

Stuttgart

Deutsches SOFIA Institut



Pfaffenwaldring 29, 70569 Stuttgart

0 Allgemeines

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

Die Aufgaben des DSI erstrecken sich auf folgende Bereiche:

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

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), Prof. Dr. Jörg Wagner

Wissenschaftliche Mitarbeiter: 31

- Stuttgart : Andre Beck, Sarah Bougueroua, Aaron Bryant, Benjamin Greiner, Dr. rer. nat. Christof Iserlohe, Dr. rer. nat. Maja Kaźmierczak-Barthel, Dr.-Ing. Thomas Keilig (Geschäftsleiter DSI), Serina Latzko, Philipp Maier, Thomas Roth, Prof. Dr. Jörg Wagner
- AFRC : Michael Beck, Dino Emes, Dr.-Ing. Christian Fischer, Nadine Fischer, Oliver Gerhard, Michael Hütwohl (Standortleiter, SOFIA Telescope Manager), Dr. rer. nat. Holger Jakob, Dr.-Ing. Yannick Lammen, Nico Scheiffert, Andreas Siggelkow, Julia Sothmann, Rainer Valek, Dr.-Ing. Oliver Zeile
- ARC : Dr.-Ing. Sebastian Colditz, Dr.-Ing. 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: 8

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

*Bachelor- und Masterstudenten: 1**Masterstudenten: 4*

- Stuttgart : Thomas Roth, Manuel Nowak, Marcel Frommelt
- ARC : Bastian Knieling

Sekretariat und Verwaltung: 6

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

Technische Mitarbeiter: 5

- AFRC : Florian Behrens, Alexander Grill, Marco Lentini, Jean Michel Meyer, Rainer Strecker

Studentische Mitarbeiter: 4

- Stuttgart : Clemens Berger, Julienne Böttger, Moritz Emberger, Tom Sören Stumpp

Gäste: 3

- Stuttgart : Aaron Bryant, Rainer Hönle, Dr. rer. nat. Hans Zinnecker

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

Im Jahr 2021 hat SOFIA insgesamt 104 astronomische Beobachtungsflüge durchgeführt (siehe Tabelle 1 und 2). In diesem Jahr konnte der astronomische SOFIA-Flugbetrieb unter den Randbedingungen der Corona (COVID-19) Pandemie weitestgehend ungestört durchgeführt werden. Zum Jahresbeginn wurde der sogenannte C-Check bei der Lufthansa Technik in Hamburg Ende Januar planmäßig abgeschlossen. Der C-Check als feststehendes Wartungsereignis des Flugzeugs findet alle drei Jahre statt. Bei diesem seit 10.2020 andauernden 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 sowie Software Updates mit robusteren Algorithmen eingeführt.

Nachdem in Hamburg alle Wartungsarbeiten sowie die beiden obligatorischen Checkflüge pünktlich und erfolgreich abgeschlossen werden konnten, fand auch der Transfer-Flug zum Flughafen Köln/Bonn wie geplant am 4.2.2021 statt.

Vom 4.2.2021 bis zum 16.3.2021 war SOFIA am Flughafen Köln/Bonn stationiert und hat von dort aus mit insgesamt 15 Beobachtungsflügen die erste komplette Wissenschaftskampagne von Deutschland aus erfolgreich abgeschlossen. Damit hat das SOFIA Projekt demonstriert, dass Deployments auch von anderen Flughäfen als nur von Christchurch aus möglich sind. Ein Vorteil von Flügen über Europa ist, dass sich SOFIA nördlicher als in ihrer südkalifornischen Heimat befindet. Je weiter im Norden, desto weniger Wasserdampf ist in der Atmosphäre vorhanden und desto besser sind die Beobachtungsbedingungen im Infraroten. Mit an Bord war das deutsche Wissenschaftsinstrument GREAT, um neue Erkenntnisse zur Entstehung von Sternen zu gewinnen. GREAT wird vom Bonner Max-Planck-Institut für Radioastronomie (MPIfR) und von der Universität zu Köln betrieben. Zentraler Teil der Deutschen Kampagne waren Beobachtungen im Rahmen des SOFIA Legacy-Programms FEEDBACK unter der Leitung von Dr. Nicola Schneider vom 1. Physikalischen Institut der Universität zu Köln sowie Prof. Alexander Tielens von der University of Maryland. Ziel des Programms ist es, systematisch massereiche Sternentstehungsgebiete in unserer Milchstraße zu beobachten. Erste Ergebnisse von FEEDBACK und anderen kürzlichen SOFIA-Projekten haben neue Entdeckungen ergeben. Blasen von sich ausdehnendem Gas, die durch Sternwinde hervorgerufen werden, sind in der CII-Spektrallinie sehr gut sichtbar. Diese Expansion bewirkt weitere Sternentstehung. Zudem bietet die Beobachtung von ionisiertem Kohlenstoff (CII) die Möglichkeit, die Rate, mit der neue Sterne in der Milchstraße entstehen, zu bestimmen. Mit diesen Legacy-Langzeitstudien, die sich über mehrere Jahre erstrecken können, möchte das SOFIA Team den kommenden Generationen von Astronominnen und Astronomen möglichst umfangreiche und vollständige Datensätze hinterlassen, die auch noch zukünftig auf unterschiedliche Fragestellungen hin analysiert werden können und damit weitere spektakuläre Erkenntnisse im Bereich der Sternentstehung möglich machen. Am 16.3.2021 kehrte SOFIA nach Palmdale zurück. Dieser Transfer-Flug war mit 11,3 Stunden Flugzeit der bisher längste SOFIA-Flug. Danach wurden von Palmdale aus folgende Beobachtungskampagnen des SOFIA Observing Cycle 8 geflogen:

# Flüge	Flugnummer	Instrument	Cycle
15	#695 - #711	GREAT	8H
3	#713 - #715	FORCAST	8I
8	#716 - #723	FIFI-LS	8J
13	#724 - #736	HAWC+	8K
6	#737 - #742	FIFI-LS	8M
8	#743 - #750	EXES	8N
4	#751 - #754	FORCAST	8O

Tabelle 1: SOFIA Beobachtungs- und Transferflüge 2021 in cycle 8 (ohne technische Flüge).

Wie schon im Vorjahr konnte auch im Jahr 2021 das Southern Hemisphere Deployment nach Christchurch, Neuseeland, infolge der strengen neuseeländischen Corona (COVID-19) Einreisebeschränkungen nicht stattfinden. Als alternativer Standort für ein 8-wöchiges Southern Hemisphere Deployment zur Beobachtung des Südhimmels mit dem Instrument GREAT wurde der internationale Flughafen von Papeete/Tahiti, Französisch-Polynesien, ausgewählt. Am 19.7.2021 ist SOFIA auf dem internationalen Flughafen von Papeete/Tahiti gelandet. Es war eigentlich geplant, dass SOFIA von dort aus 8 Wochen lang den Südhimmel beobachtet. Wegen der auf Tahiti rasant ansteigenden Corona-Inzidenzen beschloss das SOFIA-Projektmanagement von DLR und NASA am 11.8.2021 das Deployment vorzeitig abubrechen. Fünf der insgesamt 20 geplanten GREAT-Flüge des diesjährigen Southern Hemisphere Deployment sind deswegen ausgefallen. Ebenso fielen alle von dort geplanten HAWC+ Flüge aus, welche dann aber von Palmdale aus nachgeholt wurden. SOFIA flog

# Flüge	Flugnummer	Instrument	Cycle
3	#755 - #757	FORCAST	9A
1	#758	GREAT	9B
13	#760 - #772	GREAT	9C
11	#774 - #784	HAWC+	9D
3	#786 - #788	HAWC+	9E
8	#789 - #796	GREAT	9F
3	#797 - #799	EXES	9G
3	#800 - #802	HAWC+	9H
2	#803 - #804	FIFI-LS	9I

Tabelle 2: SOFIA Beobachtungs- und Transferflüge 2021 in cycle 9 (ohne technische Flüge). Der SOFIA Observing Cycle 9 begann am 3.7.2021. Flüge in cycle 9C fanden von Papeete/Tahiti aus statt.

am 19.8.2021 zurück nach Palmdale. Trotzdem hat das Projekt nach Köln zum zweiten Mal in diesem Jahr erfolgreich demonstriert, dass Southern Hemisphere Deployments auch von anderen Flughäfen als von Christchurch, Neuseeland, aus möglich sind.

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.

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 findet in Stuttgart in einem Peer-Review Verfahren statt, bei dem die eingegangenen Beobachtungsanträge durch das unabhängige Time Allocation Committee (TAC) bewertet werden. In 2021 fand jedoch kein TAC Meeting statt (siehe 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 Hönle 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 ausfallba-

re 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 1.3.2018) 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. Wichtige Meilensteine im Jahr 2021 waren die Fertigstellung der Struktur der Ballongondel, der Beginn von Abnahmetests der optischen Nutzlast, sowie erste Outdoor-Tests des Lageregelungs- und Pointing-Systems der Ballongondel. 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).

Der Beitrag der Professur für Flugmesstechnik (Lehrstuhlinhaber Prof. Dr. J. Wagner) bestand auch 2021 in der Unterstützung der Arbeiten am SOFIA-Teleskop und seinen Subsystemen auf den Gebieten der Mechatronik, Strukturmechanik und Messtechnik. Den Schwerpunkt bildeten zwei Vorhaben zur Sicherung des langfristigen Betriebs des Teleskops unter Berücksichtigung verschärfter Anforderungen durch mögliche neue Instrumente. Die zurzeit im Aufbau befindliche zweite, verbesserte inertielle Messeinheit des Teleskops aus drei sehr hochwertigen faseroptischen Kreiseln und drei Beschleunigungsmessern muss flugqualifiziert werden. Hierzu werden zur Überprüfung der vorgegebenen Spezifikationen und zur Genauigkeitssteigerung die sechs Inertialsensoren im Labor der Professur auf einem Drehtisch nachkalibriert und insbesondere in der Lage ihrer Messachsen zueinander vermessen. Außerdem ist die Messeinheit zum Nachweis ihrer mechanischen Festigkeit unter Betriebsbedingungen einem Vibrationstest auf einem Shaker zu unterziehen. Die Vorbereitung aller Qualifizierungstests stand im vergangenen Jahr im Mittelpunkt. Das andere Vorhaben betrifft die Aufarbeitung und laufende Verbesserung des bestehenden Finite-Elemente-Modells des Teleskops. Dieses wird für die Verbesserung von Subsystemen (wie z.B. der Sekundärspiegel in den vergangenen Jahren) sowie ggf. für die strukturdynamische Auslegung möglicher neuer Instrumente benötigt. Hierzu existiert eine Fülle von Datenmaterial vom Bau des Teleskops bis hin zu aktuellen Messungen der Teleskopstrukturdynamik im Flug, womit sich die Struktur und wesentliche Parameter des Finite-Elemente-Modells (z.B. für die verwendeten Werkstoffe) anpassen und optimieren lassen. Neben der Unterstützung von SOFIA führt die Professur auch historische Untersuchungen durch, die ihren Ausgangspunkt im wissenschaftlichen Werk des Tübinger Astronomen J.G.F. Bohnenberger haben.

2.4 Arbeitsschwerpunkte der Zweigstelle AFRC :

Das NASA Neil A. Armstrong Flight Research Center, im kalifornischen Palmdale gelegen, ist der operative Standort und Heimatflughafen des SOFIA Observatoriums. Die Arbeit des dort ansässigen DSI-Teams mit einer nominellen Personalstärke von rund 25

Mitarbeitenden der verschiedensten Fachrichtungen hat im Wesentlichen zwei Zielrichtungen: Einerseits den operativen Betrieb des SOFIA-Teleskops sicherzustellen, andererseits seine Verbesserung, Weiterentwicklung und die langfristige Sicherstellung der Betriebsbereitschaft.

Auch das Jahr 2021 stand für den Betrieb von SOFIA noch sehr im Zeichen der Corona Pandemie. Es kann aber auch gesagt werden, dass sich die Situation über das Jahr ein Stück weit wieder normalisiert hat, insbesondere auch nach dem Anlauf der Impfkampagne. So konnte zumindest der operative Betrieb weitgehend normal durchgeführt werden, wenn auch mit Schutzmaßnahmen wie Masken, Selbsttests und Social Distancing, besonders im Flugzeug, wo die Anzahl der fliegenden Crew minimiert wurde.

Zu Beginn des Jahres wurde zunächst noch der im Oktober 2020 begonnene Extended Maintenance Visit (EMV) bei der Lufthansa Technik in Hamburg abgeschlossen. Der Fokus dabei lag naturgemäß auf der Flugzeugwartung. Allerdings wurde auch eine Vielzahl von Wartungsarbeiten am Teleskop durchgeführt. Besonders natürlich solche Arbeiten, bei denen die Durchführung einer einzelnen Aufgabe mehrere Tage in Anspruch nimmt und nicht während des regulären Beobachtungsbetriebs durchgeführt werden kann. Insgesamt zeigte sich das Teleskop in sehr guter Verfassung, es war keine besondere Abnutzung oder Beanspruchung festzustellen. Aber natürlich zeigt auch das SOFIA-Teleskop Alterungserscheinungen, diese äußern sich meist im Ausfall von elektrischen oder elektronischen Systemen, die dann umgehend durch Line Replacable Units ersetzt werden müssen. Die Einsatzbereitschaft des Observatoriums wird dadurch aber nicht wesentlich beeinträchtigt und ist nach wie vor sehr hoch.

Ab Anfang Februar betrat SOFIA wiederum Neuland, indem eine komplette Beobachtungsreihe aus Deutschland geflogen wurde. Dem GREAT-Team war es aufgrund der Corona Pandemie nicht möglich, eine mehrwöchige Dienstreise in die USA anzutreten. Daher war die Durchführung einer Flugserie aus Deutschland die einzige Möglichkeit, die Vielzahl der im Rahmen des TAC ausgewählten GREAT Proposals auch tatsächlich zu beobachten. Dazu wurde SOFIA nach Abschluss des EMV für fünfeinhalb Wochen am Flughafen Köln-Bonn stationiert. Dort stand dem Team ein ganzes, während der Pandemie nicht genutztes Terminal zur Verfügung. Die eigentliche Herausforderung für Beobachtungsflüge aus Deutschland bestand naturgemäß in Flugplanung und Durchführung, welche durch die Vielzahl der Ländergrenzen, unterschiedlichen Air Traffic Controllern und abweichenden Anforderungen an die Kommunikation erschwert werden. Diese Probleme konnten aber alle bewältigt werden, so dass Mitte März die Flugserie mit 15 erfolgreichen Flügen beendet werden konnte.

In der Jahresmitte 2021 stand wie in jedem Jahr wieder ein achtwöchiges Deployment in die südliche Hemisphäre auf dem SOFIA-Kalender. Da der übliche Standort in Neuseeland in diesem Jahr aufgrund drastischer Maßnahmen zur Eindämmung der Pandemie nicht zur Verfügung stand, wurde Französisch-Polynesien als Ausweichstandort ausgewählt. In den Frühjahrs- und Sommermonaten waren die Coronazahlen dort auf sehr niedrigem Niveau, so dass dem Deployment mit den Instrumenten GREAT und HAWC+ nichts im Wege stand, auch das GREAT-Team war inzwischen wieder reisefähig. Der Transferflug nach Papeete fand am 19.7.2021 statt, und der Flugbetrieb wurde planmäßig und mit großem Enthusiasmus begonnen. Allerdings schnellte in dieser Zeit die Zahl der Corona Neuinfektionen in Papeete aus dem zweistelligen Bereich bis auf über 3000 hoch (7 Tage Inzidenz). Die Krankenhäuser waren überlastet und auch die reguläre Gesundheitsversorgung war nicht mehr gewährleistet. Auch traten dann im SOFIA-Team die ersten Infektionen auf, das Konzept der "SOFIA Arbeitsblase" war nicht mehr tragfähig. Daher wurde das Deployment Anfang August vorzeitig beendet, die verbliebenen HAWC+ Flüge wurden aus Palmdale absolviert.

Abgesehen von den Flugserien aus Köln-Bonn und Papeete wurde der Flugbetrieb im Rest des Jahres routinemäßig aus Palmdale durchgeführt. Die bisher üblichen drei Wartungsphasen von rund vier Wochen Dauer pro Jahr wurden nun auf eine etwa fünfwöchige Wartung im September reduziert. Dies hatte zur Folge, dass auch die Wartungsintervalle für die

Teleskopsysteme angepasst werden mussten, was aber ohne Einfluss auf den Flugbetrieb geschehen ist.

Die vom DSI in Palmdale neben dem operativen Flugbetrieb durchgeführten Entwicklungsarbeiten haben auch im Jahr 2021 noch stark unter der Corona Pandemie gelitten. Diese Entwicklungen haben vor allem zwei Zielrichtungen, nämlich die Verbesserung der Teleskopperformance und die Bereitstellung von Teleskop Ersatzsystemen als sogenannte Line Replaceable Units, die im Falle eines Defekts schnell getauscht werden können. Aufgrund der über das Jahr zum Teil immer noch hohen Infektionszahlen in Kalifornien war der Zugang zu den NASA-Standorten noch stark eingeschränkt, ein großer Teil der Arbeiten musste aus dem Homeoffice erledigt werden, die Anwesenheit am Standort wurde auf ein Mindestmaß beschränkt. Konnte der operative Flugbetrieb nahezu wie geplant durchgeführt werden, so haben die Entwicklungsarbeiten auch in diesem Jahr noch stark unter den Einschränkungen gelitten. Eine Verbesserung dieser Situation ist erst für das Jahr 2022 zu erwarten.

SMO Aktivitäten:

Wie in den vorhergehenden Jahren wurde die Kommunikation zwischen SMO, DSI, DLR und NASA durch die Teilnahme von Bernhard Schulz an Meetings und individuellen Telekonferenzen unterstützt. Dabei wurden dieses Jahr die DSI Projekte Shack-Hartmann Tester, Full-Frame Tracking und die Ergänzung von FPI+ durch einen Infrarotkanal auf der Prioritätsliste des Projekts deutlich vorangebracht.

In diesem Jahr gelang es die Verhandlungen zwischen dem SMO, dem GREAT Team, NASA und DLR zum Weiterbetrieb des Instruments bis 2023 erfolgreich abzuschließen. Bernhard Schulz leistete dabei erhebliche Vermittlungsarbeit in einer Vielzahl von Gesprächen sowohl einzeln als auch in Gruppen. Der Besuch in Köln zum SOFIA Deployment im Frühjahr ermöglichte dabei persönliche Gespräche mit DLR, MPIfR und der Universität zu Köln, welche zur detaillierten Erstellung einer Gesamtübersicht des Personalaufwands für GREAT genutzt wurde. Diese Aufstellung stellte insbesondere bei den Verhandlungen mit der NASA ein Schlüsselinstrument dar. Die Vereinbarung beinhaltet die Einstellung zweier Hardwareexperten, welche für den Betrieb von GREAT unabdingbar sind und nun gemeinschaftlich von NASA und DLR finanziert werden. Ein weiterer wichtiger Baustein war die Einstellung zusätzlicher Instrumentenwissenschaftler durch USRA/NASA um den geplanten Personalabbau im GREAT Team im Jahr 2023 aufzufangen. Ein Weiterbetrieb nach 2023 wurde nicht ausgeschlossen, bedarf aber grundsätzlicherer Beschlüsse bezüglich der weiteren Finanzierung auf der deutschen und amerikanischen Seite.

Beim Informationstransfer zum Betrieb von FIFI-LS zwischen DSI Instrumentexperten und USRA engagierte sich Bernhard Schulz durch Kommentierung von entsprechenden Dokumenten, Erstellung von Photodokumentationen von Prozeduren zum Instrumentenwechsel bei An- bzw. Abbau von FIFI-LS am SOFIA Teleskop und Begleitung des Prozesses bzw. des Informationstransfers.

Veranlasst durch die Veröffentlichung der NASA Instrumentation Roadmap zu Beginn des Jahres, organisierte Bernhard Schulz mit Hilfe des DSI und 16 externen Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen zwei größere Online-Workshops unter dem Haupttitel "The Future of Airborne Infrared/Submm Astronomy". Dabei hatte der erste Workshop, welcher an drei Tagen ab dem 26. Juli mit dem Untertitel "Prospects and Opportunities" abgehalten wurde, die Aufgabe die wissenschaftlichen Hauptziele deutscher, bzw. europäischer Astronomen zu erfassen, welche von stratosphärischen Plattformen, also SOFIA und Ballons aus verfolgt werden können. Das Interesse war mit 231 registrierten Teilnehmenden und 56 Präsentationen erfreulich hoch und rechtfertigte den Aufwand der mit der Organisation eines solchen Ereignisses verbunden ist.

Eine anschließend erarbeitete Zusammenfassung des ersten Workshops wurde den Teilnehmenden des zweiten Workshops mit der Maßgabe zur Verfügung gestellt, entsprechende technische Lösungen zu den wissenschaftlichen Anforderungen zu präsentieren und zu diskutieren. Dieser Workshop mit dem Untertitel "Instrument Solutions" wurde an drei Tagen,

beginnend am 17. November, mit 156 registrierten Teilnehmenden und 31 Vortragenden abgehalten und behandelte stratosphärische Plattformen, kohärente und nicht-kohärente Detektoren und Detektorsysteme, sowie Instrumentenvorschläge und Finanzierung. Eine Zusammenfassung der Ergebnisse beider Workshops soll in einem Weißbuch veröffentlicht werden.

2.5 Arbeitsschwerpunkte der Zweigstelle ARC :

Zur Entwicklung des Shack-Hartmann Instruments fand ein erfolgreiches Design Review zusammen mit NASA statt. Es wurde ein umfangreiches Dokumentenpaket erstellt und das komplette Design des Test Instruments vorgestellt. Erste Komponenten für das Instrument, insbesondere die drei Kameras und der große Strahlteiler, wurden von NASA bestellt. Im Labor in NASA Ames wurde eine optische Bank aufgestellt, um den Aufbau im Labor zu testen und zu justieren. Neben den Kameras hat sich NASA bereit erklärt, die Fertigung der großen Strukturteile für das Instrument zu übernehmen. Dazu wurde das Design verfeinert und die Fertigungszeichnungen angepasst.

Die neuen Sucher- und Nachführkameras Wide Field und Fine Field Imager (WFI+ und FFI+) konnten aufgrund zeitlicher und personeller Engpässe nicht während der jährlichen SOFIA Wartungsphase eingebaut werden. Es konnte allerdings ein erfolgreicher Test an Bord mit einer der zwei Kameras durchgeführt werden, um die Kompatibilität mit der existierenden Infrastruktur und Subsystemen zu prüfen. Außerdem wurde die Ursache für immer wieder auftretende sporadische Aussetzer der Kamerakommunikation mit dem Controller identifiziert und behoben. Der Einbau der zwei Kameras ist nun für die Wartungsphase 2022 vorgesehen.

Mit dem Focal Plane Imager (FPI+) fanden im Jahr 2021 keine eigenständigen Wissenschaftsbeobachtungen statt. Es wurden aber andere Beobachter und das SMO unterstützt, die SOFIA Mondbeobachtungen mit FORCAST vorzubereiten. FPI+ Daten werden außerdem dabei helfen die genaue Positionierung des Spaltes von FORCAST auf der Mondoberfläche bei allen Messungen zu bestimmen. Zudem wurde der FPI+ als Testinstrument eingesetzt um z.B. die Lagestabilität des Teleskops zu überwachen.

Der Vorschlag, den FPI+ in einem zweiten Kanal mit einer NIR Kamera zu erweitern, wurde konkretisiert. Dank des technischen Fortschritts der vergangenen Jahre ermöglicht eine Kamera mit InGaAS-Sensor hintergrundbegrenzte Aufnahmen. Die Abbildungsqualität bei Verwendung eines kommerziellen SWIR Objektivs im optischen Pfad wurde in einer Zemax Simulation bestätigt. Die NIR Erweiterung des FPI+ soll sowohl für wissenschaftliche Beobachtungen (z.B. multispektrale Sternbedeckungsmessungen), als auch zum Tracking (z.B. während der Dämmerung oder in Dunkelwolken) genutzt werden.

Im Hinblick auf den Genauigkeitsgewinn für Full Frame Tracking, Sternbedeckungsvorhersagen sowie allgemeine astrometrische Lösungen wurde die Vollständigkeit der Kombination aus Gaia EDR3 & Tycho-2 Sternkatalog im Helligkeitsbereich bis 17 mag untersucht. Dies entspricht der Grenzgröße der FPI+ Leitkamera bei Belichtungszeiten bis 3s. Die befürchtete Lücke zwischen 11 und 12 mag konnte nicht bestätigt werden, der kombinierte Katalog erscheint quasi vollständig. Damit sollten auch genauere Indices für den astrometry.net blind all sky plate solver generiert werden können, die bisherige Indices auf Basis von USNO B1.0 und 2MASS ablösen können.

Im Rahmen einer Masterarbeit (Bastian Knieling) wurde ein neues Verfahren mit Gauschen Kernen entwickelt, aus astrometrischen Positionsmessungen eines Kleinplaneten ein Korrekturmodell für die vom JPL veröffentlichte Ephemeride zu errechnen. Ziel ist die genauere Vorhersage von Sternbedeckungen, insbesondere mit Hinblick auf zukünftige SOFIA Beobachtungen. Das Potential dieses Verfahrens wurde für Pluto anhand von öffentlichen Bilddaten der Zwicky Transient Facility (ZTF) getestet. Diese Arbeit dient ebenfalls als Vorreiter für zukünftige Arbeiten mit LSST Daten, deren Grenzgröße Vorhersagen für zahlreiche trans-Neptunische Objekte ermöglichen wird.

Im März 2021 konnte die Installation der modifizierten Gegengewichtstange am ATUS-Teleskop erfolgen. Durch die damit verbundene Reduzierung des Massenträgheitsmomentes um die Polachse und der massiv gesunkenen Schwingungsanfälligkeit des Aufbaus, kann das Teleskop nun sofort nach dem Anfahren eines Zielobjekts eine Belichtung starten. Vor dem Umbau mussten etwa 15s Pause zum Abklingen des Nachschwingens eingeplant werden. Dank dieser Modifikation können nun auch Themen der Space Situational Awareness bearbeitet werden; auch die Beobachtung von Objekten mit sehr hoher Relativgeschwindigkeit stellt nun kein Problem mehr dar.

Die Leitung der DSI Gruppe in Ames ging zum 1.12.2021 von Dr. Jürgen Wolf, der sich in den Ruhestand verabschiedete, an Dr. Manuel Wiedemann über.

3 Akademische Abschlussarbeiten

3.1 Masterarbeiten

Abgeschlossen: 4

Knieling, Bastian: Improved Prediction of Stellar Occultations as Science Targets for SOFIA and ATUS

Roth, Thomas: Simulation and controller design of a closed-loop image stabilization system for an astronomical balloon platform

Nowak, Manuel: Feasibility study of a soft landing system for large balloon-based telescopes

Frommelt, Marcel: Development of a flight trajectory propagator and investigation of stable flight routes for scientific stratospheric balloons

4 Veröffentlichungen

4.1 In referierten Zeitschriften (8)

Bryant, A. & Krabbe, A.: The episodic and multiscale Galactic Centre, *NewAR*, 93, (2021), 101630. doi:10.1016/j.newar.2021.101630

Colditz, S., Looney, L., Bigiel, F., et al.: Upgrading the Field-Imaging Far-Infrared Line Spectrometer for the Stratospheric Observatory for Infrared Astronomy with kinetic inductance detectors: enabling large sample (extragalactic) surveys *JATIS* **7** (2021) 025002

Fischer, C., Iserlohe, C., Vacca, W., et al.: Probing the Atmospheric Precipitable Water Vapor with SOFIA, Part I, Measurements of the Water Vapor Overburden with FIFI-LS, *PASP* **133** (2021) 055001

Fritsch, D., Wagner, J.F., Ceranski, B., et al.: Making Historical Gyroscopes Alive – 2D and 3D Preservations by Sensor Fusion and Open Data Access, *Sensors* 21 (2021), S. 957.1-957.31

Harper, G., Chambers, E., Vacca, W., et al.: SOFIA upGREAT/FIFI-LS Emission-line Observations of Betelgeuse during the Great Dimming of 2019/2020, *ApJ* **162** (2021) 246

Iserlohe, C., Fischer, C., Vacca, W., et al.: Probing the Atmospheric Precipitable Water Vapor with SOFIA. II. Atmospheric Models from ECMWF, *PASP* **133** (2021) 055002

Sperling, T., Eisloffel, J., Fischer, et al.: Evolution of the atomic component in protostellar outflows, *A&A* **650** (2021) 173

Stecklum, B., Wolf, V., Linz, H., et al.: Infrared observations of the flaring maser source G358.93-0.03. SOFIA confirms an accretion burst from a massive young stellar object,

A&A **646** (2021) A161

4.2 Konferenzbeiträge (5)

Klein, R., Bigiel, F., De Looze, I., et al.: CO-dark Molecular Gas and Star Formation across the Nearby Spiral Galaxy NGC 6946, AAS meeting #237 (2021), Bulletin of the American Astronomical Society, Vol. 53, No. 1

Maier, P., Keilig, T., Krabbe, A., et al.: The STUDIO UV astronomy mission - a step towards a European balloon observatory. 43rd COSPAR Scientific Assembly, Sydney, Australia/virtual.

Sickafoose, A., Person, M., Zuluage, C., et al.: Continuing program of stellar occultations by Pluto, AAS/Division for Planetary Sciences Meeting Abstracts (2021), Vol. 53, Issue 7, page 307.13

Taheran, M., Maier, P., Bougueroua, S., et al.: A New Operational Concept for Stratospheric Science Payloads: Reusing an Extensible Satellite Framework for Operating Regular Balloon-Based Astronomical Missions. In Proceedings of the 16th International Conference on Space Operations 2021.

Taheran, M., Bougueroua, S., Pahler, et al.: The European Stratospheric Balloon Observatory, its First Mission STUDIO and STUDIO's Software Architecture. 2021 Scientific Ballooning Technologies Workshop

4.3 Populärwissenschaftliche und sonstige Veröffentlichungen (2)

Mehlert, D. und Lischke-Weis, A., SOFIA bringt Licht in die Pluto-Atmosphäre, *Astronomie + Raumfahrt im Unterricht* Nr. 4/2021

Wagner, J.F., Ceranski, B., Fritsch, D., et al., Gyrolog. Aufbau einer digitalen Kreiselsammlung für historische und didaktische Forschung – Schlussbericht, BMBF-Förderlinie eHeritage. Stuttgart: Universität Stuttgart, Professur für Flugmesstechnik, 2021

4.4 Lehrtätigkeiten

Eine Zusammenstellung der vom DSI in 2021 betreuten Vorlesungen und Seminare findet sich in Tabelle 3.

Das Seminar zur Vorlesung "Experimentelle Methoden der Infrarotastronomie II" fand vom 26.7.-6.8. statt. In diesem Seminar führen Studierende nach einer Einführungsveranstaltung und Demonstrationsbeobachtung selbstständig Messungen von Exoplanetentransits mit ATUS durch und werten die gewonnenen Daten aus. Bedingt durch die COVID-19 Pandemie wurde das Seminar erneut virtuell und dezentral durchgeführt; die teilnehmenden Studierenden haben das ATUS-Teleskop unter virtueller Aufsicht der Betreuer von zu Hause aus gesteuert.

Dr. Bernhard Schulz hielt am 6.7.2021 die eintägige Vorlesung "Astronomische Datenverarbeitung".

4.5 Gremientätigkeit

SOFIA Time Allocation Committee (TAC)

Um die Anzahl der verlorenen Flüge im achten Zyklus durch die Pandemie und die grosse Flugzeugwartung (C-Check) auszugleichen, wurde beschlossen die Dauer des neunten Zyklus um drei Monate bis Ende 11.2022 zu verlängern. Dadurch ergab sich im Jahr 2021 keine Notwendigkeit für ein TAC Meeting. Allerdings wurde für eingehende Proposals für Director's Discretionary Time ein stehendes TAC eingerichtet um eine wissenschaftliche Beurteilung durch Experten sicherzustellen.

Tabelle 3: Vorlesungen und Seminare.

Art	Titel	Umfang	Dozenten
<hr/> WS20/21 <hr/>			
Vorlesung	Astronomiemissionen	2 SWS	A. Krabbe, S. Latzko, A. Beck
Vorlesung	Experimentelle Methoden der Infrarot-Astronomie I	2 SWS	A. Krabbe, M. Kazmierczak-Barthel, A. Beck
Vorlesung	Raumfahrt aus Leidenschaft	2 SWS	S. Fasoulas, S. Klinkner, A. Krabbe, R. Ewald, R. Srama
Vorlesung	Raumfahrt und Raumfahrtssysteme	2 SWS	S. Fasoulas, S. Klinkner, A. Krabbe
<hr/> SS21 <hr/>			
Vorlesung	Planetenmissionen	2 SWS	A. Krabbe, D. Mehlert und Gäste
Vorlesung	Einführung in die Elektronik für Luft- und Raumfahrtingenieure	2 SWS	A. Krabbe, M. Kazmierczak-Barthel, S. Klinkner, J. C. Burgdorf
Vorlesung	Experimentelle Methoden der Infrarot-Astronomie II	2 SWS	A. Krabbe, M. Kazmierczak-Barthel
Vorlesung	Raumfahrt aus Leidenschaft	2 SWS	S. Fasoulas, S. Klinkner, R. Ewald, A. Krabbe, S. Schlechtriem, R. Srama
Vorlesung	Raumfahrtssysteme und Raumfahrtanwendungen	2 SWS	S. Fasoulas, S. Klinkner, R. Ewald, A. Krabbe, S. Schlechtriem
Seminar	Experimentelle Methoden der Infrarotastronomie II		K. Schindler, A. Beck, S. Latzko

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).

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

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 2021 diverse Projekte entweder gar nicht, nur teilweise oder in anderer Form stattfinden.

Bildungsarbeit:

Die im Rahmen des SOFIA Ambassador Programms ausstehenden Mitflüge an Bord von SOFIA konnten - wie die Medienmitflüge - wegen der Corona-Pandemie nicht stattfinden. Das Bewerbungsverfahren für weitere Mitflüge wurde ausgesetzt. Zusammen mit der ESO Supernova würde am 15. & 16.10.2021 online eine virtuelle Lehrerfortbildung durchgeführt, bei der die Lehrkräfte unter anderem eine Einweisung in die eigenständige Auswertung von SOFIA Archiv-Beobachtungsdaten erhielten. Das DSI Schulnetzwerk wurde weiter gepflegt und regelmäßig mit Informationen zu SOFIA versorgt. Bei Bedarf und nach Möglichkeit wurden wie gewohnt Modelle, Experimentierkoffer, Wärmebildkameras und Infomaterial für verschiedene Schulveranstaltungen und öffentliche Vorträge zur Verfügung gestellt. Auch wurden die DSI - Netzwerkschulen kontinuierlich mit Info-, Bild- und Videomaterialien versorgt, die unter anderem in den Online-Unterricht eingebunden werden können.

Öffentlichkeitsarbeit:

Am Ende des Extended Maintenance Visit von SOFIA bei Lufthansa Technik (LHT) in Hamburg fand am 26.1.2021 ein virtuelles LHT-Medienevent statt, das vom DSI durch verschiedene Redebeiträge und Informationsmaterialien unterstützt wurde. Zum Abschluss der Liegezeit in Hamburg wurde eine Führung durch das SOFIA Flugzeug inkl. Interviews mit DSI Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen und einem SOFIA Piloten auf dem IRS/DSI-Youtube-Kanal übertragen, der inzwischen über 4000 Mal angeschaut wurde (<https://youtu.be/5e3k5p0DupA>).

Über die erste komplette wissenschaftliche Flugkampagne von SOFIA von Deutschland aus, die vom 4.2. - 17.3.2021 vom Flughafen Köln/Bonn aus stattfand, wurden die Follower über die aktuellen Flug und Beobachtungspläne sowie Start- und Landezeiten informiert, was zu einer intensiven Kommunikation mit diversen Planespotttern geführt hat.

Das alljährliche Deployment auf die Südhalkugel, das 2022 in Tahiti (Französisch-Polynesien) stattfand, wurde ebenfalls über die sozialen Kanäle begleitet. Hierzu wurde diverses Film- und Fotomaterial allen beteiligten Partnern zur Verfügung gestellt.

Die Ausstellung WUNDERKAMMER MODERN im Stadtmuseum Kassel anlässlich des 50-jährigen Bestehens der Universität Kassel wurde durch SOFIA-Ausstellungsutensilien und Infomaterialien bereichert (15.10.2021 - 18.4.2022).

Zu den Entdeckungen von molekularem Wasser auf dem Mond wurde ein A4-Infoblatt hergestellt.

Da öffentlichkeitswirksame Veranstaltungen nur eingeschränkt und im Wesentlichen online 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:

- Magnetisches Chaos in der Whirlpool-Galaxie (15.1.2021)
- Erste komplette Wissenschaftskampagne von Deutschland aus (4.2.2021)
- Magnetischer 'Highway' leitet Materie aus der Zigarregalaxie (10.2.2021)
- Erneut Wachstumsschub eines massereichen jungen Sterns bestätigt (1.3.2021)
- Kometen - Kohlenstofflieferanten für die Erde? (8.3.2021)
- Erste komplette Wissenschaftskampagne erfolgreich - SOFIA Beobachtungen geben Aufschluss über Sternentstehung (17.3.2021)
- SOFIA bietet neuen Weg zur Erforschung der Erdatmosphäre (1.4.2021)
- Galaktische Verschmelzung verdreht magnetische Felder (8.4.2021)
- Stellare Rückkopplung: Sternwinde können die Bildung neuer Sterne befeuern (13.4.2021)
- SOFIA liefert erste komplette [CII]-Durchmusterung der Feuerwerksgalaxie (1.7.2021)
- Erster klarer Blick in einen brodelnden Sternentstehungs-Kessel (14.7.2021)
- Die Zukunft der Infrarot- & Submillimeter-Astronomie (23.7.2021)
- SOFIA beobachtet den Süd-Himmel dieses Jahr von Tahiti aus (26.7.2021)
- Neue Maser Beobachtungen mit SOFIA (8.10.2021)
- Jährliche SOFIA Wartung abgeschlossen (3.11.2021)
- Instrumente für zukünftige Infrarot- und Submm Beobachtungsmissionen (15.11.2021)
- Unsichtbare, entgegengesetzte Spiralarme in NGC 7479 bestätigt (30.11.2021)

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

Im Laufe des Jahres hat das DSI weiterhin die DSI Homepage überarbeitet. Der Schwerpunkt hierbei lag auf den Seiten des Bildungsprogramms. Außerdem 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
 Facebook : <https://m.facebook.com/SOFIAatDSI/about/>
 Instagram : <https://www.instagram.com/sofiaatdsi/?hl=de>

4.7 Nationale und internationale Tagungen

Vorträge:

Fischer, C., SOFIA-Teletalk, "Probing the atmospheric precipitable water vapor with SOFIA I", 29.9.2021

Iserlohe, C., SOFIA-Teletalk, "Probing the atmospheric precipitable water vapor with SOFIA II + Tahiti", 29.9.2021

Lischke-Weis, A., Thementreff "SOFIA" bei der Bundesweite Wilhelm und Else Heraeus-Lehrerfortbildung zur Astronomie, 11.11.2021

Mehlert, D., Online Vortrag zum SOFIA Projekt bei der young dpG, 23.3.2021

Schindler, K., et al., "A vision and a new toolbox for stellar occultation studies", "The Future of Airborne Infrared/Submm Astronomy: Prospects & Opportunities", 26.-28.7.2021

Schindler, K., "A new near-infrared channel for SOFIA's Focal Plane Imager", "The Future of Airborne Infrared/Submm Astronomy: Instrument Solutions", 17.-19.11.2021

Schulz, B., SOFIA Users Group Meeting, 26.1.2021

Schulz, B., Präsentation bei virtueller SOFIA Pressekonferenz zur Landung von SOFIA in Köln/Bonn, 4.2.2021

Schulz, B., GSSWG (Online), 19.3.2021

Schulz, B., "Plans for SOFIA Instrument Roadmap in Germany", USRA SOFIA Science Council, 5.5.2021

Schulz, B., "Workshop Purpose and Logistics", "The Future of Airborne Infrared/Submm Astronomy: Prospects and Opportunities", 23.-26.7.2021

Schulz, B., "German Instrumentation Initiative", SUG Meeting #18, 10.8.2021

Schulz, B., GSSWG Meeting, 16.9.2021

Schulz, B., Seminarvortrag "Perspectives of the SOFIA Project", (MPIfR/Argelander Inst., Bonn), 7.10.2021

Schulz, B., "Workshop Purpose and NASA Instrumentation Roadmap", "The Future of Airborne Infrared/Submm Astronomy: Instrument Solutions", 17.-19.11.2021

Schulz, B., Seminarvortrag "Observing with SOFIA", Observatory Warsaw, 23.11.2021

Schulz, B. & Meixner, M., SOFIA Teletalk: "SOFIA Instrument Planning", 1.12.2021

Schulz, B., "German Instrumentation Workshops", SUG Meeting #19, 6.12.2021

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 Wissenschaftlern am Massachusetts Institute of Technology (MIT), Planetary Science Institute (PSI) und Lowell Observatory auf dem Gebiet der Vorhersage, Messung und Auswertung von Sternbedeckungen durch Körper des Sonnensystems.
- Zusammenarbeit mit dem Departamento de Astronomia der Universidad de Guanajuato, Mexiko und der Hamburger Sternwarte.
- Zusammenarbeit im Bereich der Modellierung des Interstellaren Mediums naher Galaxien mit der Arbeitsgruppe um Vianney Lebouteiller (CEA/Laboratoire Formation des Etoiles et Milieu Interstellaire, LFEMI)
- Zusammenarbeit mit dem Max-Planck-Institut für Astronomie (MPIA), Heidelberg, auf dem Gebiet der Entwicklung astronomischer Instrumente.

5 Abkürzungsverzeichnis

AFRC	:	NASA Armstrong Flight Research Center, ehemals NASA Dryden Flight Research Center (DFRC)
ARC	:	NASA Ames Research Center
ATUS	:	Astronomical Telescope of the University of Stuttgart, siehe https://www.dsi.uni-stuttgart.de/forschung/atus.html
BMWK	:	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
CHC	:	Christchurch, 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