

# 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 und Professoren: 1*

*Direktoren: 1*

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

*Professoren: 1*

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

*Wissenschaftliche Mitarbeiter: 27*

- Stuttgart : Andre Beck, Aaron Bryant, Benjamin Greiner, Dr. rer. nat. Christof Iserlohe, Dr. Maja Kaźmierczak-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, Nico Scheiffert, Andreas Siggelkow, Julia Sothmann, Alexander Steiner, Rainer Valek, Dr.-Ing. Oliver Zeile
- ARC : Dr.-Ing. Sebastian Colditz, Friederike Graf, 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,  
Doktoranden am ESBO DS Projekt : Sarah Bougu roua, Philipp Maier
- AFRC : Yannick Lammen
- ARC : Friederike Graf, Karsten Schindler

*Bachelor- und Masterstudenten: 8**Bachelorstudenten: 4*

- Stuttgart : Elisa Alami, Aicha Labidi, Abissan Sunthararajan
- AFRC : Robert John

*Masterstudenten: 4*

- Stuttgart : Lukas Klass, Sven Zabel
- ARC : Bastian Knieling, Marcel Maier

*Sekretariat und Verwaltung: 8*

- Stuttgart : Julia Dancer (Verwaltung - Personal), Berta Friedrich (Verwaltung - Rechnungswesen), Barbara Klett, (Sekretariat), Dr. rer. nat. Antje Lischke-Weis (Verwaltung - EPO), Dr. Dörte Mehlert (Verwaltung - EPO), Katja Paterson (Verwaltung) Monika R ckler (Verwaltung - Finanzen)
- AFRC : Nicole Gr ll (Assistenz Standortleiter)

*Technische Mitarbeiter: 7*

- Stuttgart : Simon Beckmann
- AFRC : Florian Behrens, Alexander Gr ll, Marco Lentini, Jean Michel Meyer, Rainer Strecker, Manfred Wagner

*Studentische Mitarbeiter: 10*

- Stuttgart : Aaron Bryant, Julienne B ttger, Abdelmoez Elagroudy, Moritz Emberger, Andrea Hinkel, Roman Kläger, Anja Mrzyglod, Mario Spahr, Tom S ren Stumpp, Jos Vaihinger

*Praktikanten: 7*

- AFRC : Julian Franquinet, Luis Gentner, Robin K hler, Abissan Sunthararajan, Alexander Waldenmaier
- ARC : Salih Baykal, Clemens Berger

*Gäste: 3*

- Stuttgart : Aaron Bryant, Felix Rebell, Dr. Hans Zinnecker

## 2 Wissenschaftliche Arbeiten

### 2.1 Wissenschaftliche Beobachtungsflüge mit SOFIA :

Im Jahr 2020 wurde auch der astronomische SOFIA-Flugbetrieb durch die Lock Down Maßnahmen infolge der Corona-Pandemie geprägt. Zu Jahresbeginn konnten vom DSI auf einem Engineering-Flug (#650) abschließende Optimierungs- und Charakterisierungs-Tests mit dem unabhängigen Active Mass Damper (AMD) System auf der Rückseite der Primärspiegelzelle durchgeführt werden. Aufgrund des dadurch deutlich verringerten Image Jitters hat das EXES-Team den Wunsch geäußert, dass die AMDs während der Kampagne Cycle 7K betrieben werden.

Das NASA Ames Research Center (ARC), an welchem sich das wissenschaftliche SOFIA Science Mission Operations (SMO) Center befindetet, wurde bereits am 09.03.2020 geschlossen. Seit dem 16.03.2020 galten zudem allgemeine Ausgangsbeschränkungen im Santa Clara County, womit ein Pendeln zum Arbeitsplatz unmöglich wurde. Am SOFIA Standort NASA Armstrong Flight Research Center (AFRC) wurden alle Mitarbeiter ab dem 17.03.2020 angewiesen, im Homeoffice zu arbeiten. Dies betraf selbstverständlich auch alle SOFIA Mitarbeitende am Standort Palmdale. Seit dem 20.03.2020 galten auch im Los Angeles County (bzw. kalifornienweit) allgemeine Ausgangs-Beschränkungen. Beide NASA Center (Ames und Armstrong) waren daher bis zum 08.06.2020 auf Stage 4 (Mandatory Homeoffice ohne Ausnahmen). Die Lockerung nach Stage 3 (Mandatory Homeoffice mit Ausnahmen für 'mission-essential' und 'approved mission-critical' Arbeiten) erfolgte am 08.06.2020 und erlaubte dem SOFIA Projekt die überfälligen Arbeiten im Bereich der Flugzeugwartung wieder aufzunehmen.

Im Jahr 2020 fanden insgesamt nur 37 SOFIA Beobachtungsflüge mit insgesamt 4 verschiedenen Instrumenten statt: 22 Flüge des Cycle 7 noch vor Ausbruch der Corona-Pandemie und immerhin 15 Flüge im August und September 2020 unter entsprechenden Corona-Hygiene- und Betriebskonzepten. Ein Überblick über die 2020 durchgeführten Beobachtungsflüge findet sich in Tabelle 1.

# Flüge	Flugnummer	Instrument	Cycle
9	#649 - #657	HAWC+	7J
3	#658 - #661	EXES	7K
3	#662 - #665	FIFI-LS	7L
7	#666 - #674	GREAT	7M
7	#676 - #682	FIFI-LS	8B
8	#683 - #690	HAWC+	8E
1	#691	Ferry Flight PMD-HAM	

Tabelle 1: SOFIA Beobachtungs- und Transferflüge 2020 ohne technische Flüge. Der SOFIA Observing Cycle 8 begann am 25.4.2020.

Aufgrund der Corona (COVID-19) Pandemie fanden zwischen dem 13.03.2020 und dem 18.08.2020 keine SOFIA Beobachtungsflüge statt. Auch das Southern Hemisphere Deployment 2020 nach Christchurch, Neuseeland, musste infolge der neuseeländischen Einreise-Beschränkungen abgesagt werden.

Am 30.09.2020 landete SOFIA in Hamburg für den sogenannten C-Check bei Lufthansa Technik. Der C-Check als feststehendes Wartungsereignis des Flugzeugs findet alle drei Jahre statt. Bei diesem bis Ende Januar 2021 dauernden Werft-Aufenthalt wurde die Boeing 747SP gründlich inspiziert und gewartet. Aber auch das Teleskop an Bord von SOFIA wurde während des Aufenthalts in Hamburg vom DSI gründlich überholt.

### 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. 2020 wurden 16 FIFI-LS TRs erstellt und in Phase II acht Beobachtungsanträge betreut. Das FIFI-LS Team verfolgte 2020 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 4.6). Die Koordination der Nutzung von SOFIA durch die deutsche astronomische Community erfolgte in Stuttgart auch 2020 durch ein Peer-Review Verfahren, bei dem die eingegangenen Beobachtungsanträge durch das unabhängige Time Allocation Committee (TAC) bewertet werden (siehe auch Kapitel 4.5).

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

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 Instrument gewonnen wurden, verglichen. Diesem Thema widmen sich die wissenschaftlichen Mitarbeiter Dr. Christian Fischer und 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 am 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. Ein wichtiger Meilenstein des Projekts war 2020 die Fertigstellung des UV-Teleskops für STUDIO, dem 2021 auch die Fertigstellung der Ballongondel und des UV-Instruments folgen werden. 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.

Auch für das DSI-Team in Palmdale stand das Jahr 2020 zunächst ganz im Zeichen der Corona Pandemie. Doch hat man im Laufe des Jahres, wenn auch mit erheblichen Anstrengungen und umfangreichen Vorsichtsmaßnahmen, wieder zu einer gewissen Normalität des Betriebs zurückfinden können.

Das Jahr begann zunächst unspektakulär mit drei Flugserien, die ab Mitte Januar mit den Wissenschaftsinstrumenten HAWC+, EXES und FIFI-LS bis Ende Februar geflogen wurden. Zu diesem Zeitpunkt zeichnete sich aber schon ab, dass die Corona Pandemie größere Ausmaße annehmen und auch den SOFIA Flugbetrieb beeinflussen würde. Dennoch wurde Anfang März eine GREAT Flugkampagne begonnen, zu der auch einige Mitglieder des GREAT-Teams nach Südkalifornien angereist waren. So wurden vom 2. März bis zum 12. März insgesamt acht GREAT-Flüge durchgeführt, bevor dann ab dem 16. März 2020 das NASA Armstrong Flight Research Center in einen Lockdown Modus übergang. Zwar waren zu diesem Zeitpunkt die Inzidenzwerte in Kalifornien noch nicht so hoch wie in Deutschland, dennoch wurde damit begonnen, das öffentliche Leben systematisch herunterzufahren. Die NASA hat zu diesem Zweck ein vierstufiges Response Framework etabliert, ab Stufe 3 ist ein regelmäßiges Arbeiten am Arbeitsplatz nur sehr eingeschränkt möglich, ab Stufe 4 überhaupt nicht mehr. Die Stufen 3 und 4 wurden dann auch sehr schnell durch das NASA Management ausgerufen, Stufe drei besteht weiterhin bis in das Jahr 2021.

Nach dem Abbruch der GREAT-Beobachtungen wurde das Teleskop in einen sicheren Zustand gebracht, in dem es unbeschadet auch einen längeren Zeitraum überstehen kann. Alle DSI Mitarbeitenden haben von diesem Zeitpunkt an ausschließlich aus dem Homeoffice gearbeitet. Dies hatte natürlich Konsequenzen für den Fortschritt der Arbeiten. Zwar entfiel das operative Tagesgeschäft in diesem Zeitraum ersatzlos, aber alle administrativen und planerischen Arbeiten mussten per Videokonferenz durchgeführt und organisiert werden. Eine Sonderrolle nehmen in diesem Zusammenhang die vom DSI permanent durchgeführten Entwicklungsarbeiten ein. Diese zielen sowohl auf die kontinuierliche Verbesserung der mechanischen, optischen und elektronischen Teleskopsysteme als auch auf die Bereitstellung noch fehlender Ersatzsysteme (Line Replaceable Units). Häufig liegt auch eine Kombination von Ersatzteilbereitstellung und Systemverbesserung vor. Hier sind z.B. die neuen Frontring Kameras WFI+ und FFI+ zu nennen. Solche Entwicklungsarbeiten können auch im Homeoffice durchgeführt werden, aber naturgemäß nur bedingt. Während sich Arbeiten wie Konstruktion, Elektronikentwicklung oder Softwareentwicklung meist problemlos CAD-basiert am Computer an einem beliebigen Ort erledigen lassen, erfordern Arbeiten wie Implementierung, Fertigung, Integration und Test die Tätigkeit in einem Labor und den Einsatz umfangreichen Equipments. Solche Arbeiten waren seit März 2020 nicht oder nur sehr eingeschränkt möglich. Daher hat die Pandemie neben dem Beobachtungsbetrieb vor allem auch die Entwicklungsarbeiten betroffen und hier für erhebliche Verzögerungen

bei diversen Projekten geführt.

Obwohl sich das Armstrong Center im Frühjahr und Sommer immer noch auf Stufe 4 des NASA COVID Response Framework befand, konnte das NASA Management davon überzeugt werden, dass es für das SOFIA Projekt essentiell ist, die Arbeit zumindest in Teilen wieder aufzunehmen. Daher begannen im Mai die Planungen für die im Frühjahr ausgefallene Wartungsphase des Flugzeugs und der Observatoriumssysteme. Zu diesem Zweck wurde ein umfangreiches Regelwerk erstellt, welches die Arbeit am Boden unter Coronabedingungen beschreibt. Neben dem Gebrauch von Personal Protective Equipment wird auch die Zahl der anwesenden Mitarbeitenden stark begrenzt, Abstandsregeln definiert und das Flugzeug regelmäßig einer intensiven Desinfektion (Deep Cleaning) unterzogen. Auf diese Weise konnten zwischen Anfang Juni und Mitte Juli alle notwendigen Wartungsarbeiten abgeschlossen werden. Die Dauer der Wartung war zwar doppelt so lang wie unter normalen Umständen, zu nachweislichen Ansteckungen am Arbeitsplatz kam es aber nicht.

Parallel zu den Wartungsarbeiten wurden die Planungen zur Wiederaufnahme des Flugbetriebs gestartet. In diesem Zusammenhang wurde auch intensiv die Durchführbarkeit des in den Sommermonaten anstehenden Deployments in die südliche Hemisphäre (Christchurch, Neuseeland) diskutiert. Nach eingehender Prüfung aller Randbedingungen stellte sich aber heraus, dass die Möglichkeiten zu internationalen Reisen so eingeschränkt und die Anforderungen an Quarantäne so hoch waren, dass nur mit einem unverhältnismäßig großen Zeit- und Mittelaufwand ein Deployment möglich gewesen wäre. Daher wurde der Einsatz auf der Südhalbkugel für das Jahr 2020 gestrichen. So fokussierten sich die Vorbereitungen für die ersten Flugmissionen unter Coronabedingungen auf Kampagnen aus Palmdale. Dazu wurde das Handbuch aus der Wartungsphase ("SOFIA Operations with COVID-19 Risk") um Regeln und Maßnahmen für den sicheren Flugbetrieb erweitert. Insbesondere die strikte Begrenzung der Personen an Bord und die Verwendung von hochwertigen Schutzmasken (N95, PPE2) sowie Augenschutz haben die sichere Wiederaufnahme des Flugbetriebs ermöglicht. Und so konnte am 17.08.2020 SOFIA nach fünfmonatiger Unterbrechung zur ersten Flugmission unter Coronabedingungen abheben. Bis zum 23. September wurden insgesamt 15 Flüge mit den Instrumenten FIFI-LS und HAWC+ durchgeführt, die Dauer der Missionen wurde aufgrund der erschwerten Bedingungen an Bord auf 8 - 9 Stunden begrenzt.

Während der FIFI-LS Flüge zeigte sich erhöhtes Rauschen im blauen Kanal. Dieser Effekt war so stark ausgeprägt, dass die Kampagne mit Beobachtungen nur im roten Kanal weitergeführt wurde. Anschließende Analysen ergaben, dass die Ursache des Problems ein defektes Elektronikbord in der Stromversorgung des blauen Kanals war. Dies befand sich im schwer zugänglichen Kryostaten des Instruments, daher konnten Analyse und Reparatur nur im Labor am warmen Instrument durchgeführt werden. Die Reparatur ist inzwischen erfolgt, ein abschließender Test und die Wiederinbetriebnahme stehen noch aus.

Für dieses Jahr war bereits vor dem Ausbruch der Coronapandemie, wie auch schon 2014 und 2017, eine umfangreiche Wartungsphase des Observatoriums geplant. Diese wurde nach der HAWC+ Flugserie Ende September begonnen und bei der Lufthansa Technik in Hamburg durchgeführt. Neben den Arbeiten, die dem Flugzeug C-Check entsprechen, werden darüber hinaus umfangreiche Inspektionen an allen Systemen des Observatoriums durchgeführt, besonders natürlich auch am Teleskop. Dabei stehen zeitintensive Arbeitspakete mit Wartungsintervallen von 36 - 72 Monaten im Vordergrund. Aber auch die jährliche Inspektion von Elektroniksystemen und anderen Baugruppen werden in diesem Zuge erledigt. Insgesamt hat sich gezeigt, dass das Teleskop in einwandfreiem Zustand ist und keine außergewöhnliche Abnutzung oder Schäden erkannt wurden. Die Arbeiten werden im Januar 2021 abgeschlossen, im Anschluss daran ist eine GREAT Beobachtungskampagne mit 20 Flügen geplant, erstmals mit einem deutschen Standort als Ausgangspunkt der Missionen.

Damit hat SOFIA unter Beweis gestellt, dass auch unter Coronabedingungen ein sicherer Beobachtungs- und Wartungsbetrieb möglich ist. Infektionen innerhalb des SOFIA-Teams sind im Arbeitseinsatz nicht aufgetreten.

*SMO Aktivitäten:*

Zum Jahresbeginn ergaben sich Umbildungen in der Führung bei USRA. Bernhard Schulz begleitete einen Antrittsbesuch des neuen Vizepräsidenten für Wissenschaft bei USRA, Dr. Ghassem Asrar durch Deutschland mit Besuchen bei DLR und GREAT in Bonn, sowie dem DSI in Stuttgart. Dr. Schulz wurde an den SMO Interviews der Kandidaten für die Stelle des SMO Direktors beteiligt und etablierte nach ihrer Einstellung zügig eine gute Zusammenarbeit mit der neuen Direktorin Dr. Margaret Meixner. Er wurde ebenfalls in eine lange Serie von Gesprächen zur Vorbereitung der Wiederaufnahme der Observatoriumsaktivitäten mit NASA und USRA einbezogen, nachdem die Flüge wegen der Pandemie im März eingestellt worden waren.

In seiner Rolle als Vermittler zwischen den Projektpartnern nahm Bernhard Schulz an den Sitzungen der GSSWG und der SUG teil. Er lieferte zudem Beiträge an das DLR zur Verbesserung des JSSP2-Dokuments, um ein gesundes Gleichgewicht zwischen den Partnern zu gewährleisten. Diese Anregungen waren auch auf die Beiträge abgestimmt, die Dr. Schulz für die Vorbereitung des neuen DSI-Antrags lieferte, welche für die überfällige Erneuerung des Vertrags mit dem DLR benötigt werden.

Die Streichung von HIRMES und die anschließende Aufforderung durch das NASA HQ, eine Instrumentierungs-Roadmap für das kommende Jahrzehnt zu erstellen, führte zu reger Aktivität auf Seiten des SMO. Bernhard Schulz wirkte in den wissenschaftlichen Organisationskomitees zweier Workshops mit und hielt auch einen Vortrag in einem. Diese waren eigens dazu gedacht, die Meinung der wissenschaftlichen Gemeinschaft hinsichtlich der besten Wissenschaft einzuholen, die mit SOFIA gemacht werden kann und der optimalen Instrumentierung um dieses Ziel zu erreichen. Das Ergebnis führte zu einer Reihe von Instrumentierungsinitiativen auf Seiten der NASA und deuteten klar auf den dringenden Bedarf an einer komplementären deutschen Roadmap hin. In der Folge unterstützten Dr. Schulz und das DSI-Team einen Aufruf der SMO Direktorin und der NASA hinsichtlich einer Reihe von Sonderinitiativen. Von sechs DSI-geführten- und zwei weiteren DSI-unterstützten Vorschlägen, wurden seither drei angenommen.

Bernhard Schulz war maßgeblich daran beteiligt, den Kontakt zwischen dem GREAT-Team und dem SMO in den schwierigen Zeiten der Pandemie zu halten bzw. zu verbessern. Er leistete entscheidende Unterstützungsarbeit bei den folgenden Verhandlungen: 1) Beschluss eines neuen MoU zwischen dem SMO und GREAT für den achten Beobachtungszyklus; 2) die schwierige, aber letztendlich erfolgreiche Bewertung des LOU-Kaufs durch die NASA und ihr Gegenwert in SOFIA Flügen; 3) Die Einigung über die Fortführung des GREAT-Betriebs auf SOFIA bis mindestens 2023, angesichts der veränderten Prioritäten an den unterstützenden Instituten der Universität zu Köln und des MPIfR in Bonn, sowie der bevorstehenden Pensionierung von Prof. Jürgen Stutzki. Auch die begleitenden Parallelgespräche von Dr. Schulz mit DLR, NASA und DSI trugen zum erfolgreichen Abschluss dieser Punkte bei.

Für die Auswahl des SOFIA-Wissenschaftsprogramms hatte Bernhard Schulz Verhandlungen mit IPAC/Caltech initiiert, die schließlich zum Einsatz einer Software führten, die die TAC-Bewertungen während des Meetings erheblich erleichtert. Sie war besonders in einer virtuellen Umgebung nützlich und unterstützte den doppelten anonymen Begutachtungsprozess für Vorschläge, welcher von der US-Seite des Wissenschaftsprogramms kürzlich eingeführt wurde. Eine Implementierung für das deutsche TAC-Meeting wurde aber letztendlich zugunsten einer einfacheren Google-Docs-Implementierung fallen gelassen, die für das im Vergleich geringere Proposalaufkommen recht gut funktionierte. Dr. Schulz nahm sowohl an den US Legacy TAC- als auch an den deutschen TAC-Beratungen als Beobachter teil und beteiligte sich an den jeweiligen Nachbesprechungen. Nach einer weiteren Phase der technischen Begutachtung und Integration mit dem US-Wissenschaftsprogramm am SMO, schickte er schließlich seine endgültigen Entscheidungen und individuellen Antworten an die deutschen Antragsteller.

## 2.5 Arbeitsschwerpunkte der Zweigstelle ARC :

Die Integration der neuen Sucher- und Nachführkameras für SOFIA, Fine Field Imager (FFI+) und Wide Field Imager (WFI+), wurde auf Untersystemebene abgeschlossen. Die Labortests der kompletten Kameras bzgl. Gesamtfunktion und Fokusstabilität bei Temperaturwechsel waren erfolgreich. Sporadische Kommunikationsprobleme zwischen der CCD-Kamera und dem Steuerrechner konnten dem EMC Verhalten des verwendeten Netzteils zugeordnet werden. Ein alternatives Netzteil, das störungsfrei arbeitet, wurde identifiziert und getestet. Es wird zukünftig Verwendung finden. Die Coronasituation in Kalifornien verzögerte über eine längere Zeit die Arbeiten an der Hardware im Labor. Im Spätsommer/Herbst, als die Kameras am Sternhimmel feinjustiert und getestet werden sollten, gab es in Kalifornien heftige Waldbrände, insbesondere am Standort des Sierra Remote Observatories, wo die Tests stattfinden sollten. Diese konnten erst mit erheblicher Verspätung an einem Standort im südlichen Kalifornien erfolgreich nachgeholt werden. Das Ziel, die neuen Kameras während des Wartungsaufenthalts von SOFIA in Hamburg im Dezember am Teleskop zu integrieren, konnte aufgrund der Verzögerungen nicht erreicht werden. Dies soll während einer Wartungsperiode in 2021 nachgeholt werden.

Der in 2019 entwickelte neue Regler für den inertialen Hauptregelkreis (Fine Drive) des SOFIA Teleskops wurde erfolgreich implementiert und durch System-Identifikations-Messungen am Boden getestet. Im Flug wurde der Regler auf einer Mission mit dem Spektrometer EXES aktiviert. Diese Messergebnisse zeigen eine deutliche Verbesserung der Bildstabilität des Teleskops (reduzierter Image Jitter) im Frequenzbereich unterhalb von 10 Hz. Des Weiteren wurde ein neuer "Feedforward"-Regler getestet und implementiert, welcher in der Lage ist, über die Bandbreite des Sekundärspiegelmechanismus von ca. 50 Hz hinaus, Bildstörungen zu kompensieren. Nach Einbau der beiden verbesserten Regler wurde der gemessene kombinierte Jitter beider Achsen deutlich auf 0.66 Bogensekunden RMS reduziert. Das Spektrometer EXES kann deshalb fortan mit einem 2,4 Bogensekunden FWHM Bild auf dem Spalt arbeiten anstatt bisher 3.6 Bogensekunden RMS. Dadurch reduziert sich die notwendige Flugzeit auf SOFIA zum Erreichen eines bestimmten Signal-zu-Rausch Verhältnisses um ca. 40%. Außerdem kann deutlich häufiger "along the slit nodding" verwendet werden, was die notwendige Integrationszeit um den Faktor 2 reduziert. Außerdem ist EXES eine Beobachtung geglückt, welche das Team bereits 2015 versucht hatte, damals aber ohne Erfolg; vermutlich aufgrund zu geringen Signals. Durch die Reduktion der Bildgröße ist ein besseres S/N Verhältnis zu erreichen und damit können schwächere Quellen erfolgreich beobachtet werden.

Für FIFI-LS wurde das Rauschen auf den Rohdaten untersucht. Dabei wurde ein korreliertes Störsignal gefunden das vermutlich aus der Ausleseelektronik stammt. Eine Methode zur Entfernung bzw. Abschwächung des Störsignals in der Datenpipeline wurde entwickelt. Diese Methode senkt das effektive Signal-zu-Rausch-Verhältnis in den finalen Datenkuben um ca. 10% und konnte auch auf die alten Daten angewendet werden. Die Verbesserung der Datenqualität entspricht einer Verbesserung die sonst nur durch 20% mehr Beobachtungszeit zu erreichen wäre.

Zum Ausbau des SOFIA Focal Plane Imagers, FPI+, mit einer NIR Kamera wurde eine Studie an die Firma DIOPTIC in Weinheim vergeben, um ein Nahinfrarot Objektiv zu entwickeln welches an die vorhandene Optik von SOFIA und die optische Geometrie einer ausgewählten Kamera passt. Eine Sensitivitätsanalyse des Nahinfrarot-Kanals wurde überarbeitet.

Für die Entwicklung des Shack-Hartmann Instruments für SOFIA wurde das Design eines optischen Pfades zur Abbildung der Eintrittspupille des Teleskops untersucht. Die Anforderungen an optische Komponenten und Kameras konnten so ergänzt werden. Das mechanische Design des Instruments wurde überarbeitet und Halterungen für die optischen Komponenten im Detail entworfen. Es wurden Festigkeitsanalysen durchgeführt, welche noch von NASA zu verifizieren sind. Ein Entwurf für einen Instrumenten Wagen wurde erstellt.

Der ASCOM Treiber für die Andor iXon 888 Hauptkamera des astronomischen Teleskops der Universität Stuttgart, ATUS, wurde fertiggestellt, ausführlich getestet, und zur wei-

teren Verwendung der Firma Andor zur Verfügung gestellt. Mit diesem Treiber konnte endlich die letzte Lücke in der Ansteuerung aller Peripheriegeräte über die ASCOM Plattform geschlossen werden, um das Gesamtsystem automatisieren zu können. Das ATUS Teleskop ist dank seiner schnellen, hochempfindlichen Kamera und eines GPS-gestützten Hardware-Zeitloggers, der über einen TTL-Puls der Kamera zu Beginn jeder Aufnahme getriggert wird, ideal für die Beobachtung von transienten Ereignissen geeignet. Im Laufe des Jahres wurde der ASCOM Treiber der Kamera noch dahingehend erweitert, die gesammelten Zeitstempel des Zeitloggers direkt zu verarbeiten und den Metadaten jeder Aufnahme hinzuzufügen. Die damit gewonnenen FITS Bilddaten haben nun automatisch eine Zeitstempelgenauigkeit von besser als 100 ns, ohne dass Zeitstempel und Bilddaten im Nachhinein noch zusammengeführt werden müssen. Dies wertet die gesammelten Daten weiter auf, insbesondere bei den inzwischen im fünften Jahr von Studenten der Universität Stuttgart durchgeführten Beobachtungen von Exoplanetentransits, und mit Hinblick auf zukünftige, robotisch durchgeführte Beobachtungen.

Während in den vorangegangenen Jahren das Seminar der Vorlesung 'Experimentelle Methoden der Infrarotastronomie II' im Raumfahrtzentrum Baden-Württemberg, RZBW, der Universität Stuttgart stattfand, musste es in 2020 pandemiebedingt vollständig virtuell und dezentral durchgeführt werden. Die Studenten haben unter Anleitung und Aufsicht der Betreuer in Deutschland und Kalifornien das ATUS Teleskop von zu Hause aus gesteuert. Trotz aller Umstände war das Praktikum ein voller Erfolg und die Fortführung des Lehrbetriebs gesichert.

Die neue Gegengewichtsstange zur Reduzierung des Massenträgheitsmomentes um die Polachse der ATUS Montierung wurde mit etwas Verzögerung Ende Februar 2020, d.h. weniger als zwei Wochen vor Beginn des ersten COVID-19 Lockdowns in Kalifornien angeliefert. Nach vorübergehender Lockerung der Reiseeinschränkungen war die Installation zunächst Ende August vorgesehen, musste dann jedoch aufgrund der extremen Rauchentwicklung durch die verheerenden Waldbrände im gesamten Bundesstaat abgesagt werden. Am 4. September begann in der Nähe von Shaver Lake das Creek Fire. Begünstigt durch sehr große Mengen toter Bäume und ungünstige Windverhältnisse breitete sich dieses Feuer explosionsartig aus und erreichte das Sierra Remote Observatorium (SRO) drei Tage nach seinem Ausbruch. Den lokalen Einsatzkräften ist es zu verdanken, dass das Observatorium unversehrt blieb; verbrannte Bäume an der gegenüberliegenden Straßenseite und der nördlichen Grundstücksgrenze sowie zwei zerstörte Gebäude nördlich des Grundstücks zeugen davon, dass das Feuer gerade noch rechtzeitig auf den letzten Metern gestoppt werden konnte. Das Creek Fire ging als größtes Feuer, das auf einen einzelnen Brandherd zurückgeführt werden kann, in die Geschichte Kaliforniens ein. Die Auswirkungen werden sicherlich noch viele Jahre in der Region zu spüren sein.

Im Rahmen eines Praktikums und einer Masterarbeit konnte die DSI-eigene, in Python programmierte Softwaresammlung zur Analyse und Vorhersage von Sternbedeckungen weiter ausgebaut werden. Das Photometrie-Package FLUXI wurde speziell für die Anforderungen von Sternbedeckungen entworfen, d.h. lange Bildserien mit z.T. sehr kurzer Belichtungszeit. Es optimiert die differentielle Aperturphotometrie des Zielsterns zur Extraktion der bestmöglichen Lichtkurve. Bisher existierende Photometrie-Werkzeuge reduzieren Bilder individuell und unabhängig voneinander, und platzieren Aperturen anhand der Zentroidenposition jedes Sterns individuell. Bei kurzen Belichtungszeiten sind Zentroidenpositionen jedoch seeingbedingt schlecht bestimmt. Insbesondere bei der Messung eines geringen Lichtabfalls und bei schwierigen Hintergrund- und Streulichtverhältnissen (z.B. Titan, Triton) verringert dies die Genauigkeit der extrahierten Lichtkurve. FLUXI nutzt die gesamte Bildserie um die statische, relative Position aller Aperturen zueinander zu bestimmen, und positioniert diese dann in allen Bildern über einen Least-Square Fit. Das Verfahren überwindet Feldrotation (SOFIA Line of Sight Rewinds, Alt-Az montierte Teleskope ohne Rotator) und Nachführfehler und kann insbesondere auch ein sehr schwaches Restsignal des bedeckenden Körpers während der Sternbedeckung vermessen, auch wenn kein verlässlicher Zentroid mehr bestimmt werden kann bzw. das Signal an der Detektionsgrenze liegt. Außerdem nutzt es die Baseline vor und nach der Bedeckung, um aus einer großen

Stichprobe von Messungen den photometrischen Fehler unter den jeweiligen Bedingungen abzuschätzen sowie die optimale Aperturgröße für das bestmögliche Signal-zu-Rausch Verhältnis zu bestimmen. Mit diesem neuen Tool konnten wesentlich bessere Lichtkurven der Bedeckung durch Varda und Triton gewonnen werden, als dies mit Standardwerkzeugen wie SExtractor und DAOPHOT bislang der Fall war. Eine Publikation der Ergebnisse von Varda ist nun in Vorbereitung.

Mit der Veröffentlichung des Gaia EDR3 Sternkatalogs wurden die bereits existierenden Tools auf diesen Sternkatalog umgestellt. Das Tool DISTOPIA zur Vorhersage von Bedeckungen wurde in einigen Details verbessert. Weiterhin wurde ein Tool zur Beobachtungsplanung erstellt, das anhand der Ephemeride eines Kleinplaneten, des Gaia und Tycho2 Katalogs, und einer Schätzung des Seesings bestimmt, in welchen Zeitfenstern ein Zielobjekt beobachtet werden kann, ohne dabei mit einem Hintergrundstern zu überblenden. Dieses Tool soll insbesondere zukünftig automatisiert durchgeführte Beobachtungsabläufe unterstützen. Vor Ende des Jahres wurde mit der Entwicklung eines Algorithmus begonnen, der aus astrometrischen Positionsmessungen eines Kleinplaneten ein Korrekturmodell für dessen veröffentlichte Ephemeride errechnet, um genauere Vorhersagen von Sternbedeckungen zu ermöglichen. Insbesondere für zukünftige Beobachtungen mit SOFIA ist die genaue Modellierung des Ephemeridenoffsets zum Zeitpunkt der Bedeckung essentiell. Mit zunehmender Verfügbarkeit öffentlicher Datenquellen (z.B. Pan-STARRS-1, ZTF, Vera C. Rubin Observatory) erscheint es zukünftig möglich, durch eine optimierte Reduktion von verfügbarem Bildmaterial die Ephemeride von Kleinkörpern von Interesse zu verbessern, was die Chancen für eine erfolgreiche Beobachtung von Sternbedeckungen mit SOFIA und ATUS erhöht.

### 3 Akademische Abschlussarbeiten

#### 3.1 Bachelorarbeiten

*Abgeschlossen: 4*

Alami, Elias, “Feasibility study and first design of a balloon-based near-infrared observatory in the 1.5 m aperture class for flights with Super Pressure Balloons”

John, Robert, “Conceptual Design Study of a Coma Free Chopper Mechanism for SOFIA”

Labidi, Aicha, “Development of an adaptable performance simulator for balloon-based far infrared telescopes”

Sunthararajan, Abissan, “Simulation des Thermalverhaltens der Cooling Supply Unit und der Oil Supply Unit des SOFIA Teleskops in Matlab-Simulink”

#### 3.2 Masterarbeiten

*Abgeschlossen: 3*

Klass, Lukas, “Development of a modular exposure time calculator for balloon-based telescopes”

Maier, Marcel, “Regler Optimierung für den verbesserten SOFIA Sekundärspiegelmechanismus”

Zabel, Sven, “Optomechanical Design of a Shack Hartmann Testinstrument for the SOFIA Telescope”

#### 3.3 Dissertationen

*Abgeschlossen: 3*

Graf, Friederike, “Image jitter reduction and vibration compensation for large optical systems at the example of the airborne SOFIA telescope”

Lammen, Yannik, “Development, Integration and Inflight testing of an Advanced Secondary Mirror Mechanism for SOFIA”

Rebell, Felix, “Laboratory characterisation of FIFI-LS cryogenic subsystems and their in-flight performance onboard SOFIA”

## 4 Veröffentlichungen

### 4.1 In referierten Zeitschriften (4)

Bigiel, F., de Looze, I., Krabbe, A., et al.: SOFIA/FIFI-LS Full-disk [C II] Mapping and CO-dark Molecular Gas across the Nearby Spiral Galaxy NGC 6946, *ApJ*, **903** (2020), 30B

Chevance, M., Madden, S. C., Fischer, C., et al.: The CO-dark molecular gas mass in 30 Doradus, *MNRAS*, **494** (2020), 5279-5292

Pineda, J. L., Stutzki, J., Buchbender, C., Koda, J., Fischer, C., et al.: A SOFIA Survey of [C II] in the Galaxy M51. II. [C II] and CO Kinematics across the Spiral Arms, *ApJ*, **900** (2020), 132P

Sperling, T., Eisloffel, J., Fischer, C., et al.: Probing the hidden atomic gas in Class I jets with SOFIA, *A&A*, **642** (2020), A216

### 4.2 Konferenzbeiträge (6)

Colditz, S., Looney, L.W., Bigiel, et al., “Upgrading the field-imaging far-infrared line spectrometer for the Stratospheric Observatory for Infrared Astronomy (SOFIA) with KIDs: enabling large sample (extragalactic) surveys.” In: Proceedings Volume 11453, Millimeter, Submillimeter, and Far-Infrared Detectors and Instrumentation for Astronomy X; 1145334 (2020), <https://doi.org/10.1117/12.2560120>, SPIE Astronomical Telescopes + Instrumentation, 2020, Online Only

Maier, P., Angerman, M., Barnstedt, J., et al. : Stratospheric Balloons as a Complement to the Next Generation of Astronomy Missions, Proceedings of the International Astronomical Congress 2020

Pahler, A., Angerman, M., Barnstedt, J., et al. : Status of the STUDIO UV balloon mission and platform. Proceedings of the SPIE **11445**(2020), id. 114451Y 15 pp.

Schulz, B., German Perspective SOFIA Science, Vol. 5, No. **1** (January 2020), 9

Taheran, M., Duffard, R., Maier, P., et al.: The STUDIO UV astronomy mission: a step towards a European balloon observatory, European Planetary Science Congress 2020

Van Dyk, S. D.; Morris, P.; Schulz, B., et al., 'The Spitzer Warm Mission Enhanced Products: Science Use Cases', American Astronomical Society meeting #235, id. 270.05. *Bull. of the Am. Astr. Soc.*, Vol. 52, No. **1** (2020)

### 4.3 Populärwissenschaftliche und sonstige Veröffentlichungen (1)

Krabbe, A.; Schulz, B.; Wolf, J. Leserbrief bezüglich Artikel “Ist dieses fliegende Teleskop seinen Preis wert?”, *Spektrum der Wissenschaft - Die Woche*, 17/2020, Lesermeinung, 13.05.2020

### 4.4 Lehrtätigkeiten

Eine Zusammenstellung an vom DSI in 2020 betreuten Vorlesungen findet sich in Tabelle 2.

Das Seminar “Experimentelle Methoden der Infrarot-Astronomie II” fand vom 21. bis 30.07.2020 statt. Im Seminar führen Studierende nach einer Einführungsveranstaltung und Demonstrationsbeobachtung selbstständig Messungen von Exoplanetentransits mit ATUS

Tabelle 2: Vorlesungen und Seminare.

Art	Titel	Umfang	Dozenten
<hr/>			
WS19/20			
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	S. Fasoulas, S. Klinkner, A. Krabbe, R. Srama
<hr/>			
SS20			
Vorlesung	Raumfahrt aus Leidenschaft	2 SWS	R. Srama, R. Ewald, S. Fasoulas, S. Klinkner, A. Krabbe, S. Schlechtriem
Vorlesung	Elektronik für Luft- und Raumfahrttechnik	2 SWS	A. Krabbe, S. Klinkner, J. Burgdorf
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

durch und werten die gewonnenen Daten aus.

#### 4.5 Gremientätigkeit

##### *SOFIA Time Allocation Committee (TAC)*

Das Gremium zur Beurteilung der eingereichten deutschen Beobachtungsanträge für SOFIA (Time Allocation Committee, TAC), musste dieses Jahr vom DSI wegen der COVID-19 Pandemie virtuell durchgeführt werden. Die Sitzungen belegten diesmal den Zeitraum vom 12. bis zum 14. Oktober. Auf deutscher Seite waren 29 Beobachtungsanträge zu beurteilen. Die Gutachter vergaben wie im letzten Jahr Noten zwischen 5 und 1 und lieferten dem stellvertretenden SMO Direktor damit eine empfohlene Rangordnung. Der Vorsitzende Darek Lis (JPL, Pasadena, USA) wurde unterstützt von Gesa Bertrang (MPIA, Heidelberg), Frank Bigiel (Universität Bonn), Volker Ossenkopf-Okada (Universität zu Köln), Silvia Spezzano (MPE, Garching), Ralf Siebenmorgen (ESO, Garching), Bringfried Stecklum (Thüringer Landessternwarte) und Hans Zinnecker (Universidad Autonoma de Chile, Santiago de Chile, Chile; DSI/Universität Stuttgart). Um die Anzahl der verlorenen Flüge im achten Zyklus durch Pandemie und die grosse Flugzeugwartung (C-Check) auszugleichen, wurde beschlossen, die Dauer des neunten Zyklus' um drei Monate bis Ende September 2022 zu verlängern. Obwohl einige verhinderte Beobachtungen durch die neue Laufzeit von 2 Jahren in den neunten Zyklus übernommen wurden, ergab sich doch insgesamt ein deutlich größerer Pool an verteilter offener Beobachtungszeit im Vergleich mit dem Vorjahr. Allerdings ergab sich auch durch die starke Überschreibung der vom GREAT Team tatsächlich machbaren Flüge, eine Verschiebung der Prioritäten zugunsten anderer Instrumente. 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, 8 Anträge in Kategorie I (WILL DO), 9 Anträge in Kategorie II (SHOULD DO) und 8 Anträge in Kategorie III (DO IF TIME AVAILABLE) ein. Ein weiterer Antrag wurde als "Target of Opportunity" akzeptiert, was Kategorie I gleichkommt. Insgesamt wurden 146.2 Stunden beantragt und letztendlich 114.7 Stunden vergeben. Davon entfielen 59.1 Stunden der Be-

obachtungszeit in Kategorie I und II (FIFI-LS: 24.4 Std., GREAT: 23.5 Std., HAWC+: 6.3 Std., EXES: 3.6 Std., HAWC+ & FORCAST: 1.3 Std., ). 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 Mitglied der Astronomische Gesellschaft (Vollmitglied), European Astronomical Society (Affiliated), American Astronomical Society (Vollmitglied), German SOFIA Science Working Group (ex-officio).

Dr. Sebastian Colditz ist Mitglied der GSSWG.

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

Aufgrund der COVID-19 Pandemie konnten im Jahr 2020 diverse Projekte entweder gar nicht, nur teilweise oder in anderer Form stattfinden. In den ersten zwei Monaten fanden einige kleinere Führungen für verschiedene Schüler und Besuchergruppen statt. Am 24. Januar fand für einen Kurs der Volkshochschule Ludwigsburg eine kleine Vortragsreihe mit anschließender Führung statt - die einzige Präsenzveranstaltung dieser Art im Jahr 2020.

#### *Bildungsarbeit:*

Die im Rahmen des SOFIA Ambassador Programms Mitflüge an Bord von SOFIA konnten - wie die Medienmitflüge - wegen der Corona-Pandemie nicht wie geplant im März 2020 stattfinden. Sobald die Reise in die USA wieder möglich und verantwortbar ist, so wie Gäste an Bord von SOFIA wieder erlaubt sind, wird diese Weiterbildungsreise für die Lehrkräfte nachgeholt. Das Bewerbungsverfahren für weitere Mitflüge wurde ausgesetzt. Das DSI Schulnetzwerk wurde weiter gepflegt und regelmäßig mit Informationen zu SOFIA versorgt. In den ersten drei Monaten des Jahres wurden wie gewohnt Modelle, Experimentierkoffer, Wärmebildkameras und Infomaterial für verschiedene Schulveranstaltungen und öffentliche Vorträge zur Verfügung gestellt. Für Schülerinnen und Schüler der Gemeinschaftsschule Weilimdorf, Stuttgart und dem Alfred-Amann-Gymnasium in Bönningheim hat das DSI SOFIA-Vorträge, Workshops zur IR-Astronomie und Führungen am IRS durchgeführt. In den letzten neun Monaten des Jahres wurden vor allem die DSI - Netzwerkschulen mit Info, Bild und Videomaterialien versorgt, die unter anderem in den Online-Unterricht eingebunden werden können. Zum Beispiel hat das DSI Lehrkräfte dabei unterstützt, SOFIA-Archivdaten für die Verwendung im Unterricht aufzubereiten. Für die Sonderausgabe "Infrarotastronomie mit SOFIA" der Zeitschrift "Astronomie + Raumfahrt" (Nr. 5/Sept. 2020) hat das DSI zusammen mit Lehrkräften der DSI-Netzwerkschulen sechs Artikel zu folgenden Themen zur Verfügung gestellt:

- Wissenschaft mit dem Infrarotspektrometer FIFI-LS
- Faszination Infrarotastrofotografie
- SOFIA - Herausforderungen an eine Ingenieurin
- Infrarotspektren von SOFIAs Instrument EXES - von der Stratosphäre auf den eigenen Rechner
- Lehrerinnen und Lehrer an Bord der fliegenden Sternwarte SOFIA

- Lehrermittelflugprogramm des Deutschen SOFIA Instituts

Für den November war ursprünglich die Teilnahme am Morgenmacher Festival der Messe Stuttgart vorgesehen und wurde entsprechend vorbereitet. Das Event wurde allerdings aufgrund der Corona-Pandemie abgesagt.

#### *Öffentlichkeitsarbeit:*

Als Folge von SOFIAs Besuch in Stuttgart hatten sich zahlreiche Medienvertreter wegen einer Teilnahme an einem Wissenschaftsflug von SOFIA zur Berichterstattung "angemeldet". Am 4. Februar 2020 konnte Charles Mason von "Global Aviation" seinen Mitflug bereits absolvieren. Für März 2020 waren weitere Medienmitflüge von Palmdale, Kalifornien aus geplant, für Juli und August sogar welche von Christchurch, Neuseeland, aus. Wegen der Corona-Pandemie mussten all diese Flüge auf unbestimmte Zeit verschoben werden, da eine Reise in die USA bzw. nach Kalifornien nicht mehr möglich und SOFIA vom 19. März an bis zum 17. August - ebenfalls wegen der Pandemie - "gegroundet" war. Sobald eine Reise in die USA wieder möglich und verantwortbar ist, sowie Gäste an Bord von SOFIA wieder erlaubt sind, werden diese Medienmitflüge nachgeholt. Da ab März keine öffentlichkeitswirksamen Veranstaltungen in üblicher Weise stattfinden konnten, hat das DSI verstärkt News zu wissenschaftlichen Ergebnissen produziert, die auf SOFIA-Beobachtungen basieren. Im Verlauf des Jahres wurden entsprechend folgende Newsberichte auf die DSI Homepage gestellt und per Newsverteiler und Soziale Medien verbreitet:

- SOFIA findet galaktisches Rätsel (5. Februar)
- SOFIA-Planetariumsshow geht online (6. Mai)
- SOFIA bringt Licht in den Nebel der Plutoatmosphäre (20. Mai)
- 10 Jahre 'First Light Flight' (27. Mai)
- SOFIA-Einsatz in Neuseeland abgesagt (22. Juni)
- Pulsierende Sterne verteilen Grundbausteine für das Leben im All (11. August)
- Magnetische Gasströme füttern einen jungen Sternhaufen (19. August)
- SOFIA hat den wissenschaftlichen Flugbetrieb wieder aufgenommen (2. September)
- SOFIA kehrt zum C-Check nach Hamburg zurück (1. Oktober)
- Fliegende Sternwarte SOFIA entdeckt molekulares Wasser auf dem Mond (26. Oktober)
- Kalte Quasare und die Entwicklung von Galaxien (1. Dezember)

Parallel wurden Medienvertreter mit Bild und Videomaterial sowie zusätzlichen Informationen versorgt.

Der Extended Maintenance Visit von SOFIA bei Lufthansa Technik (LHT) in Hamburg wurde so gut es unter den anhaltenden Pandemiebedingungen ging medial begleitet. So wurde zur Landung am 30. September eine minimale Auswahl von Medienvertretern eingeladen und eine Presseinformation veröffentlicht. Die Wartungsarbeiten von LHT am Flugzeug und vom DSI am Teleskop wurden kontinuierlich auf den sozialen Kanälen (Twitter, Facebook, Instagram) begleitet. Zu den Meilensteinen (z.B. Abbau des GREAT Instruments, Triebwerktests, Abbau der Triebwerke, Türtest, etc.) wurde ein professioneller Fotograf beauftragt, entsprechendes Bild- und Filmmaterial anzufertigen. Highlight des Wartungsaufenthaltes aus DSI Sicht war ein Medienevent inklusive SOFIA Führung für eine Auswahl

von Medien am 26. Oktober, anlässlich der Veröffentlichung bei Nature Astronomy zu SOFIAs Detektion von Wasser auf der sonnenbeschienenen Seite des Mondes. Ein Teil der Rednerinnen waren online zu dem Event - z.T. aus den USA - zugeschaltet.

Im Laufe des Jahres hat das DSI sein Portfolio der Sozialen Medien erweitert und im Oktober 2020 den Instagram-Kanal "sofiaatdsi" gestartet und seitdem intensiv bespielt. Außerdem hat das DSI zusammen mit dem IRS einen gemeinsamen neuen Youtube-Kanal gestartet, der ebenfalls regelmäßig bespielt werden soll.

Weiterhin wurde die DSI Homepage überarbeitet. Der Schwerpunkt hierbei lag auf den Seiten des Bildungsprogramms. So wurden neue Materialien für Schulen zur Verfügung gestellt, Pressespiegel und Fotogalerien ergänzt und aktualisiert, sowie das Layout zwecks Übersichtlichkeit verbessert.

#### Das DSI in den sozialen Medien:

Twitter : [https://twitter.com/SOFIA\\_DSI](https://twitter.com/SOFIA_DSI)  
 Facebook : <https://m.facebook.com/SOFIAatDSI/about/>  
 Instagram : <https://www.instagram.com/sofiaatdsi/?hl=de>

### 4.7 Nationale und internationale Tagungen

#### Vorträge:

Person, M. J., Schindler, K., "Airborne Astronomy and Stellar Occultations", SOFIA Instrument Roadmap Workshop, 28.07.2020

Schulz, B., "German Instrument Development Perspective", SOFIA Instrument Roadmap Workshop I, 22.-24.6.2020

Schulz, B., "Science with SOFIA" in der Reihe "Discussions with scientists" for TUKE Space Forum PECS project. Organisiert von der Slowakischen Akademie der Wissenschaften. 15.04.2020

Wiedemann, M., "Uni Stuttgart Employees in Silicon Valley: The SOFIA Project at NASA Ames", Uni Stuttgart USA Alumni Treffen; 30.5.2020

#### Poster:

Colditz, S. et al., "Upgrading the field-imaging far-infrared line spectrometer for the Stratospheric Observatory for Infrared Astronomy (SOFIA) with KIDs: enabling large sample (extragalactic) surveys.", SPIE Astronomical Telescopes + Instrumentation, 2020

### 4.8 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: Kalibration von FIFI-LS Daten.
- Universities Space Research Association (USRA), University of Illinois at Urbana-Champaign, Leslie Looney: Sternentstehungsregionen im Ferninfraroten, Erweiterung von FIFI-LS mit neuartigen Detektoren (kinetic inductance devices, KIDs).
- 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.

## 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 <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
HAM	:	Hamburg Airport Helmut Schmidt
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