared Astronomy (SOFIA)", MPE Garching, 8.5.

Schulz, B., "Science with the Stratospheric Observatory For Infrared Astronomy (SOFIA)", Hamburger Sternwarte, 10.5.

Schulz, B., "Science with the Stratospheric Observatory For Infrared Astronomy (SOFIA)", Universität Kassel, Inst. für Physik, Experimentalphysik III, 16.5.

Schulz, B., "Science with the Stratospheric Observatory For Infrared Astronomy (SOFIA)", Sternwarte Tautenburg, 17.5.

Schulz, B., 5 Year Flagship Mission Review, Präsentation und Interview, 24.-26.4.

Schulz, B., "The Herschel-SPIRE Point Source Catalog (SPSC) Release 2", SMO Staff Symposium, 27.-28.3., San Martin, CA

Schulz, B., "SOMER and FMR Recommendations and SMO Initiatives" und "SOFIA Science Program", 9.9., GSSWG, Universität zu Kiel

Schulz, B., "Exploring The Infrared Universe With SOFIA", 20.-23.5., "Exploring the Infrared Universe: The Promise of SPICA", Kreta, Griechenland

Schulz, B., "SOFIA Cycle 08 Proposal Review", 7.-9.10., Deutsches TAC Meeting in Stuttgart

Wolf, J., "Prediction and High-Speed Photometry of Stellar Occultations supporting SOFIA Missions", 7th TIGRE Workshop vom 6. bis 9.11. in Guanajuato

Poster:

Schulz, B., “Do you miss Herschel? - Use SOFIA! We are operating today”, 13.-14.5.2019, Konferenz “Herschel Ten Years After Launch”, ESAC Madrid

## 6.2 Kooperationen

- 1. Physikalisches Institut der Universität zu Köln: KOSMA Translator
- SOFIA Science Mission Operations Center, NASA Ames Research Center, SOFIA Data Processing System team: FIFI-LS Datenreduktionspipeline
- Thüringer Landessternwarte Tautenburg, Dr. Jochen Eislöffel: atmosphärische Kalibrierung von FIFI-LS Daten
- Universities Space Research Association (USRA), University of Illinois at Urbana-Champaign, Leslie Looney: Sternentstehungsregionen im Ferninfraroten
- Zusammenarbeit im Bereich der FIFI-LS Datenanalyse besteht mit den Arbeitsgruppen um J. Pineda (JPL) und J. Stutzki (Universität zu Köln) sowie der Arbeitsgruppe um P. Appleton (Caltec) und S. Madden (CEA).
- Zusammenarbeit mit dem Planetary Astronomy Laboratory des Massachusetts Institute of Technology (MIT) auf dem Gebiet der Vorhersage, Messung und Auswertung von Sternbedeckungen durch Körper des Sonnensystems.
- Zusammenarbeit mit dem Departamento de Astronomia der Universidad de Guanajuato, Mexiko und der Hamburger Sternwarte.

## 7 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 <a href="https://www.dsi.uni-stuttgart.de/forschung/atus.html">https://www.dsi.uni-stuttgart.de/forschung/atus.html</a> |
| CHC     | : Christchurch, Neuseeland                                                                                                                                                             |
| DLR     | : Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.                                                                                                                                       |
| DSI     | : Deutsches SOFIA Institut                                                                                                                                                             |
| ESBO DS | : European Stratospheric Balloon Observatory - Design Study                                                                                                                            |
| FIFI-LS | : Far Infrared Field-Imaging Line Spectrometer                                                                                                                                         |
| GSSWG   | : German SOFIA Science Working Group                                                                                                                                                   |
| HNL     | : Daniel K. Inouye International Airport                                                                                                                                               |
| IRS     | : Institut für Raumfahrtsysteme an der Universität Stuttgart                                                                                                                           |
| LHT     | : Lufthansa Technik                                                                                                                                                                    |
| MSP     | : Minneapolis-Saint Paul International Airport                                                                                                                                         |
| NASA    | : National Aeronautics and Space Administration                                                                                                                                        |
| PMD     | : Palmdale, USA                                                                                                                                                                        |
| SOFIA   | : Stratospheric Observatory For Infrared Astronomy                                                                                                                                     |
| SMO     | : Science Mission Operations                                                                                                                                                           |
| TAC     | : Time Allocation Committee                                                                                                                                                            |
| ToO     | : Target of Opportunity                                                                                                                                                                |
| USRA    | : Universities Space Research Association                                                                                                                                              |
| VHS     | : Volkshochschule                                                                                                                                                                      |

Leiter des DSI, Prof. Dr. Alfred Krabbe