



Thüringer Landessternwarte

Jahresbericht 2023 – 2024



Die Aufnahme auf der Titelseite zeigt die Thüringer Landessternwarte von oben. Im Vordergrund sind die beiden LOFAR-Anntenfelder. In der Bildmitte ist der klimatisierte Container, in dem sich das neue Tautenburger Sonnenlabor befindet. Im Hintergrund ist das Kuppelgebäude des 2-Meter-Teleskops mit geöffnetem Spalt, der einen Blick auf das Alfred-Jensch-Teleskop ermöglicht.

Foto: Thüringer Landessternwarte

© 2025 Thüringer Landessternwarte Tautenburg
Sternwarte 5
07778 Tautenburg

Telefon: +49 (0) 36427 8630
Telefax: +49 (0) 36427 86329
E-Mail: webmaster@tls-tautenburg.de

Inhaltsverzeichnis

1. Die Thüringer Landessternwarte im Porträt.....	9
2. Forschungsinfrastruktur.....	10
2.1 Das 2-Meter-Alfred JenschTeleskop.....	10
2.1.1 Schmidt-Modus	11
2.1.2 Coudé-Modus.....	12
2.2 Das Tautenburger Sonnenlabor: TauSoL	13
2.3 Das "Tautenburg Exoplanet Search Telescope"	16
2.4 LOFAR	17
2.4.1 LOFAR 2.0	18
2.4.2 Die LOFAR Initial Calibration (LINC) Pipeline	19
2.4.3 DANTE	19
2.5 Spectral Digital Autonomous Fireball Observatory (SDAFO).....	20
2.6 Das 1.52-m-Teleskop der Europäischen Südsternwarte in La Silla, Chile	21
2.7 Von TLS-Wissenschaftlern weltweit und im Weltraum genutzte Teleskope.....	22
3. Instrumentierung und Technologie	24
3.1 Instrumentierung für das Alfred-Jensch-Teleskop.....	24
3.1.1 Fiber Coupling Unit (FCU)	25
3.1.2 Tautenburg Faint Object Spectrograph (TauFOS)	26
3.1.3 Tautenburg Asteroseismic Ultra-high Resolution Optical Spectrograph (TauROS)	26
3.2 Adaptive Optik.....	26
3.2.1 Adaptive Optik für TauROS	26
3.2.2 FREEFIB	27
3.2.3 Experimentelles, hochauflösendes Kamerasystem im Nasmyth-Fokus des AJT28	
3.3 Instrumentierung für das Tautenburger Sonnenlabor	30
3.3.1 TauSoL-Spektropolarimeter	30
3.3.2 LiNbO ₃ Interferometer	31
3.4 ANDES.....	33
3.5 PLATOSpec: Eine bodengestützte Einrichtung zur Unterstützung der PLATO-Mission	34

3.5.1 Hintergrund: Die PLATO-Mission der Europäischen Weltraumorganisation (ESA)	34
3.5.2 Was ist PLATOSpec?.....	35
3.5.3 Aufbau der Kalibrationseinheit.....	35
3.5.4 Erstes Licht und Inbetriebnahme.....	37
3.6 VIPER: Software zur Berechnung präziser Radialgeschwindigkeiten.....	39
3.6.1 Vielseitigkeit und Benutzerfreundlichkeit	40
3.6.2 Präzise stellare Radialgeschwindigkeiten im Infraroten.....	40
3.7 Projekt Optics4Space	41
4. Forschungs-Highlights	44
4.1 Erdnahe Objekte: Unheimliche Begegnungen der Asteroiden Art	44
4.2 Planeten und Exoplaneten	46
4.2.1 Die "KESPRINT"-Exoplaneten.....	46
4.2.2 Winde auf Riesenplaneten, nah und fern	48
4.3 Sternentstehung.....	53
4.3.1 Der energiereiche Akkretionsausbruch eines massereichen jungen Sterns.....	53
4.3.2 Akkretion und Ausfluss von Materie in massearmen Sternen	55
4.4 Radioastronomie	56
4.4.1 Monographie zur datenintensiven Radioastronomie	56
4.4.2 Erstes Subbogensekunden-Niederfrequenzbild zweier leistungsstarker Radiogalaxien.....	57
5. Nationale und internationale Forschungskooperationen.....	59
6. Workshops und Konferenzen an der Thüringer Landessternwarte.....	66
7. Akademische Kooperationen.....	68
8. Öffentlichkeitsarbeit	70
8.1 Öffentliche Veranstaltungen an der Thüringer Landessternwarte und in Jena.....	70
8.1.1 Tag der offenen Tür.....	70
8.1.2 Die Lange Nacht der Sterne	70
.....	71
8.1.3 Tag des offenen Denkmals.....	71
8.1.4 Die Lange Nacht der Wissenschaften in Jena	72
8.2 Verbindung von Amateur- und Berufsastronomen	72
8.3 Bauhaus - Tautenburg: Wenn Kunst auf Wissenschaft trifft.....	74
8.4 Das Tautenburg Tiny Telescope (TTT): Kinder spielend erreichen.....	75
8.5 Nova T CrB: Aktuelle Wissenschaft der Öffentlichkeit zugänglich machen.....	76

8.6 Verbesserte Kommunikationsmaßnahmen	78
8.6.1 Marketing für Thüringer Forschungseinrichtungen	78
8.6.2 Neues Informationsfaltblatt über die Thüringer Landessternwarte	79
8.6.3 Die Thüringer Landessternwarte in den Medien.....	79
9. Akademische Aktivitäten (Lehre).....	81
9.1 Universitätskurse	81
9.2 Online-Kurse	82
10. Abschlussarbeiten, die an der TLS entstanden sind.....	83
11. Nachruf: Josef Solf, ehemaliger Direktor der TLS	84
12. Anhang: Nützliche Fakten und Zahlen.....	86
12.1 Organisation und festangestellte Mitarbeiter.....	86
12.2. Entwicklung des Haushalts	87
12.3 Drittmittel.....	88
12.4 Publikationen	89
12.4.1 Publikationen in Fachzeitschriften	89
12.4.2 Bücher	91



v. l. n. r.: Matthias Hoeft, Markus Roth und Andrea Schmidt

In den Jahren 2023 und 2024 wurden an der Thüringer Landessternwarte zahlreiche wichtige Weichen für die weitere positive Entwicklung des Forschungsinstituts gestellt. Eine bedeutende Weichenstellung war die Evaluation der landesfinanzierten außeruniversitären Forschungsinstitute des Freistaats Thüringen durch die Wissenschaftliche Kommission Niedersachsen. Diese Evaluation, in Auftrag gegeben vom damaligen Thüringer Ministerium für Wirtschaft, Wissenschaft und Digitale Gesellschaft (TMWWDG), bescheinigte der Thüringer Landessternwarte eine äußerst positive Entwicklung: „Nach Ansicht der Fachkommission ist die Thüringer Landessternwarte eine leistungsfähige und international anerkannte außeruniversitäre Forschungseinrichtung von systemischer Relevanz für die gesamte astronomische Gemeinschaft in Deutschland und darüber hinaus. Die Sicherung des Fortbestands der TLS als außeruniversitärer Forschungseinrichtung empfiehlt die Fachkommission dem Freistaat Thüringen uneingeschränkt. Sie spricht sich zudem nachdrücklich dafür aus, der TLS wissenschaftliche und strukturelle Weiterentwicklung zu ermöglichen.“

Auch beim Radioteleskop LOFAR wurden die Weichen neu gestellt: Die erste Generation des Radioteleskops erhält aktuell ein Upgrade. Mit LOFAR 2.0 entsteht gerade das internationale LOFAR-Teleskop der nächsten Generation. Zudem wurde die Rechtsform dem internationalen Forschungsprojekt angepasst. LOFAR war ursprünglich als niederländische Stiftung organisiert. Anfang des Jahres 2024 wurde LOFAR in eine eigenständige Rechtsform überführt: in ein Konsortium für eine europäische Forschungsinfrastruktur (European Research Infrastructure Consortium (ERIC)).

Mit der Inbetriebnahme des Tautenburger Sonnenlabors im Oktober 2024 und des hochauflösenden Spektrografen PLATOSpec am modernisierten 1,52-Meter-Teleskop der ESO am La Silla Observatorium in Chile im Dezember 2024 erweiterte die Thüringer

Landessternwarte ihre Beobachtungseinrichtungen. Sie eröffnen zahlreiche neue Möglichkeiten, mit regionalen und internationalen Partnern zu kooperieren – ebenfalls eine Weichenstellung in Richtung Zukunft.

Und last, but not least, trat Professor Dr. Markus Roth im Oktober 2023 die Nachfolge von Professor Dr. Artie Hatzes als Direktor an. Unter seiner Leitung erweiterte die Thüringer Landessternwarte ihre Forschungsaktivitäten um die Erforschung des Magnetfelds der Sonne und von Sternen.

Dieser Jahresbericht beschreibt, wie sich die Instrumentierung und Forschung an der Thüringer Landessternwarte Tautenburg in den Jahren 2023 und 2024 entwickelt haben und welche wichtigen Forschungsergebnisse in diesem Zeitraum entstanden sind.

Prof. Dr. Markus Roth

Direktor und Leiter des Forschungsbereichs Stern- und Planetensysteme

Andrea Schmidt

Verwaltungsleiterin

Prof. Dr. Matthias Hoeft

Stellvertretender Direktor und Leiter des Forschungsbereichs Extragalaktik

1. Die Thüringer Landessternwarte im Porträt

Die Thüringer Landessternwarte Tautenburg (TLS) ist eine außeruniversitäre Forschungseinrichtung des Freistaats Thüringen. Sie betreibt Grundlagenforschung im Bereich der Astrophysik. Erforscht werden ganz unterschiedliche astronomische Objekte: von erdnahen Kleinkörpern, über die Sonne, Sterne und Planeten bis zu Strahlungsquellen am Rand des beobachtbaren Universums. Die Astronominnen und Astronomen der TLS:

- suchen und charakterisieren extrasolare Planeten,
- beobachten und analysieren die Prozesse auf der Sonne und Sternen,
- ergründen die Vorgänge bei der Sternentstehung,
- untersuchen den Aufbau und die Entwicklung der Milchstraße, von fernen Galaxien und der großräumigen Struktur des Universums,
- erforschen Gammastrahlenausbrüche,
- und spüren erdnahe Asteroiden auf.

Die Thüringer Landessternwarte betreibt das 2-Meter-Alfred-Jensch-Teleskop für Beobachtungen im optischen Wellenlängenbereich und eine Station des European Low Frequency Array (LOFAR) Radioteleskops. Mit einem eigenen Sonnenlabor (TauSoL), das 2024 in Betrieb ging, erforscht sie das Magnetfeld der Sonne. Als einer der drei Hauptpartner des PLATOSpec-Konsortiums steht der TLS rund ein Drittel der Beobachtungszeit am modernisierten 1,52-Meter-Teleskop der Europäischen Südsternwarte in La Silla, Chile, zur Verfügung. PLATOSpec ermöglicht es, Sterne am südlichen Nachthimmel zu beobachten und bietet beste Voraussetzungen für die Teilnahme an großen internationalen Forschungsprojekten. Die Beobachtung ist "remote", das heißt, von Tautenburg aus, möglich.

Aktuell sind rund 50 Angestellte an der Thüringer Landessternwarte beschäftigt, davon 35 im wissenschaftlichen Bereich, einschließlich Nachwuchsforschergruppen und wissenschaftlicher Hilfskräfte.

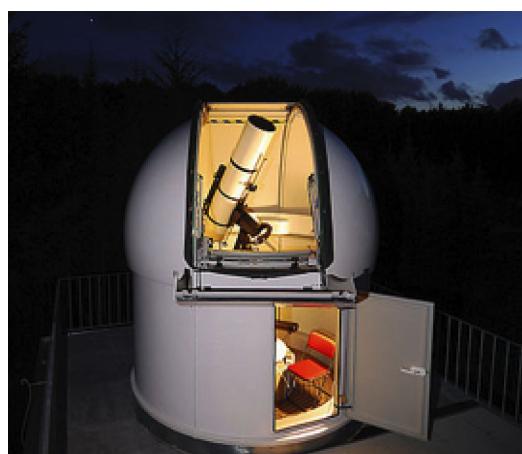
Der Haushalt der Thüringer Landessternwarte wird vom Freistaat Thüringen finanziert. Er beträgt im Jahr 2023 3,79 Millionen Euro und im Jahr 2024 4,73 Millionen Euro.

2. Forschungsinfrastruktur

2.1 Das 2-Meter-Alfred-Jensch-Teleskop

Das 2-Meter-Alfred-Jensch-Teleskop (AJT, Abb. 1) ist neben dem 2-Meter-Teleskop an der Wendelstein-Sternwarte eines der größten optischen Teleskope in Deutschland. In den Jahren 2023 und 2024 wurde das AJT in zwei Modi betrieben: Ein Schmidt-Modus, der ausschließlich während der dunklen Periode (d.h., während schwachen Mondscheins) für die Abbildung und Photometrie schwacher Objekte genutzt wird. Er ist mit der Primärfokuskamera TAUKAM ausgestattet.

Der Coudé-Modus wird für die hochauflösende Spektralbeobachtung stellarer Objekte während der mondhellten Periode mit dem Coudé-Echelle-Spektrografen verwendet. Ein dritter Modus, Nasmyth, wird in erster Linie für niedrig auflösende Spektrografen verwendet, wurde aber in den Jahren 2023 und 2024 nicht genutzt. Die TLS arbeitet derzeit an einem verbesserten Spektrografen, TauFOS, für diesen Schwerpunkt (siehe unten).



*Abb. 1: Die zwei optischen Teleskope an der TLS.
(links) Das Alfred-Jensch-Teleskop. (rechts) Das 30-cm Tautenburg
Exoplanet Search Telescope auf der Terrasse der Kuppel für das 2-Meter-
Teleskop.*

2.1.1 Schmidt-Modus

Der Schmidt-Fokus des 2-m-AJT bietet ein sehr weites Sichtfeld für die Bildgebung und wird verwendet, um Licht von schwachen astronomischen Objekten zu sammeln. Im Schmidt-Modus ist das AJT das größte klassische Schmidt-Teleskop der Welt. Die Beobachtungen werden mit der vom Freistaat Thüringen finanzierten TAUKAM-Kamera aufgezeichnet, die sich im Primärfokus des AJT befindet. Sie verfügt über einen e2v-CCD-Sensor mit 6144 x 6160 Pixeln, der ein Feld von 1,3 x 1,3 Quadratgrad abdeckt (Abb. 2). Dies ist eines der größten Sichtfelder für ein Teleskop dieser Größe.

Die Kamera ist mit Filtern des Sloan Digital Sky Survey ausgestattet: U, zentriert auf eine Wellenlänge von 354 Nanometern (nm), G bei 477 nm, R bei 623 nm, I bei 762 nm und Z bei 913 nm. Außerdem verfügt sie über verschiedene Interferenzfilter, die einen sehr engen Wellenlängenbereich abdecken und für spezielle wissenschaftliche Zwecke verwendet werden.

Aufgrund des großen Sichtfeldes war die Konstruktion des Filterwechslers eine Herausforderung, da jedes Filter eine Größe von 130 mm x 130 mm hat (etwa die Größe eines Compact-Disk-Gehäuses). Die Filterwechselvorrichtung wurde von den TLS-Werkstätten gebaut.

TAUKAM wird zur Untersuchung von Quasaren und aktiven galaktischen Kernen (AGN), zur Untersuchung des Nachleuchtens von Gammastrahlenausbrüchen (GRB), von Sternentstehungsgebieten und von erdnahen Asteroiden eingesetzt.

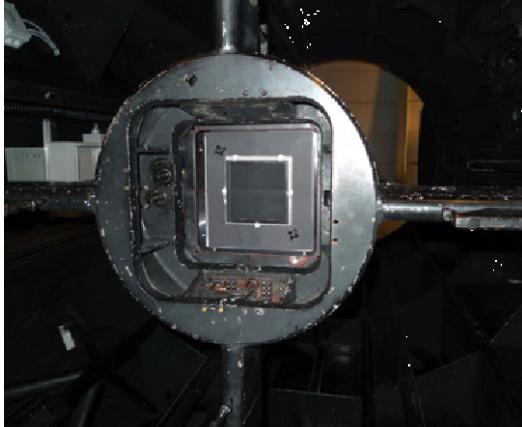


Abb. 2 (links): TAUKAM im Schmidt-Fokus. Das Quadrat in der Mitte ist der CCD-Detektor. (rechts) Bild des Pelikannebels, aufgenommen mit TAUKAM. Zum Vergleich ist ein Bild des Vollmondes (Foto: NASA) eingebettet, wie es erscheinen würde, wenn es mit TAUKAM beobachtet würde.

2.1.2 Coudé-Modus

Der Tautenburg-Coudé-Echelle-Spektrograf (TCES) ist seit über 25 Jahren in Betrieb und leistet nach wie vor einen wichtigen Beitrag zur Erforschung von Exoplaneten und der stellaren Variabilität. Es handelt sich um einen gittergekreuzten dispersiven Echelle-Spektrographen, der je nach Gitter in drei Wellenlängenbereichen arbeitet: 340 - 550 nm; 470 - 740 nm und 538 - 927 nm. Eine Jod-Absorptionszelle ermöglicht die gleichzeitige Wellenlängenkalibrierung für präzise Messungen derstellaren Radialgeschwindigkeit (RV). Das Instrument ist in der Lage, die RV bei hellen Sternen mit einer Jodabsorptionszelle mit einer Genauigkeit von zwei bis drei Metern pro Sekunde zu messen.

Eine wichtige Anwendung des TCES ist die Nachbeobachtung von vor Sternen vorbeiziehenden Exoplaneten, die von der NASA-Mission Transiting Exoplanet Survey Satellite (TESS) entdeckt wurden. Bodengestützte Messungen derstellaren Radialgeschwindigkeit sind nicht nur erforderlich, um die Art des Begleiters zu bestätigen, sondern auch, um die Planetenmasse zu bestimmen. In Kombination mit den photometrischen Messungen von TESS kennen die Astronomen auch den Radius und die Dichte des Planeten.

Abb. 3 zeigt die TCES-Radialgeschwindigkeitsmessungen für den Exoplaneten TOI-1181 b (TOI steht für "TESS Object of Interest"). Dieser Planet hat einen Radius von 1,3 Jupiterradien. Die Radialgeschwindigkeitsmessungen ergeben eine Masse von 1,18 Jupitermassen. Die Dichte des Planeten beträgt $0,7 \text{ g cm}^{-3}$, also etwa die Hälfte der Dichte des Jupiters.

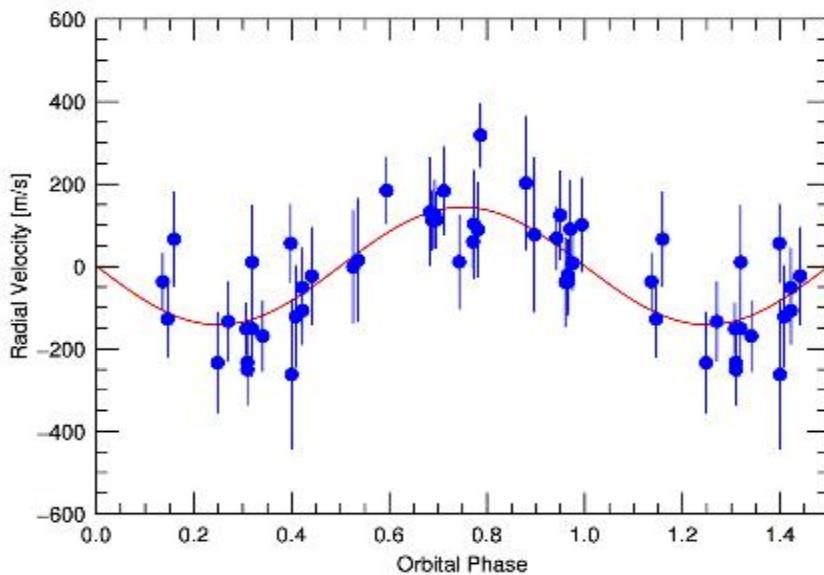


Abb. 3: Radialgeschwindigkeitsmessungen des TESS-Transitplaneten TOI-1181 b, aufgenommen mit dem TCES am Alfred-Jensch-Teleskop. Die Daten sind auf die 2,1-d-Orbitalperiode des Planeten phasengefaltet. Die rote Kurve stellt den geschätzten Verlauf der Umlaufbahn dar. Aus diesen Messungen ergibt sich eine Planetenmasse von 1,18 Jupitermassen.

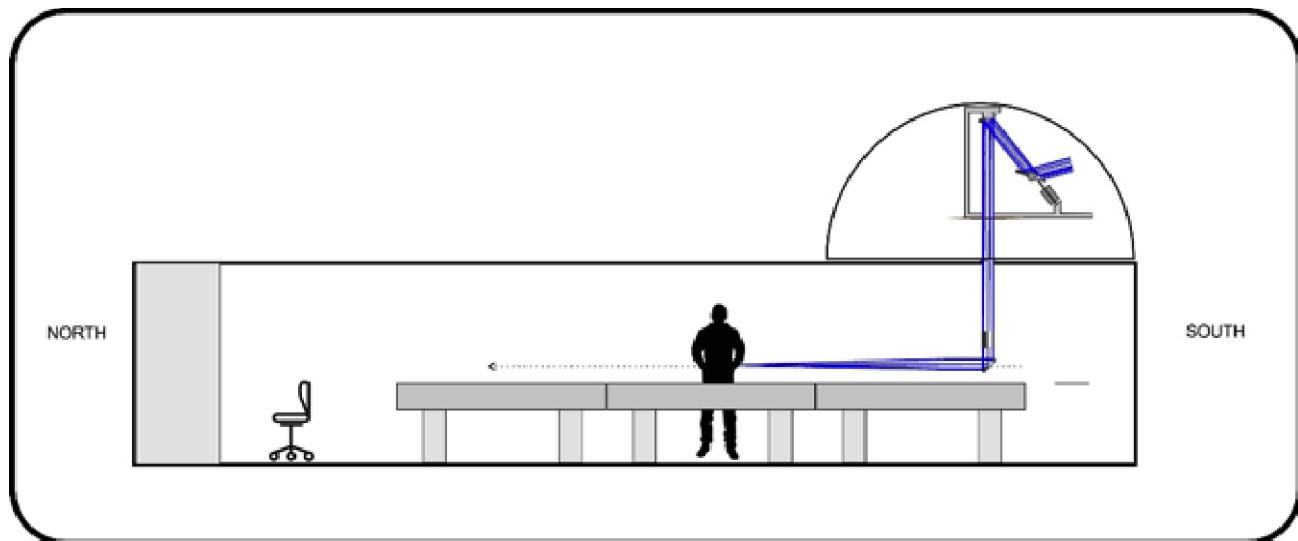
2.2 Das Tautenburger Sonnenlabor: TauSoL

Das Tautenburger Sonnenlabor TauSoL ist eine neue Forschungsinfrastruktur an der Thüringer Landessternwarte für Sonnenbeobachtungen und für die Entwicklung neuer Instrumente für synoptische Sonnenbeobachtungen (Abb. 4). Ziele sind die Entwicklung eines Prototyps für die Solar Physics Research Integrated Network Group (SPRING), ein modernes, weltweites Netzwerk synoptischer Sonnenteleskope, und die Erforschung und Erprobung neuer Methoden zur Untersuchung der Sonnenatmosphäre. Diese Entwicklung umfasst einen Container für das robotische Sonnenteleskop sowie ein Mehrlinien-Spektropolarimeter für die ganze Sonne, das im sichtbaren Spektralbereich arbeitet und Filter verwendet. Ein wichtiger Aspekt dieser Arbeit ist die Entwicklung neuer Kalibrierungsmethoden für effektive Algorithmen zur Datenanalyse.



Abb. 4: Blick auf TauSoL von Westen. Im Vordergrund ist die Klima- und Lüftungsanlage. Rechts ist das Gestell zu sehen, auf dem eine faltbare Kuppel und der Heliostat montiert sind. Der Eingang zum Labor befindet sich auf der linken Seite.

Schematische Schnittzeichnung des Innenraums von TauSoL



Die Planung, Vorbereitung, Vergabe und Ausführung der Tiefbauarbeiten fanden in den Jahren 2023 und 2024 statt. Der Auftrag für den Umbau und die Lieferung eines ehemaligen Kühlcontainers sowie für den Heliostaten einschließlich Schutzkuppel und zugehöriger Steuerung wurde an die Astelco GmbH in München vergeben. Kuppel und Heliostat sind auf einem separaten Gestell oberhalb des Containers montiert, so dass das Sonnenlicht über ein Eingangsfenster im Containerdach in das Innere des Containers geleitet wird. Der Container und der Heliostat wurden in der ersten Hälfte des Jahres 2024 geliefert und installiert. Gleichzeitig hat die technische Werkstatt der TLS den Innenausbau und die Inbetriebnahme durchgeführt. Aufgrund der Nähe zu den beiden LOFAR-Radioantennenfeldern musste besonderes Augenmerk auf die Radio-Frequenz-Interferenz-Abschirmung (RFI) des Containers und die RFI-konforme Auslegung der externen Klima- und Lüftungsanlage gelegt werden.

Im September 2024 wurden erstmals schmalbandige Ha-Filtergramme von der Sonne aufgenommen, die das Licht dieser Wasserstoff-Spektrallinie zeigen (Abb. 5). Eine wichtige Komponente von TauSoL ist das Fabry-Perot-Interferometer, das die Grundlage für das filterbasierte Spektropolarimeter bildet. Es hat eine Apertur von 150 mm und wurde von IC Optical Systems Ltd. (UK) im November 2024 nach fast zweijähriger Bauzeit geliefert.

TauSoL wurde am 17. Oktober 2024 in Anwesenheit von Wolfgang Tiefensee, dem damaligen Minister für Wirtschaft, Wissenschaft und Digitale Gesellschaft von Thüringen, weiteren Mitgliedern des Ministeriums und Wissenschaftlern aus Deutschland und den USA offiziell eingeweiht (Abb. 6).

Schmalbandiges H α -Filtergramm von der Sonne, aufgenommen mit TauSoL

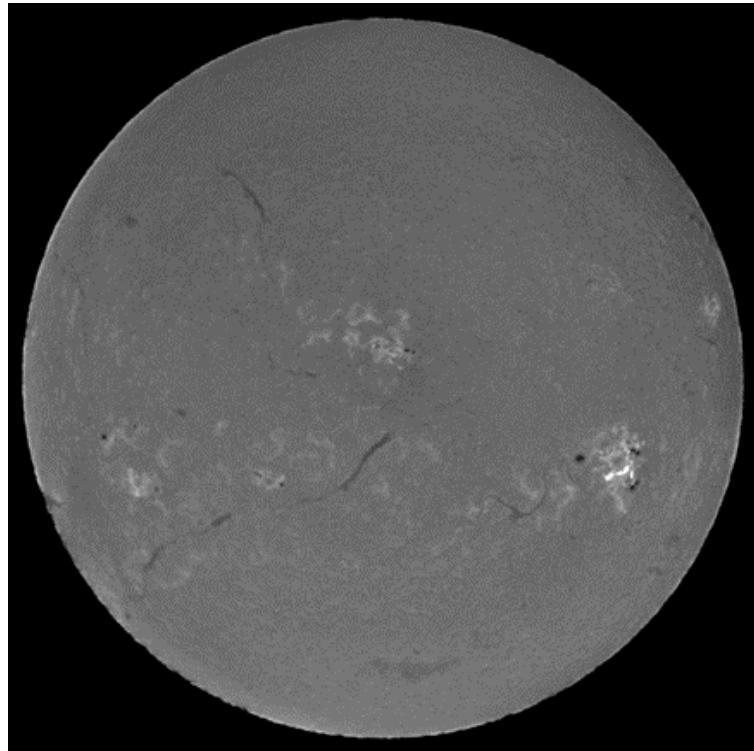


Abb. 5: Die Sonne im H α -Licht (Wasserstoff) am 15. Oktober 2024, aufgenommen mit TauSoL. Der helle Bereich am rechten Rand der Sonne ist ein intensiver Flare.



Abb. 6: Inbetriebnahme des Tautenburger Sonnenlabors TauSoL am 17.10.2024. Minister W. Tiefensee (links) und TLS-Direktor M. Roth (Mitte) betätigen den Schalter zur Öffnung der Kuppel des TauSoL-Heliostaten. Rechts im Bild ist der stellvertretende TLS-Direktor M. Hoeft.

2.3 Das "Tautenburg Exoplanet Search Telescope"

Das Tautenburg Exoplanet Search Telescope (TEST) ist ein 30-cm Lichtenknecker-Schmidt-Teleskop (Abb. 1, rechts). Obwohl dieses Teleskop in seinem Schmidt-Fokus nur ein Zwanzigstel der Sammelfläche des AJT hat, macht das TEST dies durch ein größeres Gesichtsfeld von $2,2 \times 2,2$ Quadratgrad wett, das fast dreimal so groß ist wie das der 2-m AJT Schmidt-Kamera. TEST wird sowohl für bildgebende als auch für photometrische Beobachtungen von Sternen eingesetzt.

TEST ist eine ideale Einrichtung für die Ausbildung junger Wissenschaftler (Bachelor- und Masterstudenten). Im Jahr 2023 arbeitete die Praktikantin Kylee Carden vom Massachusetts Institute of Technology (MIT) mit dem Teleskop und verbesserte dessen Leistung. Abbildung 7 zeigt die Transitlichtkurve des Exoplaneten TOI 6016 b, aufgenommen von Kylee Carden. Dieser Planet wurde mit dem Transiting Exoplanet Survey Telescope (TESS) der NASA entdeckt. Kylee Carden studierte anschließend an der Ohio State University in den USA. Dort ist die Arbeit an einem kleinen robotischen Teleskop Teil der Doktorarbeit, so dass ihr Praktikum an der TLS sie gut darauf vorbereitet hat.

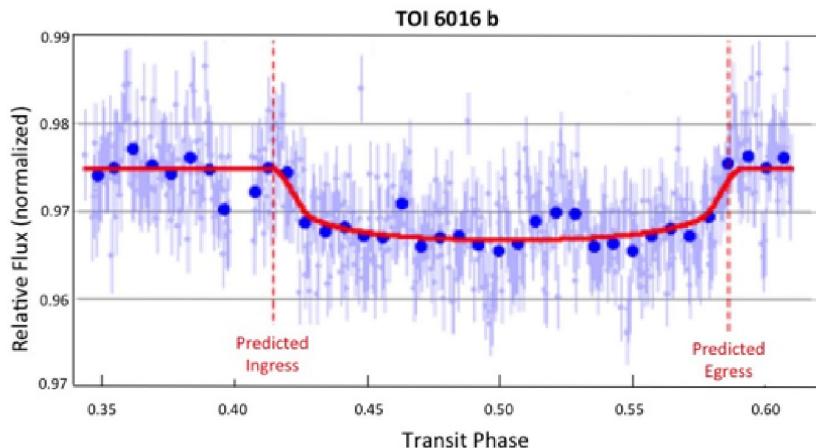


Abb. 7: Die Transitlichtkurve von TOI 6016 b, aufgenommen von MIT-Praktikantin Kylee Carden mit dem 30-cm-Teleskop (TEST).

2.4 LOFAR

Das Low Frequency Array (LOFAR) ist das größte Radioteleskop der Welt mit Stationen, die bis zu 2.000 Kilometer voneinander entfernt und über Highspeed-Internet miteinander verbunden sind. LOFAR wurde maßgeblich vom Niederländischen Institut für Radioastronomie (ASTRON) entworfen, gebaut und wird heute von diesem betrieben. Auch Institute in vielen anderen europäischen Ländern leisten wichtige Beiträge. Das internationale Array besteht aus 52 über ganz Europa verteilten Stationen mit dem Kern in den Niederlanden (Abb. 8). Außerhalb der Niederlande sind fünfzehn internationale Stationen in Betrieb oder geplant. Die jüngsten Neuzugänge zur LOFAR-Familie kamen aus Lettland, Italien und Bulgarien. TLS ist stolz darauf, die zweite internationale LOFAR-Station gewesen zu sein und das LOFAR-Projekt von Anfang an begleitet zu haben. Aus diesem Grund hat TLS eine Schlüsselrolle bei der Entwicklung der LOFAR-Community in Deutschland gespielt.



Abb. 8 (links): Die LOFAR-Station des TLS befindet sich südlich der 2-m-Teleskopkuppel. Die Low-Band-Antennen befinden sich oben, die High-Band-Antennen darunter (Foto: M. Pluto). (rechts) Karte des internationalen LOFAR-Radioteleskops mit Stationen in ganz Europa. Die TLS-Station war die zweite internationale Station, die in Betrieb genommen wurde.

LOFAR beobachtet im weitgehend unerforschten Frequenzbereich zwischen 10 und 240 Megahertz (MHz). Dafür nutzt es zwei Antennenfelder. Die Low-Band-Antennen (LBA) sind für den Bereich von 10 bis 80 MHz optimiert, die High-Band-Antennen (HBA) arbeiten im Bereich von 120 bis 240 MHz. Die Stärke von LOFAR liegt in der um mehr als eine Größenordnung verbesserten Empfindlichkeit und Auflösung im Vergleich zu bisherigen Teleskopen im gleichen Frequenzbereich. LOFAR öffnet damit ein neues Fenster zum Universum.

LOFAR wurde von einer niederländischen Vereinigung mit internationalen Partnern, dem International LOFAR Telescope (ILT), geleitet. Aufgrund seiner Bedeutung und seines klar europäischen Charakters wurde es von der Europäischen Kommission entsprechend anerkannt und am 22. Januar 2024 als LOFAR European Research Infrastructure Consortium (ERIC) gegründet. Die TLS leitet das deutsche LOFAR-ERIC-Konsortium und fungiert zur Unterstützung Deutschlands als LOFAR-ERIC-Mitglied, vertreten durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), als Vertretung im LOFAR-ERIC-Rat.

Das Niederfrequenz-Array wurde vom Bundesministerium für Bildung und Forschung als bedeutende Forschungsinfrastruktur in Deutschland anerkannt. Die an LOFAR beteiligten deutschen Institute haben sich im German Long Wavelength Consortium (GLOW), dessen Vorsitz die TLS derzeit innehat, zusammengeschlossen. LOFAR ist eine „Big Data Machine“ mit einer kumulierten Menge bereits komprimierter Beobachtungsdaten von über 50 Petabyte, die an mehreren Standorten des LOFAR-Langzeitarchivs gespeichert sind.

Die TLS nutzt ihr LOFAR-Engagement zur Untersuchung diffuser Emissionen in Galaxienhaufen, aber auch zur Erforschung anderer Themen wie junger stellarer Objekte und extrem invertierter Radioquellen. Darüber hinaus beteiligt sich die TLS an den LOFAR Two-Metre Sky Surveys (LoTSS). Die bevorstehende LoTSS-Datenveröffentlichung 3 wird etwa 47 Prozent des nördlichen Himmels mit einer beispiellosen Auflösung von 6 Zoll und hoher Genauigkeit bei so niedrigen Radiofrequenzen abdecken. LoTSS wird letztendlich eine Niederfrequenz-Radiokarte mit 120 Milliarden Pixeln liefern und rund 15 Millionen Radioquellen erfassen, wodurch der bislang größte Katalog an Radioquellen entsteht. Die TLS ist federführend bei der Datenverarbeitung für LoTSS auf dem Supercomputer JUWELS am Forschungszentrum Jülich.

2.4.1 LOFAR 2.0

LOFAR hat in den letzten zehn Jahren gute Ergebnisse erzielt, aber es gibt immer noch Verbesserungspotenzial. „LOFAR 2.0“ ist ein umfassendes Upgrade der Elektronik, das den Großteil der digitalen Signalverarbeitung durch moderne Lösungen ersetzt und die simultane Bandbreite erhöht. Dies ermöglicht beispielsweise gleichzeitige Beobachtungen im Hoch- und Niedrigband. Der letzte reguläre Beobachtungszyklus der ersten Generation des LOFAR-Radioteleskops endete am 31. August 2024 nach über zehnjährigem Betrieb. Das Radioteleskop wird in den nächsten zwei Jahren modernisiert. Während dieser Zeit kann die TLS-Station weiterhin im Stand-alone-Modus betrieben werden.

In den nächsten zwei Jahren wird das Radioteleskop zum modernisierten LOFAR 2.0 umgebaut. Die Elektronik wird verbessert, um noch präzisere Beobachtungen zu ermöglichen. Die Verarbeitungskapazität wird erhöht, sodass das Radioteleskop mehr Signale gleichzeitig verarbeiten kann als bisher. Bisher war es möglich, entweder mit dem LBA oder dem HBA zu beobachten. Künftig soll es möglich sein, mit beiden Arrays gleichzeitig Radiosignale zu empfangen.

2.4.2 Die LOFAR Initial Calibration (LINC) Pipeline

Die TLS leitet die Workflow-Entwicklung und die Wartung der LOFAR Initial Calibration (LINC) Pipeline. Sie ist eine tragende Säule des LOFAR-Software-Stacks zur Erstellung hochauflösender Himmelsbilder. Viele Astronomen nutzen sie für die erste Nachbearbeitung der LOFAR-Daten, nachdem diese den Zentralprozessor (CEP) des Teleskops verlassen haben. Sie wird benötigt, um richtungsunabhängige Korrekturen für verschiedene instrumentelle und ionosphärische Effekte sowohl bei LOFAR-HBA- als auch bei LOFAR-LBA-Beobachtungen abzuleiten. Ihre Ergebnisse sind entscheidend für richtungsabhängige Kalibrierungspipelines. Die Pipeline-Version 5.0 wurde veröffentlicht.

LINC begann als Neuimplementierung der Prefactor-Pipeline, der ehemaligen LOFAR-Vorverarbeitungspipeline. Es wurde auf die Common Workflow Language (CWL) migriert, um Effizienz, Portabilität und Wartbarkeit zu verbessern. Zahlreiche neue Funktionen und Verbesserungen wurden implementiert, beispielsweise die Möglichkeit, auch LOFAR-LBA-Daten zu verarbeiten, ein neuer sogenannter „Selbstkalibrierungsmodus“ für HBA-Beobachtungen sowie verbesserte Strategien zur Minderung von Hochfrequenzstörungen (RFI) und Kontaminationen durch nahegelegene starke Radioquellen.

2.4.3 DANTE

Die LOFAR-Stationen „erzeugen“ aus den von den vielen einzelnen Antennen empfangenen Teleskopeigenschaften durch digitale Signalverarbeitung die Richtungskeule, sozusagen die Ausrichtung des Teleskops. Diese elektronische Realisierung des Teleskops ermöglicht LOFAR prinzipiell die gleichzeitige Beobachtung mehrerer Himmelsrichtungen. So könnten beispielsweise die Eigenschaften von Radiogalaxien und die Sonnenaktivität simultan untersucht werden. Aufgrund der Konstruktion der sogenannten Kacheln, das heißt Gruppen aus jeweils 16 Dipolantennen, kann der Abstand der gleichzeitig beobachteten Richtungen im Hochfrequenzfeld jedoch nicht größer als etwa 10 Grad (Kachelstrahl) sein. Oftmals kann trotz der Beschränkung auf 10 Grad durch geschickte Planung LOFAR sehr effizient genutzt und verschiedene Quellen am Himmel gleichzeitig beobachtet werden.

Für wissenschaftliche Ziele, die eine kontinuierliche Überwachung von speziellen Quellen erfordern, beispielsweise der Sonne oder des Weltraumwetters, ist die Grenze von 10 Grad (Kachelstrahl) jedoch viel zu eng, um gleichzeitige Himmelskartierungsbeobachtungen zu ermöglichen. Um diese Einschränkung zu überwinden, hat eine Untergruppe von ILT-Mitgliedern, jetzt Mitglieder des LOFAR ERIC, das DANTE (Development of an Advanced HBA Frontend) Projektkonsortium gegründet. Die neue HBA-Elektronik wird es ermöglichen, gleichzeitig die Sonne oder das Weltraumwetter zu überwachen und beispielsweise Radiogalaxien in einer anderen Richtung zu untersuchen. Die TLS ist dem DANTE-Konsortium beigetreten, hat erste Prototypen der neuen Stationselektronik erworben und testet diese derzeit.

2.5 Spectral Digital Autonomous Fireball Observatory (SDAFO)

In Zusammenarbeit mit dem Ondřejov-Observatorium in der Tschechischen Republik betreibt die TLS einen Knotenpunkt des „Spectral Digital Autonomous Fireball Observatory“ (SDAFO) des European Fireball Network (EFN, Projektleitung: Dr. Jiri Borovicka). Ziel des EFN ist es, mit einem Netzwerk von Kameras in der Tschechischen Republik und in Deutschland Feuerball-Meteorereignisse aufzuzeichnen. Mit Hilfe der Triangulation kann der wahrscheinliche Einschlagsort berechnet und das Gebiet nach Meteoritenfragmenten abgesucht werden.

Die TLS betreibt die Website und leistet wichtige technische Unterstützung bei der Installation von SDAFO (Abbildung 9). Obwohl die SDAFO-Station automatisiert ist, ist die TLS in der Lage, technische Schwierigkeiten mit der Kamera sofort zu beheben. Im Jahr 2024 zeichnete SDAFO ein Feuerball-Meteorereignis auf, und Wissenschaftler konnten Reste des Meteoriten in der Nähe von Berlin bergen (siehe unten).



Abb. 9: Das SDAFO ist hinter dem Gästehaus montiert.

2.6 Das 1.52-m-Teleskop der Europäischen Südsternwarte in La Silla, Chile

Die TLS ist Mitglied eines Konsortiums, bestehend aus dem Astronomicky ustav AV CR (Ondřejov-Observatorium) und der Masaryk-Universität, beide in der Tschechischen Republik, sowie der Pontifica Universidad Católica de Chile, das das 1,52-Meter-Teleskop der Europäischen Südsternwarte (ESO) in La Silla, Chile, betreibt (Abb. 10). Dieses Teleskop war mehr als zehn Jahre lang ungenutzt. Unser Konsortium hat mit der ESO eine Vereinbarung über die Renovierung und Nutzung dieses Teleskops getroffen. Die tschechischen Institute haben die Mittel für die Modernisierung des Teleskops bereitgestellt, damit es ferngesteuert werden kann. Die TLS hat einen neuen hochmodernen Spektrographen, PLATOSpec (siehe unten), für das Teleskop bereitgestellt.

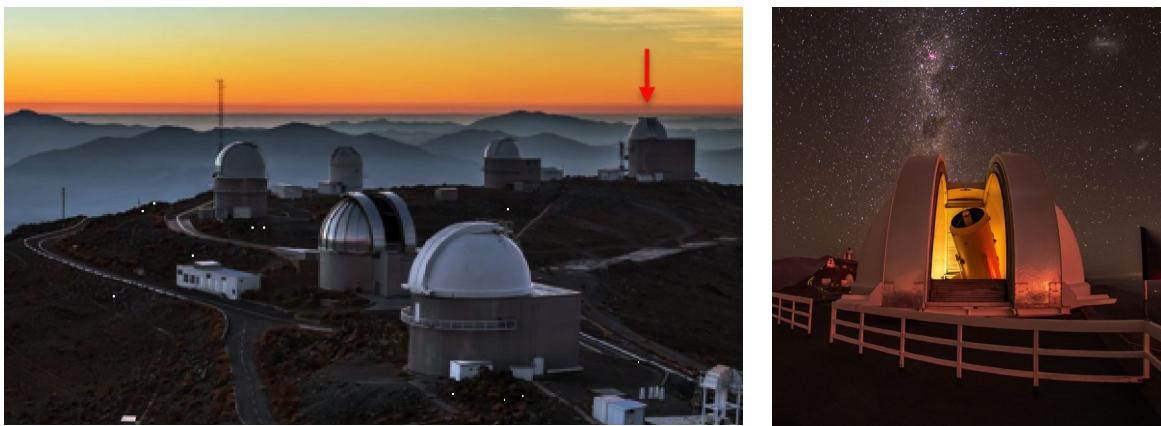


Abb. 10 (links): Das ESO-Observatorium in La Silla, Chile. Das 1,52-Meter-Teleskop ist die erste Kuppel auf der rechten Seite, markiert mit dem roten Pfeil. (rechts) das 1,52-Meter-Teleskop.

Als Mitglied des Konsortiums hat die TLS

- Zugang zu einem mittelgroßen Teleskop an einem exzellenten Standort,
- die Möglichkeit, Beobachtungen an astronomischen Objekten am Südhimmel durchzuführen, die mit dem AJT nicht zugänglich sind,
- Zugang zu einer exzellenten Ausbildungseinrichtung für Studierende,
- die Möglichkeit, Beobachtungskampagnen an denselben Objekten von mehreren Standorten aus durchzuführen, wobei sowohl das 1,52-m-Teleskop als auch das AJT (für Objekte, die an beiden Standorten zugänglich sind) genutzt werden können. Dies ist wichtig für Programme, die eine lange, ununterbrochene Reihe von Beobachtungen erfordern.

All dies wird mit geringen Betriebskosten erreicht, die von den Mitgliedern des Konsortiums gemeinsam getragen werden. Der jährliche Beitrag der TLS zu den Betriebskosten des 1,52-m-Teleskops beträgt etwa 10.000 € pro Jahr. Dies entspricht 100 € pro Nacht für den TLS-Anteil der Zeit. Zum Vergleich: Die Betriebskosten des 3,6-Meter-Teleskops der ESO, ebenfalls in La Silla, belaufen sich auf etwa 5.000 € pro Nacht.

Um die Reisekosten für die Beobachter zu minimieren, wird das Teleskop mit Fernbeobachtungen betrieben. Die Beobachter können bequem in einer von zwei Fernanlagen sitzen, eine in Tautenburg und die zweite in Ondrejov. Der Bau der Fernbeobachtungsanlage in Tautenburg wurde 2023 abgeschlossen. Abb. 11 zeigt Dr. Eike Guenther, wissenschaftlicher Mitarbeiter an der TLS, bei Beobachtungen in Tautenburg mit dem 1,52m-Teleskop in La Silla, Chile.

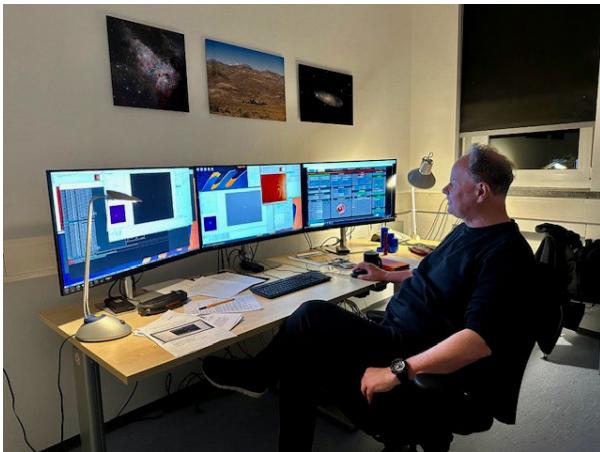


Abb. 11: Dr. Eike Guenther beobachtet remote (aus der Ferne) im PLATOSpec-Kontrollraum von Tautenburg aus mit dem 1,52-Meter-Teleskop in La Silla, Chile.

2.7 Von TLS-Wissenschaftlern weltweit und im Weltraum genutzte Teleskope

Neben der Forschungsinfrastruktur in Tautenburg nutzen die TLS-Wissenschaftler Teleskopanlagen, die über die ganze Welt und im Weltraum verteilt sind. Dies ist für unsere Forschung wichtig, da es unseren Astronomen ermöglicht, 1) Himmelsregionen zu beobachten, die von Tautenburg aus nicht zugänglich sind; 2) Beobachtungen mit den größten Teleskopen an den besten astronomischen Standorten der Welt durchzuführen; 3) spezialisierte Instrumente zu verwenden, die andere Bereiche des elektromagnetischen Spektrums abdecken als die TLS-Instrumente.

Abb. 12 zeigt einige der von den TLS-Astronomen genutzten Teleskope in der ganzen Welt. Die Beobachtungszeit an diesen Einrichtungen ist sehr nachgefragt und wird in einem wettbewerbsintensiven Peer-Review-Verfahren vergeben, bei dem nur die besten Programme ausgewählt werden. Wir weisen darauf hin, dass TLS einer der Hauptnutzer des Stratosphären-Observatoriums für Infrarot-Astronomie (SOFIA) von NASA und DLR war, bis es 2022 außer Betrieb genommen wurde. Auch im Wettbewerb um Beobachtungszeit am James-Webb-Weltraumteleskop waren Wissenschaftler des TLS erfolgreich. Insgesamt wurden ihnen 35,6 Stunden Beobachtungszeit zuerkannt.

Mit diesen Teleskopen beobachten die Wissenschaftler an der TLS



Abb. 12: Teleskope auf der ganzen Welt und im Weltraum, die von TLS-Wissenschaftlern für ihre Forschung genutzt werden. Das Stratosphären-Observatorium für Infrarot-Astronomie (SOFIA) wurde von der NASA und dem DLR bis 2022 betrieben.

3. Instrumentierung und Technologie

Im Jahr 2021 finanzierte der Freistaat Thüringen die Forschergruppe für Optische Technologie und Photonik an der TLS. Diese Forschungseinheit hat sich als eine der wichtigsten Ergänzungen des Instituts erwiesen. Durch sie kann die TLS

- Instrumente für die Forschung am 2-Meter-AJT auf dem neuesten Stand der Technik halten,
- Prototyp-Instrumente entwickeln, die später auch an anderen Einrichtungen eingesetzt werden können,
- an internationalen Konsortien für den Bau von Großinstrumenten an Großteleskopen teilnehmen.

In der Abteilung Instrumentierung haben wir begonnen, das Alfred-Jensch-Teleskop und das Tautenburger Sonnenlabor für die Entwicklung von Prototypen von Instrumenten zu nutzen. Diese Arbeit hat zu einer engeren Zusammenarbeit mit optischen Instituten in Jena geführt, insbesondere mit dem Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik (IOF). In der Vergangenheit war eine solche Zusammenarbeit nur deshalb nicht möglich, weil die TLS nicht über genügend wissenschaftliches Personal verfügte, das sich mit der Konstruktion und dem Bau von Instrumenten auskannte. Die TLS-Instrumentierungsgruppe hat dies geändert. Die Zusammenarbeit der TLS und des Fraunhofer IOF (und anderen optischen Instituten in Jena) kann zu einer starken Kombination bei der Entwicklung innovativer astronomischer Instrumente werden.

Die Instrumentierungsgruppe ermöglicht der TLS auch die Beteiligung an internationalen Konsortien für den Bau von Instrumenten für Großgeräte wie das Extremely Large Telescope (ELT) der ESO mit einem Durchmesser von 39 Metern. Instrumente an diesen Großgeräten sind teuer und kosten viele zehn Millionen Euro. Kein einzelnes Institut oder Land kann diese Kosten alleine tragen. Wenn die TLS Schlüsselkomponenten zu solchen Instrumenten beisteuern kann, ist sie besser aufgestellt, um auf staatlicher und internationaler Ebene Finanzmittel für diese Instrumentierungsprojekte an Großgeräten zu erhalten.

3.1 Instrumentierung für das Alfred-Jensch-Teleskop

Das Alfred-Jensch-Teleskop ist für die TLS von großem Wert, da es ständig für langfristige oder experimentelle wissenschaftliche Programme zur Verfügung steht. Darüber hinaus wird das AJT zunehmend als Entwicklungsplattform für neue und neuartige astronomische Instrumente genutzt.

Seit 2023 arbeiten wir daran, die spektroskopischen Instrumente des AJT zu modernisieren. Dies geschieht, um

- sich an die veränderten wissenschaftlichen Anforderungen unserer Mitarbeiter anzupassen,
- die Leistung der Instrumente durch Erhöhung der Lichtausbeute zu verbessern,
- die Effizienz des Betriebs zu verbessern, indem der Wechsel zwischen dem Schmidt- und dem Coudé-Modus einfacher wird.

Die zentrale Rolle spielt dabei ein Lichtverteilungssystem am Nasmyth-Fokus, das zwei Spektrografen über Glasfasern mit Licht versorgen wird. Der bestehende hochauflösende Coude-Echelle-Spektrograf wird zu einem Spektrograf mit Glasfasereinspeisung umgebaut. Ein neuer fasergekoppelter Spektrograf für schwache Objekte (*Tautenburg Faint Object Spectrograph*, TauFOS) wird ebenfalls entwickelt.

Wir gehen davon aus, dass diese Änderungen die Effizienz um den Faktor zwei bis vier erhöhen werden. Das bedeutet, dass die gleiche Qualität der Daten in der Hälfte oder einem Viertel der bisher benötigten Beobachtungszeit erreicht werden kann. Dies erhöht die Anzahl der Objekte, die in einer Nacht beobachtet werden können. Die in kürzerer Zeit gewonnenen Daten von hoher Qualität ermöglichen präzisere Messungen.

Gleichzeitig begannen die Planungen für den *Tautenburg Asteroseismic Ultra-high-Resolution Optical Spectrograph* (TauROS), einen neuen Präzisionsspektrografen für asteroseismische Langzeitmessungen an hellen Sternen (siehe unten).

3.1.1 Fiber Coupling Unit (FCU)

Die FCU dient als Schnittstelle zwischen dem Teleskop-Fokus und den über Glasfaserverbindungen angeschlossenen spektroskopischen Instrumenten. Sie enthält einen optischen Bildstabilisator zur Erhöhung der Nachführgenauigkeit und zur Kompensation von Bildschwankungen, die durch Seeing-induzierte Bewegungen verursacht werden. Unter Seeing versteht man die Verzerrungen der Bildqualität bei astronomischen Beobachtungen, die durch Turbulenzen und Bewegungen in der Erdatmosphäre entstehen. Zunächst wird die FCU im Nasmyth-Fokus des AJT eingerichtet. Je nach den hier gewonnenen Erkenntnissen wird die FCU dann in den Primärfokus des Teleskops verlegt. Dies würde nicht nur den Lichtdurchsatz erhöhen, sondern auch die Arbeitsbelastung beim Wechsel zwischen spektroskopischer und abbildender (TAUKAM) Nutzung des Teleskops erheblich reduzieren.

Die meisten Komponenten der FCU wurden im Lauf des Jahres 2024 beschafft. Wir rechnen damit, dass der Testbetrieb von TauFOS und der Fiber Coupling Unit im Jahr 2025 beginnt.

3.1.2 Tautenburg Faint Object Spectrograph (TauFOS)

TauFOS ersetzt den bisherigen Nasmyth-Spektrographen, der aufgrund kritischer Defekte nicht mehr nutzbar ist. TauFOS nutzt einige bestehende Komponenten des alten Nasmyth-Spektrografen wie den CCD-Detektor und das Kameraobjektiv, wird aber durch ein speziell hergestelltes, hocheffizientes Transmissionsgitter und eine am TLS entwickelte Kollimatoroptik aufgewertet. Das Instrument deckt den Spektralbereich von 370 - 540 nm bei einem spektralen Auflösungsvermögen von $R = 2.000$ ab. Es wurde speziell für die wissenschaftlichen Anforderungen eines langfristigen Programms zur Vermessung naher Doppelsterne entwickelt. Wir erwarten das erste Licht für TauFOS im Herbst 2025.

3.1.3 Tautenburg Asteroseismic Ultra-high Resolution Optical Spectrograph (TauROS)

Das kürzlich erworbene Fachwissen der TLS in der Helioseismologie kann nun auf Sterne in dem relativ jungen Gebiet der Asteroseismologie angewendet werden. Für die Anwendung neuer asteroseismischer Analysemethoden wird der ultrahochauflösende optischen Spektrografe TauROS entwickelt. Um die wissenschaftlichen Ziele zu erreichen, benötigt das neue Instrument ein spektrales Auflösungsvermögen von $R = 200.000$, muss den Spektralbereich von mindestens 500 - 650 nm abdecken und eine schnelle Bildfolge von mindestens zwei Belichtungen pro Minute ermöglichen. Das Instrument basiert auf einer Lichteinspeisung über eine optische Singlemode-Glasfaser mit einem schnellen CMOS-Sensor zur Registrierung der Spektren. Dies ermöglicht ein sehr kompaktes Design mit drastisch reduzierten Kosten im Vergleich zu herkömmlichen Instrumenten, die über Multimode-Glasfasern gespeist werden. Diese Strategie macht es möglich, ein Instrument mit den oben genannten Anforderungen für eine vergleichsweise kleine Einrichtung wie die TLS zu entwerfen und zu bauen. Die technische Herausforderung liegt jetzt aber an anderer Stelle, nämlich in der effizienten Einkopplung des Sternenlichts in den winzigen lichtleitenden Kern einer Singlemode-Glasfaser.

3.2 Adaptive Optik

Das atmosphärische Seeing ist oft der begrenzende Faktor für die Leistung astronomischer Instrumente. Adaptive Optik (AO) ist eine Technik, bei der die Verzerrungen in der Erdatmosphäre gemessen und mit optischen Komponenten korrigiert werden. Das Ziel der Adaptiven Optik ist es, eine Bildqualität nahe der Beugungsgrenze des Teleskops zu erreichen, eine optische Bildgröße, die durch die Größe des Teleskops (und die Physik) und nicht durch atmosphärische Effekte bestimmt wird. Astronomen verfügen über Jahrzehntelange Erfahrung in der Entwicklung von AO-Techniken.

3.2.1 Adaptive Optik für TauROS

Adaptive Optik ist für TauROS von entscheidender Bedeutung. Die normale Bildqualität am 2-Meter-Teleskop der TLS und bei allen bodengebundenen Observatorien wird durch das Seeing bestimmt. Für ein größeres Bild müssen Spektrografen wie TauROS mit großen

optischen Komponenten gebaut werden, die einen ganzen Raum füllen würden. Das macht die Kosten unerschwinglich hoch. Wenn man die Bildqualität durch adaptive Optik verbessern kann, sind die optischen Komponenten klein und der gesamte Spektrograf kann leicht in einen Behälter von der Größe eines großen Koffers passen. Der zusätzliche Vorteil der geringen Größe ist, dass das Instrument viel stabiler wäre. Mit seinen geringen Kosten und seiner geringen Größe hat TauROS das Potenzial, ein attraktives Instrument zu werden, das eine sehr hohe Auflösung bietet und an astronomischen Einrichtungen in der ganzen Welt eingesetzt werden kann.

3.2.2 FREEFIB

Die TLS und das Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF Jena haben ein gemeinsames Interesse an adaptiver Optik. Die TLS wird die adaptive Optik nutzen, um die Leistung der von ihr entwickelten Instrumente zu verbessern. Das Fraunhofer IOF ist an der Nutzung der AO-Technologie für die optische Kommunikation interessiert. Dieses gemeinsame Interesse hat zu einer strategischen Initiative zwischen den beiden Instituten geführt. Die TLS verfügt über Fachwissen im Bereich der AO-Techniken sowie über eine Testmöglichkeit (das Alfred-Jensch-Teleskop) zur Erforschung neuer Konzepte. Das Fraunhofer IOF verfügt über das Fachwissen für die Entwicklung und Herstellung kritischer innovativer Komponenten, die für optische Systeme benötigt werden.

Die TLS und das Fraunhofer IOF haben daher erfolgreich Drittmittel für die Entwicklung einer kritischen Schnittstelle zwischen Teleskop und Instrument beantragt. Im Projekt „FREEFIB“ wird eine Singlemode-Faser-Kopplungseinheit mit adaptiver Optik entwickelt. FREEFIB wird aus dem Europäischen Sozialfonds (ESF) Plus des Freistaats Thüringen finanziert. Die TLS erhält ab 2025 über drei Jahre insgesamt knapp 529.000€, das gesamte Projekt insgesamt 995.000€. Die effiziente Einkopplung von Licht aus Himmelskörpern in einen Monomode-Wellenleiter ist für beide Kooperationspartner von strategischer Bedeutung. Für die TLS eröffnen sich dadurch Möglichkeiten in der Sternspektroskopie, während das IOF die grundsätzlich ähnliche Technologie für die optische Kommunikation und Quantenkryptographie über Satelliten nutzen möchte.

Abbildung 13 zeigt das Konzept der Lichteinkopplung in einen Singlemode-Lichtwellenleiter mittels Adaptiver Optik. Die gleiche Technik kann die Bildqualität von beobachteten astronomischen Objekten (TLS) und die Kommunikation mit Satelliten (IOF) verbessern.

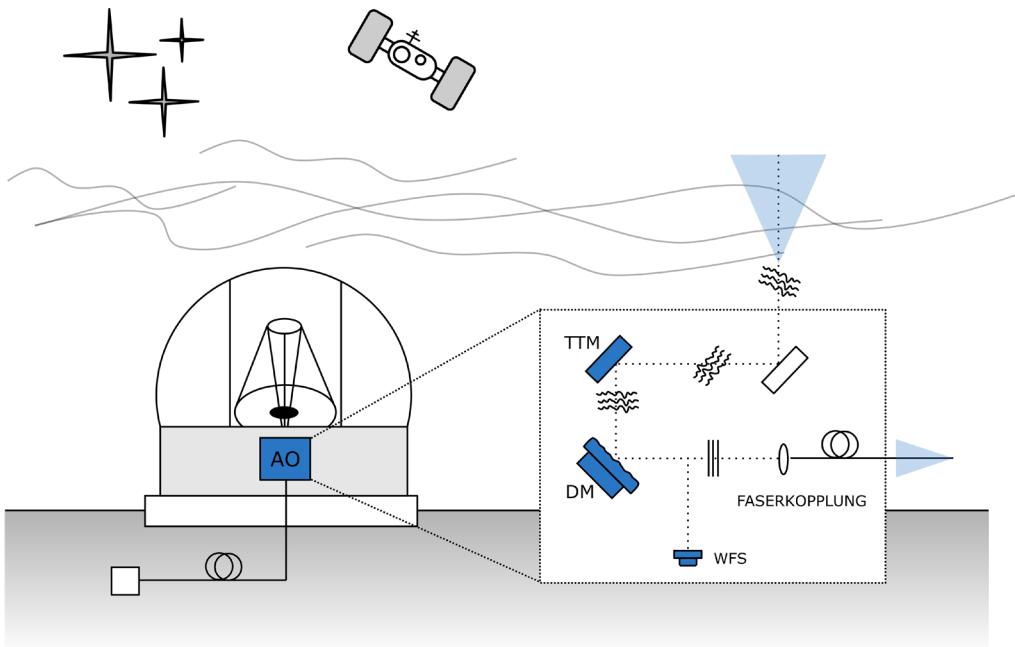


Abb. 13: Konzept der Lichteinkopplung in einen Singlemode-Lichtwellenleiter mittels AO. Die Wellenfronten von einem Stern oder Satelliten werden auf ihrem Weg zum Teleskop durch die turbulente Erdatmosphäre deformiert (Seeing). Diese Verformung wird kontinuierlich mit einem Wellenfrontsensor (WFS) gemessen und ein entsprechendes Korrektursignal für den deformierbaren Spiegel (DM) und einen schnellen Kippspiegel (TTM) erzeugt. Die korrigierte Wellenfront wird dann auf den Lichtleiter fokussiert (Quelle: FREEFIB-Projektvorschlag).

3.2.3 Experimentelles, hochauflösendes Kamerasytem im Nasmyth-Fokus des AJT

Im Rahmen der vorbereitenden Untersuchungen für das FREEFIB-Projekt wurde am AJT ein Kamerasytem installiert, mit dem die Abbildungseigenschaften des Teleskops und das tatsächliche Seeing am Instrument eingehend untersucht werden können. Die *PDCam* (Abb. 14) ist kompakt und basiert auf zwei schnellen (bis zu 500 Hz) synchronisierten CMOS-Kameras aus dem Bereich der industriellen Bildverarbeitung. Mit Hilfe eines numerischen Bildrekonstruktionsverfahrens¹, das eine Serie von kurz belichteten Bildern benötigt, ist es möglich, die momentane Wellenfront des Lichts für jedes Einzelbild zu rekonstruieren und ein endgültiges hochauflösendes Bild aus der gesamten Zeitreihe zu erzeugen (wenn die Sterne ausreichend hell sind). Tests haben ergeben, dass eine einfache Bildkorrektur mit der PDCam und sogar ohne den vollständigen Einsatz von AO, der verformbare Spiegel erfordert, die Bildbewegung von atmosphärischen Verzerrungen der Wellenfront korrigieren kann. Die Ergebnisse zeigen, dass wir Winkelabstände nahe der Beugungsgrenze von 0,05 Bogensekunden des 2-m-AJT auflösen können (Abb. 14)

Aus einer vorläufigen Analyse der bisher gewonnenen Daten schließen wir, dass die adaptive Optik am AJT unter guten Seeing-Bedingungen prinzipiell eingesetzt werden kann. Dies ist ein gutes Vorzeichen für den Erfolg von FREEFIB. Die Analyse zeigt auch, dass die optischen Abbildungseigenschaften des Teleskops (für die geplante Anwendung

¹ Die Methode nutzt die blinde Entfaltung von Zeitreihen von Aufnahmen mit kurzen Belichtungszeiten in Kombination mit der sogenannten Phasendifferenzmethode (PD).

mit sehr kleinem Gesichtsfeld) als hervorragend angesehen werden können. Dies bestätigt einmal mehr die Raffinesse und äußerste Sorgfalt, die die Erbauer vor über 60 Jahren und mit nach heutigen Maßstäben sehr begrenzten technischen Mitteln an den Tag gelegt haben.

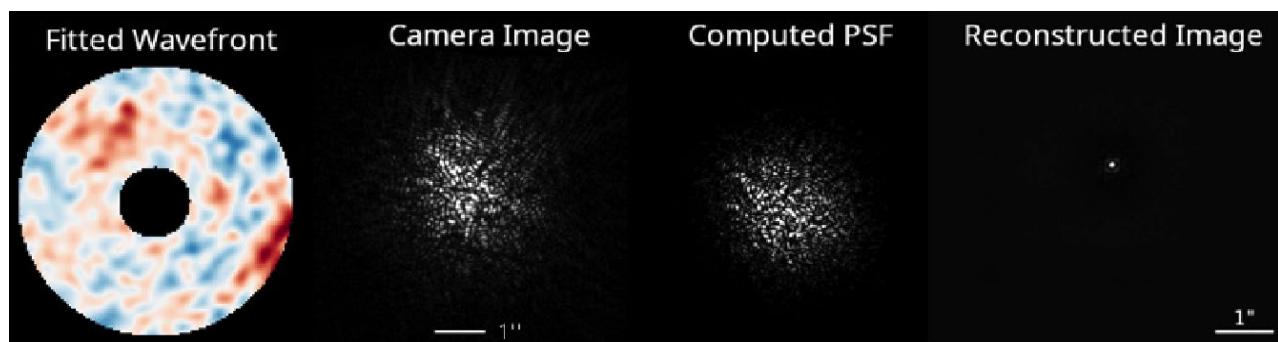
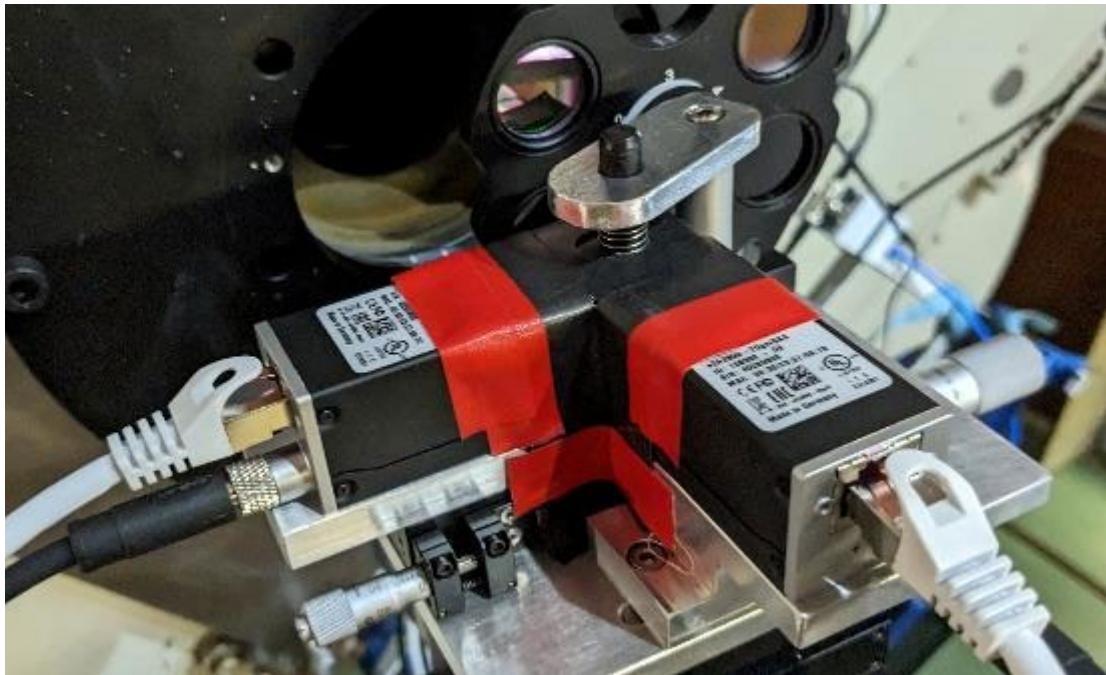


Abb. 14 (oben): PDCam am Nasmyth-Fokus des AJT. (unten, von links nach rechts) Die aus PDCam-Daten rekonstruierte Wellenfront (Fitted Wavefront). Eine einzelne kurze Aufnahme des Sterns Wega mit dem typischen, durch das Seeing verursachten Speckle-Muster (Camera Image). Die rekonstruierte Punktstreuungsfunktion (PSF, Computed PSF). Das rekonstruierte Bild (ganz rechts) aus 1000 einzelnen MFBD-Belichtungen. Das rekonstruierte Bild hat einen Durchmesser von 0,05 Bogensekunden, nahe der Beugungsgrenze des Teleskops. Auf dem Bild sind die ersten Beugungsringe zu sehen.

3.3 Instrumentierung für das Tautenburger Sonnenlabor

Das Tautenburger Sonnenlabor TauSoL ist seit Oktober 2024 in Betrieb. Nun wird es mit modernsten Instrumenten ausgestattet.

3.3.1 TauSoL-Spektropolarimeter

Für das zukünftige SPRING-Netzwerk wird an der TLS ein filterbasiertes Spektropolarimeter entwickelt, mit dem hochauflösende Stokes-Spektren² der gesamten sichtbaren Sonnenscheibe in verschiedenen Spektrallinien des Sonnenspektrums mit einer hohen zeitlichen Kadenz gewonnen werden können. Das Tautenburger Sonnenlabor wird hierfür als Entwicklungsplattform genutzt.

Als optischer Filter kommt ein klassisches, durchstimmbares Fabry-Perot-Interferometer (FPI) zum Einsatz. Im Grunde besteht ein FPI aus zwei parallelen Platten, die ein Interferenzmuster erzeugen, das nur Licht einer bestimmten Wellenlänge durchlässt. Man kann die Wellenlänge des durchgelassenen Lichts ändern, indem man den Abstand zwischen den Platten variiert. Für die Untersuchung einer bestimmten Spektrallinie benötigt ein FPI auch einen zusätzlichen schmalbandigen Interferenzvorfilter, der auf die interessierende Spektrallinie zentriert ist.

Abb. 15 zeigt eine von zwei möglichen Konfigurationen für das zweidimensionale Spektropolarimeter. In den Jahren 2023 bis 2024 wurden die optischen Komponenten spezifiziert und beschafft, insbesondere das FPI, ein Vorfilter für die neutrale Eisen-Fe I 630,25 nm-Linie und die Flüssigkristallverzögerer für die Polarisationsmodulation. Das FPI stellt eine besondere Herausforderung dar, da es eine freie Apertur von mindestens 120 mm haben muss, um die wissenschaftlichen Spezifikationen zu erfüllen. Das FPI wurde von ICOS Ltd, London, England, beschafft und hat eine freie Apertur von 150 mm. Der Plattenabstand kann mit Hilfe von Piezo-Aktuatoren variiert werden, wobei der Abstand durch Präzisionskondensatoren gesteuert wird. Das FPI wird in horizontaler Ausrichtung betrieben, d.h., der einfallende Strahlengang ist vertikal. Bei der kollimierten Konfiguration befindet sich das FPI in der Apertur des feststehenden Vollscheibenteleskops. Alternativ kann der FPI auch in einem telezentrischen Strahlengang positioniert werden. (Roth et al, Development of a full-disk solar spectropolarimeter for TauSoL, 2024, Proc. SPIE, Vol. 13096, 130968B)

² Polarisiertes Licht kann durch vier Stokes-Parameter beschrieben werden, die die Ausrichtung der Lichtwelle angeben.

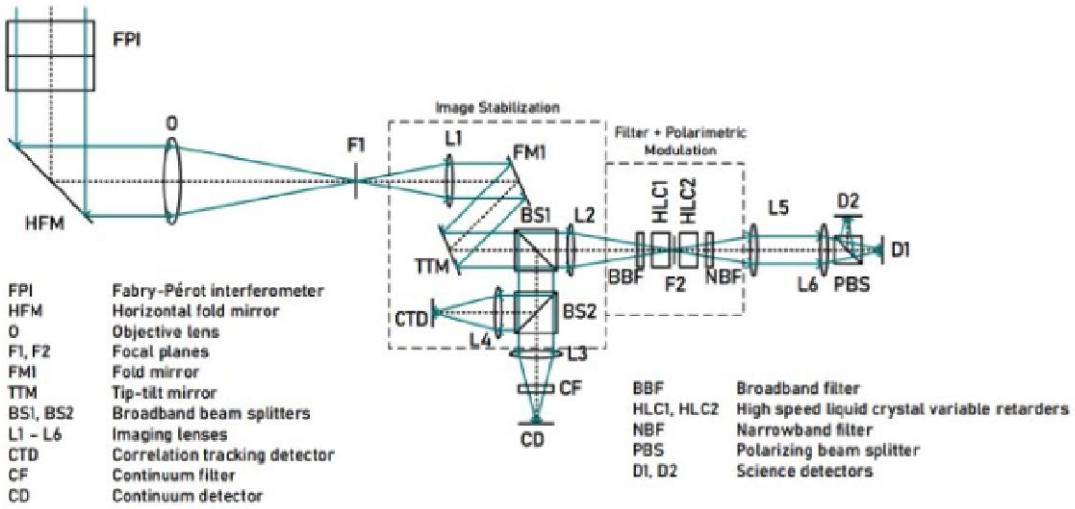


Abb. 15: Schematische Darstellung des Versuchsaufbaus eines zweidimensionalen Spektropolarimeters im TauSoL mit dem FPI im kompakten kollinierten Strahlengang.

3.3.2 LiNbO₃ Interferometer

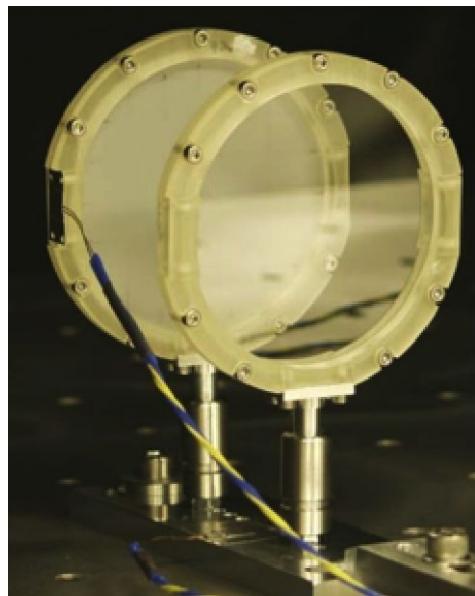
Die Änderung der Wellenlänge des durchgelassenen Lichts in einem FPI kann auf zwei Arten erreicht werden. Man kann einfach den Luftspalt zwischen den beiden Platten verändern. Dies erfordert eine präzise Bewegung der Platten. Alternativ kann man den Luftspalt durch ein Material mit fester Breite ersetzen, dessen Brechungsindex sich jedoch ändern kann. Ein solches Material ist Lithiumniobat (LiNbO₃).

LiNbO₃ ist ein künstlich hergestellter kristalliner Feststoff, der in der Natur nicht vorkommt. Dieses optisch transparente und doppelbrechende Material hat verschiedene nichtlineare optische und elektro-optische Eigenschaften, die es für die Verwendung als Bandpassfilter oder für integrierte optische Schalter geeignet machen. Eine für die Verwendung als optisches Interferometer interessante Eigenschaft von LiNbO₃ ist ein Brechungsindex von über 2, der auch durch Anlegen eines elektrischen Feldes verändert werden kann. Dies bedeutet, dass ein elektrisch abstimmbares FPI aus polierten und entsprechend beschichteten dünnen LiNbO₃-Wafern gebaut werden kann. Diese werden manchmal auch als Festkörper-FPI bezeichnet. Im Vergleich zu einem klassischen Glas-Luftspalt-FPI, der Piezoaktoren verwendet, übernimmt der LiNbO₃-Wafer die Rolle des variablen Luftspalts, allerdings mit einem wesentlich höheren Brechungsindex als Luft. Die verspiegelten Glasplatten in einem normalen FPI werden durch entsprechende reflektierende

Beschichtungen auf den beiden Wafer-Oberflächen ersetzt. Durch Anlegen einer variablen Hochspannung im Kilovoltbereich an die Wafer-Oberflächen kann der Brechungsindex variiert werden, was der Änderung des Plattenabstands im klassischen FPI entspricht. Aufgrund des höheren Brechungsindexes können LiNbO₃-basierte FPI bei gleichen Anforderungen an die spektrale Auflösung und das Sichtfeld im Durchmesser kleiner ausgeführt werden als vergleichbare Glasplatten-FPIs. Darüber hinaus sind die oft nur wenige 1/10 mm dicken Wafer wesentlich leichter als die Glasplatten eines entsprechenden klassischen FPI.

Der Nachteil eines Interferometers auf LiNbO₃-Basis ist, dass es schwierig ist, die dünnen Wafer präzise zu polieren und zu montieren. Noch problematischer ist, dass die Wafer brechen können, wenn sich die angelegte Hochspannung zu schnell ändert.

Gegenwärtig gibt es keine Lieferanten mehr für entsprechend bearbeitete LiNbO₃-Wafer in der Größe von 100 bis 200 mm, die für die Verwendung als optische FPI geeignet wären. Darüber hinaus ist der Grund, warum die Wafer bei schnellen Spannungsänderungen brechen können, noch nicht ausreichend geklärt. Daher ist die Verwendung von LiNbO₃-Wafern für optische FPI derzeit auf einige wenige bestehende Angebote mit nur 60 mm nutzbarer Apertur beschränkt. Diese können nur in kleinen Bereichen und langsam elektro-optisch abgestimmt werden. Aufgrund ihres geringen Gewichts werden sie in weltraumgestützten Instrumenten und ballonbasierten Instrumenten verwendet (Abb. 16)



Im Jahr 2024 startete die TLS gemeinsam mit dem Fraunhofer IOF in Jena ein Entwicklungsprogramm mit dem Ziel, die notwendigen Prozessschritte zur Herstellung geeigneter, großer LiNbO₃-Wafer für ein FPI zu optimieren. Das Fraunhofer IOF verfügt über Erfahrung in der Verarbeitung und Nutzung von LiNbO₃ für andere technische Anwendungen. Zusammen mit der neuen Forschungsgruppe für optische Technologien und Photonik an der TLS soll diese Erfahrung nun für die Herstellung von Wafern für ein FPI genutzt werden. In einem zweiten Schritt soll dann untersucht werden, wie der Aufbau und die Spannungsänderung so optimiert werden können, dass ein LiNbO₃-basiertes FPI mit einer ausreichend hohen Rate optisch durchgestimmt werden kann.

Abb. 16: Laboraufbau eines LiNbO₃-Doppel-FPI für das Solar Orbiter VIM-Instrument. Die 70-mm-Wafer wurden von der australischen CSIRO hergestellt, die die Produktion von LiNbO₃-basierten FPI jedoch eingestellt hat. (Abbildung aus Schühle et al, Space qualification of a thin wafer Lithium Niobate Etalon for the Visible Light Imager and Magnetograph (VIM), 2007, Proceedings of The Second Solar Orbiter Workshop, by Marsch, E.; Tsinganos, K.; Marsden, R.; Conroy, L. ESA-SP 641. ISBN: 92-9291-205-2. Noordwijk, Netherlands: European Space Agency, id.82)

Für ein robotergestütztes Netzwerk von Sonnenteleskopen mit Spektropolarimetern wie SPRING hätte ein FPI auf LiNbO₃-Basis Vorteile in der Handhabung gegenüber großen, klassischen FPI und könnte viel kompakter realisiert werden. Ein LiNbO₃-basiertes Instrument könnte wahrscheinlich auch viel schneller und kostengünstiger in Massenproduktion hergestellt werden, was ein weiterer Vorteil für ein Netzwerk solcher Instrumente wäre. Die TLS steht in Kontakt mit anderen internationalen Forschungspartnern, die ebenfalls Interesse an dem TLS-Entwicklungsprogramm für LiNbO₃-basierte Interferometer bekundet haben. Diese Forschungs- und Entwicklungszusammenarbeit mit dem Fraunhofer IOF könnte möglicherweise einen Durchbruch bei der Herstellung von FPI bedeuten.

3.4 ANDES

ANDES (ArmazOnes high Dispersion Echelle Spectrograph) ist der hochauflösende, stabile Spektrograf für das Extremely Large Telescope (ELT) der ESO und deckt ein breites Spektrum vom U-Band (360 nm) bis zum K-Band (2,2 μm) ab. Um den großen Wellenlängenbereich abzudecken, wird ANDES eine Reihe hochauflösender Spektrografen umfassen, die hohe Präzision und spektrale Genauigkeit bieten. Das Design von ANDES orientiert sich am Design mehrerer kleinerer Instrumente mit ähnlichen Anforderungen wie HARPS, ESPRESSO, NIRPS, CRIRES+ usw. ANDES ist ein fasergespeistes Instrument für ein einzelnes Objekt, das entweder im Seeing-Limited-Modus oder im Single Conjugate Adaptive Optics (SCAO)-Modus mit einer Integral Field Unit arbeitet.

Die TLS ist Mitglied des ANDES-UBV-Konsortiums (siehe unten). Der UBV-Spektrograf wird die UBV-Wellenlängenbänder (0,35 – 0,63 μm) abdecken und befindet sich auf der Nasmyth-Plattform des ELT. Seit 2024 unterstützt die TLS das UBV-Team des Leibniz-Instituts für Astrophysik Potsdam (AIP) bei der Vorbereitung des vorläufigen Design Reviews (PDR), insbesondere beim Entwurf einer thermischen Hülle (Abb. 17).

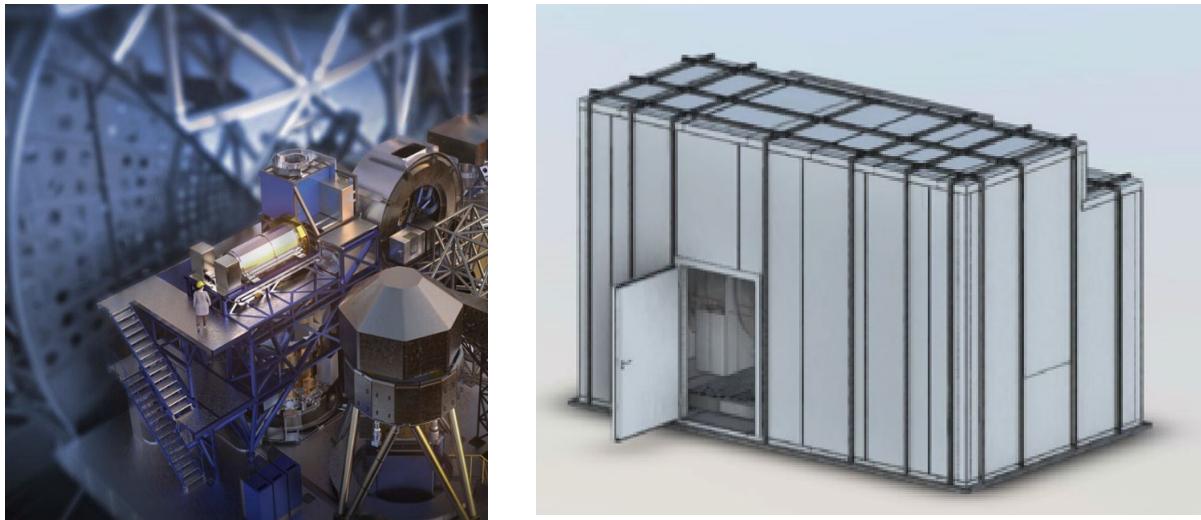


Abb. 17 (links): Konzeptvisualisierung des ANDES-UBV-Spektrografen auf einer der ELT-Nasmyth-Plattformen (Bild: ESO). (rechts) Entwurf einer thermischen Einhausung des ANDES-UBV basierend auf industriellen Isolierplatten, verstärkt durch CF-Träger.

3.5 PLATOSpec: Eine bodengestützte Einrichtung zur Unterstützung der PLATO-Mission

Ein wichtiger Aspekt der Exoplanetenforschung an der TLS ist die Radialgeschwindigkeitsbestimmung von Exoplaneten. Der Bau neuer, hochmoderner Instrumente an Einrichtungen, die Zugang zu verschiedenen Himmelsregionen ermöglichen, ist ein wichtiger Aspekt dieser Arbeit. PLATOSpec ist ein solches Instrument. Im Jahr 2024 wurde das PLATOSpec-Instrument fertiggestellt und in Betrieb genommen. Hier geben wir einen Überblick über das Projekt und die abgeschlossenen Arbeiten.

3.5.1 Hintergrund: Die PLATO-Mission der Europäischen Weltraumorganisation (ESA)

PLAnetary Transits and Oscillations of stars (PLATO) ist die dritte Mission mittlerer Klasse im Cosmic-Vision-Programm der European Space Agency (ESA) (Abb. 18). Ihr Start ist für Ende 2026 geplant. PLATO wird Planeten mithilfe der Transitmethode aufspüren. Die Transitmethode zeichnet den Abfall der Lichtstärke eines Sterns auf, wenn ein Planet vor ihm vorbeizieht. PLATO ist nach CoRoT (CNES), Kepler (NASA) und TESS (NASA) die vierte Weltraummission zur Suche nach Transitplaneten. PLATO wird schätzungsweise 4.000 Supererde entdecken, von denen 40 bis 70 in der bewohnbaren Zone ihres Muttersterns liegen werden. Was PLATO von den anderen Missionen unterscheidet, ist die Verwendung von Asteroseismologie zur Untersuchung der Muttersterne der Planeten. Dadurch lassen sich Masse und Radius des Sterns präzise bestimmen, die für die exakten Werte von Masse und Radius des Planeten erforderlich sind. Die Asteroseismologie ist auch die genaueste Methode, um das Alter eines Sterns und damit auch eines Planeten zu bestimmen.

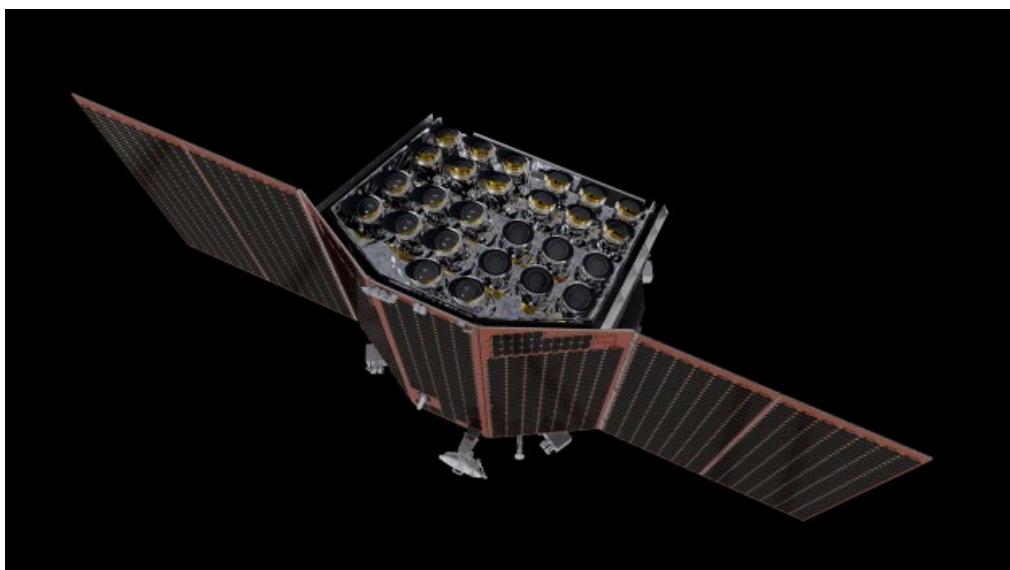


Abb. 18: Künstlerische Darstellung von PLATO. PLATO besteht aus 26 kleinen Teleskopen. Der Durchmesser von jeweils 12 Zentimeter gewährleistet ein weites Sichtfeld. (Quelle: ESA)

Damit PLATO seine Ziele erreichen kann, sind bodengestützte Spektralbeobachtungen erforderlich. Diese sind notwendig, um 1) festzustellen, ob das Transitsignal tatsächlich von einem Planeten verursacht wird, 2) die Masse des Planeten durch Doppler-Messungen zu bestimmen und 3) genaue spektroskopische Parameter des Muttersterns zu liefern. Der dafür benötigte Teleskopbedarf wird enorm sein. Deshalb wurde das Ground-based Observational Program (GOP) zur Koordinierung dieser Bemühungen ins Leben gerufen. Das GOP ist ein internationales Projekt von Wissenschaftlern aus zehn Ländern, die in 30 Arbeitspaketen arbeiten. Die TLS leitet das Arbeitspaket „Aufklärungsspektroskopie und Radialgeschwindigkeit“.

3.5.2 Was ist PLATOSpec?

PLATOSpec ist ein hochauflösender Spektrograf für das 1,52-m-Teleskop der ESO in La Silla. Sternmagnetische Aktivität kann die Entdeckung eines Exoplaneten erschweren. Das Besondere an PLATOSpec im GOP ist seine Optimierung für ultraviolettes Licht, einen Bereich, der sich besser für die Untersuchung der Sternaktivität eignet.

PLATOSpec wurde von einem Konsortium bestehend aus der TLS, dem Astronomischen Institut ASCR in Ondrejov, Tschechische Republik (ASU), und der Universidad Catholica in Chile (PUC) gebaut und wird von diesem betrieben. Dieses Konsortium betreibt auch das 1,52-Meter-Teleskop auf La Silla, Chile. Die Finanzierung des Baus von PLATOSpec erfolgte durch den Freistaat Thüringen, vertreten durch das Thüringer Ministerium für Wirtschaft, Wissenschaft und Digitale Gesellschaft, im Rahmen der Forschungsförderungsrichtlinie. Die ASU finanzierte die Sanierung des Teleskops. Das Konsortium erhält 90 % der Teleskopzeit, die restlichen 10 % gehen an Astronomen aus Chile. Die TLS erhält etwa ein Drittel der Teleskopzeit, die es auch für nicht PLATO-bezogene Forschung nutzen kann.

Da sich das erste von PLATO beobachtete Himmelsfeld auf der Südhalbkugel befindet, ist die TLS mit ihrem proprietären Zugriff auf PLATOSpec hervorragend aufgestellt, um bei den bodengestützten Folgebeobachtungen der von PLATO entdeckten Exoplanetenkandidaten eine wichtige Rolle zu spielen.

3.5.3 Aufbau der Kalibrationseinheit

Die TLS war für die Entwicklung und den Bau der PLATOSpec-Kalibrationseinheit verantwortlich. Diese dient dazu, Licht verschiedener Referenzlampen in den Spektrografen einzuspeisen und ist eine wesentliche Komponente für die präzisen Messungen des Instruments. Weißlichtlampen dienen dazu, Verzerrungen im Detektor zu beseitigen, die durch die unterschiedliche Empfindlichkeit der einzelnen Pixel entstehen. Vor allem liefern Hohlkathodenlampen ein Kalibrationsspektrum, das es dem Astronomen ermöglicht, eine Position auf dem Detektor in die Wellenlänge des aufgezeichneten Lichts umzurechnen. Ohne die Kalibrationseinheit wären die von PLATOSpec durchgeföhrten spektralen Beobachtungen nur begrenzt nutzbar. Im Jahr 2023 wurde die Kalibrationseinheit fertiggestellt und vollständig getestet.

Ein Schlüsselement der Kalibrationseinheit ist eine Jodgasabsorptionszelle. Diese Zelle ist für PLATOSpec unerlässlich, um die erforderliche Radialgeschwindigkeitsmessgenauigkeit von 3 m/s zu erreichen, die eine wichtige Designspezifikation des Instruments darstellt. Während der Beobachtungen durchdringt das Sternenlicht die Zelle und prägt dem Sternspektrum ein Jodspektrum auf. Die Dopplerverschiebungen des Sterns werden dann anhand der exakten Wellenlängen der Jodspektralmerkmale gemessen. Die TLS ist eines der wenigen Institute mit Erfahrung im Bau und Test solcher Geräte. Mehrere Zellen wurden in Zusammenarbeit mit Heike Suß, Leiterin der Glasapparatewerkstatt am Institut für Physikalische Chemie der Friedrich-Schiller-Universität, gebaut.

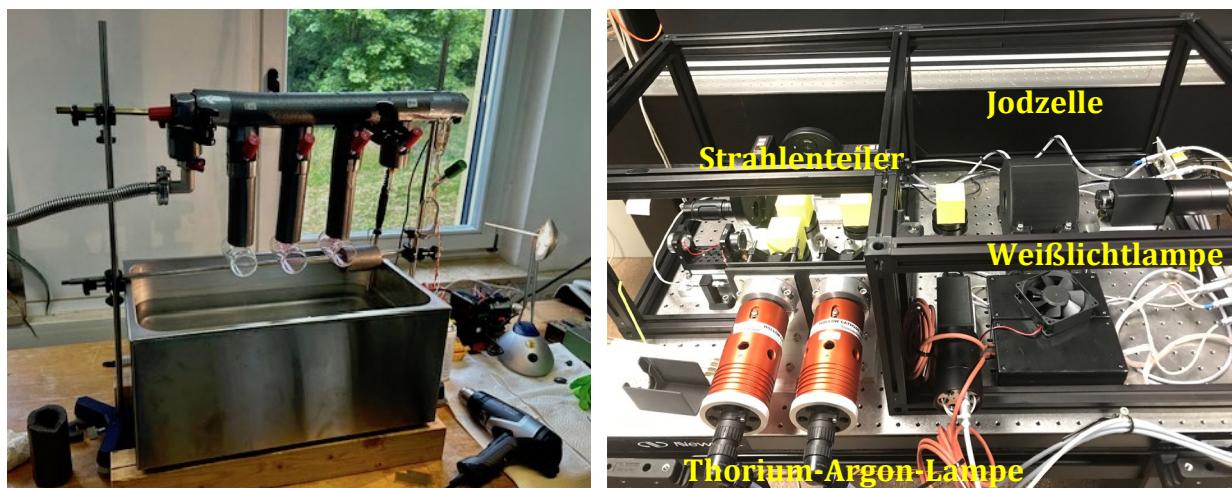


Abb. 19 (links): Die Jodabsorptionszellen während des Füllvorgangs im TLS-Labor. Am Ende der dunklen Isolierrohre sind drei Zellen zu sehen. Das Jodgas in den Zellen hat eine violette Farbe. (rechts) Die Jodzelle und weitere Komponenten in der Kalibrationseinheit.

Das linke Bild in Abbildung 19 zeigt die Jodzellen im TLS-Elektroniklabor kurz nach der Befüllung mit Jod. Bis zu vier Zellen werden gleichzeitig mit unterschiedlichen Jodmengen hergestellt. Messungen der Zellen mit dem Echelle-Spektrographen des 2-m-Alfred-Jensch-Teleskops ermöglichen die Auswahl der optimalen Zelle für den Einbau in die Kalibrationseinheit vor dem Versand nach La Silla. Das rechte Bild in Abbildung 19 zeigt eine Jodzelle sowie weitere Komponenten der Kalibrationseinheit.

Traditionell wird eine Jodzelle während einer Beobachtung in den Lichtweg des Sterns platziert. Ein Nachteil dabei ist, dass die Zelle etwa 30 % des Lichts absorbiert. Daher verfügt PLATOSpec über einen Kalibrationsmodus, bei dem das Jodspektrum direkt an der Zelle und ohne Verlust von Sternenlicht aufgezeichnet wird. Dieser Betriebsmodus ist der erste seiner Art. PLATOSpec bietet somit drei Kalibrierungsoptionen für Radialgeschwindigkeitsmessungen: simultane Th-Ar-Messung, In-situ-Jodzelle und simultane Jodzelle. Die Wahl der Kalibrierung hängt von der Helligkeit des Sterns und der gewünschten Radialgeschwindigkeitspräzision ab.

3.5.4 Erstes Licht und Inbetriebnahme

Im Sommer 2024 wurden alle optischen Komponenten an Dr. Leonardo Vanzi, dem PLATOSpec Team Member an der Pontificia Universidad Católica de Chile nach Santiago, geschickt. Er baute den Spektrografen zusammen und führte die ersten Tests durch. Die linke Seite von Abb. 20 zeigt PLATOSpec in Dr. Vanzis optischem Labor.

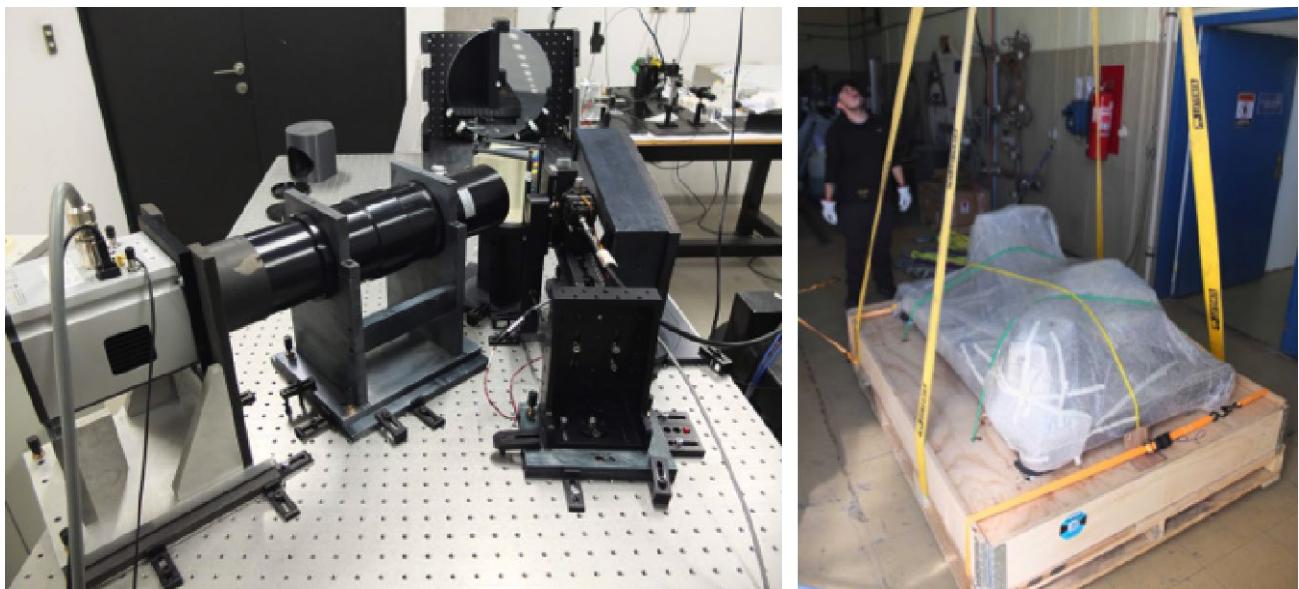


Abb. 20 (links): PLATOSpec im optischen Labor der Pontificia Universidad Católica de Chile. (rechts) Die Ankunft von PLATOSpec am 1,52-m-Teleskop in La Silla

Abbildung 21 zeigt das erste Spektrum eines Sterns, aufgenommen mit PLATOSpec im simultanen ThAr-Kalibrationsmodus. Das Sternspektrum besteht aus den durchgehenden Streifen (spektrale Ordnung). Die Linien der ThAr-Mission stellen die hellen Punkte zwischen den stellaren Spektralordnungen dar. Man erkennt die Emissionslinien des Thoriums neben dem Spektrum des Sterns. Markante Spektrallinien wie Natrium D1 und D2 sowie Magnesium sind ebenfalls markiert.

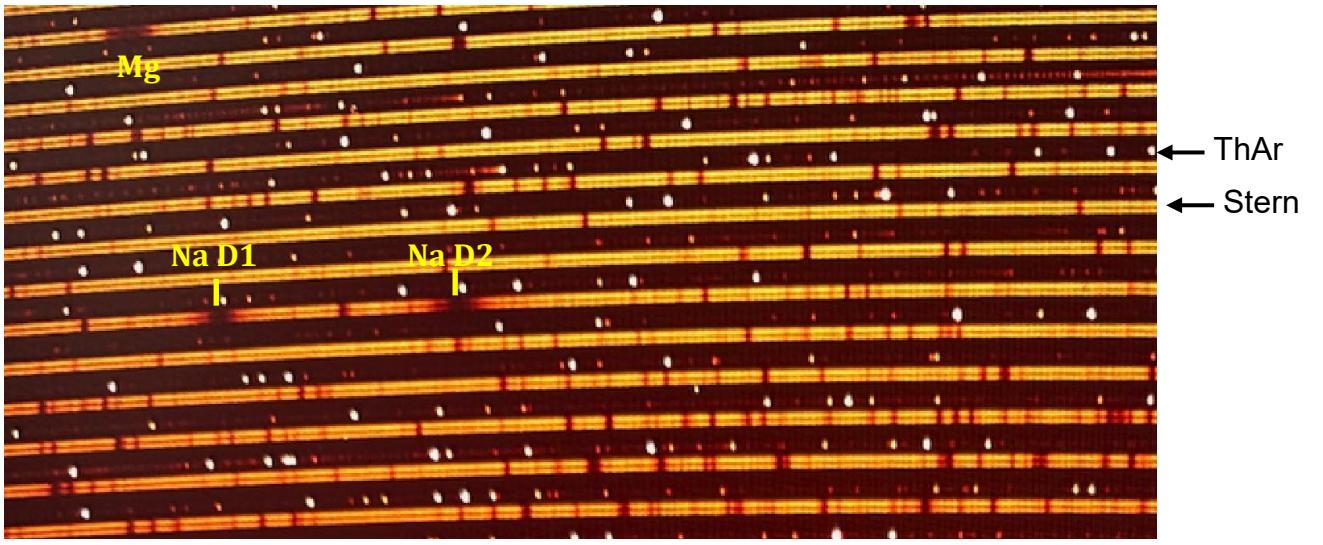


Abb. 21: Das erste Lichtspektrum eines Sterns, aufgenommen mit PLATOSpec

Ein wichtiges Designziel von PLATOSpec war die Messung der Radialgeschwindigkeit eines hellen Sterns mit einer Genauigkeit von 3 m/s. Im Dezember 2024 konnten wir mithilfe der Jodzelle erste Tests zur Radialgeschwindigkeitspräzision von PLATOSpec durchführen. Abbildung 22 zeigt die über fünf Nächte durchgeführten RV-Messungen des konstanten Sterns τ Cet. Diese wurden durch die an der TLS entwickelte Software-Pipeline VIPER reduziert. Der Stern zeigt eine mittlere Streuung (rms) von 3,43 m/s, nahe dem Designziel von 3 m/s. Wir betonen, dass es sich hierbei um vorläufige Ergebnisse handelt und weitere Arbeiten zur Verfeinerung der Pipeline erforderlich sind. Wir sind optimistisch, dass PLATOSpec eine RV-Präzision von unter 3 m/s erreichen wird.

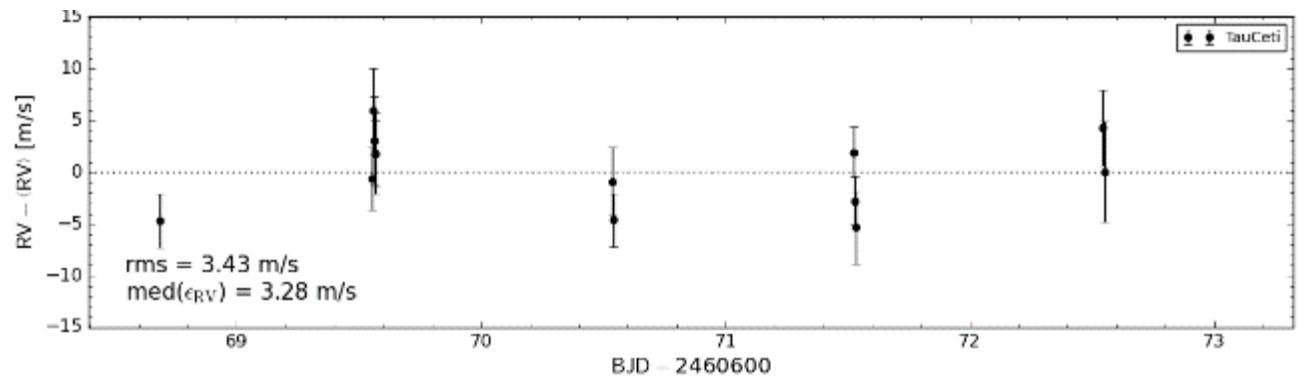


Abb. 22: Radialgeschwindigkeitsmessungen des konstanten Sterns τ Cet, durchgeführt mit PLATOSpec über fünf Nächte. Die quadratische Streuung von 3,43 m/s liegt nahe dem Designziel von 3 m/s.

3.6 VIPER: Software zur Berechnung präziser Radialgeschwindigkeiten

Die Messung präziser stellarer Radialgeschwindigkeiten (RV) erfordert oft einen gut konstruierten und hochstabilisierten Spektrografen. Dieser wird üblicherweise in einer Vakuumkammer platziert und thermisch und mechanisch stabilisiert, was mit hohem Aufwand verbunden ist. Mit bestehenden Spektrografen, die ursprünglich nicht für diese Radialgeschwindigkeitsstabilität ausgelegt waren, ist es sehr schwierig, präzise RV-Messungen durchzuführen.

Die Jodgasabsorptionszellenmethode bietet der astronomischen Gemeinschaft eine kostengünstige Wellenlängenkalibrierungstechnik, die für nahezu jeden Spektrografen verwendet werden kann. Ein Spektrograf mit mäßiger Stabilität kann mit einer Zelle, deren Herstellung nur wenige hundert Euro kostet, eine RV-Präzision von 3 m/s erreichen. Der eingesparte Aufwand für die Stabilisierung des Spektrografen wird jedoch auf den Aufwand für die Datenreduktion übertragen. Diese ist mathematisch komplex und erfordert oft eine Modellierung des sogenannten Instrumentalteils (IP) des Spektrografen, um optimale Präzision zu erzielen. Die meisten Forschungsteams, die eine Jodzelle verwenden, müssen das Rad quasi neu erfinden und dafür einen erheblichen Personalaufwand betreiben. Dies stellt oft ein Hindernis für die Nutzung dieser Zellen dar. Problematischer ist, dass unterschiedliche Codes leicht unterschiedliche Ergebnisse liefern können. Ein universelles Computerprogramm, das von der gesamten Gemeinschaft genutzt werden kann, wäre von Vorteil.

Aus diesen Gründen haben wir VIPER entwickelt, eine Software zur hochpräzisen Bestimmung von Radialgeschwindigkeiten mithilfe einer Absorptionszelle. Diese neue, flexible und universelle Software ermöglicht die Auswertung von Spektren, die mit verschiedenen Instrumenten an verschiedenen Teleskopen aufgenommen wurden. Die Software ist Open Source und steht der gesamten astronomischen Gemeinschaft zur Verfügung. Wissenschaftler, die Absorptionszellen an anderen Einrichtungen nutzen, können nun mehr Zeit in die Forschung statt in die Software-Entwicklung investieren.

Einige wichtige Funktionen von VIPER machen die Software äußerst vielseitig:

- Sie ist in Python geschrieben, einer in der astronomischen Gemeinschaft, insbesondere bei Nachwuchswissenschaftlern, weit verbreiteten Programmiersprache.
- Sie ist Open Source, sodass Nutzer sie leicht für ihre eigenen Zwecke anpassen können. Sie kann Radialgeschwindigkeiten von verschiedenen Absorptionszellentypen im optischen und infraroten Wellenlängenbereich berechnen.
- Sie lässt sich problemlos auf verschiedene Instrumente anwenden.
- Sie ist benutzerfreundlich dank grafischer Benutzeroberflächen, Handbüchern, Tutorials und einer speziellen Website für Einsteiger.

Die Entwicklung von VIPER begann mit Sireesha Chamarthi, einer ehemaligen Praktikantin an der TLS, und Mathias Zechmeister, einem ehemaligen Masterstudenten an der TLS, der heute am Institut für Astrophysik der Universität Göttingen tätig ist. Die aktuelle Entwicklung wird von Jana Köhler an der TLS und von Zechmeister durchgeführt. Die TLS

erhielt Fördermittel der DFG, um VIPER als Open-Source-Allzweckprogramm zur Messung präziser Sternradialgeschwindigkeiten zu entwickeln. Ein Hauptziel des Projekts ist es, VIPER zum Standard für die Berechnung präziser Sternradialgeschwindigkeiten mithilfe einer Gasabsorptionszelle zu machen.

3.6.1 Vielseitigkeit und Benutzerfreundlichkeit

Eines der Designziele von VIPER war die einfache Nutzung mit Daten vieler verschiedener Instrumente. Bisher wurde VIPER für folgende Instrumente angepasst:

CES: Coudé Echelle Spectrometer at La Silla, Chile (de-commissioned)

CRIRES⁺: CRyogenic high-resolution InfraRed Echelle Spectrograph an ESOs 8.2-m-Very Large Teleskop (VLT) in Paranal, Chile

GIANO-B: Near-Infrared High-Resolution Spectrograph am 3.6-m-Galileo National Teleskop (TNG) auf La Palma, Canary Islands

Hires: High Resolution Echelle Spectrometer am 10-m-KECK-Teleskop in Mauna Kea, Hawai'i

OES: Ondrejov Echelle Spectrograph am 2-m-Teleskop in Ondrejov, Tschechische Republik

TCES: Tautenburg Coudé Echelle Spectrometer am 2-Meter-Teleskop in Tautenburg

Tull: Tull Coudé Spectrograph am 2.7-Meter-Teleskop am McDonald Observatory, USA

UVES: Ultraviolet and Visual Echelle Spectrograph am VLT

Diese Instrumentenliste ist ein Beweis für die Vielseitigkeit von VIPER.

3.6.2 Präzise stellare Radialgeschwindigkeiten im Infraroten

VIPER ist das erste Programm, das stellare Radialgeschwindigkeiten mithilfe von Gasabsorptionszellen im Infrarotbereich berechnen kann. Das CRIRES⁺-Konsortium entwickelte eine Gasabsorptionszelle für präzise Radialgeschwindigkeitsmessungen mit dem Instrument. Die Europäische Südsternwarte beauftragte die TLS und Jana Köhler mit der Erstellung der RV-Pipeline von CRIRES⁺ auf Basis von VIPER.

Das obere Feld von Abb. 23 zeigt die Radialgeschwindigkeitsmessungen eines konstanten Sterns, die mit CRIRES⁺ durchgeführt wurden. Die Streuung beträgt lediglich 3,01 m/s, was dem Designziel von CRIRES⁺ entsprach. Das untere Feld zeigt die CRIRES⁺-Radialgeschwindigkeitsmessungen von LHS 3844 und die Schwankungen aufgrund eines von der TESS-Mission entdeckten Planetenbegleiters. VIPER liefert die besten Radialgeschwindigkeitsmessungen im Infrarotbereich.

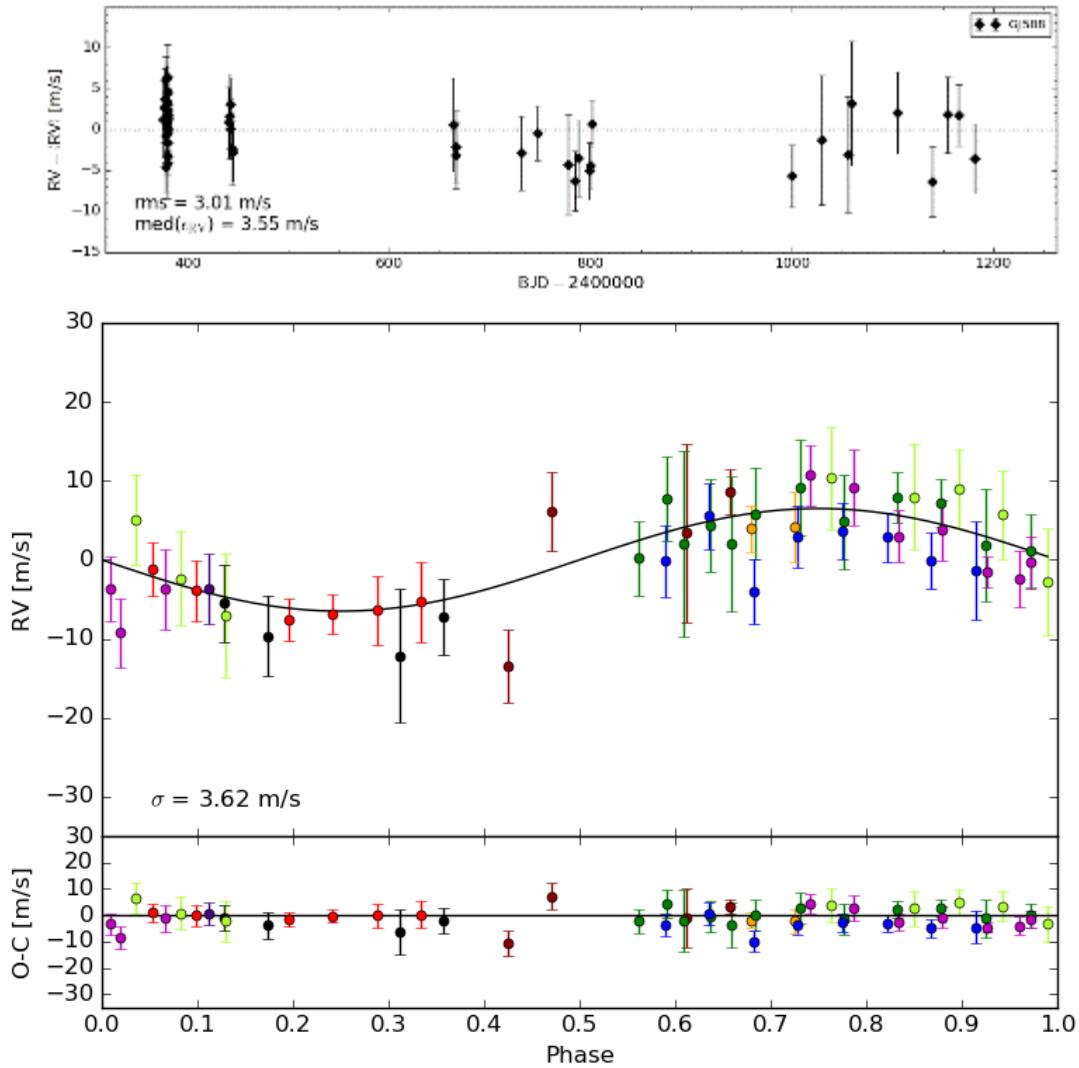


Abb. 23: Radialgeschwindigkeitsmessungen von CRIRES+, berechnet mit VIPER. (oben) Ein konstanter Stern mit einer Streuung von nur 3,01 m/s, dem Designziel von CRIRES+. (unten) Die von seinem planetarischen Begleiter verursachten Radialgeschwindigkeitsschwankungen des Sterns LHS 3844, gemessen mit CRIRES+. Der Planet umkreist den Planeten in 11 Stunden und hat eine Masse von 2,2 Erdmassen.

3.7 Projekt Optics4Space

Motivation und Hintergrund: In Anlehnung an die technologischen Resultate der Forschergruppe „SpaceOptics“ wurden im Berichtszeitraum verschiedene Arbeiten zu einem satellitengestützten 4-Kanal-Strahltreiler nach Kösters-Prinzip fortgesetzt. Die Arbeiten bauen final auf den Erfahrungen mit dem 7-Kanal-Imager GROND am MPG 2.2-m-Teleskop der ESO in La Silla (Chile) auf.

Die Idee rascher Nachfolge-Beobachtungen von GRBs (Gamma-Ray Bursts) mit einem geeigneten Teleskop im Erdorbit schließt an das von der Universität Melbourne (Australien) angeführte *SkyHopper*-Satelliten-Projekt an, welches einen etwa schuhkarton-großen Satelliten (einen CubeSat) (Abb. 24), ausgerüstet mit einem 10x20-cm-Teleskop und einem 4-Kanal-Strahlteiler, zugrunde legt. Rechnungen zeigen, dass sich dadurch die Effizienz von GRB-Nachfolge-Beobachtungen im Nahen-Infrarot im Vergleich zu ergebundenen Teleskopen deutlich steigern ließe. Teile des Vorhabens wurden Ende 2022 von der Carl-Zeiss-Stiftung zur Förderung mit bis zu 496.000 Euro ausgewählt.

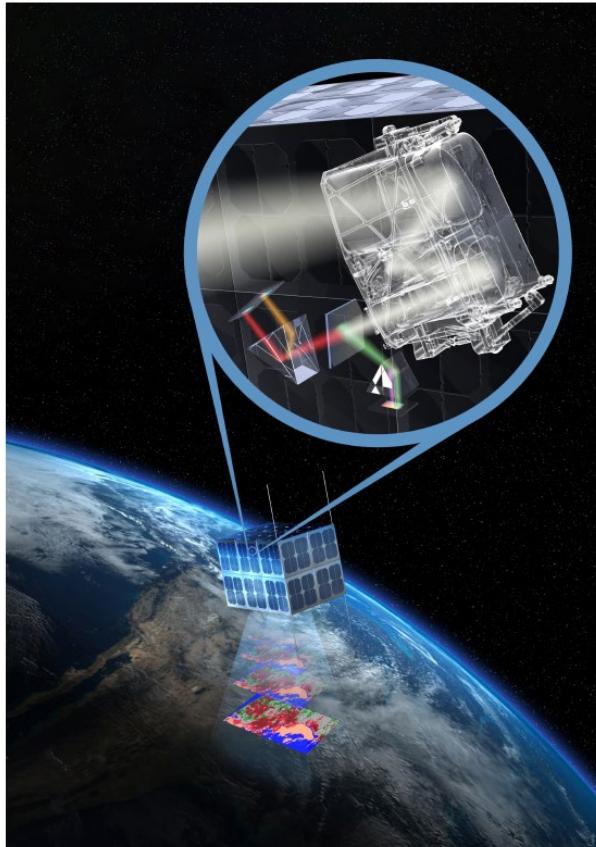


Abb. 24: Künstlerische Darstellung einer finalen Anwendung des neuartigen 4-Kanal-Strahlteilers auf einem Kleinsatelliten. Der Satellit könnte einerseits primär für die Erdbeobachtung eingesetzt werden, andererseits aber bei Bedarf auch für rasche Nachfolge-Beobachtungen kosmischer Targets, wie von Gamma-Ray-Bursts. Zumindest in letzterem Fall soll dabei der 4-Kanal-Strahlteiler zum Einsatz kommen und ein simultanes Imaging (Bildaufnehmen) in vier verschiedenen Wellenlängenbereichen erlauben.

Abbildungsnachweis: Fraunhofer IOF Jena

Projektvorhaben: Das Vorhaben verbindet - via dem Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik Garching - die Nutzung eines geplanten kommerziellen Kleinsatelliten der Firma Berlin Space Technologies, Deutschland, für Erdbeobachtungen im Visuellen (rund 300 bis 800 nm Wellenlänge) mit (bei Bedarf) Nachfolgebeobachtungen kosmischer Gamma-Ray-Bursts bei einer Wellenlänge von 800 bis nunmehr 2500 nm (im astronomischen Sinne im Nahen Infrarot). Beobachtungen von einem Satelliten aus versprechen eine wesentlich höhere Effizienz schon allein dahingehend, dass hierbei im Vergleich zu einem ergebundenen Teleskop aufgrund des gewählten Bahnorbits jeder Punkt des Himmels innerhalb von rund 45 Minuten sichtbar sein wird. Dies erhöht die Anzahl potentiell rasch beobachtbarer Targets deutlich und lässt einen erheblichen Gewinn an wissenschaftlichem Entdeckungs-Potential erwarten.

Die Projekt-Arbeiten sehen sowohl die Fertigung eines einsatzfähigen 4-Kanal-Strahlteilers nach Kösters-Prinzip als auch den Erwerb dazu geeigneter Hardwarekomponenten vor. Das auf 3 Jahre angesetzte Vorhaben wurde 2023 begonnen und verbindet wiederum die TLS mit dem MPE Garching und dem Fraunhofer IOF Jena. Das Projekt beinhaltet den Aufbau eines Strahlteilers nach Kösters-Prinzip, der im genannten Wellenlängenbereich das in das Teleskop einfallende Sternlicht in vier photometrische Bänder (d.h. vier Farben) zerlegt, und die Entwicklung und den Bau einer zugehörigen satelliten-tauglichen Kamera-Einheit. Die gesamte Baugruppe enthält im Wesentlichen drei Komponenten: den eigentlichen Strahlteiler, den elektronischen Detektor inklusive der zugehörigen Auslese-Elektronik sowie das die Kameraeinheit umschließende Kühlssystem (Dewar).

Im Berichtszeitraum wurde die genaue Dimensionierung der sechs Einzelprismen (A-F) abgeschlossen. Die zum Einsatz kommenden vier Filterbänder, d.h., die Transmissionseigenschaften der aufzubringenden dielektrischen Schichten, wurden festgelegt. Sie folgen dem Filtersatz des James Webb Space Telescopes und überspannen den o.g. Wellenlängenbereich von 800 bis 2500 nm. Für die entsprechende Beschichtung der Gläser (Wellenlängentrennung) wurden Firmen in Deutschland gefunden. Das Polieren der Einzelprismen und der Aufbau der mechanischen Prismenhalterung sind in Arbeit. Als elektronischer Empfänger ist ein Avalanche Photodiode Array (APD)-Detektor der britischen Firma Leonardo vorgesehen, der von etwa 800 bis 2500 nm Wellenlänge empfindlich ist. Im Berichtszeitraum wurde zudem das Design des Dewars entworfen und ein kommerziell erwerbbarer, sehr kompakter und satellitentauglicher Stirling-Kühler ausgewählt, der im Erdorbit die Detektoreinheit und den Strahlteiler auf einer Arbeitstemperatur von 80 K halten kann.

4. Forschungs-Highlights

Nachfolgend präsentieren wir eine Auswahl an Forschungs-Highlights aus den Jahren 2023 und 2024 von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern der Thüringer Landessternwarte.

4.1 Erdnahe Objekte: Unheimliche Begegnungen der Asteroiden Art

Im Januar 2024 ereignete sich in Tautenburg ein seltenes und bedeutendes Ereignis. Der Asteroid BX1 wurde kurz vor seiner Kollision mit der Erde entdeckt. Es ist erst der achte Asteroid, bei dem dies bisher geschah. BX1 wurde zunächst vom Alfred-Jensch--Teleskop und anschließend vom Spectral Digital Autonomous Fireball Observatory beim Eintritt in die Atmosphäre beobachtet.

Abbildung 25 zeigt die Geschichte des Asteroiden BX1 auf seinem Weg vom Weltraum zur Erdoberfläche. Das obere linke Feld zeigt Bilder von BX1, aufgenommen von der Schmidt-Kamera des 2-m-AJT am 21. Januar 2024. Es handelt sich um eine Überlagerung von sechs Einzelbeobachtungen. Eine Umlaufbahnberechnung von Dr. Bringfried Stecklum ergab, dass der geschätzte 1-m-Asteroid um etwa 0:27 Uhr Weltzeit (UT) bei +52,9 Grad Breite und 9,8 Grad Länge (nahe Berlin) auf der Erde einschlagen würde. Das obere rechte Feld zeigt den Asteroiden, heute ein sogenannter Bolide mit dem Namen Ribbeck, wie er am 21. Januar 2024 um 0:32 Uhr UT in die Atmosphäre eintrat, aufgenommen von der Internet-Protokollkamera der Station Frydlant.

In Abbildung 25 zeigt das untere linke Feld die Lichtkurve des Ribbeck-Boliden, die von zwei Stationen aufgezeichnet wurde, darunter dem SDAFO in Tautenburg. Das Signal in Tautenburg war stärker, da es näher am Boliden lag (200 km), aber beide Signale haben die gleiche Form. Außerdem zeichnete das SDAFO ein für den Boliden ungewöhnliches Spektrum auf, was die Wissenschaftler zu dem Schluss führte, dass es sich bei dem Asteroiden um einen Enstatit-reichen Asteroiden handelte. Das SDAFO-Netzwerk konnte das Trümmerfeld berechnen, sodass die Suchmannschaften Teile des Meteoriten bergen konnten. Ein Stück des geborgenen Meteoriten ist im unteren rechten Feld dargestellt. Die Analyse bestätigte die Schlussfolgerungen des SDAFO-Teams. **Dies war das erste Mal, dass ein Meteoritentyp anhand des Spektrums des Feuerballs im Voraus vorhergesagt werden konnte.**

Der Asteroid BX1 unterstreicht das Ziel des Near-Earth-Object (NEO)-Projekts der TLS als „Proof of Concept“. BX1 wurde kurz vor dem Einschlag auf der Erde entdeckt. Glücklicherweise handelte es sich um einen harmlosen „Weltraumbrocken“. Das NEO-Programm zielt darauf ab, diese größeren, gefährlicheren Asteroiden zu finden, solange sie sich weit von der Erde entfernt befinden. Auf diese Weise können die Raumfahrtbehörden Abwehrmaßnahmen wie den Double Asteroid Redirection Test (DART) der NASA ergreifen. In diesem Experiment versuchte die NASA, die Umlaufbahn eines kleinen Asteroiden (Didymos) durch den Einschlag einer kleinen Raumsonde abzulenken. Damit diese Ablenkungen funktionieren, müssen Astronomen alle potenziell gefährlichen NEOs finden, Beobachtungen sammeln und genaue Umlaufbahnen berechnen, lange bevor sie die Erde treffen.

Die Geschichte des Asteroiden BX1 auf seinem Weg vom Weltraum zur Erdoberfläche

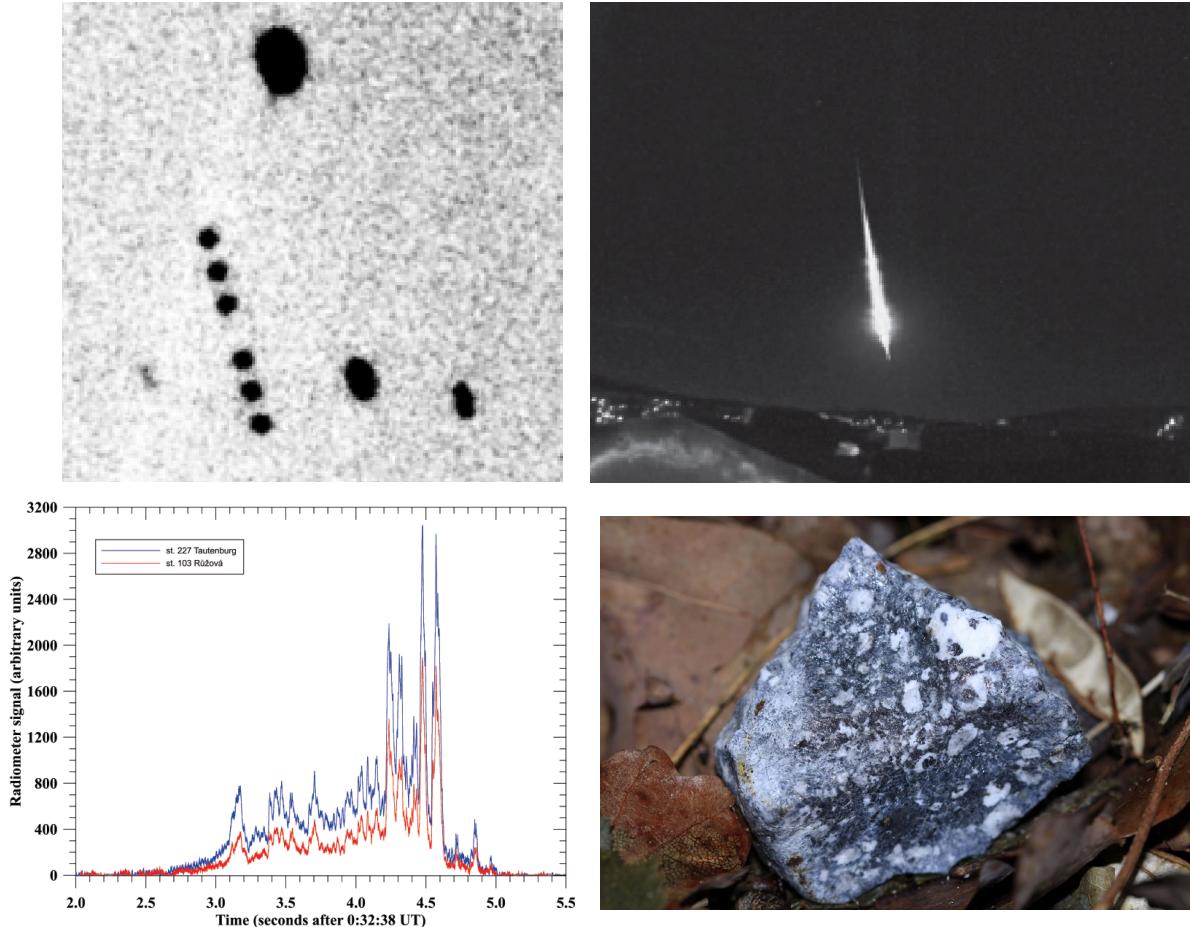


Abb. 25: Aufzeichnung des Ribbeck-Boliden. (oben links) Bilder von BX1, aufgenommen von der Schmidt-Kamera des Alfred-Jensch-Teleskops am 21. Januar 2024. Dies ist eine Überlagerung von sechs Einzelbeobachtungen. (oben rechts) BX1, jetzt bekannt als der Ribbeck-Bolide, tritt in die Atmosphäre ein, aufgezeichnet von der Internet Protocol Camera der Station Frydlant. (unten links) Die Lichtkurve des Ribbeck-Boliden, aufgezeichnet an den Stationen Tautenburg (blaue Kurve) und Riddick (rote Kurve). Die Lichtkurve von Tautenburg hat eine höhere Intensität, weil sich der Bolide näher an Tautenburg befand. Aus diesen Lichtkurven konnten die Flugbahn und das Trümmerfeld des Boliden berechnet werden. (unten rechts) Ein geborgenes Stück des Ribbeck-Boliden (Foto: Gucsik Bence).

4.2 Planeten und Exoplaneten

Seit dem Jahr 2000 ist die Erforschung von Exoplaneten ein wichtiger Forschungsschwerpunkt der Thüringer Landessternwarte. Bis heute haben Astronomen weltweit über 7.400 Exoplaneten entdeckt. Das Forschungsgebiet hat sich weiterentwickelt: von der Entdeckung von Exoplaneten hin zu ihrer Charakterisierung hinsichtlich Masse, Radius, Dichte, innerer Struktur und atmosphärischer Zusammensetzung. Durch die Beteiligung an den Konsortien CARMENES und KESPRINT konzentrierte sich die TLS auf die Messung der Masse der kleinsten Planeten – vom Mini-Neptun bis hin zu Planeten mit Erdmasse. Die TLS beschaffte die Finanzierung, stellte das Konsortium zusammen und leitete den Bau von CRIRES⁺. Dieses Instrument am Very Large Telescope der ESO hat sich zum führenden ergebnisbündelnden Instrument für die Erforschung von Exoplaneten-Atmosphären entwickelt und ergänzt die Daten, die das James-Webb-Satellitenteleskop erfassen kann.

4.2.1 Die "KESPRINT"-Exoplaneten

Das KESPRINT-Konsortium widmet sich der Bestätigung und Charakterisierung von Transit-Exoplaneten, die von Weltraummissionen (z. B. Kepler, TESS) entdeckt wurden. Die Transit-Lichtkurven der Weltraummissionen liefern präzise Radien der Planeten. KESPRINT misst die Masse der Planeten, aus der die Planetendichte berechnet werden kann. Sie ist zur Bestimmung des Planetentyps (Gas- oder Gesteinsplanet) erforderlich. Die Charakterisierung von Exoplaneten erfordert umfangreiche Teleskop-Ressourcen. Die Mitglieder von KESPRINT nutzen daher viele verschiedene Einrichtungen: das 2-Meter-Teleskop der TLS, das 2-Meter-Teleskop des Ondrejov-Observatoriums, das 2,7-Meter-Teleskop des McDonald-Observatoriums in West-Texas, das 2,6-Meter-Nordic Optical Telescope auf La Palma, das 3,6-Meter-Teleskop der ESO in La Silla, Chile, das 8,2-Meter-VLT in Paranal, Chile, und das 10-Meter-Keck-Teleskop auf Hawaii.

Seit 2017 hat KESPRINT die Massen von über 90 Transit-Exoplaneten gemessen (vierzehn in den Jahren 2023 bis 2024). Fünfzig davon sind kleine Planeten mit einer Masse von weniger als 50 Erdmassen. Abbildung 26 zeigt die KESPRINT-Planeten im Masse-Radius-Diagramm. Ebenfalls dargestellt sind theoretische Zusammensetzungsspuren für verschiedene Planetentypen, von 100 Prozent reinem Eisen über Gesteinsplaneten bis hin zu reinen Wasserplaneten. KESPRINT ist eines der erfolgreichsten Teams weltweit bei der Messung der Massen von Transit-Exoplaneten der TESS-Mission. Zu beachten ist die hohe Meßgenauigkeit bei den Massen der KESPRINT-Planeten, dem vom KESPRINT-Konsortium gemessenen Parameter. KESPRINT liefert einige der präzisesten Massen kleiner Exoplaneten.

Das KESPRINT-Konsortium wird mit seiner umfassenden Erfahrung voraussichtlich auch in der PLATO-Ära erfolgreich sein. PLATOSpec stellt in dieser Hinsicht eine wertvolle Ergänzung der dem KESPRINT-Konsortium zur Verfügung stehenden Teleskope dar.

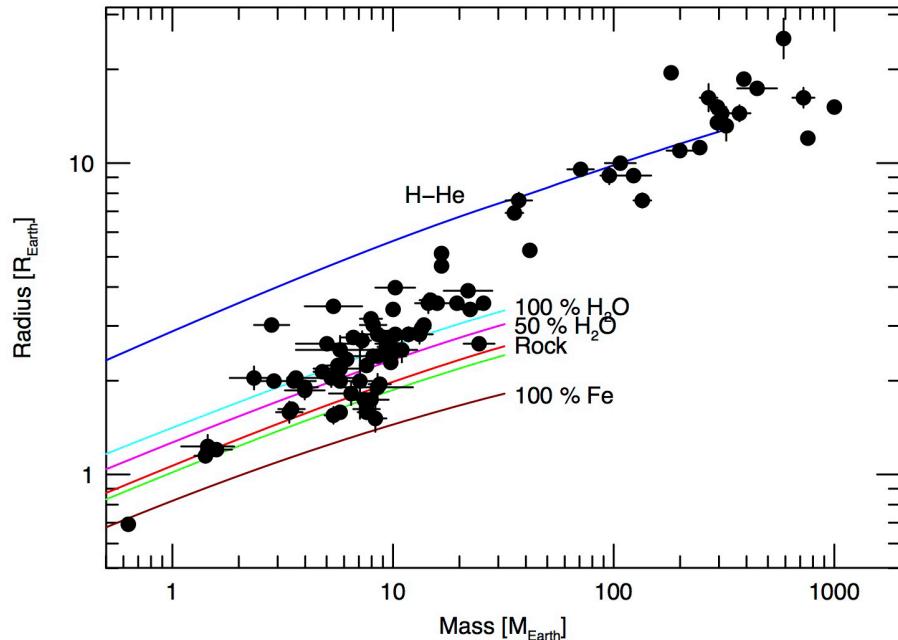


Abb. 26 Die Planeten im Masse-Radius-Diagramm, für die das KESPRINT-Konsortium genaue Massen gemessen hat. Die Linien zeigen Bahnen für einfache Planeteninnere-Modelle, die (von oben nach unten) aus Wasserstoff und Helium (H-He) dominierten Planeten, reinem Wasser, 50 % Wasser und Gestein, reinem Gestein und reinem Eisen bestehen.

Das Planetensystem GJ 367: Ein Eisenplanet mit Freunden

GJ 367 b ist ein Transit-Planet, der von TESS entdeckt wurde. Das KESPRINT-Team konnte die Masse von GJ 367 b mit einer Genauigkeit von 8 % messen – die genaueste Messung für einen kleinen Planeten. GJ 367 b ist ein seltener Planet mit ultrakurzer Umlaufbahn, der alle 7,7 Stunden einmal um seinen Mutterstern rast. Die TESS-Daten zeigten, dass der Planet einen Radius von nur 70 % des Erdradius besitzt (nur 30 % größer als der Mars!). Im Rahmen ihrer Doktorarbeit analysierte Elisa Goffo an der TLS über 300 Radialgeschwindigkeitsmessungen, die mit dem HARPS-Spektrographen der ESO in La Silla, Chile, durchgeführt wurden. Ihre Analyse ergab, dass der Planet eine Masse von nur 0,63 Erdmassen besitzt, woraus sich eine Planetendichte von 10,2 g cm⁻³ ergibt. Dieses Ergebnis lässt darauf schließen, dass GJ 367 b ein Planet der Klasse „Super-Merkur“ ist, der überwiegend aus Eisen bestehen muss.

Dr. Goffos Analyse brachte weitere Überraschungen zutage. Sie entdeckte zwei weitere Planeten im System, die nicht transitieren und Umlaufzeiten von 11,5 bzw. 35 Tagen haben. Diese hatten Massen von vier bzw. sechs Erdmassen. Die Architektur dieses Planetensystems könnte Hinweise auf den Entstehungsprozess ultrakurzperiodischer Planeten geben. Abb. 27 zeigt Dr. Goffos Darstellung des Planetensystems GJ 367.

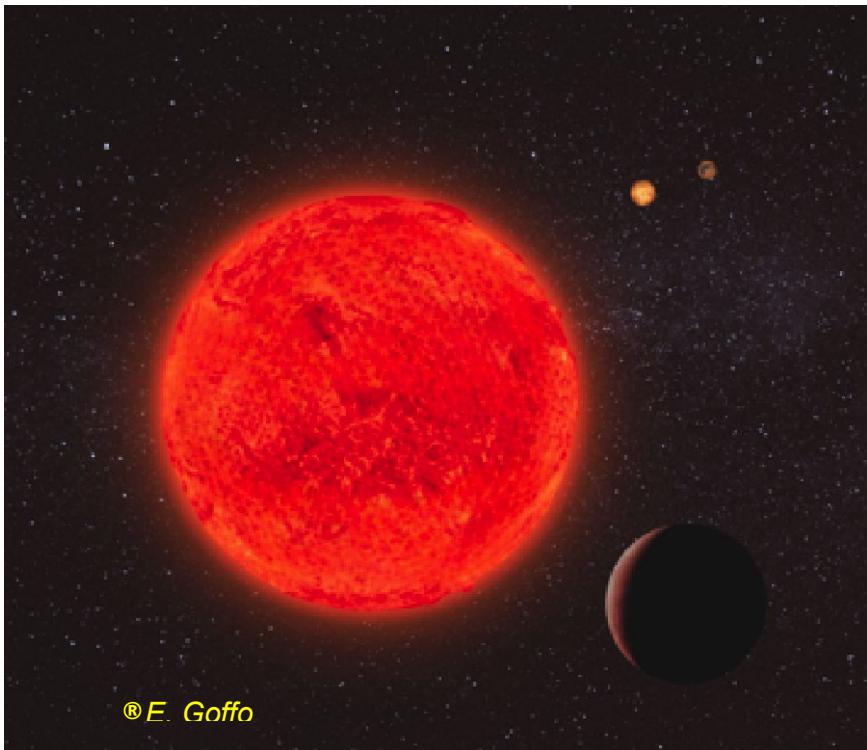


Abb. 27: Elisa Goffos Darstellung des GJ-367-b-Systems. Der Transit-Planet ist im Vordergrund rechts zu sehen. Im Hintergrund sind die beiden weiteren Planeten des von Goffo entdeckten Systems dargestellt.

4.2.2 Winde auf Riesenplaneten, nah und fern

Seit der Entdeckung der ersten Exoplaneten versuchen Astronomen, diese neuen Welten durch detaillierte Studien zu charakterisieren. Ein wichtiger Aspekt dieser Charakterisierung ist die Atmosphäre des Planeten hinsichtlich ihrer Zusammensetzung, Temperatur und Windmuster, also seines Wetters. Die Riesenplaneten unseres Sonnensystems liefern wichtige Anhaltspunkte für das Verständnis des Wetters auf anderen Welten. Schließlich sind Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun relativ nahe Riesenplaneten, deren Atmosphären Wissenschaftler detailliert untersuchen können. Diese Studien können uns bei der Erforschung der Atmosphären von Exoplaneten als Orientierung dienen.

4.2.2.1 Die Winde auf dem Jupiter

Jupiter, der größte Planet unseres Sonnensystems, ist bekannt für seine bräunlich-weißen Sturmbänder und seinen großen roten Fleck. Die Windbänder rasen in östlicher und westlicher Richtung um den Planeten und erreichen dabei hohe Geschwindigkeiten von bis zu 500 Kilometern pro Stunde. Ein internationales Astronomenteam hat nun erstmals eine

Karte dieser Winde mithilfe der Doppler-Methode erstellt. Das Team wurde von François-Xavier Schmider, Forschungsdirektor am Observatoire de la Côte d'Azur (OCA), geleitet. Patrick Gaulme, ein Wissenschaftler an der TLS, ist Teil des Forschungsteams.

Astronomen verwendeten bisher Bilder der Wolkenstrukturen des Gasplaneten, die in verschiedenen zeitlichen Abständen aufgenommen wurden. Aus den Veränderungen in den Bildern berechnen sie die Windgeschwindigkeiten. Diese Methode stößt jedoch an Grenzen, da sich die Wolken verändern oder verschwinden können, was die Messungen beeinflusst.

Eine weitere Schwierigkeit ist: Die Bilder erlauben es den Wissenschaftlern, die Geschwindigkeit der Winde in Ost-West- oder West-Ost-Richtung zu berechnen, liefern aber nur dürftige Ergebnisse für die Nord-Süd- oder Süd-Nord-Richtung. Der Grund dafür ist, einfach erklärt: Die Wolkenbänder auf dem Jupiter bewegen sich in unterschiedlichen Höhen. Die Wolkenstrukturen sind von einem Band zum nächsten getrennt. Außerdem kann die Wolkenverfolgung per Bild nicht die vertikale Bewegung in der Atmosphäre des Planeten messen. Deswegen ist nicht klar, wie Wärme und chemische Elemente vom Inneren des Planeten nach außen transportiert werden.

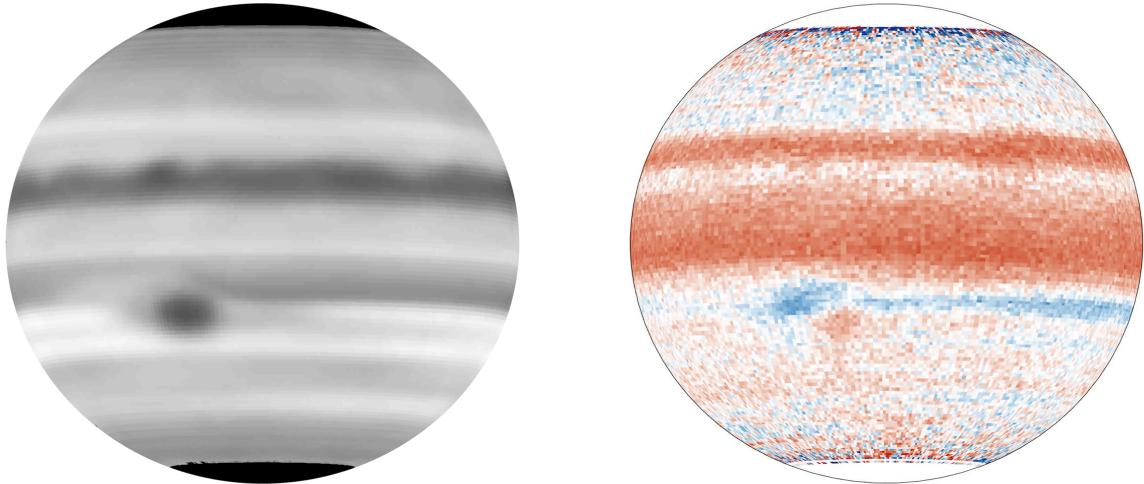


Abb. 28 (links): ein Bild von Jupiter. (rechts) Ein rekonstruiertes Bild der zonalen Geschwindigkeitskarte von Jupiter. Die roten und blauen Farben zeigen die Ost- bzw. Westwinde an. Beide Bilder wurden aus Daten gewonnen, die mit dem JOVIAL/JIVE-Instrument am Dunn Solar Telescope in Sunspot, New Mexico, aufgenommen wurden.

Statt auf Wolkenbilder von Jupiter zu setzen, verwendet das Forschungsteam um Schmider die Doppler-Methode, um die atmosphärische Zirkulation des Gasplaneten zu beobachten. Mit dem Doppler-Effekt kann gemessen werden, wie sich die Frequenz einer Licht- oder einer Schallwelle ändert, wenn sich ihre Quelle relativ zum Beobachtenden bewegt. Bewegt sich die Quelle auf den Beobachtenden zu, treffen die Wellen in kürzeren Abständen beim Beobachter ein. Entfernt sich die Quelle, werden die Wellenabstände größer.

Patrick Gaulme, Wissenschaftler an der Thüringer Landessternwarte, gehört zu dem internationalen Forscherteam, das die atmosphärische Zirkulation auf dem Planeten Jupiter mit der Doppler-Methode beobachtete. An drei Teleskopen in Japan, Frankreich und den USA war jeweils ein Doppler-Imager installiert. Zusammen bildeten diese Teleskope das JOVIAL-Netzwerk. Mit dem Doppler-Imager lässt sich ein Bild des Planeten und eine Doppler-Geschwindigkeitskarte (Abb. 28) erstellen, indem die Verschiebung der Spektrallinien des vom Jupiter reflektierten Sonnenlichts verfolgt wird. Aus der Verschiebung der Spektrallinien lässt sich die Geschwindigkeit der atmosphärischen Bewegungen ableiten.

Nachdem das Team rund 80 Stunden lang mit dem Instrument an einem der drei Teleskope, dem Dunn Solar Telescope in Sunspot, New Mexico, USA, beobachtet hatte, konnten die Forscher eine vollständige zonale Geschwindigkeitskarte des Planeten Jupiter erstellen. **Dies ist das erste Mal, dass eine solche Karte mit dieser Methode für einen der Riesenplaneten erstellt wurde.** Die zonale Windkarte zeigt eine hervorragende Übereinstimmung mit den Ergebnissen der Wolkenverfolgung und bestätigte die Methode.

4.2.2.2 Die Winde auf WASP-127 b

Sind die Winde auf Exoplaneten denen des Jupiters ähnlich? Hochmoderne Instrumente wie CRIRES⁺ werden es uns ermöglichen, diese Frage zu beantworten. Das CRIRES⁺-Konsortium nutzte seine garantierte Zeit auf dem Instrument, um die Atmosphäre des Exoplaneten WASP-127 b zu untersuchen. WASP-127b ist ein extrasolarer Planet, der aufgrund seiner Größe und der engen Umlaufbahn um seinen Stern als „heißer Jupiter“ bezeichnet wird. Der riesige Gasplanet ist etwas größer als Jupiter, hat aber nur einen Bruchteil seiner Masse. Sein Stern WASP-127 ist über 500 Lichtjahre von der Erde entfernt.

Ein Team von Astronomen unter der Leitung von Dr. Lisa Nortmann von der Georg-August-Universität in Göttingen, zu dem auch Forscher der Thüringer Landessternwarte gehören, untersuchte die Atmosphäre des Exoplaneten WASP-127b mit hochauflösender Infrarot-Spektroskopie. Da der Planet zu weit entfernt ist, kann er nicht direkt beobachtet werden. Sein Stern leuchtet zu hell. Um mehr über die Atmosphäre des Planeten herauszufinden, wählte das Team daher einen indirekten Ansatz: Wenn der Planet vor seinem Stern vorbeizieht, durchleuchtet das Licht des Sterns die obere Planeten-Atmosphäre. Die Planeten-Atmosphäre blockiert bestimmte Anteile des Sternlichts. Basierend darauf, welche Anteile blockiert werden, können die Forschenden die atmosphärischen Eigenschaften des Planeten näher bestimmen.

Zur Analyse der Daten verwendete das Team eine Technik namens Kreuzkorrelation. Diese Methode verwendet ein synthetisches Spektrum eines Moleküls (z. B. CO) und vergleicht es mithilfe der mathematischen Methode der Kreuzkorrelation mit dem beobachteten Spektrum von Stern und Planet. Ist das Molekül vorhanden, weist die resultierende Kreuzkorrelationsfunktion einen scharfen Peak an der Stelle des Planetenspektrums auf.

Das Team entdeckte Wasserdampf (H_2O) und Kohlenmonoxid (CO). Die Geschwindigkeit der Moleküle in der Atmosphäre kann gemessen werden. Zu ihrer Überraschung haben die Forschenden zwei entgegengesetzte Geschwindigkeitssignale entdeckt (Abb. 29). Ein Teil der Atmosphäre bewegt sich mit einer erstaunlichen Geschwindigkeit von neun Kilometern pro Sekunde (fast 33.000 Kilometer pro Stunde) auf die Beobachter zu, während sich ein anderer Teil mit der gleichen Geschwindigkeit von ihnen weg bewegt.

Dies deutet auf die Existenz eines starken Jetwindes hin, der am Äquator mit Überschallgeschwindigkeit zirkuliert. Dieser äquatoriale Jetwind bewegt sich fast sechsmal so schnell, wie der Planet rotiert. Die Winde entlang des Äquators dieses Planeten können Geschwindigkeiten von bis zu 33.000 Kilometern pro Stunde erreichen. Das wurde bei einem Exoplaneten noch nie beobachtet. Die Jetwinde sind über 60-mal schneller als die Winde auf dem Jupiter.

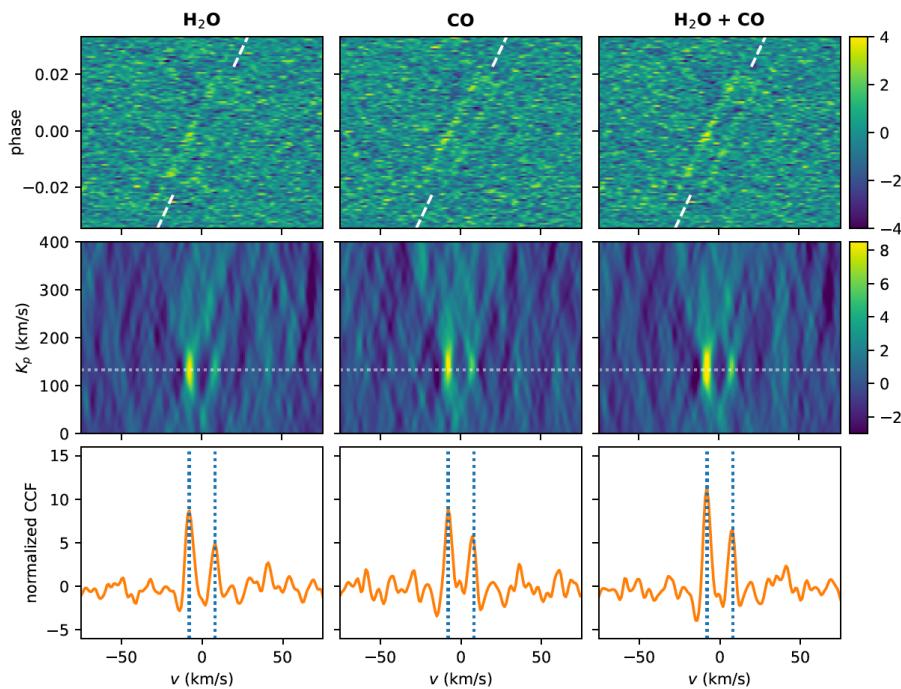


Abb. 29: Kreuzkorrelationsanalyse von WASP-127 b mit atmosphärischen Merkmalen. Die linke Spalte steht für H_2O , die mittlere für CO und die rechte für eine Kombination beider Moleküle. (oberes Feld) Die hellen Streifen zeigen die Detektion der verschiedenen Moleküle. Die Neigung ist auf die Umlaufbewegung des Planeten zurückzuführen. Die vorhergesagte Planetenbewegung wird durch die gestrichelte Linie dargestellt. In den mittleren Feldern ist die Umlaufbewegung des Planeten entfernt, daher verlaufen die Emissionsstreifen vertikal. Die letzten Felder zeigen die Kreuzkorrelationsfunktionen. Ein Maximum repräsentiert die Detektion des Moleküls. Die beiden in der Geschwindigkeit verschobenen Maxima deuten darauf hin, dass wir auf WASP-127 b Winde beobachten.

Die Daten zeigen außerdem, dass die Pole des Planeten im Vergleich zum sehr dynamischen Äquator kühler sind. Dies bestätigt das Vorhandensein signifikanter Breitengradunterschiede in der Atmosphäre, die bereits bei anderen Planeten unseres Sonnensystems beobachtet wurden. Bisher war es eine Herausforderung, solche Schwankungen bei extrasolaren Planeten zu beobachten.

Die extrem hohen Windgeschwindigkeiten und die deutlich voneinander getrennten Signale ermöglichen es den Forschenden, unterschiedliche Regionen auf dem Planeten getrennt voneinander zu untersuchen. An der Stelle, an der der Jetstream von der hellen auf die dunkle Seite des Planeten übergeht, ist die Atmosphäre etwas heißer als auf der gegenüberliegenden Seite.

Die Arbeit demonstriert, wie hochauflösende Instrumente wie CRIRES⁺ es Astronomen ermöglichen, die Wettermuster ferner Welten zu kartieren, auch ohne deren Oberflächen direkt beobachten zu können. Diese Entdeckung zeigt, wie wichtig Instrumente wie CRIRES⁺ sind und wie es die Arbeit des James Webb Space Telescope (JWST) ergänzt. Da CRIRES⁺ eine viel höhere spektrale Auflösung hat, wäre diese Entdeckung für das JWST nicht möglich gewesen. WASP-127 b mit seinen einzigartigen atmosphärischen Eigenschaften und starken Winden bietet eine faszinierende Fallstudie der atmosphärischen Dynamik auf Planeten weit außerhalb unseres Sonnensystems. Abb. 30 zeigt eine künstlerische Darstellung der Wolken auf WASP-127 b.

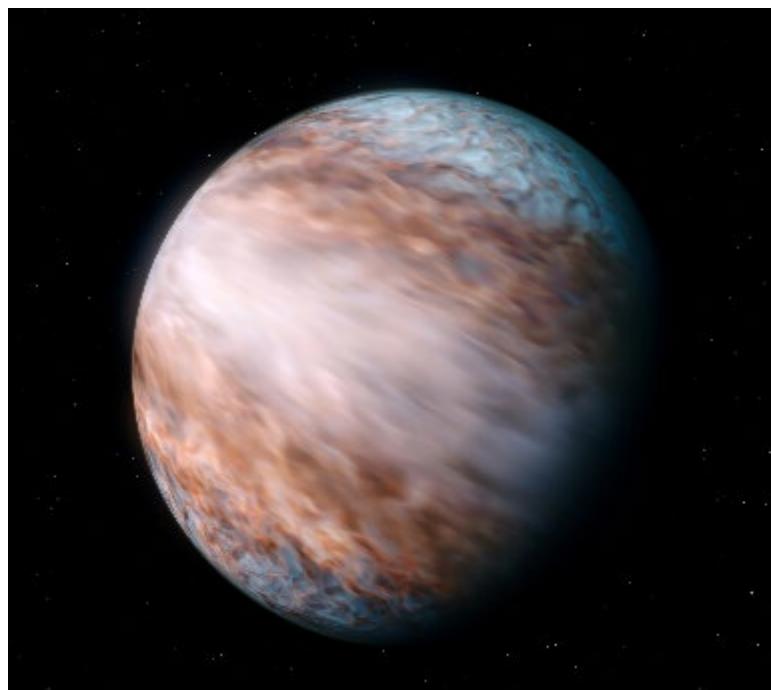


Abb. 30: Künstlerische Darstellung der Atmosphäre von WASP-127 b (Foto: ESO). Eine Videoversion ist zu sehen unter <https://www.youtube.com/watch?v=jYkA9iw9t8I>)

4.3 Sternentstehung

TLS-Wissenschaftler untersuchen viele Aspekte der Sternentstehung. Obwohl wir ein grobes Bild davon haben, wie Sterne entstehen, sind viele Aspekte noch wenig erforscht. Wir Astronomen gehen davon aus, dass Sterne aus einer Molekülwolke (Klasse-I-Objekte) entstehen und dieses Material aufgrund der Rotation zu einer Scheibe kollabiert. Diese Scheibe (protoplanetare Scheibe) bildet schließlich ein Planetensystem. Daher ist die Sternentstehung auch wichtig, um die Entstehung von Planetensystemen zu verstehen. Das Material aus der Scheibe lagert sich auf dem Stern an und erhöht dessen Masse. Damit die rotierende Wolke kollabieren und schließlich den Stern bilden kann, muss sie Drehimpuls abgeben. Man geht davon aus, dass dies durch Massenverlust durch Jets und Massenausflüsse möglich ist.

4.3.1 Der energiereiche Akkretionsausbruch eines massereichen jungen Sterns

Junge Sterne werden in Phasen schnellen Wachstums deutlich heller. Solche Phasen nennt man Akkretionsausbrüche. Forscher der Thüringer Landessternwarte haben den energiereichsten Akkretionsausbruch eines massereichen jungen Sterns identifiziert, der je entdeckt wurde. Sie modellierten erstmals, wie sich die Wärmestrahlung des Staubs in der Umgebung des jungen Sterns während eines solchen Ereignisses verändert. Solche zeitabhängigen Simulationen ermöglichen es Astronomen, Akkretionsausbrüche junger Sterne besser zu analysieren.

Im Jahr 2019 berichteten Radioastronomen über einen plötzlichen Anstieg der Methanol-Maser-Emission, einer bestimmten Art von Mikrowellenstrahlung, in der Sternentstehungsregion G323.46-0.08 (kurz G323). Diese Region befindet sich im Sternbild Zirkus am Südhimmel. Sie vermuteten, dass ein junger massereicher Stern in dieser Region einen Akkretionsausbruch erlebte. Als massereiche gelten Sterne, wenn sie mehr als acht Sonnenmassen haben.

Dr. Verena Wolf und Dr. Bringfried Stecklum von der Thüringer Landessternwarte wollten die Ursache für den Anstieg der Mikrowellenstrahlung klären. Gab es tatsächlich einen Akkretionsausbruch? Um diese Frage zu beantworten, suchten sie nach Bildern von G323 und wurden im Archiv des VISTA-Teleskops (Visible and Infrared Survey Telescope for Astronomy) der Europäischen Südsternwarte (ESO) fündig. VISTA kartierte die südliche Milchstraße im nahen infraroten Wellenlängenbereich.

Die VISTA-Bilder (Abb. 31) konnten den Akkretionsausbruch bestätigen. Zahlreiche Bilder der Sternentstehungsregion G323 zu verschiedenen Zeitpunkten ermöglichten es dem Team, die zeitliche Helligkeitsänderung während des Ereignisses zu messen. Der Ausbruch dauerte etwa acht Jahre, von 2012 bis 2020. Es ist erst der sechste bestätigte Akkretionsausbruch eines massereichen Protosterns.

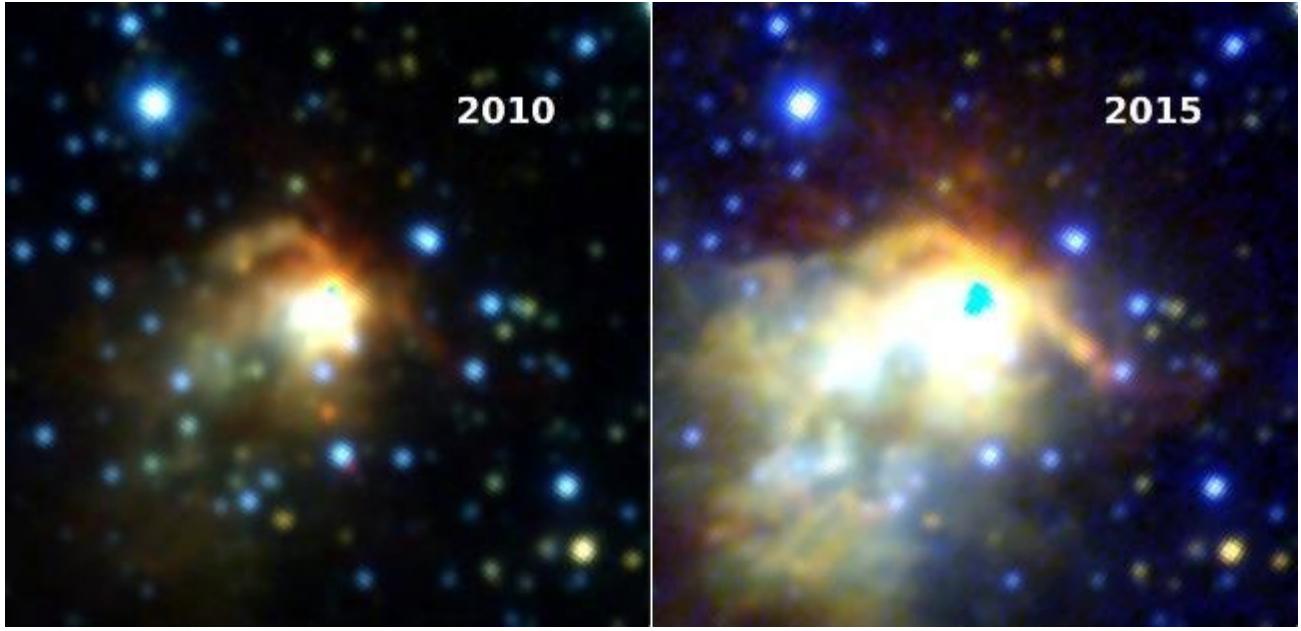


Abb. 31: Die Sternentstehungsregion G323, aufgenommen mit dem VISTA-Teleskop der Europäischen Südsternwarte im nahen Infrarot. Das rechte Bild aus dem Jahr 2015 zeigt, dass die Region deutlich heller leuchtet als 2010, was auf einen Akkretionsausbruch hindeutet. (Der cyanfarbene Bereich in der Bildmitte markiert eine Stelle, an der das Objekt für den Detektor zu hell war.) Quelle: TLS / Wolf et al. 2024.

Wolf, Stecklum und ihr Team konnten den Verlauf des Strahlungsausbruchs mithilfe einer speziellen Software ihres Kollegen Professor Dr. Tim Harries von der University of Exeter, Großbritannien, modellieren. Zunächst simulierten sie die Temperaturänderung des Staubes zu verschiedenen Zeitpunkten während und nach dem Ausbruch. Anschließend berechneten sie, wie sich diese Temperaturänderung auf die Wärmestrahlung des Staubes auswirkt. Die Simulation sagte voraus, dass das Nachglühen des Akkretionsereignisses im Jahr 2022 noch im fernen Infrarotbereich nachweisbar sein könnte, obwohl der Ausbruch bereits 2020 endete. Dies ermöglichte es, die Energie des Ausbruchs durch Ferninfrarotmessungen mit dem Flugzeugobservatorium SOFIA (Stratospheric Observatory For Infrared Astronomy) einzuschränken. Das Flugzeug und das Teleskop SOFIA wurden von der US-Raumfahrtbehörde NASA und dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) bis Dezember 2022 betrieben. Die Beobachtungen im fernen Infrarot zeigten einen leichten Helligkeitsanstieg, der der Simulation entspricht.

Durch die Kombination der VISTA- und SOFIA-Daten gelang Wolf, Stecklum und dem Team ein Durchbruch. Sie konnten die während des Akkretionsausbruchs freigesetzte Energie präzise bestimmen und die akkretierte Masse abschätzen. Der Akkretionsausbruch von G323 ist wahrscheinlich der stärkste jemals bei einem massereichen jungen Stern beobachtete Ausbruch. In acht Jahren wurde so viel Energie freigesetzt, wie die Sonne in 740.000 Jahren abgibt. Dieses außergewöhnliche Ereignis wurde vermutlich durch einen riesigen Materialklumpen mit etwa der siebenfachen Masse

Jupiters verursacht, der auf den Stern fiel. Die Kombination von Beobachtungsdaten in verschiedenen Wellenlängenbereichen und der Computersimulation ermöglichte es dem Forschungsteam erstmals, das Zusammenspiel zwischen der lokalen Staubverteilung und dem protostellaren Akkretionsausbruch präzise zu untersuchen.

Zeitabhängige Simulationen wie diese können auch zur Beschreibung anderer staubumhüllter variabler Objekte wie aktiver galaktischer Kerne und entwickelter pulsierender Sterne verwendet werden.

4.3.2 Akkretion und Ausfluss von Materie in massearmen Sternen

Junge Sterne akkumulieren Materie aus ihrer sie umgebenden protoplanetaren Scheibe und erzeugen gleichzeitig starke Ausströmungen – diese beiden Prozesse prägen die endgültige Systemarchitektur des Sterns und seines Planetensystems. Das Director's Discretionary-Programm ULLYSES (Hubble „UV Legacy Library of Young Stars as Essential Standards“) nutzte 500 Umlaufbahnen des Hubble-Weltraumteleskops, um mehr als 80 massearme junge Sterne im nahen und fernen Ultravioletten zu untersuchen. Ziel war es, besser zu verstehen, wie sie Materie aus ihren protoplanetaren Scheiben akkretieren und welche Auswirkungen dies auf die Planetenentstehung und ihre Umgebung haben kann. Zeitgleich erweiterte das ESO Large Programme “PENELLOPE” diese Beobachtungen mit hoher Auflösung über den optischen Wellenlängenbereich und das nahe Infrarot.

Im Rahmen des YTTHACA-Konsortiums („Young Stars at Tübingen, Tautenburg, Hamburg, and ESO – A Coordinated Analysis“) haben Dr. Thomas Sperling und Dr. Jochen Eisloffel in Zusammenarbeit mit Dr. Birgit Fuhrmeister und Dr. Ch. Schneider (Hamburg) sowie Dr. Carlo Manara und Dr. Justyn Campbell-Wright (ESO) alle 34 PENELLOPE-Ziele, die mit dem hochauflösenden optischen Spektrographen UVES am VLT beobachtet wurden, auf Ausflusssignaturen analysiert. Dabei konnten vier vielversprechende Ziele mit einer solchen Ausflussaktivität gefunden werden: die jungen Sternobjekte Sz 98, Sz 99, Sz 103 und XX Cha. Diese Ziele zeigen Ausflussaktivität in Form einer Hochgeschwindigkeitskomponente in der verbotenen Emissionslinie von Sauerstoff [OI] $\lambda 6300$ und dem Nachweis weiterer Windlinien von einfach ionisiertem Schwefel und Stickstoff.

Die beiden Quellen Sz 103 und XX Cha enthalten kleinräumige Jets, sogenannte Mikrojets, die mithilfe der Spektroastrometrie entdeckt werden konnten. Die getrennte Untersuchung der spektro-astrometrischen Signale hinsichtlich ihrer Hochgeschwindigkeits- und ihrer Niedriggeschwindigkeitskomponente liefert keine klaren Hinweise auf den Ursprung der Niedriggeschwindigkeitskomponente, d.h., ob diese von magnetohydrodynamisch angetriebenen Winden oder photoevaporativen Winden der protoplanetaren Scheibe herrührt. Gezielte Beobachtungen mit einem höheren Signal-Rausch-Verhältnis und unter Berücksichtigung des nun bekannten Positionswinkels der Mikrojets könnten jedoch die gewünschten Informationen liefern. Die spektro-astrometrische Analyse bestätigt zudem die binäre Natur der engen Doppelsterne in VW Cha und CVSO109. Zudem fanden wir Hinweise darauf, dass DK Tau B, CVSO 104 A und mutmaßlich Sz 115 ebenfalls spektroskopische Doppelsterne sind.

4.4 Radioastronomie

4.4.1 Monographie zur datenintensiven Radioastronomie

Eine der aktuellsten Fragen der Radioastronomie ist die Verarbeitung und Archivierung riesiger Datenmengen moderner Teleskope. Forscher der Thüringer Landessternwarte und des DLR-Instituts für Datenwissenschaften in Jena haben Expertenwissen zu diesem Thema im Buch „Datenintensive Radioastronomie“ zusammengefasst.

Große internationale Radioteleskope wie das Low Frequency Array (LOFAR) und das Square Kilometre Array (SKA) erzeugen eine schier unvorstellbar große Datenmenge. Experten zufolge wird allein das Low-Band-Array des „Square Kilometre Array“ in Australien jährlich 5 Zettabyte (106 Petabyte) an Daten generieren. Zum Vergleich: Erst 2016 überschritt der globale Internetverkehr erstmals die Grenze von 1 Zettabyte.

In der modernen Radioastronomie werden Hunderte Gigabyte Daten pro Sekunde gesammelt und in sogenannten Pipelines verarbeitet, um wissenschaftlich nutzbare Ergebnisse zu generieren. Die Verarbeitung solch riesiger Datenmengen stellt eine große Herausforderung dar. Astronomen suchen daher nach effizienten Lösungen, die die Astrophysik in das sogenannte Exabyte-Zeitalter führen.

Solch große Datenmengen erfordern ein Umdenken in der Datenverarbeitung auf allen Ebenen. Die folgenden exemplarischen Fragen, die Wissenschaftler zu beantworten versuchen, geben einen Einblick in die konkreten Herausforderungen: Wie können solche Datenmengen gehandhabt werden: Wie können sie erzeugt, gespeichert und archiviert werden? Wie lassen sich die Daten effizient komprimieren, ohne dass zu viele Informationen verloren gehen? Wie lassen sich in diesen riesigen Datenmengen seltene Ereignisse erkennen? Wie können die Daten einer großen Zahl von Wissenschaftlern leicht zugänglich gemacht werden? Wie sieht das Archiv der Zukunft aus? Und nicht zuletzt: Wie lässt sich die Datenverarbeitung nachhaltig, also energiesparend, gestalten?

Im Rahmen eines von der Carl-Zeiss-Stiftung Jena geförderten Projekts zur Koordinierung der datenintensiven Radioastronomie in der Wissenschaftsregion Jena haben Marta Dembska vom Institut für Datenwissenschaft des DLR (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt) in Jena sowie Eleni Vardoulaki, Alexander Drabent und Matthias Höft von der Thüringer Landessternwarte das Buch „Datenintensive Radioastronomie“ veröffentlicht. Sie haben die erste Monographie zu diesem Thema mit Beiträgen zahlreicher internationaler Experten herausgegeben. Dieses Buch bündelt Wissen aus verschiedenen Forschungsbereichen und bietet einen Überblick über den aktuellen Stand der datenintensiven Radioastronomie.

4.4.2 Erstes Subbogensekunden-Niederfrequenzbild zweier leistungsstarker Radiogalaxien

Unser Verständnis über die Vorgänge in Radiogalaxien basiert hauptsächlich auf Beobachtungen bei höheren Radiofrequenzen (≥ 1 GHz), mit welchen die charakteristischen Strukturelemente der Galaxien kartiert wurden, insbesondere die vom Schwarzen Loch ausgehenden Jets, den Regionen, in denen die Jets gestoppt werden (Hotspots), und der weiteren Entwicklung des magnetisierten Plasmas (Lobes). Beobachtungen mit LOFAR, einschließlich der internationalen Stationen, erlauben unser Verständnis von Radiogalaxien zu erweitern und insbesondere die spätere Entwicklung des magnetisierten Plasmas und seine Wechselwirkung mit dem umgebenden Medium, beispielsweise dem Intra-Cluster-Medium, aufzudecken. In einer detaillierten Studie wurden die ersten Bilder mit einer Auflösung von unter einer Bogensekunde (0,3 Bogensekunden) bei 144 MHz von zwei leistungsstarken Radiogalaxien in der Umgebung von massereichen Galaxienhaufen, 3C 34 (Abb. 32) und 3C 320, mithilfe von LOFAR präsentiert. In diesen Objekten wurde eine Fülle von Strukturen aufgedeckt, darunter auffallend große Filamente entlang der Basis der Lobe in beiden Quellen, die räumlich mit dichten Regionen im umgebenden Medium verbunden sind.

Diese Arbeit hat das Potenzial für empfindliche, hochauflösende Beobachtungen mit LOFAR aufgezeigt. Die Wechselwirkung von Ausflüssen (Jets, Lappen) mit ihrem umgebenden Medium, beispielsweise in Galaxienhaufen und -gruppen, ist derzeit nur unzureichend verstanden. Mit mehr und tieferen Beobachtungen dieser Art werden wir unser Verständnis der Auswirkungen aktiver galaktischer Kerne auf ihre Umgebung deutlich verbessern.

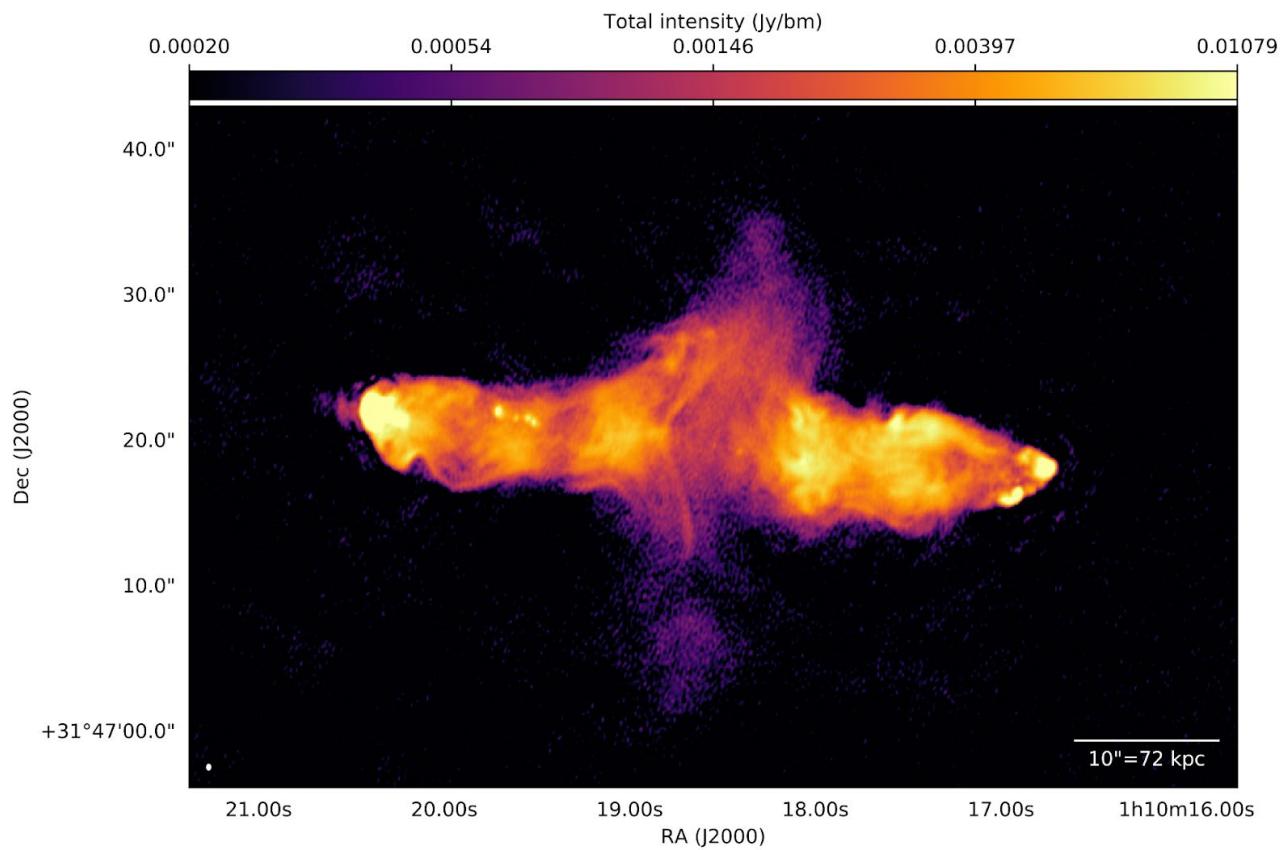


Abb. 32: Die Radiogalaxie 3C 34 in einer Beobachtung mit LOFAR (HBA, 144 MHz). Hervorzuheben ist, dass diese Abbildung eine der ersten Arbeiten ist, in der die über Europa verteilten LOFAR-Stationen benutzt wurden, um Radiogalaxien mit LOFAR mit sehr hoher Auflösung (etwa 0.3 Bogensekunden) zu kartieren.

5. Nationale und internationale Forschungscooperationen

Für die TLS ist die Teilnahme an nationalen und internationalen Kooperationen wichtig. Diese Vernetzung trägt dazu bei, die Forschung an der TLS auf höchstem Niveau zu halten, das Institut in die Entwicklung neuer Instrumente an anderen Einrichtungen einzubinden und die Chancen auf Förderung durch nationale und internationale Einrichtungen zu erhöhen. Diese Kapitel listet die internationalen Forschungscooperationen auf, an denen die Thüringer Landessternwarte beteiligt ist:

ANDES ist ein leistungsstarker Spektrograf, der am Extremely Large Telescope (ELT) der ESO installiert wird. ANDES steht für "ArmazOnes high Dispersion Echelle Spectrograph". ANDES ist ein leistungsstarker Spektrograf, der am Extremely Large Telescope (ELT) der ESO installiert werden wird. Der Spektrograf wird eine rekordverdächtige Wellenlängenpräzision im sichtbaren und nahen infraroten Bereich des Lichts aufweisen. In Kombination mit dem leistungsstarken Spiegelsystem des ELT wird es neue Beobachtungsmöglichkeiten für zahlreiche Forschungsbereiche der Astronomie eröffnen.

Die Forschenden werden mit dem Instrument nach Anzeichen von Leben auf extrasolaren Planeten suchen sowie die allerersten Sterne des Universums identifizieren. Zudem werden sie Variationen der fundamentalen Konstanten der Physik testen und die Beschleunigung der Ausweitung des Universums messen.

Die ESO hat mit einem internationalen Konsortium eine Vereinbarung zur Planung und zum Bau von ANDES unterzeichnet. Das internationale Konsortium besteht aus 32 Forschungsinstituten in 13 Ländern weltweit. Diese sind:

- Brazil: Board of Stellar Observational Astronomy, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Observatório Nacional
- Canada: Observatoire du Mont-Mégantic and the Trottier Institute for Research on Exoplanets, Université de Montréal
- Denmark: Instrument Centre for Danish Astrophysics on behalf of Niels Bohr Institute, Aarhus University, Danmarks Tekniske Universitet
- France: Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) on behalf of Observatoire de la Côte d'Azur, Université Côte d'Azur (LAGRANGE), Laboratoire d'Astrophysique de Marseille, Aix-Marseille Université, Centre National d'Etudes Spatiales (LAM), Institut de Recherche en Astrophysique et Planetologie, Université Toulouse III-Paul Sabatier (IRAP), Institut de Planétologie et d'Astrophysique de Grenoble, Université Grenoble-Alpes (IPAG), Laboratoire Univers et Particules de Montpellier, Université de Montpellier (LUPM), Institut d'Astrophysique de Paris, Sorbonne Université (IAP), Laboratoire de Météorologie Dynamique, Ecole Normale Supérieure, Ecole Polytechnique, Sorbonne Université (LMD)
- Germany: Leibniz-Institut für Astrophysik Potsdam (AIP), Institut für Astrophysik und Geophysik, Georg-August-Universität Göttingen (IAG), Atmospheric Physics of Exoplanets Department, Max-Planck-Institut für Astronomie Heidelberg (MPIA), Zentrum für Astronomie, Universität Heidelberg (ZAH), Thüringer Landessternwarte Tautenburg (TLS), Hamburger Sternwarte, Universität Hamburg (UHH)
- Italy: INAF, Istituto Nazionale di Astrofisica (Lead Technical Institute)

- Poland: Nicolaus Copernicus University in Torun
- Portugal: Instituto de Astrofísica e Ciências do Espaço (IA) at Centro de Investigação em Astronomia/Astrofísica da Universidade do Porto (CAUP), Instituto de Astrofísica e Ciências do Espaço at Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Associação para a Investigação e Desenvolvimento de Ciências (FCiências.ID)
- Spain: Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC); Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC, Spain) on behalf of Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA), Centro de Astrobiología de Madrid (CSIC-INTA)
- Sweden: Lund University, Stockholm University, Uppsala University
- Switzerland: Département d'Astronomie, Université de Genève; Weltraumforschung und Planetologie, Physikalisches Institut, Universität Bern
- United Kingdom: Science and Technology Facilities Council, United Kingdom Research and Innovation on behalf of Cavendish Laboratory & Institute of Astronomy, University of Cambridge; UK Astronomy Technology Centre; Institute of Photonics and Quantum Sciences, Heriot-Watt University
- USA: Department of Astronomy, University of Michigan

Abbildung 33 zeigt den aktuellen Stand des Baus des ELT sowie eine künstlerische Vorstellung des endgültigen Teleskops. Die erste Lichtmessung und die wissenschaftliche Überprüfung des Teleskops sind für 2028 geplant.



Abb. 33 (links): Künstlerische Darstellung des fertiggestellten ELT. (rechts) Der aktuelle Stand des Baus des ELT im Jahr 2024. Fotos: ESO

CARMENES: Das CARMENES-Konsortium wurde gegründet, um den CARMENES-Spektrografen am 3,5-m-Teleskop auf dem Calar Alto, Spanien, zu bauen und zu betreiben. Es besteht aus 5 spanischen Instituten: Institut de Ciències de l'Espai (Barcelona), Universidad Complutense de Madrid, Instituto de Astrofísica de Andalucía (Granada), Instituto de Astrofísica de Canarias, Centro de Astrobiología (Madrid), Centro Astronómico Hispano-Alemán (Calar Alto) und aus 5 deutschen Instituten: Max-Planck-Institut für Astronomie (Heidelberg), Hamburger Sternwarte (Hamburg), Institut für Astrophysik (Göttingen), Landessternwarte Königstuhl (Heidelberg) und TLS (Tautenburg). Artie Hatzes ist derzeit Mitglied des Wissenschaftsausschusses.

CRIRES⁺: Das CRIRES⁺-Konsortium wurde gegründet, um den CRIRES⁺-Spektrografen für das 8-m-VLT der ESO am Paranal zu finanzieren und zu bauen (Abb. 34). Tautenburg ist das federführende Institut (PI: Hatzes).

Die anderen Mitglieder sind das Institut für Astrophysik, Göttingen (Co-I: Reiners), die Universität Uppsala, Schweden (Co-I: Piskunov) und INAF-Acetri, Italien (Oliva). Das CRIRES⁺-Konsortium koordiniert und verwaltet die dem Konsortium gewährte garantierte Beobachtungszeit von 62 Nächten.



Abb.34: *CRIRES⁺ am Very Large Telescope der ESO. Foto: ESO*

D-LOFAR IV: Dieses vom BMBF geförderte Konsortium hat zum Ziel, einen wesentlichen Beitrag zur Entwicklung von LOFAR zu leisten. An der TLS wird eine Stelle für einen Softwareentwickler finanziert.

D-MeerkAT: Dieses vom BMBF geförderte Konsortium will einen wesentlichen Beitrag zur Softwareentwicklung für das MeerKAT-Teleskop, einem Vorläufer des *Square Kilometre Array*, leisten. Die TLS ist ein assoziiertes Mitglied.

EGAPS: Die European Galactic Plane Surveys (EGAPS) bestehen aus den optischen Multiband-UBgriHalpha-Durchmusterungen der galaktischen Ebene IPHAS und UVEX, die mit dem Isaac-Newton-Teleskop auf La Palma durchgeführt werden, und der südlichen Durchmusterung VPHAS+, die als öffentliche ESO-Durchmusterung am VST auf Paranal durchgeführt wird. Die TLS (Dr. Eislöffel und Dr. Stecklum) war ein Partner bei der Beschaffung des großen Halpha-Schmalbandfilters für die Fokalebene des VST.

ENGRAVE: ENGRAVE steht für *Electromagnetic counterparts of gravitational wave sources at the Very Large Telescope*. Diese internationale Zusammenarbeit bringt mehr als 250 Wissenschaftler zusammen, die alle instrumentellen Ressourcen der Europäischen Südsternwarte (ESO) nutzen, um schnelle optische/nahe Infrarot- und Sub-mm-Nachbeobachtungen von Gravitationswellenereignissen durchzuführen und theoretische Interpretationen zu liefern. Das Hauptziel von ENGRAVE ist die Suche nach Kilonova-Emissionen, die auf Verschmelzungen von Neutronensternen mit Neutronensternen folgen und mit LIGO/Virgo-Gravitationswellenereignissen zusammenhängen. Die TLS wird an Folgebeobachtungen von optisch identifizierten Verschmelzungereignissen unter Verwendung des Mehrkanal-Imagers GROND (eine Zusammenarbeit zwischen dem Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik in Garching und TLS) beteiligt sein und diese leiten.

ESA_NEO: Seit 2010 beteiligt sich die TLS an den weltweiten Bemühungen zur Identifizierung und Verfolgung erdnaher Asteroiden (NEAs), d. h., von Asteroiden, die der Erde schaden könnten. Die Messung zusätzlicher Positionen von Objekten, die erst kürzlich durch spezielle Untersuchungen entdeckt wurden, ist entscheidend für die Verfeinerung ihrer Umlaufbahnen. Diese Tätigkeit wird im Rahmen des NEOCP-Programms des Minor Planet Center (MPC) koordiniert.

EXOWORLD: TLS ist Teil von EXOWORLD, einem vierjährigen EU-Horizont-2020-Programm, das Teil des Research and Innovative Staff Exchange (RISE) ist. Die Finanzierung für dieses Programm wurde 2022 bewilligt. Die TLS spielte eine wichtige Rolle bei der Vorbereitung des Antrags. EXOWORLD zielt darauf ab, neuartige Detektions-, Charakterisierungs- und statistische Techniken zu entwickeln, um die grundlegende Physik zu verstehen, die die Entwicklung von Planetensystemen vorantreibt, und um herauszufinden, welche Bedingungen für Leben gegeben sein müssen. Das EXOWORLD-Netzwerk umfasst 12 Organisationen aus 8 Ländern: Thüringer Landessternwarte, Deutsches Zentrum für Luft und Raumfahrt, Rheinisches Institut für Umweltforschung an der Universität zu Köln (DE), Astronomicky Ustav AV CR (CZ), Universita Degli Studi di Torino (IT), Chalmers Tekniska Hogskola (SE), The University of Texas at Austin (USA), Wesleyan University (USA), Inter-university Research Institute Corporation National Institutes of Natural Sciences (Japan), Pontificia Universidad Católica de Chile (Chile),

Universidad Chile (Chile), und Institut Jozef Stefan (SL). Es nutzt interdisziplinäres und internationales Fachwissen, um die Vielfalt der Exoplaneten zu untersuchen.

Das Programm unterstützt langfristige wissenschaftliche Aufenthalte von jungen und erfahrenen Forschern, um Ziele in vier Bereichen der Exoplanetenforschung zu erreichen: Entdeckung, Charakterisierung, Statistik und die Voraussetzung für Leben. Das Projekt umfasst eine Reihe von Schulungs- und Vernetzungsaktivitäten, die darauf abzielen, Wissen zwischen den Teilnehmern zu transferieren, die individuellen Fähigkeiten zu verbessern und die berufliche Entwicklung zu fördern.

Europäisches Feuerkugelnetzwerk: 2019 schloss die TLS eine Vereinbarung mit dem Ondřejov-Observatorium in der Tschechischen Republik, um ein *Spectral Digital Autonomous Fireball Observatory (SDAFO)* als Knotenpunkt des Europäischen Feuerkugel-Netzwerks (EFN, PI: Dr. Jiri Borovicka) zu betreiben. Ziel des EFN ist die Aufzeichnung von Feuerkugel-Meteorereignissen mit Hilfe eines Netzwerks von Kameras in der Tschechischen Republik und Deutschland. Mithilfe der Triangulation kann der erwartete Einschlagsort berechnet und das Gebiet nach Meteoritenfragmenten abgesucht werden. Die TLS stellte einen Standort und wichtige technische Unterstützung für die Installation von SDAFO zur Verfügung (Abbildung 9). Das SDAFO arbeitet automatisiert. Falls es doch einmal technische Schwierigkeiten mit der Kamera geben sollte, können die Mitarbeiter der Werkstatt in der TLS diese sofort beheben.

GLOW: Die TLS ist Gründungsmitglied des *German Long Wavelength Consortium* (GLOW), das die deutschen LOFAR-Aktivitäten koordiniert. Dr. Matthias Hoeft, stellvertretender Direktor der TLS, ist seit 2020 der Vorsitzende des GLOW-Konsortiums.

Internationales LOFAR-Teleskop (ILT): Die TLS ist mit ihrer LOFAR-Station Teil des Internationalen LOFAR-Teleskops. Als Gegenleistung für unsere Investition erhält die TLS garantierten Zugang zum LOFAR-Array.

KESPRINT: KESPRINT ist ein internationales Konsortium mit 47 Mitgliedern in 9 Ländern (Deutschland, Österreich, Italien, Spanien, Schweden, Dänemark, Niederlande, USA, Japan). Es widmet sich der Entdeckung und Charakterisierung von transitierenden Exoplaneten, die durch weltraumgestützte Missionen entdeckt wurden. Die TLS ist ein Gründungsmitglied von KESPRINT und hat an der Ausarbeitung der Absichtserklärung des Konsortiums mitgewirkt.

LOFAR ERIC: Anfang 2024 wurde LOFAR in eine eigenständige Rechtsform überführt: ein Konsortium für eine europäische Forschungsinfrastruktur, bekannt als European Research Infrastructure Consortium (ERIC). Die Europäische Kommission beschloss, LOFAR aufgrund der europaweiten Bedeutung des Radioteleskops als europäisches Forschungsinfrastruktur-Konsortium zu gründen. Um das internationale LOFAR-Teleskop mit der neuen europäischen Rechtsform fit für die Zukunft zu machen, gründete der LOFAR-ERIC-Rat am 22. Januar 2024 offiziell LOFAR ERIC. Vorangegangen war eine mehrjährige Vorbereitung.

Die neue Organisationsstruktur als European Research Infrastructure Consortium spiegelt die Beteiligung vieler europäischer Länder wider und ermöglicht es ihnen, LOFAR gemeinsam weiterzuentwickeln. Professor Dr. Matthias Hoeft, stellvertretender Direktor der Thüringer Landessternwarte, koordiniert das deutsche LOFAR-Konsortium. Die TLS vertritt

damit die deutschen wissenschaftlichen Interessen im LOFAR ERIC Council als sogenannte Representing Entity.

Am 10. Juni 2024 nahmen Professor Dr. Hoeft und der Direktor der Thüringer Landessternwarte, Professor Dr. Markus Roth, an der Gründungsfeier von LOFAR ERIC in Dwingeloo teil. Der Empfang fand in der Zentrale statt (Abb. 35).



Abb. 35: Empfang in Dwingeloo, Niederlande, zur Feier von LOFAR ERIC. Foto: ASTRON

Optics4Space: Die TLS und Fraunhofer IOF Jena haben über die Forschergruppe "Optics4Space" eine Kooperation gegründet, um innovative Optiken für den astronomischen Einsatz auf Kleinsatelliten zu entwickeln.

PLATOSpec: Das PLATOSpec-Konsortium besteht aus dem Ondřejov-Observatorium (Dr. Petr Kabath), der Pontifica Universidad Católica de Chile (Prof. Leonardo Vanzi) und der Thüringer Landessternwarte (Prof. Dr. Artie Hatzes, Dr. Eike Guenther). Es hat den hochauflösenden Spektrografen PLATOSpec für das 1,52-Meter-Teleskop der ESO in La Silla, Chile, gebaut und das Teleskop modernisiert. Nun teilt sich das Konsortium die Beobachtungszeit an dem Teleskop mit PLATOSpec.

PUNCH4NFDI: Dieses *Particles, Universe, Nuclei & Hadrons for the NFDI* Konsortium wurde von der DFG im Rahmen der Nationalen Forschungsdateninfrastruktur (NFDI) gefördert. Die TLS ist eine mitantragstellende Einrichtung.

SOLARNET: Als Teil des *EU H2020 High-resolution Solar Physics Network* (SOLARNET) Projekts unterstützte die TLS als Konsortialpartner das Zugangsprogramm zum Vakuumturm-Teleskop (VTT) in Izana, Teneriffa. Das VTT wird gemeinsam vom Institut für Sonnenphysik in Freiburg, dem Leibniz-Institut für Astrophysik in Potsdam und dem Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung in Göttingen betrieben. Die TLS stellte ihr

Fachwissen für den Betrieb des HELLRIDE-Instruments (*Helioseismological Large Region Interferometric Device*) am VTT zur Verfügung.

Darüber hinaus leitete die TLS das Arbeitspaket zur Entwicklung von Instrumenten für synoptische Beobachtungen der Sonne, das eine vorläufige Designstudie für SPRING beinhaltete.

Verein für datenintensive Radioastronomie e.V. (VdR): Die TLS ist Gründungsmitglied des VdR mit Sitz in Jena. Der VdR hat derzeit dreizehn Mitglieder und koordiniert die deutschen Bemühungen um das Square Kilometre Array. Dr. Matthias Höft, stellvertretender Direktor der TLS ist Sekretär des VdR.

YTTHACA: YTTHACA steht für "*Young Stars at Tübingen, Tautenburg, Hamburg, and ESO --- A Coordinated Analysis*". Dieses Projekt wurde gegründet und finanziert, um eine substanziale deutsche Beteiligung an der Auswertung von Daten zu ermöglichen, die im Rahmen des ESO Large Programme "PENELLOPE" und des HST Director's Discretionary Programme "ULLYSES" gewonnen wurden. ULLYSES (Hubble "*UV Legacy Library of Young Stars as Essential Standards*") nutzte die Zeit von 1.000 Umläufen des HST, um sowohl Sterne mit hoher als auch mit niedriger Masse zu beobachten und dabei die einzigartigen UV-Fähigkeiten des HST zu nutzen.

Sowohl massereiche als auch massearme Sterne weisen verschiedene komplexe UV-Emissionsprozesse auf, die ihre Umgebung stark beeinflussen, aber schwer zu modellieren sind. Die UV-Emission bei der Sternentstehung ist von zentraler Bedeutung für eine Vielzahl wichtiger astrophysikalischer Fragestellungen, die von der kosmischen Reionisation bis zur Entstehung von Planeten reichen. Zeitgleich mit ULLYSES erhielt PENELLOPE 250 Stunden Beobachtungszeit am VLT der ESO, um die spektroskopischen Beobachtungen mit hoher spektraler Auflösung im optischen Bereich und im nahen Infrarot für die mehr als 80 massearmen Sterne des Projekts zu erweitern.

6. Workshops und Konferenzen an der Thüringer Landessternwarte

Das Tautenburg-Bamberg-Potsdam-Seminar

Das Tautenburg-Bamberg-Potsdam-Seminar ist ein jährliches Treffen zwischen Wissenschaftlern der TLS, des Astronomischen Instituts der Dr. Karl Remeis Sternwarte in Bamberg und des Instituts für Physik und Astronomie der Universität Potsdam. Ziel ist es, Kooperationen zu fördern, Ideen auszutauschen und die astronomische Forschung in Mitteldeutschland zu stärken.

Am 10. Oktober 2024 fand das Treffen in Tautenburg mit etwa 40 Teilnehmern statt (Abb. 36).



Abb. 36: Die Teilnehmer des Tautenburg-Bamberg-Potsdam-Seminars

Workshop zu Perspektiven der Sonnenphysik

Nach der Einweihung des neuen Tautenburger Sonnenlabors TauSoL am Vormittag des 17. Oktober 2024 fand am Nachmittag ein Workshop zu den Perspektiven der Sonnenphysik statt.

Im Mittelpunkt standen die offenen Fragen der Sonnenphysik zum Verständnis der solaren Variabilität und der Auswirkungen auf das Weltraumwetter und das Klima sowie der astrophysikalischen Prozesse vom tiefen Inneren bis zur äußeren Atmosphäre.

Darüber hinaus wurde der Bedarf an synoptischen und hochauflösenden Beobachtungen zur Untersuchung sowohl der groß- als auch der kleinskaligen Prozesse hervorgehoben.

Workshop zur Vermessung der galaktischen Ebene mit dem Radioteleskop MeerKAT

Rund zwanzig Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts für Radioastronomie (MPIfR) und der Thüringer Landessternwarte trafen sich Ende Oktober 2024 zu einem Workshop in Tautenburg. Die beiden astronomischen Institute arbeiten gemeinsam an der Auswertung von Daten, die bei der Vermessung der galaktischen Ebene mit dem Radioteleskop MeerKAT in Südafrika gewonnen wurden. Während des Workshops in Tautenburg diskutierten die Wissenschaftler den aktuellen Stand der Datenauswertung. Außerdem bereiteten sie die ersten wissenschaftlichen Studien der laufenden Durchmusterung vor.

Eine Kartierung des südlichen Teils der Milchstraße und des Zentrums der Milchstraße ist ein Nebenprodukt der Durchmusterung. Die Zusammenarbeit zwischen dem MPIfR und dem TLS zielt darauf ab, die aufgenommenen Daten zu analysieren, um mehr über Objekte zu erfahren, die in der Milchstraße mit Radioteleskopen beobachtet werden können. Dabei handelt es sich insbesondere um Regionen, in denen sich vor kurzem neue Sterne gebildet haben oder gerade bilden (Sternentstehungsgebiete) und um die Überreste von Sternen, die mit einer Explosion das Ende ihrer Entwicklung erreicht haben (Supernova-Überreste). Darüber hinaus werden auch äußere Hüllen beobachtet, die Sterne während ihrer Entwicklung "abwerfen", sowie mysteriöse linienartige Strukturen, von denen man annimmt, dass sie die Magnetfelder in der Milchstraße sichtbar machen.

Die Durchmusterung ist noch nicht abgeschlossen. Insgesamt wird das MeerKAT-Teleskop im Rahmen des MMGPS (MeerKAT Galactic Plane Survey) mit 3.000 Stunden Teleskopzeit die südliche Milchstraße kartieren. Das Besondere an dieser Durchmusterung ist, dass drei verschiedene Frequenzbänder verwendet werden, die wie "Farben" für Radioteleskope sind. Die Empfänger für eine der "Farben" wurden am Max-Planck-Institut für Radioastronomie entwickelt. Diese mehrfarbige Kartierung der galaktischen Ebene ist einzigartig und liefert eine Fülle von Informationen. Auf dem Workshop in Tautenburg wurden der aktuelle Stand der Durchmusterung und erste Ergebnisse vorgestellt. Die Wissenschaftler diskutierten auch die nächsten Schritte der Analyse.

7. Akademische Kooperationen

Als Forschungsinstitut arbeitet die Thüringer Landessternwarte mit anderen Instituten und Universitäten im In- und Ausland zusammen. Diese Vernetzung hat viele Vorteile. Die TLS gewinnt dadurch qualifizierte Masterstudenten und Doktoranden, die an spannenden Forschungsprojekten mitarbeiten. Die Universitäten profitieren davon, dass ihre Studierenden mit den neuesten Forschungsergebnissen vertraut gemacht werden.

7.1 Hochschulkooperationen in Deutschland

Friedrich-Schiller-Universität Jena:

Die längste und stärkste Kooperation besteht mit der Friedrich-Schiller-Universität in Jena. Professor Dr. Markus Roth, Direktor der Thüringer Landessternwarte, hat einen Lehrauftrag am Institut für Physik und Astronomie der FSU. Wissenschaftler des TLS unterrichten auch spezielle Kurse in Astrophysik.

Universität Leipzig:

Astronomiekurse sind oft die beliebtesten Physikkurse, die an Universitäten angeboten werden. Am Fachbereich Physik der Universität Leipzig gibt es keine Lehrkräfte, die in der Astronomie arbeiten. Prof. Dr. Matthias Hoeft und Dr. Eike Günther halten an der Universität Leipzig Vorlesungen in Astronomie und betreuen dort Studenten.

Die TLS profitiert sehr von den Vorlesungen, die ihre Mitarbeiter an der Uni in Leipzig halten. Der Fachbereich Physik verfügt über eine internationale Schule, in der der Lehrplan vollständig auf Englisch abgehalten wird. Dies zieht Studierende aus der ganzen Welt an. Viele dieser jungen Wissenschaftler entscheiden sich dafür, ihre Master- und Doktorarbeiten an der TLS zu schreiben. Unser Institut hat den Vorteil, dass es Studenten sowohl von der FSU als auch von der nur eine Zugstunde entfernten Universität Leipzig gewinnen kann.

7.2 Internationale akademische Kooperationen

Die Thüringer Landessternwarte arbeitet seit vielen Jahren mit Universitäten in Uganda zusammen. Dr. Benard Nsamba und Dr. Cosmos Dumba, beide aus Uganda, waren im Mai 2024 zu Gast an der Thüringer Landessternwarte (TLS) (Abb. 37). Dr. Nsamba ist Dozent und Branco-Weiss-Stipendiat am Fachbereich Physik der Kyambogo-Universität in Ugandas Hauptstadt Kampala. Dr. Dumba ist Dozent an der Mbarara University of Science and Technology in der Stadt Mbarara, Uganda.

Die Zusammenarbeit mit Dr. Dumba begann, als er 2014 an die Thüringer Landessternwarte kam, um seine Doktorarbeit auf dem Gebiet der Radioastronomie zu schreiben. Im Jahr 2019 wurde er an der Friedrich-Schiller-Universität Jena promoviert. Betreut wurde seine Forschungsarbeit von Professor Dr. Matthias Hoeft, stellvertretender Direktor der Thüringer Landessternwarte.

Der Forschungsschwerpunkt von Dr. Nsamba liegt im Bereich der Asteroseismologie. Er promovierte an der Universität von Porto in Portugal. Er leitet eine Gruppe an der Kyambogo Universität in Uganda, die ein Partner des Max-Planck-Instituts für Astrophysik in Garching ist. Die Forschungsgebiete von Dr. Dumba und Nsamba passen gut zu den Arbeiten an der TLS.

Die Zusammenarbeit zwischen den Universitäten in Uganda und der Thüringer Landessternwarte ist sehr aktiv. Dr. Eike Günther, Wissenschaftler an der Thüringer Landessternwarte, war dort Gastdozent und hielt zusammen mit Dr. Hatzes und Dr. Höft Vorträge auf der ersten „Sub-Saharan Africa Advanced Astronomy Summer School“ im Jahr 2022. Dr. Günther betreute außerdem die Doktorarbeit von Priscilla Muheki, die als erste an einer Universität in Uganda in Astronomie promovierte.

Während ihres Besuchs 2024 sprachen Dr. Nsamba und Dr. Dumba mit den Forschern der TLS darüber, wie sie ihre wissenschaftliche Zusammenarbeit intensivieren können. Die Universitäten Kyambogo und Mbarara erweitern derzeit ihre bislang kleinen Astronomieabteilungen. Sie erörterten gemeinsame Forschungsprojekte und ob ein wissenschaftlicher Austausch zwischen Studierenden und Wissenschaftlern möglich ist. Dr. Nsamba wurde kürzlich zum Leiter der Partnergruppe des Max-Planck-Instituts für Astrophysik an der Universität Kyambogo ernannt. Die bestehende Zusammenarbeit mit der TLS spielte eine wichtige Rolle bei der Genehmigung dieser Partnergruppe. Im Rahmen dieser Forschungseinheit etablieren die TLS und die Kyambogo University ein Praktikumsprogramm. Die ersten Praktikanten aus Uganda werden 2025 erwartet.

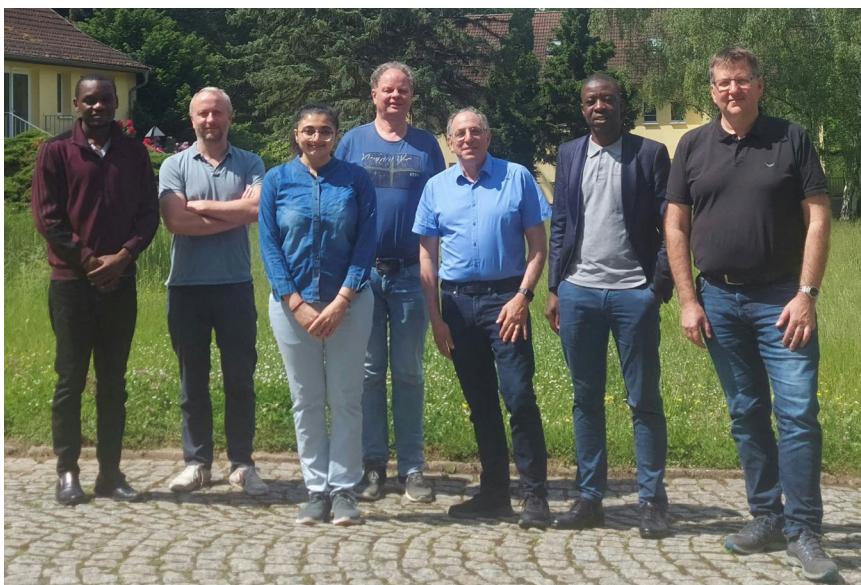


Abb. 37: Besuch unserer ugandischen Kollegen an der TLS. Von links nach rechts: Bernard Nsamba (Kyambogo University, Uganda), Hans-Peter Doerr, Aashana Tripathi, Eike Guenther, Artie Hatzes (TLS), Cosmos Dumba (Mbarara University, Uganda) und Matthias Hoeft (TLS).

8. Öffentlichkeitsarbeit

Öffentlichkeitsarbeit ist aus zwei Gründen ein sehr wichtiger Bestandteil der Arbeit der TLS. Erstens finanzieren die Steuerzahler das Observatorium. Als „Hausherren“ haben sie ein Recht darauf, über die Arbeit Thüringer Landessternwarte, ihre Bedeutung und die sinnvolle Verwendung ihrer Steuergelder informiert zu werden. Zweitens bietet sie die Möglichkeit, die Öffentlichkeit für wissenschaftliche Themen zu begeistern. Ein wichtiger Aspekt dabei ist die Gewinnung junger Menschen für die Wissenschaft. Wir hoffen, die nächste Generation von Wissenschaftlern und Ingenieuren zu inspirieren.

Die TLS hat das Glück, dass Astronomie eine Wissenschaft ist, die der Öffentlichkeit leicht zugänglich ist. Unsere Aufgabe ist es, die Wunder und die Schönheit des Nachthimmels zu vermitteln und der Öffentlichkeit zu zeigen, was wir über unser Universum lernen können.

8.1 Öffentliche Veranstaltungen an der Thüringer Landessternwarte und in Jena

Die TLS veranstaltet im Wechsel zwei große öffentliche Veranstaltungen: den Tag der offenen Tür im Sommer tagsüber und die Lange Nacht der Sterne im Herbst abends bzw. nachts. Die beiden Veranstaltungen finden jährlich abwechselnd statt. 2024 nahmen wir auch am Tag des offenen Denkmals teil.

Zusätzlich lädt die TLS immer am ersten Donnerstag jeden Monats zu einer öffentlichen Führung ein. Besucher können ohne Reservierung an einer Führung durch das Kuppelgebäude des 2-Meter-Teleskops teilnehmen. Auch Führungen für Gruppen sind nach vorheriger Anmeldung möglich. In den Jahren 2023 und 2024 veranstalteten wir 108 Führungen für 1.297 Besucher.

8.1.1 Tag der offenen Tür

Alle zwei Jahre veranstaltet die TLS einen „Tag der offenen Tür“. Im Jahr 2023 fand dieser am 11. Juni statt. An diesem Tag kamen 1.020 Besucher zur Sternwarte. Sie hörten Vorträge über die Forschungsarbeit der Wissenschaftler und nahmen an Führungen zum Teleskop teil. Die Gäste konnten Sonnenbeobachtungen mit kleinen Teleskopen durchführen und Radiobeobachtungen unserer LOFAR-Station verfolgen.

8.1.2 Die Lange Nacht der Sterne

Am 26. Oktober 2024 veranstaltete die TLS die Lange Nacht der Sterne. Diese Veranstaltung wurde ins Leben gerufen, um der Öffentlichkeit die nächtliche Arbeit der Astronomen zu zeigen, aber vor allem, um der Öffentlichkeit die Schönheit des Nachthimmels zu präsentieren (vorausgesetzt, das Wetter spielt mit). Unser Observatorium hat das Glück, an einem Ort mit einem der dunkelsten Nachthimmel in Deutschland zu sein.

Über 1.400 Besucher kamen an diesem Oktoberabend in den Genuss eines wunderschönen und überwiegend klaren Nachthimmels. Es wurden Vorträge zu verschiedenen astronomischen Themen und zur Forschung an der TLS angeboten. Kleine Teleskope in der Nähe des LOFAR-Feldes zeigten der Öffentlichkeit interessante astronomische Objekte. Der beliebteste Anlaufpunkt war das 2-Meter-Teleskop, dessen Beobachtungsbetrieb gezeigt wurde. Als besonderes Highlight konnten die Gäste die Beobachtung des Kometen C/2023 A3 Tsuchinshan-ATLAS bewundern (Abb. 38).

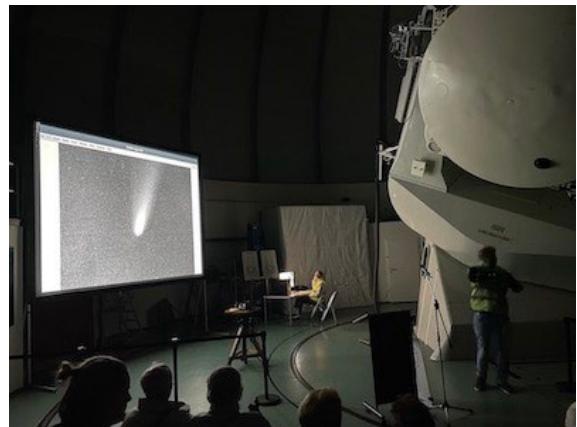


Abb. 38 (links): Die Besucher vor der offenen Kuppel während der Langen Nacht der Sterne. (rechts) Der Komet C/2023 A3 Tsuchinshan-ATLAS, betrachtet mit dem 2-Meter-Teleskop.

8.1.3 Tag des offenen Denkmals



Seit 30 Jahren öffnen Denkmäler in ganz Deutschland am jährlichen Tag des offenen Denkmals ihre Türen für die Öffentlichkeit. 2023 fand dieser am 10. September unter dem Motto „Talentdenkmal“ statt. Eröffnungsort im Landkreis war die Thüringer Landessternwarte, da das Alfred-Jensch-Teleskop unter Denkmalschutz steht. Eröffnet wurde die Veranstaltung von Landrat Andreas Heller (Bild links). Es folgten Grußworte des scheidenden Leiters der Sternwarte, Prof. Dr. Hatzes. Für musikalische Unterhaltung sorgte der Kindergarten „Sterntaler“. Die Mitarbeiter der Sternwarte boten an diesem Tag 320 Gästen Führungen an.

8.1.4 Die Lange Nacht der Wissenschaften in Jena

Die Lange Nacht der Wissenschaften hat sich als Form der Wissenschaftskommunikation und Öffentlichkeit in Deutschland etabliert. An einem Abend im Jahr veranstalten große wissenschaftliche Einrichtungen einer Stadt Vorträge und Demonstrationen für die breite Öffentlichkeit. So erhalten die Besucher einen Überblick über ihre aktuellen Forschungsthemen. In Jena fand die „Lange Nacht der Wissenschaften“ am 22. November 2024 statt. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des TLS beteiligten sich mit folgenden Vorträgen:

Thema:	Vortragende/r
Kosmische Gamma-Ray Bursts - spektakuläre Sternexplosionen im Weltall	Sylvio Klose
Die Sonne – der Stern, mit dem wir leben	Markus Roth
Sterngeschwister	Veronika Schaffenroth
Von Schwarzen Löchern und Kosmischen Kollisionen	Matthias Hoeft
The Sound of Stars (in English)	Aashana Tripathi
Der Himmel in Radiowellen: Galaxien am Ende des Universums	Heinz Andernach

Die Besucherinnen und Besucher konnten auch Live-Beobachtungen mit dem Radioteleskop LOFAR verfolgen.

8.2 Verbindung von Amateur- und Berufsastronomen

Die Astronomie hat das Glück, eine große Gemeinschaft von Amateurastronomen zu haben. Dank moderner elektronischer Kameras und Ausrüstung können diese Amateure selbst mit ihren kleinen Teleskopen einen Beitrag zur Wissenschaft leisten. Die TLS nutzt jede Gelegenheit, diese „Bürgerwissenschaftler“ ("citizen scientists") zu fördern.

Eine Gelegenheit dazu bot sich vom 24. bis 26. Mai 2024, als sich 35 Mitglieder der Sektion „Kleine Planeten“ der Vereinigung der Sternfreunde e. V. (VdS) zu ihrer Jahrestagung in Jena und Tautenburg trafen. Die VdS wurde 1953 gegründet und ist mit rund 4.000 Mitgliedern die größte überregionale astronomische Vereinigung im

deutschsprachigen Raum. Im Rahmen der Tagung war die VdS zu Gast an der Thüringer Landessternwarte Tautenburg.

Dr. Bringfried Stecklum, Koordinator der Kleinplanetenbeobachtung, berichtete über die Geschichte der Thüringer Landessternwarte und ihre langjährige Erfahrung bei der Asteroidensuche. Er begeisterte die Gruppe mit dem 2-Meter-Alfred-Jensch-Teleskop, weiteren Beobachtungseinrichtungen wie dem LOFAR-Teleskop, dem Sonnenlabor und dem Schmidt-Plattenarchiv. Mit der weltgrößten Schmidt-Kamera ist das Alfred-Jensch-Teleskop das dienstälteste Teleskop der Welt im Bereich der Kleinplanetenbeobachtung.



Von 1961 bis 1995 suchte der ehemalige Mitarbeiter Dr. Freimut Börngen auf den Bildern des Teleskops nach Kleinplaneten.

Unser Sonnensystem ist von einer Vielzahl kleinerer Körper bevölkert – den Kleinplaneten oder Asteroiden. Seit einigen Jahren gibt es spezielle Himmelsdurchmusterungen, um möglichst alle erdnahen Objekte (Near Earth Objects), die größer als 100 Meter sind, zu finden. Denn die Bahnen dieser Körper können sich verändern und sie könnten mit der Erde kollidieren. Die Himmelsdurchmusterungen liefern jedoch so viele neue Objekte, dass deren Klassifikation und Bahnüberwachung nur durch Unterstützung von Amateurastronominnen und -astronomen möglich ist.

Das Minor Planet Center am Smithsonian Astrophysical Observatory ist die offizielle Institution, die Daten über Kleinplaneten und Kometen sammelt, auswertet und veröffentlicht. Es ist unter der Schirmherrschaft der International Astronomical Union (IAU) tätig.

Wenn Profi- oder Amateurastronomen Kleinplaneten beobachten, senden sie die Ergebnisse ihrer Beobachtungen, also die Koordinaten und die Helligkeit des Objektes zum jeweiligen Zeitpunkt, an das Minor Planet Center. In der Regel beobachten Amateurastronomen hellere Objekte, während Teleskope mit größerem Durchmesser, wie das Alfred-Jensch-Teleskop in Tautenburg, lichtschwächere Objekte auswählen.

Seit 2010 beteiligt sich die Thüringer Landessternwarte an der Klassifikation und Überwachung von Near Earth Objects. Ab 2019 geschieht dies in Zusammenarbeit mit der Europäischen Raumfahrtbehörde ESA. Mit durchschnittlich 6.000 Messungen pro Jahr ist die TLS mittlerweile eines der produktivsten Observatorien in Europa bei dieser Aktivität.

8.3 Bauhaus - Tautenburg: Wenn Kunst auf Wissenschaft trifft

Astronomen nutzen häufig die Medien, um ihre Arbeit der Öffentlichkeit durch Kunstwerke, Videos usw. zu vermitteln. Um diese Zusammenarbeit zu fördern, begrüßte TLS am 22. Februar 2024 Doktoranden der Fakultät für Kunst und Design der Bauhaus-Universität Weimar unter der Leitung von Professor Dr. Alexandra Toland (Abb. 39). Ziel dieses Treffens zwischen den beiden Thüringer Instituten war es, die zukünftige Zusammenarbeit zwischen Kunststudenten und Akademikern zu fördern. Für Astronomen ist es wichtig, ihre Arbeit der Öffentlichkeit zu vermitteln, doch oft sind die technischen Aspekte der wissenschaftlichen Forschung für die breite Öffentlichkeit schwer verständlich. Kunst und Medien können Astronomen helfen, ihre Arbeit auch Laien verständlich zu machen.

Der Besuch begann mit einer Besichtigung des 2-Meter-Alfred-Jensch-Teleskops und des LOFAR-Radioteleskops. Anschließend trafen sich rund 15 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sowie 10 Kunstforscherinnen und Kunstmacher in von Harriet von Freich (Bauhaus-Universität) und Patrick Gaulme (TLS) organisierten Diskussionsrunden, um sich fachübergreifend über Fragen zu Zeit, Distanz, Datentypen sowie den Herausforderungen und Freuden der Methodenentwicklung in der praktischen Forschung auszutauschen. Im Anschluss an das Treffen fand ein entspanntes Beisammensein statt. Der nächste Besuch fand im Juni 2024 statt; regelmäßige Treffen sind geplant.



Abb. 39: Mitglieder der Fakultät für Kunst und Gestaltung der Bauhaus-Universität Weimar und Wissenschaftler der TLS.

8.4 Das Tautenburg Tiny Telescope (TTT): Kinder spielend erreichen

Im Jahr 2024 weihte die TLS ihr fünftes Teleskop an der Sternwarte ein: das *Tautenburg Tiny Telescope (TTT)*. Es wurde während der Langen Nacht der Sterne 2024 der Öffentlichkeit vorgestellt und insbesondere von jungen Besuchern begeistert angenommen.

Das TTT ist kein optisches Teleskop, sondern ein Steckbausteinmodell des Alfred-Jensch-Teleskops (Abb. 40). Dr. Thomas Sperling und Dr. Christian Andreas, beide Wissenschaftler der Thüringer Landessternwarte, haben das Bausteinmodell mit viel Engagement in ihrer Freizeit in etwa sechs Monaten fertiggestellt. Das TTT ist ein maßstabsgerechter Nachbau des Alfred-Jensch-Teleskops, der Hälfte des Kuppeldachs sowie der Beobachtungsplattform, die früher für Beobachtungen genutzt wurde. Sperling und Andreas gaben dem 50 Zentimeter hohen Modell seinen Namen.

Eine zentrale Anforderung des TTT war die Integration der Grundfunktionen des Teleskops, wie beispielsweise die Bewegung des Teleskops um seine beiden Achsen Nord-Süd und Ost-West. Ursprünglich war die Idee, das Teleskop einfach nachzubauen. Nach und nach kamen jedoch weitere Details hinzu – wie die hölzerne Beobachtungsplattform, ein Teil der Kuppelstruktur und das TEST („*Tautenburg Exoplanet Search Telescope*“). Bis Weihnachten 2024 integrierten die Erbauer sogar ein Modell des neu eröffneten Tautenburger Sonnenlabors.



Abb. 40: Der Direktor des Tautenburg Tiny Telescope, Prof. Dr. Markus Roth (rechts), inspiziert die Anlage und dankt den Erbauern Dr. Christian Andreas (links) und Dr. Thomas Sperling (Mitte).

Das Modell eignet sich sehr gut dazu, um Kindern (und deren Eltern) die Funktionsweise des optischen Teleskops zu erklären. Die Baumeister hoffen, damit die jüngere Generation für Astronomie zu begeistern. Am 5. November 2024 übergaben die beiden das Modell im Beisein von Institutedirektor Prof. Dr. Markus Roth an die Sternwarte. Es kann nun auch im Rahmen von Institutführungen besichtigt werden.

8.5 Nova T CrB: Aktuelle Wissenschaft der Öffentlichkeit zugänglich machen

Gelegentlich gibt es ein astronomisches Ereignis, das das Interesse der Öffentlichkeit auf sich zieht und in den Medien große Aufmerksamkeit erhält. Solche Ereignisse sind eine gute Gelegenheit, der Öffentlichkeit astronomisches Wissen zu vermitteln. Im Jahr 2024 bot die wiederkehrende Nova T Coronae Borealis (T CrB) diese Chance.

In der Antike beobachteten die Römer und Griechen manchmal „neue Sterne“, die sie Stella Novae nannten. Dabei handelt es sich um vorübergehende astronomische Ereignisse, die einen plötzlichen Helligkeitsanstieg eines Sterns (eine 40- bis 250-millionenfachen Helligkeitszunahme) verursachen, der dann über Wochen oder Monate langsam abklingt. Solche Nova-Ausbrüche werden in engen Doppelsternsystemen beobachtet, die aus Weißen Zwergen und einem Begleiter bestehen, der Masse auf den Weißen Zwerge überträgt. Die auf der Oberfläche des Weißen Zwergs angesammelte Materie bildet eine dichte, aber flache Atmosphäre. Die starke Gravitation des Weißen Zwergs komprimiert diese Atmosphäre, die hauptsächlich aus Wasserstoff besteht, und heizt sie auf. Bei Erreichen einer kritischen Temperatur setzt eine unkontrollierte Wasserstofffusion ein. Dieser plötzliche Energieanstieg führt zum heftigen Ausstoß der oberflächennahen Atmosphäre in den umgebenden Raum. Die Ausdehnung und Abkühlung der Auswurfmasse führt zu ihrer Emission im optischen Bereich. Die meisten Novae werden nur einmal beobachtet, doch es gibt zehn Objekte, bei denen bisher mehrere Novae beobachtet wurden. Sie werden als wiederkehrende Novae bezeichnet.

T Coronae Borealis (im Sternbild Krone) ist ein symbiotischer Doppelstern in einer Entfernung von etwa 3.000 Lichtjahren und eine dieser wenigen wiederkehrenden Novae. Der Hauptstern ist ein Weißer Zerg mit einem Radius nahe dem der Erde und einer Masse von etwa 1,4 Sonnenmassen. Der Begleiter ist ein Roter Riese mit etwa 75 Sonnenradien und einer Masse von 1,1 Sonnenmassen. Bisher wurden zwei Nova-Ausbrüche dieses Objekts am 12. Mai 1866 und 9. Februar 1946 sicher registriert. T Coronae Borealis hat normalerweise eine Magnitude von etwa 10, erreicht bei einem Ausbruch jedoch eine Magnitude von etwa 2 bis 3 und ist daher mit bloßem Auge sichtbar. Im März 2023 zeigte T Coronae Borealis Anzeichen eines möglichen Ausbruchs, worüber die Medien berichteten.

An der TLS begannen wir mit einer Beobachtungskampagne von T Coronae Borealis. Das Doppelsternsystem wird regelmäßig mit dem Tautenburg Coude-Échelle-Spektrografen beobachtet. Es wurden Spektren der emittierenden Wasserstofflinie H α aufgenommen. Diese wurden als Film auf unserer Website zusammen mit einer Suchkarte gezeigt, die der Öffentlichkeit zeigt, wie der Stern gefunden werden kann (Abb. 41).

Dieser Beitrag auf der TLS-Website erwies sich als beliebte Informationsquelle. Der Mitteldeutsche Rundfunk (MDR) berichtete in seinem TV-Programm über die Nova und verlinkte auf die Webseite der Thüringer Landessternwarte. Das dürfte mit ein Grund sein, warum die TLS-Webseite im Google-Ranking auf der ersten Seite der Suchergebnisliste erscheint, was der Thüringer Landessternwarte viel Aufmerksamkeit einbringt (Abb. 42).

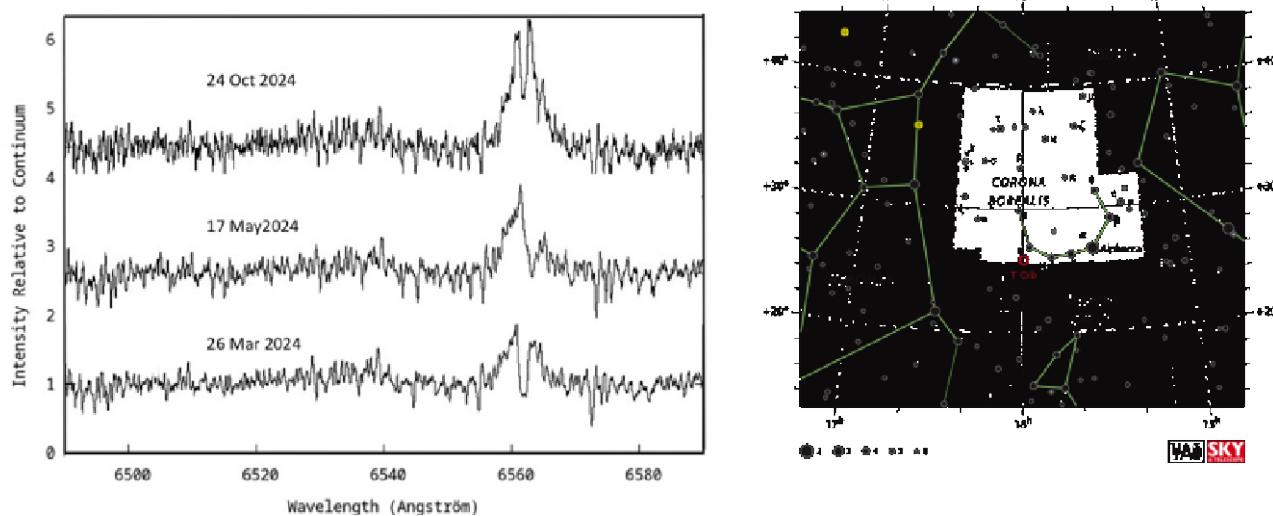


Abb. 41 (links): Standbilder (gestapelt) aus dem Film, der die Veränderungen im Wasserstoff H α (in der Emission) von T Coronae Borealis zeigt und im Rahmen unserer „Nova-Beobachtung“ auf der TLS-Website veröffentlicht wurde. (rechts) Suchdiagramme, die der Öffentlichkeit zeigen, wo die Nova zu finden ist.



Abbildung 42: Die Thüringer Landessternwarte rankt bei Google unter dem Suchbegriff T Coronae Borealis sehr prominent.

Was explodiert da im All?

Die Nova wird auf T Coronae Borealis (kurz T CrB) passieren, einem **Doppelstern** im Sternbild Corona Borealis, der Nördlichen Krone. Das System ist 2.688 Lichtjahre von der Erde entfernt und besteht aus einem Weißen Zwerg, etwa so groß wie die Erde, und einem alten Roten Riesen. Der Zwerg ist viel schwerer und entzieht dem Riesen durch seine Gravitationskraft Wasserstoff. "Die starke Gravitation komprimiert diese Atmosphäre, die hauptsächlich aus Wasserstoff besteht, und heizt diese auf", erklärt Dr. Veronika Schaffenroth im Blog der Thüringer Landessternwarte Tautenburg den Prozess. "Wenn eine kritische Temperatur erreicht wird, setzt eine unkontrollierte Wasserstofffusion ein und die plötzliche Energieproduktion verursacht das gewaltsame Ausstoßen der flachen Atmosphäre in den umgebenden Raum." Deshalb erleben wir alle 80 Jahre eine thermonuklearen Explosion. Nicht vergleichbar mit einer Supernova, bei der ein sterbender Stern explodiert und sich selbst zerstört, ist diese Nova nicht weniger bemerkenswert.

Artikel über Nova T Coronae Borealis auf www.mdr.de/wissen/astronomie-raumfahrt

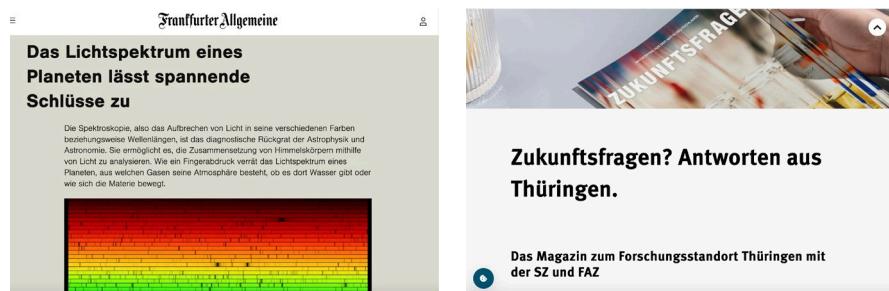
8.6 Verbesserte Kommunikationsmaßnahmen

Die Thüringer Landessternwarte hat 2023 ihre Webseite www.tls-tautenburg.de relauncht. Sie ist jetzt übersichtlicher, hat ein moderneres Layout und wird regelmäßig aktualisiert. Die News-Texte der Rubrik „Aktuelles“ informieren die Öffentlichkeit und die Mitarbeitenden über wichtige Ereignisse an der TLS.

Auch die Pressearbeit wurde intensiviert, indem regelmäßig Pressemitteilungen veröffentlicht werden. In der Vergangenheit gab es bereits wertvolle Kontakte zu lokalen Medienvertretern. Diese Kontakte wurden und werden ausgebaut. Der Bau des Tautenburger Sonnenlabors und die mögliche Nova von T Coronae Borealis waren 2023 und 2024 für lokale Medien berichtenswerte Entwicklungen an der TLS.

8.6.1 Marketing für Thüringer Forschungseinrichtungen

Zudem hat das (damalige) Thüringer Ministerium für Wirtschaft, Wissenschaft und Digitale Gesellschaft (TMWWDG) das Marketing für Thüringer Forschungseinrichtungen, darunter auch für die Thüringer Landessternwarte, mit der Veröffentlichung des Magazins „Zukunftsfragen – Antworten aus der Mitte Deutschlands“ gefördert. Die Forschungsarbeit an der Thüringer Landessternwarte wurde in dem Artikel „Fang das Licht“ prominent hervorgehoben.



Screenshot der Webseite www.faz.net/zukunftsfragen. Über die Forschung an der Thüringer Landessternwarte berichtet der Beitrag „Fang das Licht“

Das gedruckte Magazin erschien im Frühsommer 2024 als Beilage in der *Süddeutschen Zeitung* und der *Frankfurter Allgemeinen Zeitung* mit einer Printauflage von 504.251 Exemplaren. Alle Artikel des Magazins wurden auch digital auf den Seiten der Zeitungen angeboten – mit einer Auflage/Verbreitung von rund 168.000. Zusätzlich gibt es eine Microsite (Link: www.faz.net/zukunftsfragen), auf der alle Artikel zugänglich sind.

8.6.2 Neues Informationsfaltblatt über die Thüringer Landessternwarte

Die Thüringer Landessternwarte hat 2024 eine neue Informationsbroschüre mit aktualisierten Inhalten über die TLS erstellt. Darin informiert die TLS über ihre Geschichte, spannende Forschungsarbeiten und die Beiträge zu Forschungsinstrumenten. Die Broschüre vermittelt Hintergrundwissen zur Astrophysik und weist auf die Möglichkeiten für öffentliche Führungen an der TLS hin. Die Broschüre liegt in deutscher und englischer Sprache vor. Sie wird den Besucherinnen und Besuchern der Sternwarte bei Führungen, beim Tag der offenen Tür oder der Langen Nacht der Sterne zum Mitnehmen angeboten.

8.6.3 Die Thüringer Landessternwarte in den Medien

In den Jahren 2023 und 2024 haben lokale und überregionale Medien über die Thüringer Landessternwarte berichtet. Hier ist eine Auswahl der Schlagzeilen beziehungsweise Artikel, die das Profil der TLS in der Öffentlichkeit schärfen:

2023

Das Innere der Sonne erforschen, Ostthüringer Zeitung (OTZ), 15.07.2023

2024

Die Inbetriebnahme des Tautenburger Sonnenlabors im Oktober 2024 stieß auf ein großes Medienecho:



Jena TV

<https://www.jenatv.de> › mediathek › Tautenburger_Sonn...

:

Tautenburger Sonnenlabor feierlich eröffnet

17.10.2024 — An der Thüringer Landessternwarte (TLS) in Tautenburg ist heute das neue „Tautenburger Sonnenlabor“ (TauSoL) offiziell in Betrieb genommen ...



ARD Mediathek

vor 3 Monaten

:

MDR THÜRINGEN JOURNAL: Mobiles Sonnenlabor ...



In einem hochmodernen **Sonnenlabor** in Tautenburg können Wissenschaftler ab sofort unser 'Klärtchen' genau beobachten.



MDR

vor 3 Monaten

:

Mobiles Sonnenlabor Tautenburg geht in Betrieb



In einem hochmodernen **Sonnenlabor** in Tautenburg können Wissenschaftler ab sofort unser "Klärtchen" genau beobachten.

1:48

Auswahl an Print-Artikeln über das Tautenburger Sonnenlabor:

Sonnenforschungslabor landet spektakulär an der Thüringer Landessternwarte, OTZ, 01.02.2024

Thüringer Landessternwarte in Tautenburg startet Sonnenbeobachtung, Thüringer Landeszeitung (TLZ), 16.10.2024

Thüringer Landessternwarte hat die Sonne im Blick, dpa-Meldung, 17.10.2024

Auch der im Oktober 2024 zeitweise mit dem bloßen Auge sichtbare Komet Tsuchinshan-ATLAS, seine Beobachtung durch Mitarbeiter der TLS, und seine Beobachtungsmöglichkeit für die Öffentlichkeit bei der Langen Nacht der Sterne in Tautenburg wurde von den Medien im Fernsehen und in Online-Medien aufgegriffen.



MDR

<https://www.mdr.de/video/mdr-videos/c/video-869808.html>

Spektakuläre Kometen-Aufnahmen in Tautenburg | MDR.DE

22.10.2024 ... Hatten Sie schon das Glück, den in diesen Tagen über Deutschland zu sehenden **Kometen Tsuchinshan-Atlas** zu entdecken?



MDR

<https://www.mdr.de/video/mdr-videos/c/video-869808.html>

Spektakuläre Kometen-Aufnahmen in Tautenburg | MDR.DE

22.10.2024 ... Hatten Sie schon das Glück, den in diesen Tagen über Deutschland zu sehenden **Kometen Tsuchinshan-Atlas** zu entdecken?



MDR

<https://www.mdr.de/wissen/astronomie-raumfahrt/komet-tsuchinshan-atlas-deutschland-letzte>

Komet über Deutschland: Letzte Chance auf Tsuchinshan-Atlas - MDR

25.10.2024 ... Bereits jetzt ist der **Komet** über 100 Millionen Kilometer von der Erde entfernt. Der **Komet** selbst leuchtet nur noch sehr schwach. Nach Angaben ...

9. Akademische Aktivitäten (Lehre)

Akademische Aktivitäten sind für die TLS aus zwei Gründen von großer Bedeutung: 1) Sie tragen dazu bei, Master-Studierende und Doktoranden zu gewinnen, und 2) sie bringen aktuelle wissenschaftliche Forschungsergebnisse in die Lehrveranstaltungen ein. So bleiben die Lehrinhalte aktuell und die Studierenden werden für Astronomie begeistert. TLS-Mitarbeiter unterrichteten in den Jahren 2023 und 2024 die folgenden Kurse.

9.1 Universitätskurse

Friedrich-Schiller-Universität Jena:

- A. Hatzes: Sommersemester 2023, Vorlesung zur Physik von Planetensystemen: Detektionen und Beobachtungen
- V. Schaffenroth: Sommersemester 2024, Vorlesung zur Physik von Planetensystemen: Detektionen und Eigenschaften
- M. Roth: Wintersemester 2023/2024, Vorlesung zur Physik der Sterne
- M. Roth: Wintersemester 2024/2025, Vorlesung zur Sonnenphysik
- M. Roth: Sommersemester 2024: Vorlesung zur Asteroseismologie

Universität Leipzig:

- E. Guenther: Sommersemester 2023, Vorlesung und Seminar Stellare Astrophysik
- E. Günther: Beobachtungskurs in Tautenburg, 2023
- E. Guenther: Sommersemester 2024, Vorlesung und Seminar Stellare Astrophysik
- E. Guenther: Beobachtungskurs in Tautenburg, 2024
- M. Hoeft: Wintersemester 2024, Vorlesung Extragalaktische Astronomie und Kosmologie
- M. Hoeft: Wintersemester 2024, Seminar Extragalaktische Astronomie
- M. Hoeft: Wintersemester 2024, Praktikum Extragalaktische Astronomie
- Hoeft: Sommersemester 2024, Extragalaktische Astronomie: Bachelor- und Masterseminar.

Weitere Kursangebote:

- E. Guenther: Lecture on "Stellar Flares and CME Observations" at the SPP1992 Spring School on Stellar Space Weather and its Impact on Exoplanet Habitability (April 29 - May 3, 2024)
- E. Guenther: Lecture on "Time Series Analysis" at the Workshop on Observational Techniques at Ondrejov Observatory (August 26 to September 6, 2024)

V. Schaffenroth: Lectures on “Introduction to Exoplanets”, “Data reduction of Echelle spectra” and supervision of project “Follow-up of hot Jupiters” at the Workshop on Observational Techniques at Ondrejov Observatory (August 26 to September 6, 2024)

J. Eisloffel: Im Schuljahr 2023/24 Betreuung von drei Schülern des Friedrich-Schiller-Gymnasiums in Weimar für eineinhalb Jahre bei ihrer Seminarfacharbeit zum Thema „Messung von Sterndurchmessern aus Beobachtungen von Mondbedeckungen“

9.2 Online-Kurse

Das Internet bietet uns die Möglichkeit, Kurse und Workshops anzubieten, die ein breiteres Publikum erreichen. Am 2. und 3. November 2023 hielt Prof. Dr. Artie Hatzes per Zoom einen Online-Kurs zum Thema „Verfassen besserer wissenschaftlicher Artikel und Forschungsanträge“. Dieser fand im Rahmen des EXOWORLD-Programms statt, das vom RISE-Programm der Europäischen Union gefördert wird. Der Online-Kurs stieß auf große Resonanz. 131 Teilnehmer aus 18 Ländern weltweit meldeten sich an: Argentinien, Belgien, Chile, Tschechische Republik, Kroatien, Dänemark, Deutschland, Frankreich, Indien, Italien, Polen, Portugal, Spanien, Großbritannien, USA, Schweden, Schweiz und die Niederlande.

Diese Internetkurse sind eine großartige Möglichkeit, die Thüringer Landessternwarte dem wissenschaftlichen Nachwuchs weltweit vorzustellen.

10. Abschlussarbeiten, die an der TLS entstanden sind

Bachelorarbeiten:

Felix Stündel: *The Frequency of Flares Using the Fractal Dimension*. Universität Leipzig, 2023

A.M. Rafiqus Salehin: *Comprehensive Analysis of AD Leo's Flare*. Universität Leipzig

Annalene Theresa Pleß: *A selective view on radio emission as observed by LOFAR*. Universität Leipzig, 2023

Ahmed Labib: *The Detection Of Radio-Powerful Supermassive Black Holes In The High-Redshift Universe*. Universität Leipzig, 2023

Cedric Sobotta: *An analysis of radio relics in the galaxy clusters PLCK G200.9-28.2 and Abell 3266*. Universität Leipzig, 2023

Thiyagarajan Ranganathan: *An investigation of the radio relic in the galaxy cluster ACO S520 based on radio observation with MeerKAT*. Universität Leipzig, 2024

Nicholas Herreman: *Statistical analysis of the postulated Dark Matter nature of the GC 511 keV gamma ray signal*. Universität Leipzig, 2024

Marek Weßels: *Investigation of radio features in galaxy clusters with a focus on Abell 2895 and RXC J2351.01954*. Universität Leipzig, 2024

Master-Arbeiten:

Johannes Lindner: *Exploring the Interaction between Toroidal Magnetic Fields and Stellar Oscillations through Helioseismic Analysis*, 2024

Dhiraj Kumar Deka: *Radio Relics and their Relation with Cluster Mass*. Universität Leipzig, 2024

Doktorarbeiten:

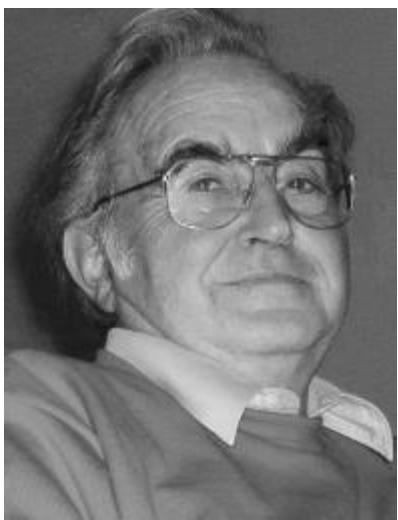
Verena Wolf: *Radiative transfer modeling of outbursts of massive young stellar objects*, Friedrich-Schiller-Universität Jena

Jiri Zak: *Characterization of exoplanets through the Rossiter-McLaughlin effect and transmission spectroscopy*, Friedrich-Schiller-Universität Jena, 2024

Habilitation:

Veronika Schaffenroth (Habilitation): *Untersuchung des Einflusses enger Begleiter auf die späte Sternentwicklung*, Universität Potsdam, 2024

11. Nachruf: Josef Solf, ehemaliger Direktor der TLS



Die Thüringer Landessternwarte trauert um ihren früheren Direktor Professor Dr. Josef Solf, der am 31. Dezember 2023, wenige Wochen vor seinem 90. Geburtstag, in Jena verstarb.

Josef Solf wirkte prägend als Wissenschaftler und Institutedirektor in Heidelberg und Tautenburg. In seiner Heidelberger Zeit am Max-Planck-Institut für Astronomie entwickelte er die spektroskopische Instrumentierung für die Teleskope des damals neu entstehenden Deutsch-Spanischen Astronomischen Zentrums auf dem Calar Alto. Mit ihnen erzielte er anerkannte wissenschaftliche Erfolge auf dem Gebiet der bipolaren Phänomene in der Sternentstehung und -entwicklung. Als Direktor der Thüringer Landessternwarte machte er sich um den Ausbau des Instituts und die Modernisierung des 2-Meter-Alfred-Jensch-Teleskops und seiner Instrumentierung verdient.

Josef Solf wurde am 05. Februar 1934 in Worbis im Eichsfeld geboren und wuchs dort mit seinen fünf jüngeren Brüdern in der „SOLFS Mühle“ auf. Sein Vater war eine sehr prägende Figur in seinem Leben. Schon früh weckte er in ihm zahlreiche Interessen – an der Technik der Mühle, der Musik, der Religion, der Fotografie, der Philosophie und der Physik. Zur Schule ging er auf das Internat in Heiligenstadt, das er 1952 mit einem humanistischen Abitur abschloss. Danach begann er zunächst ein Studium der Mathematik an der Universität Jena. Angetrieben von seiner großen Lebensfrage „Bin ich schon fertig?“, wechselte er die Richtung und studierte von 1953 bis 1962 Philosophie, Theologie und Kunstgeschichte an den Hochschulen des Jesuitenordens in Berlin, Frankfurt und München. Da sich seine Frage nicht auflöste und die Neugier, die Welt zu entdecken, einfach in ihm steckte, änderte er 1962 nochmals seine Laufbahn und nahm ein Studium der Mathematik, Physik und Astronomie auf – zunächst in Karlsruhe, dann in Heidelberg, wo er 1967 mit einem Diplom in Physik abschloss. Eine anschließende Promotion auf dem Gebiet der Kernphysik schloss er dort 1969 ab.

Von 1969 bis 1994 arbeitete Josef Solf als einer der ersten wissenschaftlichen Mitarbeiter am neu gegründeten Max-Planck-Institut für Astronomie in Heidelberg und fand fortan in der Entwicklung von astronomischen Instrumenten und der Erforschung der Entwicklung der Sterne seine Berufung.

Er war maßgeblich beteiligt am Aufbau des neuen Observatoriums des Instituts auf dem Calar Alto in Südspanien. Schon sehr bald lag sein Fokus auf der Entwicklung der spektroskopischen Instrumentierung für die neuen Teleskope. Ein erstes Highlight war der Coudé-Spektrograf für das 2.2-m-Teleskop, ein vertikaler Aufbau durch das gesamte Kuppelgebäude, der nur mit einem einzigen Spiegel außerhalb des Teleskops auskam und ohne Zweifel eines der leistungsfähigsten Instrumente dieses Typs darstellt. Da ein ähnliches Gerät am 3.5-m-Teleskop keine größere Effizienz versprach, lag dort das Interesse auf einem großen Cassegrain-Spektrografen. Zusammen mit dem Co-Direktor des Instituts, Guido Münch, entwickelte Josef Solf den TWIN-Spektrografen, der für lange

Zeit eines der Arbeitspferde an diesem Teleskop wurde. Einen Standard-Spektrografen der Firma Boller & Chivens baute er nach eigenem Design zu einem einzigartigen „Echelette“-Spektrografen um, der es erlaubte, mit einer einzigen Aufnahme den gesamten Spektralbereich vom UV bis zum nahen Infrarot abzubilden.

Die Inbetriebnahme und erste Nutzung dieser Geräte machten Josef Solf zum beobachtenden Astronomen. Zunächst beobachtete er späte M-Sterne und Mira-Veränderliche. Seine Langspalt-Aufnahmen mit hoher spektraler Auflösung des prototypischen massereichen Sterns S106 zusammen mit Uri Carsenty zeigten dann erstmals die Blau- und Rotverschiebung des Gases in dessen gegenüberliegenden ausgedehnten Schalen und wiesen damit überzeugend die bipolare Struktur dieser Objekte nach. Es folgten Studien der bipolaren Ausströmungen und Jets von entwickelten Sternen wie R Aqr und der Nova HR Delphini, die er 1983 auch zum Thema seiner Habilitationsschrift machte, sowie Arbeiten an bipolaren Planetarischen Nebeln zusammen mit seinem Doktoranden Luis Felipe Miranda. Danach wandte er sich zusammen mit Karl-Heinz Böhm detaillierten spektroskopischen Studien der bipolaren Ausströmungen und Herbig-Haro-Jets von jungen Sternen und ihrer Kopfwellen zu. Die von ihm entwickelte Methode der Spektro-Astrometrie zur Untersuchung dieser Jets nahe an der Quelle war und ist so erfolgreich, dass sie von manchen auch „Solf's method“ genannt wurde. 1990 ernannte die Universität Heidelberg Josef Solf zum Professor.

Als Josef Solf 1994 einen Ruf auf einen Lehrstuhl für Astronomie an die Friedrich-Schiller-Universität Jena erhielt, verbunden mit der Position des Direktors der Thüringer Landessternwarte in Tautenburg, kehrte er nach Jena zurück, das er 1953 als Student verlassen hatte. Als Mitglied der Fakultät für Physik und Astronomie war er bis zu seiner Emeritierung 1999 in der Lehre und wissenschaftlichen Ausbildung von Studenten tätig. Als Direktor der Thüringer Landessternwarte Tautenburg machte er sich durch den Ausbau des Instituts, der Modernisierung des 2-m-Alfred-Jensch-Teleskops und seiner Instrumentierung verdient. Der Neubau eines Forschungsgebäudes schuf den dringend benötigten Platz von Arbeitsräumen für die Wissenschaftler und die Verwaltung. Ebenso entstanden Laborräume für das Elektroniklabor sowie klimatisierte Räume für die Archivierung der umfangreichen Sammlung von Fotoplatten der Thüringer Landessternwarte und für deren digitale Aufbereitung. Ein besonderes Anliegen war Josef Solf die Modernisierung des 2-Meter-Alfred-Jensch-Teleskops, als größtem optischen Teleskop auf deutschem Boden. Durch die Erneuerung seiner Antriebe wurde eine digitale Ansteuerung möglich. Für den hochauflösenden Coudé-Spektrografen entwarf er den Umbau zu einem Coudé-Echelle-Spektrografen, mit um ein Vielfaches gesteigerter Wellenlängenabdeckung und für den Nasmyth-Fokus des Teleskops konzipierte er einen Spektrografen niedriger Auflösung. Mit der tatkräftigen Unterstützung durch sein früheres Institut, das Max-Planck-Institut für Astronomie in Heidelberg, erhielten alle Fokus-Stationen leistungsfähige CCD-Kameras als Detektoren.

Die Thüringer Landessternwarte hat mit Josef Solf nicht nur ihren früheren Direktor und einen hervorragenden Wissenschaftler verloren, sondern auch einen bescheidenen, tatkräftigen und sehr geschätzten Kollegen. Sie wird ihn in ehrendem Gedenken bewahren.

12. Anhang: Nützliche Fakten und Zahlen

12.1 Organisation und festangestellte Mitarbeiter

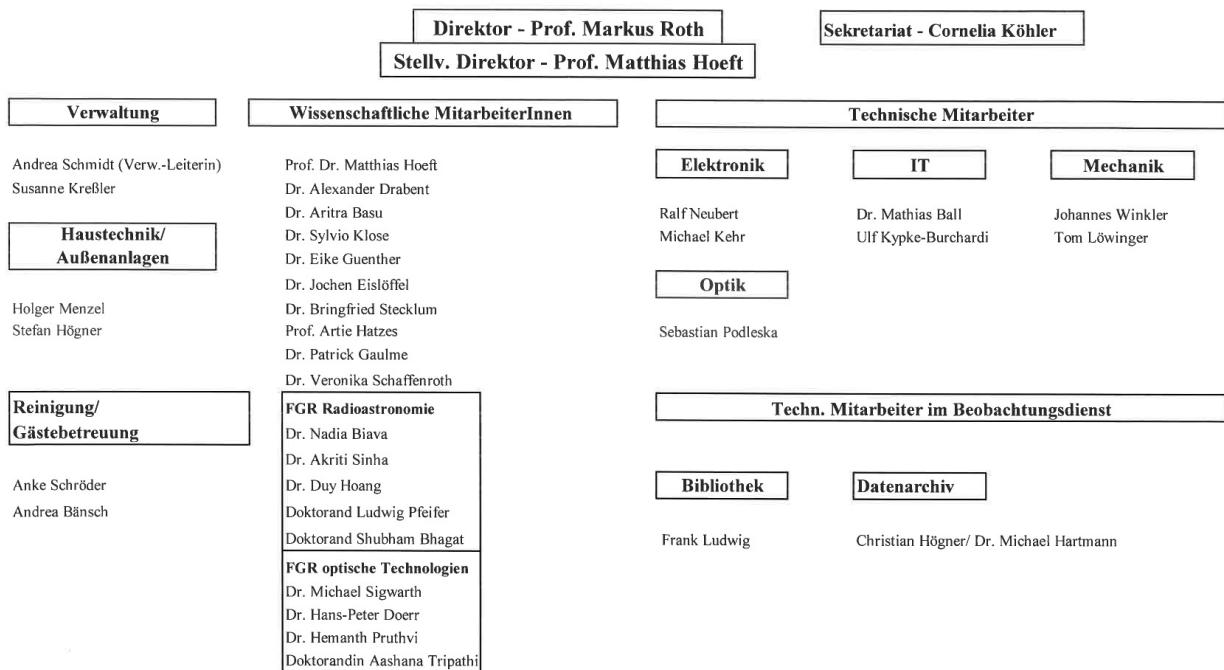
Organigramm der Thüringer Landessternwarte mit den Festangestellten:

Organigramm der Thüringer Landessternwarte Tautenburg

Karl - Schwarzschild - Observatorium

Stand: 16.01.2025

Tel.Nr. 036427 863 0



Von der DFG geförderte Postdocs: Dr. Jana Köhler, Dr. Verena Wolf, Dr. Prateek Gupta

12.2. Entwicklung des Haushalts

Die TLS verfügte im Jahr 2023 über ein Budget von 3,79 Millionen Euro und im Jahr 2024 über 4,73 Millionen Euro finanziert vom Freistaat Thüringen. Im Vergleich mit den vorhergehenden Jahren 2021 und 2023 stieg der Haushalt in den Jahren 2023 und 2024 deutlich an. Dieser Anstieg diente der Finanzierung der wichtigen Forschergruppe Optische Technologien und Photonik.

Budgetentwicklung der TLS der vergangenen vier Jahre:

2021 [€]	2022 [€]	2023 [€]	2024 [€]
2.691.596	3.129.986	3.792.300	4.728.900

Der Anstieg des Grundhaushalts erfolgte größtenteils in den letzten vier Jahren. Zwischen 2000 und 2020 verfügte TLS über ein nahezu konstantes Budget, wobei die leichten Erhöhungen kaum die Inflationsrate deckten (Abb. A1).

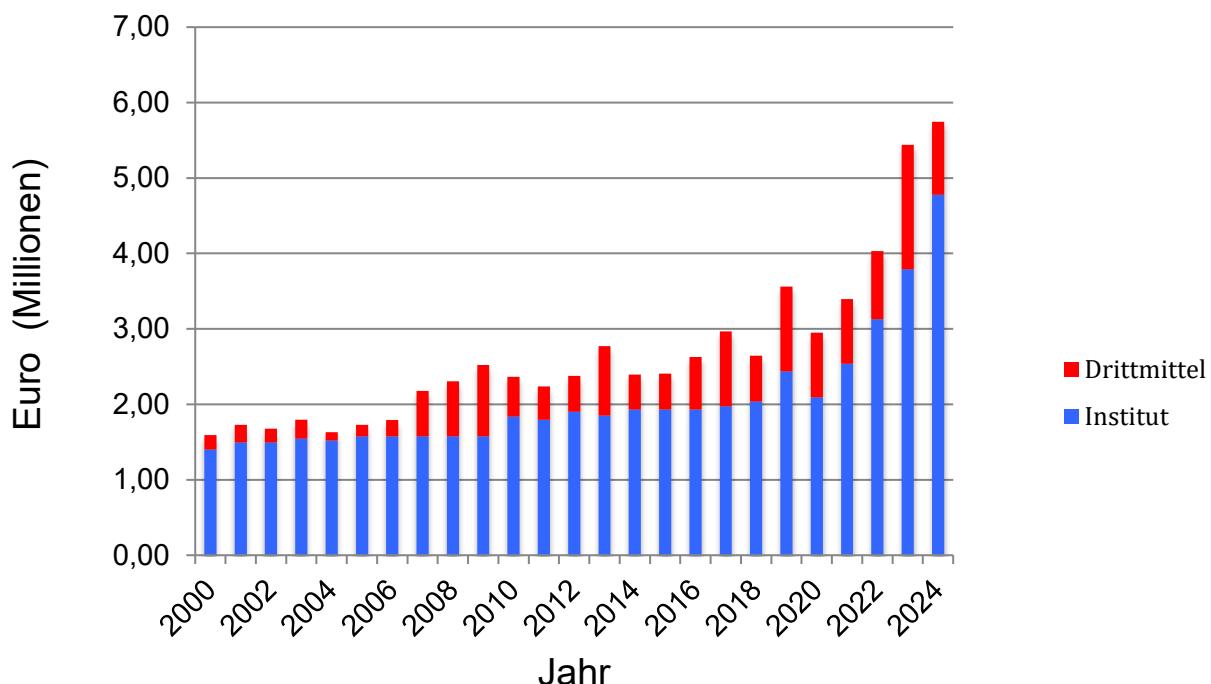


Abb. A1: (blau) Entwicklung des TLS-Haushalts in den letzten 24 Jahren. (rot) Entwicklung der Drittmittel.

12.3 Drittmittel

Drittmittel sind eine wichtige Ressource für TLS, da sie es uns ermöglichen, Doktoranden und Postdocs einzustellen und an großen Instrumentierungsprojekten teilzunehmen. Diese werden in der Regel nicht durch unser Grundbudget abgedeckt. Sie sind zudem ein wichtiges Indiz für die Produktivität eines Forschungsinstituts. In den Jahren 2023 und 2024 erhielt TLS durchschnittlich 1,3 Millionen Euro Drittmittel pro Jahr. Im Jahr 2023 verzeichneten wir mit 1,65 Millionen Euro Drittmittel ein Rekordjahr.

	2021 [€]	2022 [€]	2023 [€]	2024 [€]
DFG	466.727	521.204	702.591	382.184
BMBF + DAAD + DLR	124.230	69.104	494.029	205.319
Land Thüringen (Projektförderung)	139.902	190.868	93.643	209.700
EU	113.597		89.420	
Misc.	15.675	119.157	237.995	167.415
Total	860.131	900.332	1.653.679	964.619

Entwicklung der Drittmittelförderung in den letzten vier Jahren

Die Drittmitteleinwerbung ist seit dem Jahr 2000 stetig gestiegen (Abb. A2), durchschnittlich um 8 Prozent pro Jahr. Sie stellt mittlerweile einen erheblichen Teil der finanziellen Mittel des Instituts dar (siehe Abb. A1). Beispielsweise betrug unser Gesamtbetriebsbudget inklusive Drittmitteln im Jahr 2023 5,4 Millionen Euro. Zwischen 2000 und 2012 betragen die Drittmittel durchschnittlich 24 Prozent des Grundbudgets. In den Jahren 2013 bis 2024 stieg dieser Anteil auf 37 Prozent an. Obwohl dies angesichts der geringen Größe des Instituts eine Herausforderung darstellt, streben wir in den kommenden Jahren eine Steigerung der Drittmitteleinwerbung an.

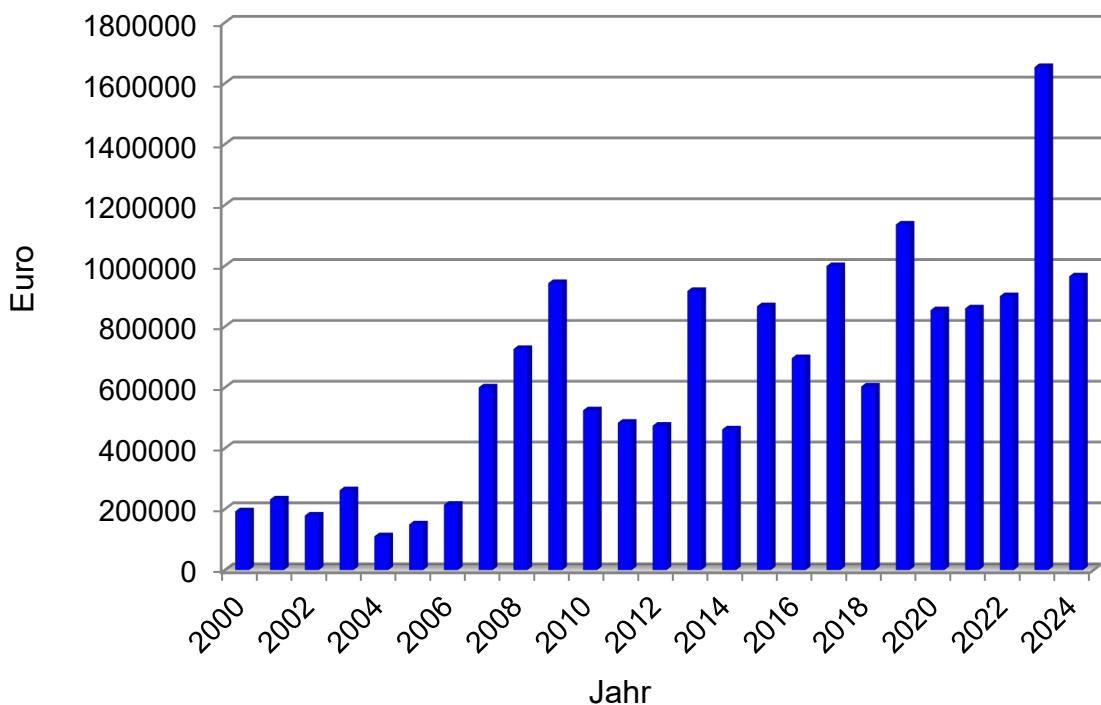


Abb. A2: Die Entwicklung der eingeworbenen Drittmittel seit dem Jahr 2000.

12.4 Publikationen

Ein wichtiges „Produkt“ eines astronomischen Forschungsinstituts ist die Anzahl der Publikationen. Unsere Forschungsergebnisse wären für die Gesellschaft von geringem Nutzen, wenn wir sie nicht veröffentlichen würden. Publikationen dienen zudem als zweiter wichtiger Produktivitätsindikator. Die TLS weist weiterhin eine hohe Publikationsproduktivität auf.

12.4.1 Publikationen in Fachzeitschriften

In den Jahren 2023 und 2024 verzeichnete das Institut 82 bzw. 98 referierte Publikationen. Dies entspricht einer durchschnittlichen jährlichen Steigerungsrate von 11 Prozent (Abb. A3) seit der Neugründung des Instituts im Jahr 1992. Bemerkenswert ist, dass diese Steigerung eng mit dem Anstieg der Drittmittel in diesem Zeitraum einhergeht.

Die Anzahl der Veröffentlichungen ist beeindruckend, wenn man bedenkt, dass TLS ein kleines Institut ist. Betrachtet man nur promovierte Wissenschaftler, festangestellte Mitarbeiter und Postdocs im Zeitraum 2023/24, so produzierten die TLS-Mitarbeiter

durchschnittlich 4,5 Gutachterpublikationen pro Wissenschaftler³. Dies ist außergewöhnlich, da ein hohes Ranking für ein Max-Planck-Institut mit etwa drei Publikationen pro Wissenschaftler erreicht wird. Tatsächlich würde TLS gemessen am Verhältnis von Veröffentlichungen zu Vollzeitmitarbeitern unter den Top Ten der US-Institutionen rangieren⁴.

Entwicklung: Publikationen in Fachzeitschriften

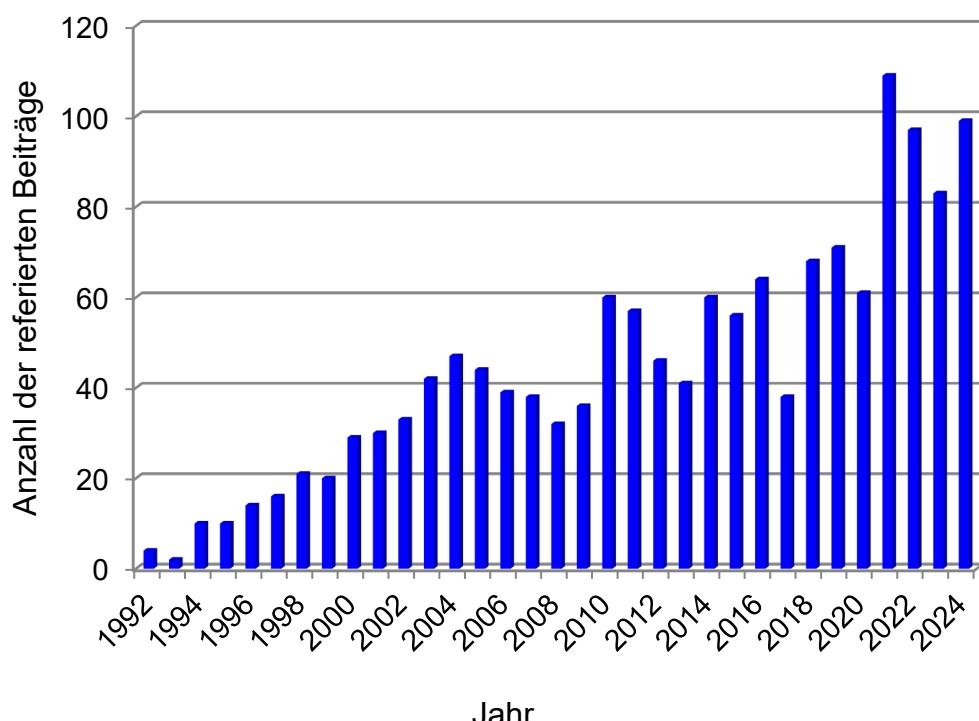


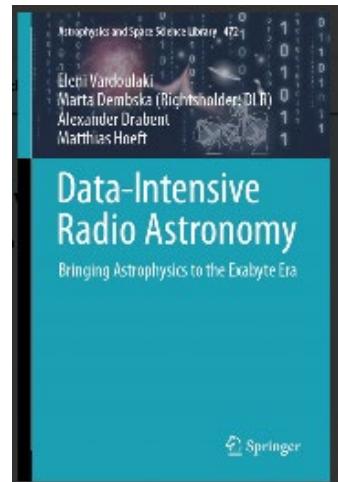
Abb. A3: Anzahl der referierten Beiträge pro Jahr seit der Neugründung des Instituts im Jahr 1992.

³ Quelle: Jahresberichte der Forschungsinstitute in Deutschland

⁴ Quelle: *Using Publication Counts to Measure an Institution's Research Productivity*, Toukoushian, Porter, Danielson, and Hollis, Research in Higher Education, 44, 2, 2003

12.4.2 Bücher

Im Rahmen eines von der Carl-Zeiss-Stiftung Jena geförderten Projekts zur Koordinierung der datenintensiven Radioastronomie in der Wissenschaftsregion Jena haben Marta Dembska vom Institut für Datenwissenschaft des DLR (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt) in Jena sowie Eleni Vardoulaki, Alexander Drabent und Matthias Hoeft von der Thüringer Landessternwarte das Buch "*Data-Intensive Radio Astronomy*" veröffentlicht. Das Buch erschien im November 2024 bei Springer Nature Switzerland in der Reihe „Astrophysics and Space Science Library“. Die E-Book-Version ist bei Amazon erhältlich.



Es folgt die vollständige Liste der Veröffentlichungen für die Jahre 2023 und 2024. Dies sind ausschließlich Artikel, die in Fachzeitschriften mit Peer-Review erschienen sind. Die einzige Ausnahme bilden Veröffentlichungen in der Konferenzreihe der *Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE)*. Es gibt keine Zeitschriften, in denen Wissenschaftler ausschließlich Artikel über Instrumentierungsergebnisse veröffentlichen können. Diese werden in der Regel mit der Begründung abgelehnt, dass sie keine wissenschaftlichen Ergebnisse präsentieren, obwohl ohne modernste Instrumente keine wissenschaftlichen Ergebnisse möglich sind! SPIE ist die Zeitschrift geworden, in der Instrumentenbauer ihre Ergebnisse zu Instrumentierungsprojekten veröffentlichen können. Angesichts der Bedeutung der Instrument Research Unit an der TLS werden diese ab 2024 aufgenommen.

Referierte Publikationen 2023

1. Arulanantham, N., Gronke, M., Fiorellino, E., Gameiro, J. F., Frasca, A., Green, J., Chang, S.-J., Claes, R. A. B., Espaillat, C. C., France, K., Herczeg, G. J., Manara, C. F., Venuti, L., Ábrahám, Péter, A., Richard, B., Jerome, Campbell-White, J., **Eislöffel, J.**, Fischer, W. J., Kóspál, Ágnes, Vioque, M. "Ly α Scattering Models Trace Accretion and Outflow Kinematics in T Tauri Systems." *ApJ*, 944, 185 (2023)
2. Bayandina, O. S., Burns, R. A., Kurtz, S. E., Moscadelli, L., Sobolev, A. M., **Stecklum, B.**, and Valtts, I. E. "Nature of continuum emission in the source of the water maser super-flare G25.65+1.04." *A&A* 673: A60 (2023)
3. Best, P. N., Kondapally, R., Williams, W. L., Cochrane, R. K., Duncan, K. J., Hale, C. L., Haskell, P., Małek, K., McCheyne, I., Smith, D. J. B., Wang, L., Botteon, A., Bonato, M., Bondi, M., Calistro Rivera, G., Gao, F., **Gürkan, G.**, Hardcastle, M. J., Jarvis, M. J., Mingo, B., Miraghaei, H., Morabito, L. K., Nisbet, D., Prandoni, I., Röttgering, H. J. A., Sabater, J., Shimwell, T., Tasse, C., and van Weeren, R. "The LOFAR Two-metre Sky Survey: Deep Fields data release 1. V. Survey description, source classifications, and host galaxy properties." *MNRAS* 523, 1729 (2023).
4. Blanco-Pozo, J., Perger, M., Damasso, M., Anglada Escudé, G., Ribas, I., Baroch, D., Caballero, J. A., Cifuentes, C., Jeffers, S. V., Lafarga, M., Kaminski, A., Kaur, S., Nagel, E., Perdelwitz, V., Pérez-Torres, M., Sozzetti, A., Viganò, D., Amado, P. J., Andreuzzi, G., Béjar, V. J. S., Brown, E. L., Del Sordo, F., Dreizler, S., Galadí-Enríquez, D., **Hatzes, A. P.**, Kürster, M., Lanza, A. F., Melis, A., Molinari, E., Montes, D., Murgia, M., Pallé, E., Peña-Moñino, L., Perrodin, D., Pilia, M., Poretti, E., Quirrenbach, A., Reiners, A., Schweitzer, A., Zapatero Osorio, M. R., and Zechmeister, M. "The CARMENES search for exoplanets around M dwarfs. A long-period planet around GJ 1151 measured with CARMENES and HARPS-N data." *A&A* 671: A50 (2023)
5. Böckmann, K., Brüggen, M., Heesen, V., **Basu, A.**, O'Sullivan, S. P., Heywood, I., Jarvis, M., Scaife, A., Stil, J., Taylor, R., Adams, N. J., Bowler, R. A. A., and Tudorache, M. N. "Probing magnetic fields in the circumgalactic medium using polarization data from MIGHTEE." *A&A* 678: A56 (2023)
6. Böckmann, K., Brüggen, M., Heesen, V., **Basu, A.**, O'Sullivan, S. P., Heywood, I., Jarvis, M., Scaife, A., Stil, J., Taylor, R., Adams, N. J., Bowler, R. A. A., and Tudorache, M. N. "Probing magnetic fields in the circumgalactic medium using polarization data from MIGHTEE." *A&A* 678, A56 (2023)
7. Böckmann, K., Brüggen, M., Koribalski, B., Veronica, A., Reiprich, T. H., Bulbul, E., Bahar, Y. E., Balzer, F., Comparat, J., Garrel, C., Ghirardini, V., **Gürkan, G.**, Kluge, M., Leahy, D., Merloni, A., Liu, A., Ramos-Ceja, M. E., Salvato, M., Sanders, J., Shabala, S., and Zhang, X. "Central radio galaxies in galaxy clusters: Joint surveys by eROSITA and ASKAP." *A&A* 677, A188 (2023)
8. Bonfanti, A., Gandolfi, D., Egger, J. A., Fossati, L., Cabrera, J., Krenn, A., Alibert, Y., Benz, W., Billot, N., Florén, H. G., Lendl, M., Adibekyan, V., Salmon, S., Santos, N. C., Sousa, S. G., Wilson, T. G., Barragán, O., Collier Cameron, A., Delrez, L., **Esposito, M.**, **Goffo, E.**, Osborne, H., Osborn, H. P., Serrano, L. M., Van Eylen, V., Alarcon, J., Alonso, R., Anglada, G., Bárczy, T., Barrado Navascues, D., Barros, S. C. C., Baumjohann, W., Beck, M., Beck,

- T., Bedell, M., Bonfils, X., Borsato, L., Brandeker, A., Broeg, C., Charnoz, S., Corral Van Damme, C., Csizmadia, Sz., Cubillos, P. E., Davies, M. B., Deleuil, M., Demangeon, O. D. S., Demory, B. O., Ehrenreich, D., Erikson, A., Fortier, A., Fridlund, M., Gillon, M., Güdel, M., Hoyer, S., Isaak, K. G., Kerschbaum, F., Kiss, L. L., Laskar, J., Lecavelier des Etangs, A., Lorenzo-Oliveira, D., Lovis, C., Magrin, D., Marafatto, L., Maxted, P. F. L., Meléndez, J., Mordasini, C., Nascimbeni, V., Olofsson, G., Ottensamer, R., Pagano, I., Pallé, E., Peter, G., Piazza, D., Piotto, G., Pollacco, D., Queloz, D., Ragazzoni, R., Rando, N., Rauer, H., Ribas, I., Scandariato, G., Ségransan, D., Simon, A. E., Smith, A. M. S., Steller, M., Szabó, Gy. M., Thomas, N., Udry, S., Ulmer, B., Van Grootel, V., Venturini, J., and Walton, N. A. "TOI-1055 b: Neptunian planet characterised with HARPS, TESS, and CHEOPS." *A&A* 671: L8 (2023)
9. Bowles, M., Tang, H., **Vardoulaki, E.**, Alexander, E. L., Luo, Y., Rudnick, L., Walmsley, M., Porter, F., Scaife, A. M. M., Slijepcevic, I. V., Adams, E. A. K., **Drabent, A.**, Dugdale, T., Gükan, G., Hopkins, A. M., Jimenez-Andrade, E. F., Leahy, D. A., Norris, R. P., Rahman, S. F.-ur, Ouyang, X., Segal, G., Shabala, S. S., and Wong, O. I. "Radio galaxy zoo EMU: towards a semantic radio galaxy morphology taxonomy." *MNRAS* 522, 2584 (2023)
 10. Burns, R. A., Uno, Y., Sakai, N., Blanchard, J., Rosli, Z., Orosz, G., Yonekura, Y., Tanabe, Y., Sugiyama, K., Hirota, T., Kim, Kee-Tae, Aberfelds, A., Volvach, A. E., Bartkiewicz, A., Caratti o Garatti, A., Sobolev, A. M., **Stecklum, B.**, Brogan, C., Phillips, C., Ladeyschikov, D. A., Johnstone, D., Surcis, G., MacLeod, G. C., Linz, H., Chibueze, J. O., Brand, J., **Eislöffel, J.**, Hyland, L., Uscanga, L., Olech, M., Durjasz, M., Bayandina, O., Breen, S., Ellingsen, S. P., van den Heever, S. P., Hunter, T. R., and Chen, X. "A Keplerian disk with a four-arm spiral birthing an episodically accreting high-mass protostar." *Nature Astronomy* 7, 557 (2023)
 11. Cabrera, J., Gandolfi, D., Serrano, L. M., Csizmadia, Sz., Egger, J. A., Baumeister, Ph., Krenn, A., Benz, W., Deline, A., Florén, H. G., Collier Cameron, A., Adibekyan, V., Alibert, Y., Bellomo, S. E., Delrez, L., Fossati, L., Fortier, A., Grziwa, S., Hoyer, S., Bonfanti, A., Salmon, S., Sousa, S. G., Wilson, T. G., Alarcón, J., Alonso, R., Anglada Escudé, G., Bárczy, T., Barragán, O., Barrado, D., Barros, S. C. C., Baumjohann, W., Beck, M., Beck, T., Bernabò, L. M., Billot, N., Bonfils, X., Borsato, L., Brandeker, A., Broeg, C., Carrió-González, O., Charnoz, S., Ciardi, D. R., Cochran, W. D., Collins, K. A., Collins, K. I., Conti, D. M., Davies, M. B., Deeg, H. J., Deleuil, M., Demangeon, O. D. S., Demory, B. O., Ehrenreich, D., Erikson, A., **Esposito, M.**, Fridlund, M., Gillon, M., **Goffo, E.**, Güdel, M., **Guenther, E.W.**, Harre, J. V., Heng, K., Hooton, M. J., Isaak, K. G., Jenkins, J. M., Kiss, L. L., Knudstrup, E., Lam, K. W. F., Laskar, J., Lecavelier des Etangs, A., Lendl, M., Lovis, C., Luque, R., Magrin, D., Maxted, P. F. L., Muresan, A., Nascimbeni, V., Olofsson, G., Osborn, H. P., Osborne, H. L. M., Ottensamer, R., Pagano, I., Pallé, E., Persson, C. M., Peter, G., Piotto, G., Pollacco, D., Queloz, D., Ragazzoni, R., Rando, N., Rauer, H., Redfield, S., Ribas, I., Ricker, G. R., Rodler, F., Santos, N. C., Scandariato, G., Seager, S., Ségransan, D., Simon, A. E., Smith, A. M. S., Steller, M., Szabó, Gy. M., Thomas, N., Tosi, N., Twicken, J. D., Udry, S., Van Eylen, V., Van Grootel, V., Walton, N. A., and Winn, J. N. "The planetary system around HD 190622 (TOI-1054). Measuring the gas content of low-mass planets orbiting F-stars." *A&A* 675, A183 (2023)
 12. Callingham, J. R., Shimwell, T. W., Vedantham, H. K., Bassa, C. G., O'Sullivan, S. P., Yiu, T. W. H., Bloot, S., Best, P. N., Hardcastle, M. J., Haverkorn, M., Kavanagh, R. D., Lamy, L., Pope, B. J. S., Röttgering, H. J. A., Schwarz, D. J., Tasse, C., van Weeren, R. J., White, G. J., Zarka, P., Bomans, D. J., Bonafede, A., Bonato, M., Botteon, A., Bruggen, M., Chyzy, K. T., **Drabent, A.**, Emig, K. L., Gloudemans, A. J., **Gürkan, G.**, Hajduk, M., Hoang, D. N., **Hoeft, M.**, Iacobelli, M., Kadler, M., Kunert-Bajraszewska, M., Mingo, B., Morabito, L. K.,

- Nair, D. G., Pérez-Torres, M., Ray, T. P., Riseley, C. J., Rowlinson, A., Shulevski, A., Sweijen, F., Timmerman, R., Vaccari, M., and Zheng, J. "V-LoTSS: The circularly polarised LOFAR Two-metre Sky Survey." *A&A* 670, A124 (2023)
13. Caretta, C. A., **Andernach, H.**, Chow-Martínez, M., Coziol, R., De AndaSuárez, J., Hernández-Aguayo, C., Islas-Islas, J. M., Mireles-Viales, M. M., Muñiz-Torres,^[SEP]M. A., Santoyo-Ruiz, H., Trejo-Alonso, J. J., Venkatapathy, Y., and Zúñiga, J. M. "Tracing the Assembly Histories of Galaxy Clusters in the Nearby Universe." *Rev. Mexicana Astron. Astrofís.* 59: 345–377 (2023)
 14. Casey, C. M., Kartaltepe, J. S., Drakos, N. E., Franco, M., Harish, S., Paquereau, L., Ilbert, O., Rose, C., Cox, I. G., Nightingale, J. W., Robertson, B. E., Silverman, J. D., Koekemoer, A. M., Massey, R., McCracken, H. J., Rhodes, J., Akins, H. B., Allen, N., Amvrosiadis, A., Arango-Toro, R. C., Bagley, M. B., Bongiorno, A., Capak, P. L., Champagne, J. B., Chartab, Nima, Chávez, Ortiz, Ó. A., Chworowsky, K., Cooke, K. C., Cooper, O. R., Darvish, B., Ding, X., Faisst, A. L., Finkelstein, S. L., Fujimoto, Seiji, G., Fabrizio, G., Steven, G., Katriona M. L., Gozaliasl, G., Hayward, C. C., He, Q., Hemmati, S., Hirschmann, M., Jahnke, K., Jin, S., Khostovan, A. A., Kokorev, Vasily, L., Erini, L., Clotilde, L., Rebecca L., L., Gene C. K., Liu, D., Liaudat, T., Long, A. S., Magdis, Georgios, M., Guillaume, M., Vincenzo, M., Sinclaire M., Maraston, C., Martin, C. L., McCleary, J. E., McKinney, Jed, M., Conor J. R., Mobasher, B., Pattnaik, R., Renzini, A., Rich, R. M., Sanders, D. B., Sattari, Z., Scognamiglio, D., Scoville, N., Sheth, K., Shuntov, M., Sparre, M., Suzuki, T. L., Talia, M., Toft, S., Trakhtenbrot, B., Urry, C. M., Valentino, F., Vanderhoof, B. N., **Vardoulaki, E.**, Weaver, J. R., Whitaker, K. E., Wilkins, S. M., Yang, L., and Zavala, J. A. "COSMOS-Web: An Overview of the JWST Cosmic Origins Survey." *ApJ* 954, 31 (2023)
 15. Cesaroni, R., Moscadelli, L., Caratti o Garatti, A., **Eislöffel, J.**, Fedriani, R., Neri, R., Ray, T., Sanna, A., and **Stecklum, B.** "Radio outburst from a massive (proto)star. II. A portrait in space and time of the expanding radio jet from S255IR NIRS 3." *A&A* 680, A110 (2023)
 16. Cochrane, R. K., Kondapally, R., Best, P. N., Sabater, J., Duncan, K. J., Smith, D. J. B., Hardcastle, M. J., Röttgering, H. J. A., Prandoni, I., Haskell, P., **Gürkan, G.**, and Miley, G. K. "The LOFAR Two-metre Sky Survey: the radio view of the cosmic star formation history." *MNRAS* 523, 6082 (2023)
 17. **Czesla, S.**, Schneider, P. C., and **Hatzes, A.** "Stellar obliquity and planetary albedo in HAT-P-32. Derived from the TESS light curve." *A&A* 677: L12 (2023)
 18. **Czesla, S.**, Schneider, P. C., Schmitt, J. H. M. M., Freund, S., Salvato, M., Buchner, J., and Robrade, J. "Likelihood of the sky. Bayesian treatment of the geometric two-catalog matching problem." *A&A* 674: A136 (2023)
 19. de Wet, S., Laskar, T., Groot, P. J., Cavallaro, F., **Nicuesa Guelbenzu, A.**, Chastain, S., Izzo, L., Levan, A., Malesani, D. B., Monageng, I. M., van der Horst, A. J., Zheng, W., Bloemen, S., Filippenko, A. V., Kann, D. A., **Klose, S.**, Pieterse, D. L. A., Rau, A., Vreeswijk, P. M., Woudt, P., and Zhu, Z. P. "The triple-peaked afterglow of GRB 210731A from X-ray to radio frequencies." *A&A* 671, A116 (2023)
 20. Deeg, H. J., Georgieva, I. Y., Nowak, G., Persson, C. M., Cale, B. L., Murgas, F., Pallé, E., Godoy-Rivera, D., Dai, F., Ciardi, D. R., Murphy, J. M. Akana, Beck, P. G., Burke, C. J., Cabrera, J., Carleo, I., Cochran, W. D., Collins, K. A., Csizmadia, Sz., El Mufti, M., Fridlund, M., Fukui, A., Gandolfi, D., García, R. A., **Guenther, E. W.**, Guerra, P., Grziwa, S., Isaacson, H., Isogai, K., Jenkins, J. M., Kábath, P., Korth, J., Lam, K. W. F., Latham, D. W., Luque, R., Lund, M. B., Livingston, J. H., Mathis, S., Mathur, S., Narita, N., Orell Miquel, J.,

- Osborne, H. L. M., Parviainen, H., Plavchan, P. P., Redfield, S., Rodriguez, D. R., Schwarz, R. P., Seager, S., Smith, A. M. S., Van Eylen, V., Van Zandt, J., Winn, J. N., and Ziegler, C. "TOI-1416: A system with a super-Earth planet with a 1.07 d period." *A&A* 677, A12 (2023)
21. Di Gennaro, G., Brüggen, M., van Weeren, R. J., Simionescu, A., Brunetti, G., Cassano, R., Forman, W. R., **Hoeft, M.**, Ignesti, A., Röttgering, H. J. A., and Shimwell, T. W. "The diffuse radio emission in the high-redshift cluster PSZ2 G091.83+26.11: Total intensity and polarisation analysis with Very Large Array 1-4 GHz observations." *A&A* 675, A51 (2023)
22. Dorn, R. J., Bristow, P., Smoker, J. V., Rodler, F., Lavail, A., Accardo, M., van den Ancker, M., Baade, D., Baruffolo, A., Courtney-Barrer, B., Blanco, L., Brucalassi, A., Cumani, C., Follert, R., Haiderl, A., **Hatzes, A.**, Haug, M., Heiter, U., Hinterschuster, R., Hubin, N., Ives, D. J., Jung, Y., Jones, M., Kaeufl, H. U., Kirchbauer, J. P., Klein, B., Kochukhov, O., Korhonen, H. H., **Köhler, J.**, Lizon, J. L., Moins, C., Molina-Conde, I., Marquart, T., Neeser, M., Oliva, E., Pallanca, L., Pasquini, L., Paufique, J., Piskunov, N., Reiners, A., Schneller, D., Schmutzler, R., Seemann, U., Slumstrup, D., Smette, A., Stegmeier, J., Stempels, E., Tordo, S., Valenti, E., Valenzuela, J. J., Vernet, J., Vinther, J., and Wehrhahn, A. "CRIRES+ on sky at the ESO Very Large Telescope. Observing the Universe at infrared wavelengths and high spectral resolution." *A&A*, 671, A24 (2023)
23. Fedriani, R., Caratti o Garatti, A., Cesaroni, R., Tan, J. C., **Stecklum, B.**, Moscadelli, L., Koutoulaki, M., Cosentino, G., and Whittle, M. "The sharpest view on the high-mass star-forming region S255IR. Near infrared adaptive optics imaging of the outbursting source NIR3." *A&A* 676, A107 (2023)
24. Feeney-Johansson, A., Purser, S. J. D., Ray, T. P., Carrasco-González, C., Rodríguez-Kamenetzky, A., **Eislöffel, J.**, Lim, J., Galván-Madrid, R., Lizano, S., Rodríguez, L. F., Shang, H., Ho, P., and Hoare, M. "A high-resolution radio study of the L1551 IRS 5 and L1551 NE jets." *A&A* 677, A97 (2023)
25. French, R. G., McGhee-French, C. A., Gordon, M., Baron, R. L., Bosh, A. S., Buie, M., W., Chanover, N., Clark, M. A., Dunham, E. W., French, L. M., Glass, I. S., Goguen, J. D., Gregory, B., Hock, R. A., Kangas, J. A., Levine, S. E., Matthews, K. Y., McMason, E. C., Meech, Karen J., Mink, Jessica, Nicholson, Philip D., Person, Michael J., Roques, F., Sicardy, B., **Stecklum, B.**, Tholen, D., Young, E. F., and Young, L. A. "Uranus ring occultation observations: 1977-2006." *Icarus* 395, 115474 (2023)
26. Froebrich, D., Hillenbrand, L. A., Herbert, C., De, K., **Eislöffel, J.**, Campbell-White, J., Kahar, R., Hambach, F.-J., Urtly, Thomas, P., Adam, B., Krzysztof, M., Andrzej, L., Slawomir, F., Jerzy, J.-W., Piotr, D., Franky, L., Ludwig, R., Steve, P., Mark, F., George, G. F., Rafael, S. A., Francisco C., Nelson, T., Futcher, S. R. L., Rolfe, S. M., Campbell, D. A., Vale, T., Devine, P., Mózdzierski, D., Mikołajczyk, P. J., Eggenstein, H.-B., Rodriguez, D., Walton, I. L., Vanaverbeke, S., Merrikin, B., Ögmen, Y., Perez, A. E., Aimar, M. M., Piehler, G., D., Lord, P., Aashini L., Miller N., Finch, J., Hankins, M., Moore, A. M., Travouillon, T., and Szczepanski, M. "A survey for variable young stars with small telescopes: VI - Analysis of the outbursting Be stars NSW 284, gaia 19eyy, and VES 263." *MNRAS* 520, 5413 (2023):
27. Fuhrmeister, B., **Czesla, S.**, Perdelwitz, V., Nagel, E., Schmitt, J. H. M. M., Jeffers, S. V., Caballero, J. A., Zechmeister, M., Montes, D., Reiners, A., López-Gallifa, Á., Ribas, I., Quirrenbach, A., Amado, P. J., Galadí-Enríquez, D., Béjar, V. J. S., Danielski, C., **Hatzes, A. P.**, Kaminski, A., Kürster, M., Morales, J. C., and Zapatero Osorio, M. R. "The CARMENES search for exoplanets around M dwarfs. Variability on long timescales as seen in chromospheric indicators." *A&A* 670, A71 (2023)
28. Fuhrmeister, B., **Czesla, S.**, Schmitt, J. H. M. M., Schneider, P. C., Caballero, J. A., Jeffers,

- S. V., Nagel, E., Montes, D., Gálvez Ortiz, M. C., Reiners, A., Ribas, I., Quirrenbach, A., Amado, P. J., Henning, Th., Lodieu, N., Martín-Ferández, P., Morales, J. C., Schöfer, P., Seifert, W., and Zechmeister, M. "The CARMENES search for exoplanets around M dwarfs. Behaviour of the Paschen lines during flares and quiescence." *A&A* 678, A1 (2023)
29. Gajović, L., Welzmüller, F., Heesen, V., de Gasperin, F., Vollmann, M., Brüggen, M., **Basu, A.**, Beck, R., Schwarz, D. J., Bomans, D. J., and **Drabent, A.** "Weakly interacting massive particle cross section limits from LOFAR observations of dwarf spheroidal galaxies." *A&A* 673, A108 (2023)
30. Georgieva, I. Y., Persson, C. M., Goffo, E., Acuña, L., Aguichine, A., Serrano, Luisa M., Lam, K. W. F., Gandolfi, D., Collins, K. A., Howell, S. B., Dai, F., Fridlund, M., Korth, J., Deleuil, M., Barragán, O., Cochran, W. D., Csizmadia, Sz., Deeg, H. J., **Guenther, E.**, **Hatzes, A. P.**, Jenkins, J. M., Livingston, J., Luque, R., Mousis, O., Osborne, H. L. M., Palle, E., Redfield, S., Van Eylen, V., Twicken, J. D., Winn, J. N., Alqasim, A., Collins, K. I., Gnilka, C. L., Latham, D. W., Lewis, H. M., Relles, H. M., Ricker, G. R., Rowden, P., Seager, S., Shporer, A., Tan, T.-G., Vanderburg, A. and Vanderspek, R. "TOI-733 b: A planet in the small-planet radius valley orbiting a Sun-like star." *A&A* 674: A117 (2023)
31. Gieseler, J., Dresing, N., Palmroos, C., Freiherr von Forstner, J. L., Price, D. J., Vainio, R., Kouloumvakos, A., Rodríguez-García, L., Trotta, D., Génot, V., Masson, A., **Roth, M.** and Veronig, A. "Solar-MACH: An open-source tool to analyze solar magnetic connection configurations." *Frontiers in Astronomy and Space Sciences* 9, 384 (2023)
32. **Goffo, E.** Gandolfi, D., Egger, J. A., Mustill, A. J., Albrecht, S. H., Hirano, T., Kochukhov, O., Astudillo-Defru, N., Barragan, O., Serrano, Luisa M., **Hatzes, Artie P.**, Alibert, Yann, **Guenther, E.**, Dai, F., Lam, K. W. F., Csizmadia, Sz., Smith, A. M. S., Fossati, L., Luque, R., Rodler, F., Winther, M. L., Rørsted, J. L., Alarcon, J., Bonfils, X., Cochran, W. D., Deeg, H. J., Jenkins, J. M., Korth, J., Livingston, J. H., Meech, A., Murgas, F., Orell-Miquel, J., Osborne, H. L. M., Palle, E., Persson, C. M., Redfield, S., Ricker, G. R., Seager, S., Vanderspek, R., Van Eylen, V., and Winn, J. N. "Company for the Ultra-high Density, Ultra-short Period Sub-Earth GJ 367 b: Discovery of Two Additional Low-mass Planets at 11.5 and 34 Days." *ApJ* 955, L3 (2023)
33. González-Álvarez, E., Kemmer, J., **Chaturvedi, P.**, Caballero, J. A., Quirrenbach, A., Amado, P. J., Béjar, V. J. S., Cifuentes, C., Herrero, E., Kossakowski, D., Reiners, A., Ribas, I., Rodríguez, E., Rodríguez-López, C., Sanz-Forcada, J., Shan, Y., Stock, S., Tabernero, H. M., Tal-Or, L., Osorio, M. R. Zapatero, **Hatzes, A. P.**, Henning, Th., López-González, M. J., Montes, D., Morales, J. C., Pallé, E., Pedraz, S., Perger, M., Reffert, S., Sabotta, S., Schweitzer, A., and Zechmeister, M. "The CARMENES search for exoplanets around M dwarfs. A sub-Neptunian mass planet in the habitable zone of HN Lib." *A&A* 675, A141 (2023)
34. González-Álvarez, E., Zapatero Osorio, M. R., Caballero, J. A., Béjar, V. J. S., Cifuentes, C., Fukui, A., Herrero, E., Kawauchi, K., Livingston, J. H., López-González, M. J., Morello, G., Murgas, F., Narita, N., Pallé, E., Passegger, V. M., Rodríguez, E., Rodríguez-López, C., Sanz-Forcada, J., Schweitzer, A., Tabernero, H. M., Quirrenbach, A., Amado, P. J., Charbonneau, D., Ciardi, D. R., Cikota, S., Collins, K. A., Conti, D. M., Fausnaugh, M., **Hatzes, A. P.**, Hedges, C., Henning, Th., Jenkins, J. M., Latham, D. W., Massey, B., Moldovan, D., Montes, D., Panahi, A., Reiners, A., Ribas, I., Ricker, G. R., Seager, S., Shporer, A., Srdoc, G., Tenenbaum, P., Vanderspek, R., Winn, J. N., Fukuda, I., Ikoma, M., Isogai, K., Kawai, Y., Mori, M., Tamura, M., and Watanabe, N. "Two sub-Neptunes around the M dwarf TOI-1470." *A&A* 675, A177 (2023)

35. Gordon, Y. A., Rudnick, L., **Andernach, H.**, Morabito, L. K., O'Dea,^[L]_[SEP]C. P., Achong, K.-M., Baum, S. A., Bayona-Figueroa, C.,^[L]_[SEP]Hooper, E. J., Mingo, B., Morris, M. E., and Vantyghem, A. N. "A Quick Look at the 3 GHz Radio Sky. II. Hunting for DRAGNs in the VLA Sky Survey." *ApJS* 267, 37 (2023)
36. Gorrini, P., Kemmer, J., Dreizler, S., Burn, R., Hirano, T., Pozuelos, F. J., Kuzuhara, M., Caballero, J. A., Amado, P. J., Harakawa, H., Kudo, T., Quirrenbach, A., Reiners, A., Ribas, I., Béjar, V. J. S., **Chaturvedi, P.**, Cifuentes, C., Galadi-Enríquez, D., **Hatzes, A.P.**, Kaminski, A., Kotani, T., Kürster, M., Livingston, J. H., López González, M. J., Montes, D., Morales, J. C., Murgas, F., Omiya, M., Pallé, E., Rodríguez, E., Sato, B., Schweitzer, A., Shan, Y., Takarada, T., Tal-Or, L., Tamura, M., Vievard, S., Zapatero Osorio, M. R., and Zechmeister, M. "Planetary companions orbiting the M dwarfs GJ 724 and GJ 3988. A CARMENES and IRD collaboration." *A&A* 680, A28 (2023)
37. Gupta, N., Hayder, Z., Norris, R. P., Huynh, M., Petersson, L., Wang,^[L]_[SEP]X. R., **Andernach, H.**, Koribalski, B. S., Yew, M., and Crawford,^[L]_[SEP]E. J. "Deep learning for morphological identification of extended radio galaxies using weak labels", *PASA*, 40, e44 (2023)
38. Hahlin, A., Kochukhov, O., Rains, A. D., Lavail, A., **Hatzes, A.**, Piskunov, N., Reiners, A., Seemann, U., Boldt-Christmas, L., **Guenther, E. W.**, Heiter, U., Nortmann, L., Yan, F., Shulyak, D., Smoker, J. V., Rodler, F., Bristow, P., Dorn, R. J., Jung, Y., Marquart, T., and Stempels, E. "Determination of small-scale magnetic fields on Sun-like stars in the near-infrared using CRIRES+." *A&A* 675, A91 (2023)
39. Hambálek, L., Krushevska, V., Pribulla, T., Vaňko, M., Budaj, J., Fiorucci, M., Garai, Z., **Guenther, E.**, Komžík, R., Kundra, E., Munari, U., and Smalley, B. "T Tauri stars in the SuperWASP and NSVS surveys II. Spectral modelling." *MNRAS* 524 3582 (2023)
40. Hardcastle, M. J., Horton, M. A., Williams, W. L., Duncan, K. J., Alegre, L., Barkus, B., Croston, J. H., Dickinson, H., Osinga, E., Röttgering, H. J. A., Sabater, J., Shimwell, T. W., Smith, D. J. B., Best, P. N., Botteon, A., Brüggen, M., **Drabent, A.**, de Gasperin, F., Gürkan, G., Hajduk, M., Hale, C. L., **Hoeft, M.**, Jamrozy, M., Kunert-Bajraszewska, M., Kondapally, R., Magliocchetti, M., Mahatma, V. H., Mostert, R. I. J., O'Sullivan, S. P., Pajdosz-Smierciak, U., Petley, J., Pierce, J. C. S., Prandoni, I., Schwarz, D. J., Shulewski, A., Siewert, T. M., Stott, J. P., Tang, H., Vaccari, M., Zheng, X., Bailey, T., Desbled, S., Goyal, A., Gonano, V., Hanset, M., Kurtz, W., Lim, S. M., Mielle, L., Molloy, C. S., Roth, R., Terentev, I. A., and Torres, M. "The LOFAR Two-Metre Sky Survey. VI. Optical identifications for the second data release." *A&A* 678, A151 (2023)
41. Heesen, V., de Gasperin, F., Schulz, S., **Basu, A.**, Beck, R., Brüggen, M., Dettmar, R. J., Stein, M., Gajović, L., Tabatabaei, F. S., and Reichherzer, P. "Diffusion of cosmic-ray electrons in M 51 observed with LOFAR at 54 MHz." *A&A* 672, A21 (2023)
42. Heesen, V., Klocke, T. L., Brüggen, M., Tabatabaei, F. S., **Basu, A.**, Beck, R., **Drabent, A.**, Nikiel-Wroczyński, B., Paladino, R., Schulz, S., and Stein, M. "Nearby galaxies in the LOFAR Two-metre Sky Survey. II. The magnetic field-gas relation." *A&A* 669, A8 (2023)
43. Heesen, V., O'Sullivan, S. P., Brüggen, M., **Basu, A.**, Beck, R., Seta, A., Carretti, E., Krause, M. G. H., Haverkorn, M., Hutschenreuter, S., Bracco, A., Stein, M., Bomans, D. J., Dettmar, R. J., Chyzy, K. T., Heald, G. H., Paladino, R., and Horellou, C. "Detection of magnetic fields in the circumgalactic medium of nearby galaxies using Faraday rotation." *A&A* 670, L23 (2023)
44. Herczeg, G. J., Chen, Y., Donati, J.-F., Dupree, A. K., Walter, F. M., Hillenbrand, L. A., Johns-Krull, C. M., Manara, C. F., Günther, H. M., Fang, M., Schneider, P. C., Valenti, J. A.,

- Alencar, S. H. P., Venuti, L., Alcala, J. M., Frasca, A., Arulanantham, N., Linsky, J. L., Bouvier, J., Brickhouse, N. S., Calvet, N., Espaillat C. C., Campbell-White, J., Carpenter, J. M., Chang, S-J, Cruz, K. L., Dahm, S. E., **Eislöffel, J.**, Edwards, S., Fischer, W. J., Guo, Z., Henning, Th., Ji, T., Jose, J., Kastner, J. H., Launhardt, R., Principe, D. A., Robinson, Conner E., Serna, J., Siwak, M., Sterzik, M. F., and Takasao, S. "Twenty-five Years of Accretion onto the Classical T Tauri Star TW Hya." *ApJ* 956, 102 (2023)
45. Hintz, D., Peacock, S., Barman, T., Fuhrmeister, B., Nagel, E., Schweitzer, A., Jeffers, S. V., Ribas, I., Reiners, A., Quirrenbach, A., Amado, P. J., Béjar, Victor J. S., Caballero, José A., **Hatzes, Artie P.**, and Montes, David. "Modeling the Chromosphere and Transition Region of Planet-hosting Star GJ 436." *ApJ* 954, 73 (2023)
46. Hirano, T., Dai, F., Livingston, J. H., Grziwa, S., Lam, K. W. F., Kasagi, Y., Narita, N., Ishikawa, Hiroyuki T., Miyakawa, K., Serrano, L. M., Matsumoto, Y., Kokubo, Eiichiro, K., T., Ikoma, M. Winn, J. N., Wisniewski, J. P., Harakawa, H., Teng, H.-Y., Cochran, W. D., Fukui, A., Gandolfi, D., **Guenther, E. W.**, Hori, Y., Ikuta, K., Kawauchi, K., Knudstrup, E., Korth, J., Kotani, T., Krishnamurthy, V., Kudo, T., Kurokawa, T., Kuzuhara, M., Luque, R., Mori, M., Nishikawa, J., Omiya, M., Orell-Miquel, J., Palle, E., , C. M., Redfield, S., Serabyn, E., Smith, A. M. S., Takahashi, A., Takarada, T., Ueda, A., Van Eylen, V., Vievard, Sébastien, Tamura, M. and Sato, Bunéi. "An Earth-sized Planet around an M5 Dwarf Star at 22 pc." *AJ* 165, 31 (2023)
47. Ignesti, B., Vulcani, P., Marasco, S., Hardcastle, B., Roberts, F., Ignesti, A., Brienza, M., Vulcani, B., Poggianti, B. M., Marasco, A., Smith, R., Hardcastle, M. J., Botteon, A., Roberts, D., Fritz, J., Paladino, R., Gitti, M., Wolter, A., Tomicic, N., McGee, S., Moretti, A., Gullieuszik, M., and **Drabent, A.** "On the Encounter between the GASP Galaxy JO36 and the Radio Plume of GIN 049.", *ApJ* 956, 122 (2023)
48. Jones, A., de Gasperin, F., Cuciti, V., Botteon, A., Zhang, X., Gastaldello, F., Shimwell, T., Simionescu, A., Rossetti, M., Cassano, R., Akamatsu, H., Bonafede, A., Brüggen, M., Brunetti, G., Camillini, L., Di Gennaro, G., **Drabent, A.**, Hoang, D. N., Rajpurohit, K., Natale, R., Tasse, C., and van Weeren, R. J. "The Planck clusters in the LOFAR sky. VI. LoTSS-DR2: Properties of radio relics." *A&A* 680, A31 (2023)
49. Knudstrup, E., Gandolfi, D., Nowak, G., Persson, C. M., Furlan, E., Livingston, J., Matthews, E., Lundkvist, M. S., Winther, M. L., Rørsted, J. L., Albrecht, S. H., **Goffo, E.**, Carleo, I., Deeg, H. J., Collins, K. A., Narita, N., Isaacson, H., Redfield, S., Dai, F., Hirano, T., Akana Murphy, J. M., Beard, C., Buchhave, L. A., Cary, S., Chontos, A., Crossfield, I., Cochran, W. D., Conti, D., Dalba, P. A., **Esposito, M.**, Fajardo-Acosta, S., Giacalone, S., Grunblatt, S. K., Guerra, P., **Hatzes, A. P.**, Holcomb, R., Horta, F. G., Howard, A. W., Huber, D., Jenkins, J. M., Kabath, P., Kane, S., Korth, J., Lam, K. W. F., Lester, K. V., Matson, R., McLeod, K. K., Orell-Miquel, J., Murgas, F., Palle, E., Polanski, A. S., Ricker, G., Robertson, P., Rubenzahl, R., Schlieder, J. E., Seager, S., Smith, A. M. S., Tenenbaum, P., Turtelboom, E., Vanderspek, R., Weiss, L., and Winn, J. "Radial velocity confirmation of a hot super-Neptune discovered by TESS with a warm Saturn-mass companion." *MNRAS* 519, 5637 (2023)
50. Kobak, A., Bartkiewicz, A., Szymczak, M., Olech, M., Durjasz, M., Wolak, P., Chibueze, J. O., Hirota, T., **Eislöffel, J.**, **Stecklum, B.**, Sobolev, A., Bayandina, O., Orosz, G., Burns, R. A., Kim, K. T., and van den Heever, S. P. "Multi-frequency VLBI observations of maser lines during the 6.7 GHz maser flare in the high-mass young stellar object G24.33+0.14." *A&A* 671, A135 (2023)
51. Korth, J., Gandolfi, D., Šubjak, J., Howard, S., Ataiee, S., Collins, K. A., Quinn, S. N.,

- Mustill, A. J., Guillot, T., Lodieu, N., Smith, A. M. S., **Esposito, M.**, Rodler, F., Muresan, A., Abe, L., Albrecht, S. H., Alqasim, A., Barkaoui, K., Beck, P. G., Burke, C. J., Butler, R. P., Conti, D. M., Collins, K. I., Crane, J. D., Dai, F., Deeg, H. J., Evans, P., Grziwa, S., **Hatzen**, A. P., Hirano, T., Horne, K., Huang, C. X., Jenkins, J. M., Kabáth, P., Kielkopf, J. F., Knudstrup, E., Latham, D. W., Livingston, J., Luque, R., Mathur, S., Murgas, F., Osborne, H. L. M., Palle, E., Persson, C. M., Rodriguez, J. E., Rose, M., Rowden, P., Schwarz, R. P., Seager, S., Serrano, L. M., Sha, L., Shectman, S. A., Shporer, A., Srdoc, G., Stockdale, C., Tan, T. G., Teske, J. K., Van Eylen, V., Vanderburg, A., Vanderspek, R., Wang, S. X., and Winn, J. N. "TOI-1130: A photodynamical analysis of a hot Jupiter in resonance with an inner low-mass planet." *A&A* 675, A115 (2023)
52. Kossakowski, D., Kuürster, M., Trifonov, T., Henning, Th., Kemmer, J., Caballero, J. A., Burn, R., Sabotta, S., Crouse, J. S., Fauchez, T. J., Nagel, E., Kaminski, A., Herrero, E., Rodríguez, E., González-Alvarez, E., Quirrenbach, A., Amado, P. J., Ribas, I., Reiners, A., Aceituno, J., Bejar, V. J. S., Baroch, D., Bastelberger, S. T., Chaturvedi, P., Cifuentes, C., Dreizler, S., Jeffers, S. V., Kopparapu, R., Lafarga, M., López-González, M. J., Martín-Ruiz, S., Montes, D., Morales, J. C., Palle, E., Pavlov, A., Pedraz, S., Perdelwitz, V., Pérez-Torres, M., Perger, M., Reffert, S., Rodríguez López, C., Schlecker, M., Schöfer, P., Schweitzer, A., Shan, Y., Shields, A., Stock, S., Wolf, E., Zapatero Osorio, M. R., and Zechmeister, M. "The CARMENES search for exoplanets around M dwarfs. Wolf 1069 b: Earth-mass planet in the habitable zone of a nearby, very low-mass star." *A&A* 670, A84 (2023)
53. Lafarga, M., Ribas, I., Zechmeister, M., Reiners, A., López-Gallifa, Á., Montes, D., Quirrenbach, A., Amado, P. J., Caballero, J. A., Azzaro, M., Béjar, V. J. S., **Hatzen**, P., Henning, Th., Jeffers, S. V., Kaminski, A., Kürster, M., Schöfer, P., Schweitzer, A., Tabernero, H. M., and Osorio, M. R. Zapatero. "The CARMENES search for exoplanets around M dwarfs. Line-by-line sensitivity to activity in M dwarfs." *A&A* 674, A61 (2023)
54. Lampón, M., López-Puertas, M., Sanz-Forcada, J., **Czesla, S.**, Nortmann, L., Casasayas-Barris, N., Orell-Miquel, J., Sánchez-López, A., Danielski, C., Pallé, E., Molaverdikhani, K., Henning, Th., Caballero, J. A., Amado, P. J., Quirrenbach, A., Reiners, A., and Ribas, I. "Characterisation of the upper atmospheres of HAT-P-32 b, WASP-69 b, GJ 1214 b, and WASP-76 b through their He I triplet absorption." *A&A* 673, A140 (2023)
55. Launhardt, R., Pavlyuchenkov, Ya. N., Akimkin, V. V., Dutrey, A., Gueth, F., Guilloteau, S., Henning, Th., Piétu, V., Schreyer, K., Semenov, D., **Stecklum, B.**, and Bourke, T. L. "A resolved rotating disk wind from a young T Tauri star in the Bok globule CB 26." *A&A* 678, A135 (2023)
56. Lesjak, F., Nortmann, L., Yan, F., Cont, D., Reiners, A., Piskunov, N., **Hatzen**, A., Boldt-Christmas, L., **Czesla, S.**, Heiter, U., Kochukhov, O., Lavail, A., Nagel, E., Rains, A. D., Rengel, M., Rodler, F., Seemann, U., and Shulyak, D. "Retrieval of the dayside atmosphere of WASP-43b with CRIRES+." *A&A* 678, A23 (2023)
57. Lillo-Box, J., Gandolfi, D., Armstrong, D. J., Collins, K. A., Nielsen, L. D., Luque, R., Korth, J., Sousa, S. G., Quinn, S. N., Acuña, L., Howell, S. B., Morello, G., Hellier, C., Giacalone, S., Hoyer, S., Stassun, K., Palle, E., Aguichine, A., Mousis, O., Adibekyan, V., Azevedo Silva, T., Barrado, D., Deleuil, M., Eastman, J. D., Fukui, A., Hawthorn, F., Irwin, J. M., Jenkins, J. M., Latham, D. W., Muresan, A., Narita, N., Persson, C. M., Santerne, A., Santos, N. C., Savel, A. B., Osborn, H. P., Teske, J., Wheatley, P. J., Winn, J. N., Barros, S. C. C., Butler, R. P., Caldwell, D. A., Charbonneau, D., Cloutier, R., Crane, J. D., Demangeon, O. D. S., Díaz, R. F., Dumusque, X., **Esposito, M.**, Falk, B., Gill, H.,

- Hojjatpanah, S., Kreidberg, L., Mireles, I., Osborn, A., Ricker, G. R., Rodriguez, J. E., Schwarz, R. P., Seager, S., Serrano Bell, J., Shectman, S. A., Shporer, A., Vezie, M., Wang, S. X., and Zhou, G. "TOI-969: a late-K dwarf with a hot mini-Neptune in the desert and an eccentric cold Jupiter." *A&A* 669, A109 (2023)
58. Luque, R., Osborn, H. P., Leleu, A., Pallé, E., Bonfanti, A., Barragán, O., Wilson, T. G., Broeg, C., Cameron, A. Collier, Lendl, M., Maxted, P. F. L., Alibert, Y., Gandolfi, D., Delisle, J. B., Hooton, M. J., Egger, J. A., Nowak, G., Lafarga, M., Rapetti, D., Twicken, J. D., Morales, J. C., Carleo, I., Orell-Miquel, J., Adibekyan, V., Alonso, R., Alqasim, A., Amado, P. J., Anderson, D. R., Anglada-Escudé, G., Bandy, T., Bárczy, T., Barrado Navascues, D., Barros, S. C. C., Baumjohann, W., Bayliss, D., Bean, J. L., Beck, M., Beck, T., Benz, W., Billot, N., Bonfils, X., Borsato, L., Boyle, A. W., Brandeker, A., Bryant, E. M., Cabrera, J., Carrazco-Gaxiola, S., Charbonneau, D., Charnoz, S., Ciardi, D. R., Cochran, W. D., Collins, K. A., Crossfield, I. J. M., Csizmadia, Sz., Cubillos, P. E., Dai, F., Davies, M. B., Deeg, H. J., Deleuil, M., Deline, A., Delrez, L., Demangeon, O. D. S., Demory, B. O., Ehrenreich, D., Erikson, A., Esparza-Borges, E., Falk, B., Fortier, A., Fossati, L., Fridlund, M., Fukui, A., Garcia-Mejia, J., Gill, S., Gillon, M., **Goffo, E.**, Gómez Maqueo Chew, Y., Güdel, M., **Guenther, E. W.**, Günther, M. N., **Hatzes, A. P.**, Helling, Ch., Hesse, K. M., Howell, S. B., Hoyer, S., Ikuta, K., Isaak, K. G., Jenkins, J. M., Kagetani, T., Kiss, L. L., Kodama, T., Korth, J., Lam, K.W. F., Laskar, J., Latham, D.W., Lecavelier des Etangs, A., Leon, J. P. D., Livingston, J. H., Magrin, D., Matson, R. A., Matthews, E. C., Mordasini, C., Mori, M., Moyano, M., Munari, M., Murgas, F., Narita, N., Nascimbeni, V., Olofsson, G., Osborne, H. L. M., Ottensamer, R., Pagano, I., Parviainen, H., Peter, G., Piotto, G., Pollacco, D., Queloz, D., Quinn, S. N., Quirrenbach, A., Ragazzoni, R., Rando, N., Ratti, F., Rauer, H., Redfield, S., Ribas, I., Ricker, G. R., Rudat, A., Sabin, L., Salmon, S., Santos, N. C., Scandariato, G., Schanche, N., Schlieder, J. E., Seager, S., Ségransan, D., Shporer, A., Simon, A. E., Smith, A. M. S., Sousa, S. G., Stalport, M., Szabó, Gy. M., Thomas, N., Tuson, A., Udry, S., Vanderburg, A. M., Van Eylen, V., Van Grootel, V., Venturini, J., Walter, I., Walton, N. A., Watanabe, N., Winn, J. N., and Zingales, T. "A resonant sextuplet of sub-Neptunes transiting the bright star HD 110067." *Nature* 623.7989. 932 (2023)
59. **Mahatma, V. H.**, **Basu, A.**, Hardcastle, M. J., Morabito, L. K., and van Weeren, R. J. "A low frequency sub-arcsecond view of powerful radio galaxies in rich-cluster environments: 3C 34 and 3C 320." *MNRAS* 520, 4427 (2023)
60. **Mahatma, V. H.** "The Dynamics and Energetics of Remnant and Restarting RLAGN." *Galaxies* 11, 74 (2023)
61. Mallorquí, M., **Goffo, E.**, Palleé, E., Lodieu, N., Béjar, V. J. S., Isaacson, H., Zapatero Osorio, M. R., Dreizler, S., Stock, S., Luque, R., Murgas, F., Peña, L., Sanz-Forcada, J., Morello, G., Ciardi, D. R., Furlan, E., Collins, K. A., Herrero, E., Vanaverbeke, S., Plavchan, P., Narita, N., Schweitzer, A., Pérez-Torres, M., Quirrenbach, A., Kemmer, J., **Hatzes, A. P.**, Howard, A., Schlecker, M., Reffert, S., Nagel, E., Morales, J. C., Orell-Miquel, J., Duque-Arribas, C., Carleo, I., Cifuentes, C., Nowak, G., Ribas, I., Reiners, A., Amado, P. J., Caballero, J. A., Henning, Th., Pinter, V., Murphy, J. M. Akana, Beard, C., Blunt, S., Brinkman, C. L., Cale, B., Chontos, A., Collins, K. I., Crossfield, I. J. M., Dai, F., Dalba, P. A., Dufoer, S., El Mufti, M., Espinoza, N., Fetherolf, T., Fukui, A., Giacalone, S., Gnilka, C., Gonzales, E., Grunblatt, S. K., Howell, S., Huber, D., Kane, S. R., de León, J. P., Lubin, J., MacDougall, M. G., Massey, B., Montes, D., Mori, M., Parviainen, H., Passegger, V. M., Polanski, A. S., Robertson, P., Schwarz, R. P., Srdoc, G., Tabernero, H. M., Tanner, A., Turtelboom, E., Van Zandt, J., Weiss, L., and Zechmeister, M. "TOI-1801 b: A temperate mini-Neptune around a young M0.5 dwarf." *A&A* 680, A76 (2023)

62. **Melnikov, S.**, Boley, P. A., Nikonova, N. S., Caratti o Garatti, A., Garcia Lopez, R., **Stecklum, B.**, **Eislöffel, J.**, and Weigelt, G. "Study of the bipolar jet of the YSO Th 28 with VLT/SINFONI: Jet morphology and H₂ emission." *A&A* 673, A156 (2023)
63. Nagel, E., **Czesla, S.**, Kaminski, A., Zechmeister, M., Tal-Or, L., Schmitt, J. H. M. M., Reiners, A., Quirrenbach, A., García López, A., Caballero, J. A., Ribas, I., Amado, P. J., Béjar, V. J. S., Cortés-Contreras, M., Dreizler, S., **Hatzes, A. P.**, Henning, Th., Jeffers, S. V., Kürster, M., Lafarga, M., López-Puertas, M., Montes, D., Morales, J. C., Pedraz, S., and Schweitzer, A. "The CARMENES search for exoplanets around M dwarfs. Telluric absorption corrected high S/N optical and near-infrared template spectra of 382 M dwarf stars." *A&A* 680, A73 (2023)
64. Oei, M. S. S. L., van Weeren, R. J., Gast, A. R. D. J. G. I. B., Botteon, A., Hardcastle, M. J., Dabholkar, P., Shimwell, T. W., Röttgering, H. J. A., and **Drabent, A.** "Measuring the giant radio galaxy length distribution with the LoTSS." *A&A* 672, A163 (2023)
65. Orell-Miquel, J., Lampón, M., López-Puertas, M., Mallorquín, M., Murgas, F., Peláez-Torres, A., Pallé, E., Esparza-Borges, E., Sanz-Forcada, J., Tabernero, H. M., Nortmann, L., Nagel, E., Parviainen, H., Zapatero Osorio, M. R., Caballero, J. A., **Czesla, S.**, Cifuentes, C., Morello, G., Quirrenbach, A., Amado, P. J., Fernández-Martín, A., Fukui, A., Henning, Th., Kawauchi, K., de Leon, J. P., Molaverdikhani, K., Montes, D., Narita, N., Reiners, A., Ribas, I., Sánchez-López, A., Schweitzer, A., Stangret, M., and Yan, F. "Confirmation of an He I evaporating atmosphere around the 650-Myr-old sub-Neptune HD 235088 b (TOI-1430 b) with CARMENES." *A&A* 677, A56 (2023)
66. O'Sullivan, S. P., Shimwell, T. W., Hardcastle, M. J., Tasse, C., Heald, G., Carretti, E., Brüggen, M., Vacca, V., Sobey, C., Van Eck, C. L., Horellou, C., Beck, R., Bilicki, M., Bourke, S., Botteon, A., Croston, J. H., **Drabent, A.**, Duncan, K., Heesen, V., Ideguchi, S., Kirwan, M., Lawlor, L., Mingo, B., Nikiel-Wroczyński, B., Piotrowska, J., Scaife, A. M. M., and van Weeren, R. J. "The Faraday Rotation Measure Grid of the LOFAR Two-metre Sky Survey: Data Release 2." *MNRAS* 519, 5723 (2023)
67. Palle, E., Orell-Miquel, J., Brady, M., Bean, J., **Hatzes, A. P.**, Morello, G., Morales, J. C., Murgas, F., Molaverdikhani, K., Parviainen, H., Sanz-Forcada, J., Béjar, V. J. S., Caballero, J. A., Sreenivas, K. R., Schlecker, M., Ribas, I., Perdelwitz, V., Tal-Or, L., Pérez-Torres, M., Luque, R., Dreizler, S., Fuhrmeister, B., Aceituno, F., Amado, P. J., Anglada-Escudé, S., Espinoza, N., Essack, Z., Fukui, A., Chew, Y., Gómez Maqueo, Gómez-Muñoz, M. A., Henning, Th., Herrero, E., Jeffers, S. V., Jenkins, J., Kaminski, A., Kasper, J., Kunimoto, M., Latham, D., Lillo-Box, J., López-González, M. J., Montes, D., Mori, M., Narita, N., Quirrenbach, A., Pedraz, S., Reiners, A., Rodríguez, E., Rodríguez-López, C., Sabin, L., Schanche, N., Vanaverbeke, S., Wells, R. D., Zapatero-Osorio, M. R., and Zechmeister, M. "GJ 806 (TOI-4481): A bright nearby multi-planetary system with a transiting hot low density super-Earth." *A&A* 678, A80 (2023)
68. Paul, S., Kale, R., Datta, A., **Basu, A.**, Sur, S., Parekh, V., Gupta, P., Chatterjee, S., Salunkhe, S., Iqbal, A., Pandey-Pommier, M., Raja, R., Rahaman, M., Raychaudhury, S., Nath, B. B., and Majumdar, S. "Exploring diffuse radio emission in galaxy clusters and groups with uGMRT and SKA." *Journal of Astrophysics and Astronomy* 44, 38 (2023):
69. **Pruthvi, H. and Roth, M.** "The New HELLRISE at the Vacuum Tower Telescope." *Sol. Phys.* 298, 41 (2023)
70. Rajpurohit, K., Osinga, E., Brienza, M., Botteon, A., Brunetti, G., Forman, W. R., Riseley, C. J., Vazza, F., Bonafede, A., van Weeren, R. J., Brüggen, M., Rajpurohit, S., **Drabent, A.**, Dallacasa, D., Rossetti, M., Rajpurohit, A. S., **Hoeft, M.**, Bonnassieux, E., Cassano, R., and

Miley, G. K. "Deep low-frequency radio observations of Abell 2256. II. The ultra-steep spectrum radio halo." A&A 669, A1 (2023)

71. Ribas, I., Reiners, A., Zechmeister, M., Caballero, J. A., Morales, J. C., **Sabotta, S.**, Baroch, D., Amado, P. J., Quirrenbach, A., Abril, M., Aceituno, J., Anglada-Escudé, G., Azzaro, M., Barrado, D., Béjar, V. J. S., Benítez de Haro, D., Bergond, G., Bluhm, P., Calvo Ortega, R., Cardona Guillén, C., **Chaturvedi, P.**, Cifuentes, C., Colomé, J., Cont, D., Cortés-Contreras, M., **Czesla, S.**, Díez-Alonso, E., Dreizler, S., Duque-Arribas, C., Espinoza, N., Fernández, M., Fuhrmeister, B., Galadí-Enríquez, D., García-López, A., González-Alvarez, E., González Hernández, J. I., **Guenther, E. W.**, de Guindos, E., **Hatzes, A. P.**, Henning, Th., Herrero, E., Hintz, D., Huelmo, Á. L., Jeffers, S. V., Johnson, E. N., de Juan, E., Kaminski, A., Kemmer, J., Khaimova, J., Khalafinejad, S., Kossakowski, D., Kürster, M., Labarga, F., Lafarga, M., Lalitha, S., Lampón, M., Lillo-Box, J., Lodieu, N., López González, M. J., López-Puertas, M., Luque, R., Magán, H., Mancini, L., Marfil, E., Martín, E. L., Martín-Ruiz, S., Molaverdikhani, K., Montes, D., Nagel, E., Nortmann, L., Nowak, G., Pallé, E., Passegger, V. M., Pavlov, A., Pedraz, S., Perdelwitz, V., Perger, M., Ramón-Ballesta, A., Reffert, S., Revilla, D., Rodríguez, E., Rodríguez-López, C., Sadegi, S., Sánchez Carrasco, M. Á., Sánchez-López, A., Sanz-Forcada, J., Schäfer, S., Schlecker, M., Schmitt, J. H. M., Schöfer, P., Schweitzer, A., Seifert, W., Shan, Y., Skrzypinski, S. L., Solano, E., Stahl, O., Stangret, M., Stock, S., Stürmer, J., Tabernero, H. M., Tal-Or, L., Trifonov, T., Vanaverbeke, S., Yan, F., and Zapatero Osorio, M. R. "The CARMENES search for exoplanets around M dwarfs. Guaranteed time observations Data Release 1 (2016-2020)." A&A 670, A139 (2023)
72. Saito, R. K., **Stecklum, B.**, Minniti, D., Lucas, P. W., Guo, Z., Smith, L. C., Fraga, L., Navarrete, F., Beamín, Juan Carlos, and Morris, Calum. "VVV-WIT-12 and Its Fashionable Nebula: A 4 yr Long-period Young Stellar Object with a Light Echo?" ApJ 958, L1 (2023)
73. Schmitt, J. H. M. M., **Czesla, S.**, Wichmann, R., and Robrade, J. "Apsidal motion in the a CrB binary system revealed through X-ray and optical eclipse timing." A&A 676, A86 (2023)
74. Segal, G., Parkinson, D., Norris, R., Hopkins, A. M., **Andernach, H.**, Alexander, E. L., Carretti, E., Koribalski, B. S., Legodi, L. S., Leslie, S., Luo, Y., Pierce, J. C. S., Tang, H., **Vardoulaki, E.**, and Vernstrom, T. "Identifying anomalous radio sources in the Evolutionary Map of the Universe Pilot Survey using a complexity-based approach." MNRAS 521, 1429 (2023):
75. Silverman, J. D., Mainieri, V., Ding, X., Liu, D., Jahnke, K., Hirschmann, M., Kartaltepe, J., Lambrides, E., Onoue, M., Trakhtenbrot, B., **Vardoulaki, E.**, Bongiorno, A., Casey, C., Civano, F., Faisst, A., Franco, M., Gillman, S., Gozaliasl, G., Hayward, C. C., Koekemoer, A. M., Kokorev, V., Magdis, G., Marchesi, S., Rich, R. M., Sparre, M., Suh, H., Tanaka, T., and Valentino, F.. "Resolving Galactic-scale Obscuration of X-Ray AGNs at z > 1 with COSMOS-Web." ApJ 951, L41 (2023)
76. Simonte, M., **Andernach, H.**, Brüggen, M., Best, P. N., and Osinga, E. "Revisiting the alignment of radio galaxies in the ELAIS-N1 field." A&A 672, A178 (2023)
77. Suárez Mascareño, A., González-Álvarez, E., Zapatero Osorio, M. R., Lillo-Box, J., Faria, J. P., Passegger, V. M., González Hernández, J. I., Figueira, P., Sozzetti, A., Rebolo, R., Pepe, F., Santos, N. C., Cristiani, S., Lovis, C., Silva, A. M., Ribas, I., Amado, P. J., Caballero, J. A., Quirrenbach, A., Reiners, A., Zechmeister, M., Delisle, J. B., Di Marcantonio, P., Dreizler, S., Ehrenreich, D., **Hatzes, A. P.**, Hara, N. C., Henning, Th., Kaminski, A., López-González, M. J., Martins, C. J. A. P., Micela, G., Montes, D., Pallé, E., Pedraz, S., Rodríguez, E., Rodríguez-López, C., Tal-Or, L., Sousa, S., and Udry, S. "Two

temperate Earth-mass planets orbiting the nearby star GJ 1002." A&A 670, A5 (2023)

78. Waidele, M., **Roth, M.**, Singh, N.K., Käpylä, P.J., "On Strengthening of the Solar f-Mode Prior to Active Region Emergence Using the Fourier-Hankel Analysis", Solar Physics 298, 30 (2023)
79. Wu, Z., Coles, W. A., Verbiest, J. P. W., Ambalappat, K. M., Tiburzi, C., Grießmeier, J.-M., Main, R. A., Liu, Y. , Kramer, M., Wucknitz, O., Porayko, N., Osłowski, S., Nielsen, A. B., Donner, J. Y., **Hoeft, M.**, Brüggen, M., Vocks, C. , Dettmar, R. J., Theureau, G., Serylak, M., Kondratiev, V., McKee, J. W., Shaifullah, G. M., Kravtsov, I.P., Zakharenko, V. V., Ulyanov, O., Konovalenko, O. O., Zarka, P., Cecconi, B., Koopmans, L. V. E., and Corbel, S. "Pulsar scintillation studies with LOFAR: II. Dual-frequency scattering study of PSR J0826+2637 with LOFAR and NenuFAR." MNRAS 520, 5536 (2023)
80. Yan, F., Nortmann, L., Reiners, A., Piskunov, N., **Hatzes, A.**, Seemann, U., Shulyak, D., Lavail, A., Rains, A. D., Cont, D., Rengel, M., Lesjak, F., Nagel, E., Kochukhov, O., **Czesla, S.**, Boldt-Christmas, L., Heiter, U., Smoker, J. V., Rodler, F., Bristow, P., Dorn, R. J., Jung, Y., Marquart, T., and Stempels, E. "CRIRES+ detection of CO emissions lines and temperature inversions on the dayside of WASP-18b and WASP-76b." A&A 672, A107 (2023)
81. Zak, J., Jones, D., Boffin, H. M. J., Beck, P. G., Klencki, J., Bodensteiner, J., Shenar, T., Van Winckel, H., Skarka, M., Arellano-Córdova, K., Viuho, J., Sowicka, P., **Guenther, E. W.**, and **Hatzes, A.** "Everything that glitters is not gold: V1315 Cas is not a dormant black hole." MNRAS 524, 5749 (2023) (2023)
82. Zhang, X., Simionescu, A., Gastaldello, F., Eckert, D., Camillini, L., Natale, R., Rossetti, M., Brunetti, G., Akamatsu, H., Botteon, A., Cassano, R., Cuciti, V., Bruno, L., Shimwell, T. W., Jones, A., Kaastra, J. S., Ettori, S., Brüggen, M., de Gasperin, F., **Drabent, A.**, van Weeren, R. J., and Röttgering, H. J. A. "The Planck clusters in the LOFAR sky. III. LoTSS DR2: Dynamic states and density fluctuations of the intracluster medium." A&A 672, A42 (2023)
83. Zhu, Z.-P., Lei, W.H., Malesani, D. B., Fu, S.-Y., Liu, D.-J., Xu, D., D'Avanzo, P., Agüí Fernández., J. F. , Fynbo, J. P. U., Gao, X., **Nicuesa Guelbenzu, A.**, Jiang, S.-Q., Kann, D. A., **Klose, S.**, Liu, J.-Z., Liu, X., De Pasquale, M., de Ugarte Postigo, A., **Stecklum, B.**, Thöne, C., Markku V., Joonas K., Zhu, Y.-N., Li, J.-D., Gao, H., Lu, T.-H., Xiao, S., Zou, Y. C., Xin, L.-P., and Wei, J.-Y. "Optical and Near-infrared Observations of the Distant but Bright "New Year's Burst" GRB 220101A." ApJ 959, 118 (2023)

Referierte Publikationen 2024

1. Abrevaya, X. C., Odert, P., Oppezzo, O. J., Leitzinger, M., Luna, G. J. M., **Guenther, E.**, Patel, M. R., and Hanslmeier, A. "An experimental study of the biological impact of a superflare on the TRAPPIST-1 planets." *MNRAS* 535.2 (2024): 1616–1624.
2. Ahmed, Hopkins, Ware, Gordon, Bilicki, Brown, Cluver, Gürkan, López-Sánchez, Leahy, Ahmed, U. T., Hopkins, A. M., Ware, J., Gordon, Y. A., Bilicki, M., Brown, M. J. I., Cluver, M., Gürkan, G., López-Sánchez, A. . R., Leahy, D. A., Marchetti, L., Phillipps, S., Prandoni, I., Seymour, N., Taylor, E. N., and **Vardoulaki, E.** "EMU/GAMA: Radio-detected galaxies are more obscured than optically selected galaxies." *PASA* 41: e021.
3. Alqasim, A., Grieves, N., Rosario, N. M., Gandolfi, D., Livingston, J. H., Sousa, S., Collins, K. A., Teske, J. K., Fridlund, M., Egger, J. A., Cabrera, J., Hellier, C., Lanza, F., Van Eylen, V., Bouchy, F., Oelkers, R. J., Srdoc, G., Shectman, S., Günther, M., **Goffo, E.**, Wilson, T., Serrano, L. M., Brandeker, A., Wang, S. X., Heitzmann, A., Bonfanti, A., Fossati, L., Alibert, Y., Delrez, L., Sefako, R., Barros, S., Collins, K. I., Demangeon, O. D. S., Albrecht, S. H., Alonso, R., Asquier, J., Barczy, T., Barrado, D., Baumjohann, W., Beck, T., Benz, W., Billot, N., Borsato, L., Broeg, C., Bryant, E. M., Butler, R. P., Cochran, W. D., Cameron, A., Collier, Correia, A. C. M., Crane, J. D., Csizmadia, Sz, Cubillos, P. E., Davies, M. B., Daylan, T., Deleuil, M., Deline, A., Demory, B. O., Derekas, A., Edwards, B., Ehrenreich, D., Erikson, A., Essack, Z., Fortier, A., Gazeas, K., Gillon, M., Gudel, M., Hasiba, J., **Hatze, A. P.**, Helling, Ch, Hirano, T., Howell, S. B., Hoyer, S., Isaak, K. G., Jenkins, J. M., Kanodia, S., Kiss, L. L., Korth, J., Lam, K. W. F., Laskar, J., Etangs, A., Lecavelier des, Lendl, M., Lund, M. B., Luque, R., Mann, A. W., Magrin, D., Maxted, P. F. L., Mordasini, C., Narita, N., Nascimbeni, V., Nowak, G., Olofsson, G., Osborn, H. P., Osborne, H. L. M., Osip, D., Ottensamer, R., Pagano, I., Palle, E., Peter, G., Piotto, G., Pollacco, D., Queloz, D., Ragazzoni, R., Rando, N., Rauer, H., Redfield, S., Ribas, I., Rice, M., Ricker, G. R., Rieder, M., Salmon, S., Santos, N. C., Scandariato, G., Seager, S., Segransan, D., Shporer, A., Simon, A. E., Smith, A. M. S., Stalport, M., Szabo, Gy M., Thompson, I., Twicken, J. D., Udry, S., Vanderspek, R., Van Grootel, V., Venturini, J., Villaver, E., Villaseñor, J., Viotto, V., Walter, I., Walton, N. A., Winn, J. N., and Yee, S. W. "TOI-757 b: an eccentric transiting mini-Neptune on a 17.5-d orbit." *MNRAS* 533.1 (2024): 1–26.
4. Barlow, Kupfer, Smith, Schaffenroth, and Parker] Barlow, B. N., Kupfer, T., Smith, B. A., **Schaffenroth, V.**, and Parker, I. "Hot subdwarfs in close binaries observed from space. III. Reflection effect asymmetry induced by relativistic beaming." *A&A* 686: A126.
5. Bruni, G., Piro, L., Yang, Y.-P., Quai, S., Zhang, B., Palazzi, E., Nicastro, L., Feruglio, C., Tripodi, R., O'Connor, B., Gardini, A., Savaglio, S., Rossi, A., **Nicuesa Guelbenzu, A. M.**, and Paladino, R.: A nebular origin for the persistent radio emission of fast radio bursts. *Nature* 632 (2024), 1014.
6. Beck, P. G., Grossmann, D. H., Steinwender, L., Schimak, L. S., Muntean, N., Vrard, M., Patton, R. A., Merc, J., Mathur, S., Garcia, R. A., Pinsonneault, M. H., Rowan, D. M., **Gaulme, P.**, Allende Prieto, C., Arellano-Córdova, K. Z., Cao, L., Corsaro, E., Creevey, O., Hambleton, K. M., Hanslmeier, A., Holl, B., Johnson, J., Mathis, S., Godoy-Rivera, D., Símon-Díaz, S., and Zinn, J. C. "Constraining stellar and orbital co-evolution through ensemble seismology of solar-like oscillators in binary systems. A census of oscillating red giants and dwarf stars in Gaia DR3 binaries." *A&A* 682: A7 (2024).
7. Bernabò, L. M., Csizmadia, Sz., Smith, A. M. S., Rauer, H., **Hatze, A.**, **Esposito, M.**, Gandolfi,

- D., and Cabrera, J. "Evidence of apsidal motion and a possible co-moving companion star detected in the WASP-19 system." A&A 684: A78 (2024)
8. Biava, N., Bonafede, A., Gastaldello, F., Botteon, A., Brienza, M., Shimwell, T. W., Brunetti, G., Bruno, L., Rajpurohit, K., Riseley, C. J., van Weeren, R. J., Rossetti, M., Cassano, R., De Gasperin, F., **Drabent, A.**, Rottgering, H. J. A., Edge, A. C., and Tasse, C. "First evidence of a connection between cluster-scale diffuse radio emission in cool-core galaxy clusters and sloshing features." A&A 686: A82. (2024)
 9. Campitiello, M. G., Bonafede, A., Botteon, A., Lovisari, L., Ettori, S., Brunetti, G., Gastaldello, F., Rossetti, M., Cassano, R., Igneti, A., van Weeren, R. J., Brüggen, M., and **Hoeft, M.** "A combined LOFAR and XMM-Newton analysis of the disturbed cluster PSZ2G113.91-37.01." A&A 683: A9 (2024)
 10. Carleo, Ilaria, Barrágan, Oscar, Persson, Carina M., Fridlund, Malcolm, Lam, Kristine W. F., Messina, Sergio, Gandolfi, Davide, Smith, Alexis M. S., Johnson, Marshall C., Cochran, William, Osborne, Hannah L. M., Brahm, Rafael, Ciardi, David R., Collins, Karen A., Everett, Mark E., Giacalone, Steven, **Guenther, Eike W., Hatzes, Artie**, Hellier, Coel, Horner, Jonathan, Kabáth, Petr, Korth, Judith, MacQueen, Phillip, Masseron, Thomas, Murgas, Felipe, Nowak, Grzegorz, Rodriguez, Joseph E., Watkins, Cristilyn N., Wittenmyer, Rob, Zhou, George, Ziegler, Carl, Bieryla, Allyson, Boyd, Patricia T., Clark, Catherine A., Dressing, Courtney D., Eastman, Jason D., Eberhardt, Jan, Endl, Michael, Espinoza, Nestor, Fausnaugh, Michael, Guerrero, Natalia M., Henning, Thomas, Hesse, Katharine, Hobson, Melissa J., Howell, Steve B., Jordán, Andrés, Latham, David W., Lund, Michael B., Mireles, Ismael, Narita, Norio, Tala Pinto, Marcelo, Pugh, Teznie, Quinn, Samuel N., Ricker, George, Rodriguez, David R., Rojas, Felipe I., Rose, Mark E., Rudat, Alexander, Sarkis, Paula, Savel, Arjun B., Schlecker, Martin, Schwarz, Richard P., Seager, Sara, Shporer, Avi, Smith, Jeffrey C., Stassun, Keivan G., Stockdale, Chris, Trifonov, Trifon, Vanderspek, Roland, Winn, Joshua N., and Wright, Duncan. "Mass determination of two Jupiter-sized planets orbiting slightly evolved stars: TOI-2420 b and TOI-2485 b." A&A 690: A18 (2024).
 11. Castro-Tirado, A.J., Gupta, R., Pandey, S.B., **Nicuesa Guelbenzu, A.**, Eikenberry, S., Ackley, K., Gerarts, A., Valeev, A.F., Jeong, S., Park, I.H., Oates, S.R., Zhang, B.-B., Sánchez-Ramírez, R., Martín-Carrillo, A., Tello, J.C., Jelinek, M., Hu, Y.-D., Cunniffe, R., Sokolov, V.V., Guziy, S., Ferrero, P., Caballero-García, M.D., Ror, A.K., Aryan, A., Castro Tirado, M.A., Fernández-García, E., Gritsevich, M., Olivares, I., Pérez-García, I., Castro Cerón, J.M., & Cepa, J.: Revealing the characteristics of the dark GRB 150309A: Dust extinguished or high-z? A&A 683 (2024), A55
 12. Cesaroni, R., Moscadelli, L., Caratti o Garatti, A., **Eislöffel, J.**, Fedriani, R., Neri, R., Ray, T., Sanna, A., and **Stecklum, B.** "Radio outburst from a massive (proto)star. III. Unveiling the bipolarity of the radio jet from S255IR NIRS 3." A&A 683: L15 (2024)
 13. Chazelas, Bruno, Ivanisenko, Yevgeniy, Lanotte, Audrey, Santos Diaz, Pablo, Genolet, Ludovic, Sordet, Michael, Hughes, Ian, Lovis, Christophe, Schmidt, Tobias M., Amate Plasencia, Manuel, Peñate Castro, Jose, Vega-Moreno, Afrodisio, Tenegi, Fabio, Simoes, Roberto, González-Hernández, Jonay I., Zapatero Osorio, Maria-Rosa, Piqueras, Javier, Belenguer Dávila, Tomás., Calvo-Ortega, Rocío., Varas González, Roberto, González Fernández, Luis Miguel, Amado, Pedro J., Kern, Jonathan, Dionies, Frank, Bauer, Svend-Marian, Önel, Hakan, Järvinen, Arto, Brynnel, Joar, Füßlein, Christine, Bellido, Olga, Weingrill, Jörg, Giannone, Domenico, Gaessler, Wolfgang, Lehmitz, Michael, Kaminski, Adrian, Stilz, Ingo, **Sigwarth, Michael**, Marconi, Alessandro, Di Marcantonio, Paolo, Oliva, Ernesto, Coretti, Igor, Aliverti, Matteo, Pariani, Giorgio, Cabona, Lorenzo, Radaelli, Edouardo Maria Alberto, Scalera, Marcello Agostino, and Balester, Andrea. "ANDES, the high-resolution spectrograph

- for the ELT: RIZ spectrograph preliminary design.” Ground-based and Airborne Instrumentation for Astronomy X. eds. Julia J. Bryant, Kentaro Motohara, and Jöel. R. D. Vernet, vol. 13096 of Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Conference Series. 2024, 130964J.
14. Halbgewachs, Clemens, Kentischer, Thomas J., Baumgartner, Jörg, Fischer, Andreas, Schubert, Matthias, and **Sigwarth, Michael**. “Building large Fabry-Pérot etalons for the Visible Tunable Filter.” Ground-based and Airborne Instrumentation for Astronomy X. eds. Julia J. Bryant, Kentaro Motohara, and Jöel. R. D. Vernet, vol. 13096 of Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Conference Series. 2024, 1309617.
 15. Cont, D., Nortmann, L., Yan, F., Lesjak, F., Czesla, S., Lavail, A., Reiners, A., Piskunov, N., **Hatzes, A.**, Boldt-Christmas, L., Kochukhov, O., Marquart, T., Nagel, E., Rains, A. D., Rengel, M., Seemann, U., and Shulyak, D. “Exploring the ultra-hot Jupiter WASP-178b. Constraints on atmospheric chemistry and dynamics from a joint retrieval of VLT/CRIRES+ and space photometric data.” *A&A* 688: A206 (2024).
 16. **Czesla, S.**, Lampón, M., Cont, D., Lesjak, F., Orell-Miquel, J., Sanz-Forcada, J., Nagel, E., Nortmann, L., Molaverdikhani, K., López-Puertas, M., Yan, F., Quirrenbach, A., Caballero, J. A., Pallé, E., Aceituno, J., Amado, P. J., Henning, Th., Khalafinejad, S., Montes, D., Reiners, A., Ribas, I., and Schweitzer, A. “The elusive atmosphere of WASP-12 b. High-resolution transmission spectroscopy with CARMENES.” *A&A* 683: A67 (2024).
 17. **Czesla, S.**, Nail, F., Lavail, A., Cont, D., Nortmann, L., Lesjak, F., Rengel, M., Boldt-Christmas, L., Shulyak, D., Seemann, U., Schneider, P. C., **Hatzes, A.**, Kochukhov, O., Piskunov, N., Reiners, A., Wilson, D. J., and Yan, F. “The overflowing atmosphere of WASP-121 b: High-resolution He I I10833 transmission spectroscopy with VLT/CRIRES+.” *A&A* 692: A230 (2024)
 18. Dawson, H., Geier, S., Heber, U., Pelisoli, I., Dorsch, M., **Schaffenroth, V.**, Reindl, N., Culpan, R., Pritzkuleit, M., Vos, J., Soemito, A. A., Roth, M. M., Schneider, D., Uzundag, M., Vučković, M., Antunes Amaral, L., Istrate, A. G., Justham, S., Østensen, R. H., Telting, J. H., Djupvik, A. A., Raddi, R., Green, E. M., Jeffery, C. S., Kepler, S. O., Munday, J., Steinmetz, T., and Kupfer, T. “A 500 pc volume-limited sample of hot subluminous stars. I. Space density, scale height, and population properties.” *A&A* 686: A25 (2024).
 19. Dreizler, S., Luque, R., Ribas, I., Koseleva, V., Ruh, H. L., Nagel, E., Pozuelos, F. J., Zechmeister, M., Reiners, A., Caballero, J. A., Amado, P. J., Béjar, V. J. S., Bean, J. L., Brady, M., Cifuentes, C., Gillon, M., **Hatzes, A. P.**, Henning, Th., Kasper, D., Montes, D., Morales, J. C., Murray, C. A., Pallé, E., Quirrenbach, A., Seifahrt, A., Schweitzer, A., Stürmer, J., Stefansson, G., and Linares, J. I. Vico. “Teegarden’s Star revisited. A nearby planetary system with at least three planets.” *A&A* 684: A117 (2024).
 20. Duchesne, S. W., Botteon, A., Koribalski, B. S., Loi, F., Rajpurohit, K., Riseley, C. J., Rudnick, L., Vernstrom, T., **Andernach, H.**, Hopkins, A. M., Kapinska, A. D., Norris, R. P., and Zafar, T. “Evolutionary Map of the Universe (EMU): A pilot search for diffuse, non-thermal radio emission in galaxy clusters with the Australian SKA Pathfinder.” *PASA* 41: e026 (2024).
 21. Dutta, Riju, Sur, Sharanya, and **Basu, Aritra**. “Probing the Morphology of Polarized Emission Induced by Fluctuation Dynamo Using Minkowski Functionals.” *ApJ* 976.2 (2024): 168.
 22. Foschini, Luigi, Dalla Barba, Benedetta, Tornikoski, Merja, **Andernach, Heinz**, Marziani, Paola, Marscher, Alan P., Jorstad, Svetlana G., Järvelä, Emilia, Antón, Sonia, and Dalla Bontà, Elena. “The Power of Relativistic Jets: A Comparative Study.” *Universe* 10.4 (2024): 156.
 23. Freund, S., **Czesla, S.**, Predehl, P., Robrade, J., Salvato, M., Schneider, P. C., Starck, H., Wolf, J., and Schmitt, J. H. M. M. “The SRG/eROSITA all-sky survey. Identifying the coronal content with HamStar.” *A&A* 684: A121 (2024).

24. Fridlund, M., Georgieva, I. Y., Bonfanti, A., Alibert, Y., Persson, C. M., Gandolfi, D., Beck, M., Deline, A., Hoyer, S., Olofsson, G., Wilson, T. G., Barragán, O., Fossati, L., Mustill, A. J., Brandeker, **A.**, **Hatzes**, A., Florén, H. G., Simola, U., Hooton, M. J., Luque, R., Sousa, S. G., Egger, J. A., Antoniadis-Karnavas, A., Salmon, S., Adibekyan, V., Alonso, R., Anglada, G., Bárczy, T., Barrado Navascués, D., Barros, S. C. C., Baumjohann, W., Beck, T., Benz, W., Bonfils, X., Broeg, C., Cabrera, J., Charnoz, S., Collier Cameron, A., Csizmadia, Sz., Davies, M. B., Deeg, H., Deleuil, M., Delrez, L., Demangeon, O. D. S., Demory, B. O., Ehrenreich, D., Erikson, A., **Esposito, M.**, Fortier, A., Gillon, M., Güdel, M., Heng, K., Isaak, K. G., Kiss, L. L., Korth, J., Laskar, J., Lecavelier des Etangs, A., Lendl, M., Livingston, J., Lovis, C., Magrin, D., Maxted, P. F. L., Muresan, A., Nascimbeni, V., Ottensamer, R., Pagano, I., Pallé, E., Peter, G., Piotto, G., Pollacco, D., Queloz, D., Ragazzoni, R., Rando, N., Rauer, H., Redfield, S., Ribas, I., Santos, N. C., Scandariato, G., Ségransan, D., Serrano, L. M., Simon, A. E., Smith, A. M. S., Steller, M., Szabó, Gy. M., Thomas, N., Udry, S., Van Eylen, V., Van Grootel, V., and Walton, N. A. "Planets observed with CHEOPS. Two super-Earths orbiting the red dwarf star TOI-776." *A&A* 684: A12 (2024)
25. Froebrich, Dirk, Scholz, Aleks, Campbell-White, Justyn, Vanaverbeke, Siegfried, Herbert, Carys, **Eislöffel, Jochen**, Urtly, Thomas, Long, Timothy P., Walton, Ivan L., Wiersema, Klaas, Quinn, Nick J., Rodda, Tony, González-Carballo, Juan-Luis, Morales Aimar, Mario, Castillo García, Rafael, Soldán Alfaro, Francisco C., García de la Cuesta, Faustino, Licchelli, Domenico, Escartin Perez, Alex, Salto González, José Luis, Deldem, Marc, Futcher, Stephen R. L., Nelson, Tim, Dvorak, Shawn, Mózdzierski, Dawid, Kotysz, Krzysztof, Mikołajczyk, Przemysław, Fleming, George, Phillips, Mark, Vale, Tony, Ogmen, Yenal, Dubois, Franky, Rolfe, Samantha M., Campbell, David A., Eggenstein, Heinz-Bernd, Hambach, Franz-Josef, Heald, Michael A., Lewin, Pablo, Rose, Adam C., Stone, Geoffrey, Crow, Martin Valentine, Dawes, Simon Francis, O'Keeffe, Derek, Popowicz, Adam, Bernacki, Krzysztof, Malcher, Andrzej, Lasota, Slawomir, Fiolka, Jerzy, Dustor, Adam, Vajpayee, Amritanshu, Devine, Pat, Kolb, Matthias, Marquette, Jean-Baptiste, Ruppel, Gregg L., Crowson, Dan R., da Silva, Cledison Marcos, Michaud, Michel, Patel, Aashini L., Dickers, Matthew D., Dover, Lord, Grozdanova, Ivana I., Urquhart, James S., and Lynch, Chris J. R. "A survey for variable young stars with small telescopes - VIII. Properties of 1687 Gaia selected members in 21 nearby clusters." *MNRAS* 529.2 (2024): 1283–1298 (2024).
26. **Führmeister, B.**, Schmitt, J. H. M. M., Reiners, A., **Czesla, S.**, Béjar, V. J. S., Caballero, J., **Eislöffel, J.**, Henning, Th., Morales, J. C., Quirrenbach, A., Ribas, I., Robrade, J., Schneider, P. C., and Zechmeister, M. "Coronal and chromospheric activity of Teegarden's star." *A&A* 691: A208 (2024)
27. **Führmeister, B.**, Schneider, P. C., **Sperling, Th.**, France, K., Campbell-White, J., and **Eislöffel, J.** "Measurement of interstellar extinction for classical T Tauri stars using far-UV H₂ line fluxes." *A&A* 692: A69 (2024) (2024).
28. Gajović, L., Adebahr, B., **Basu, A.**, Heesen, V., Brüggen, M., de Gasperin, F., Lara-Lopez, M. A., Oonk, J. B. R., Edler, H. W., Bomans, D. J., Paladino, R., Garduño, L. E., López-Cruz, O., Stein, M., Fritz, J., Piotrowska, J., and Sinha, A. "A spatially resolved radio spectral study of the galaxy M 51." *A&A* 689: A68 (2024).
29. Gatuzz, E., Wilms, J., Zainab, A., Freund, S., Schneider, P. C., Robrade, J., **Czesla, S.**, García, J. A., and Kallman, T. R. "SRG/eROSITA 3D mapping of the interstellar medium using X-ray absorption spectroscopy." *A&A* 688: A207 (2024).
30. Gehan, C., Godoy-Rivera, D., and **Gaulme, P.** "Magnetic activity of red giants: Correlation between the amplitude of solar-like oscillations and chromospheric indicators." *A&A* 686: A93.

31. Geier, S., Heber, U., Irrgang, A., Dorsch, M., Bastian, A., Neunteufel, P., Kupfer, T., Bloemen, S., Kreuzer, S., Möller, L., Schindewolf, M., Schneider, D., Ziegerer, E., Pelisoli, I., **Schaffenroth, V.**, Barlow, B. N., Raddi, R., Geier, S. J., Reindl, N., Rauch, T., Nemeth, P., and Gänsicke, B. T. "A spectroscopic and kinematic survey of fast hot subdwarfs." *A&A* 690: A368 (2024).
32. **Goffo, E.**, Chaturvedi, P., Murgas, F., Morello, G., Orell-Miquel, J., Acuña, L., Pena- Moñino, L., Pallé, E., **Hatzes, A. P.**, Geraldía-González, S., Pozuelos, F. J., Lanza, A. F., Gandolfi, D., Caballero, J. A., Schlecker, M., Pérez-Torres, M., Lodieu, N., Schweitzer, A., Hellier, C., Jeffers, S. V., Duque-Arribas, C., Cifuentes, C., Béjar, V. J. S., Daspute, M., Dubois, F., Dufoer, S., Esparza-Borges, E., Fukui, A., Hayashi, Y., Herrero, E., Mori, M., Narita, N., Parviainen, H., Tal-Or, L., Vanaverbeke, S., Hermelo, I., Amado, P. J., Dreizler, S., Henning, Th., Lillo-Box, J., Luque, R., Mallorquín, M., Nagel, E., Quirrenbach, A., Reffert, S., Reiners, A., Ribas, I., Schöfer, P., Tabernero, H. M., and Zechmeister, M. "TOI-4438 b: a transiting mini-Neptune amenable to atmospheric characterization." *A&A* 685: A147 (2024).
33. Gozaliasl, G., Finoguenov, A., Babul, A., Ilbert, O., Sargent, M., **Vardoulaki, E.**, Faisst, A. L., Liu, Z., Shuntov, M., Cooper, O., Dolag, K., Toft, S., Magdis, G. E., Toni, G., Mobasher, B., Barré, R., Cui, W., and Rennehan, D. "COSMOS brightest group galaxies: III. Evolution of stellar ages." *A&A* 690: A315 (2024).
34. Greiner, J., Krühler, T., Bolmer, J., **Klose, S.**, Afonso, P. M. J., Elliott, J., Filgas, R., Graham, J. F., Kann, D. A., Knust, F., Küpcü Yoldas, A., Nardini, M., **Nicuesa Guelbenzu, A. M.**, Olivares Estay, F., Rossi, A., Schady, P., Schweyer, T., Sudilovsky, V., Varela, K., and Wiseman, P. "The GROND gamma-ray burst sample: I. Overview and statistics." *A&A* 691: A158 (2024).
35. Groot, P. J., Bloemen, S., Vreeswijk, P. M., van Roestel, J. C. J., Jonker, P. G., Nelemans, G., Klein-Wolt, M., Lepoole, R., Pieterse, D. L. A., Rodenhuis, M., Boland, W., Haverkorn, M., Aerts, C., Bakker, R., Balster, H., Bekema, M., Dijkstra, E., Dolron, P., Elswijk, E., van Elteren, A., Engels, A., Fokker, M., de Haan, M., Hahn, F., ter Horst, R., Lesman, D., Kragt, J., Morren, J., Nillissen, H., Pessemier, W., Raskin, G., de Rijke, A., Scheers, L. H. A., Schuil, M., Timmer, S. T., Antunes Amaral, L., Arancibia-Rojas, E., Arcavi, I., Blagorodnova, N., Biswas, S., Breton, R. P., Dawson, H., Dayal, P., De Wet, S., Duffy, C., Faris, S., Fausnaugh, M., Gal-Yam, A., Geier, S., Horesh, A., Johnston, C., Katusiime, G., Kelley, C., Kosakowski, A., Kupfer, T., Leloudas, G., Levan, A., Modiano, D., Mogawana, O., Munday, J., Paice, J., Patat, F., Pelisoli, I., Ramsay, G., Ranaivomanana, P. T., Ruiz-Carmona, R., **Schaffenroth, V.**, Scaringi, S., Stoppa, F., Street, R., Tranin, H., Uzundag, M., Valenti, S., Veresvarska, M., Vucković, M., Wichern, H. C. I., Wijers, R. A. M. J., Wijnands, R. A. D., and Zimmerman, E. "The BlackGEM Telescope Array. I. Overview." *PASP* 136.11 (2024):115003.
36. **Guenther, E. W.**, Fossati, L., and Kabáth, P. "The evaporation of planetary atmospheres." *Contributions of the Astronomical Observatory Skalnate Pleso* 54.2 (2024): 157–163.
37. **Guenther, E. W.**, **Goffo, E.**, Sebastian, D., Smith, A. M. S., Persson, C. M., Fridlund, M., Gandolfi, D., and Korth, J. "A new mass and radius determination of the ultrashort period planet K2-106b and the fluffy planet K2-106c." *MNRAS* 529.1 (2024): 141–154.
38. Günther, Hans Moritz, Pasham, Dheeraj, Binks, Alexander, **Czesla, Stefan**, Enoto, Teruaki, Fausnaugh, Michael, Hambach, Franz-Josef, Inoue, Shun, Maehara, Hiroyuki, Notsu, Yuta, Robrade, Jan, Schmitt, J. H. M. M., and Schneider, P. C. "A Long-duration Superflare on the K Giant HD 251108." *ApJ* 977.1 (2024): 6.
39. Guo, B., Yan, F., Nortmann, L., Cont, D., Reiners, A., Pallé, E., Shulyak, D., Molaverdikhani, K., Henning, Th., Chen, G., Stangret, M., **Czesla, S.**, Lesjak, F., López-Puertas, M., Ribas, I., Quirrenbach, A., Caballero, J. A., Amado, P. J., Blazek, M., Montes, D., Morales, J. C., Nagel,

- E., and Zapatero Osorio, M. R. "Detection of Fe and Ti on the dayside of the ultrahot Jupiter MASCARA-1b with CARMENES." *A&A* 687: A103 (2024).
40. Gupta, Nikhel, Norris, Ray P., Hayder, Zeeshan, Huynh, Minh, Petersson, Lars, Rosalind Wang, X., Hopkins, Andrew M., **Andernach, Heinz**, Gordon, Yjan, Riggi, Simone, Yew, Miranda, Crawford, Evan J., Koribalski, Bärbel, Filipović, Miroslav D., Kapínska, Anna D., Shabala, Stanislav, Vernstrom, Tessa, and Marvil, Joshua R. "RG-CAT: Detection pipeline and catalogue of radio galaxies in the EMU pilot survey." *PASA* 41: e027.
41. Herbert, Carys, Froebrich, Dirk, Vanaverbeke, Siegfried, Scholz, Aleks, **Eislöffel, Jochen**, Urtly, Thomas, Walton, Ivan L., Wiersema, Klaas, Quinn, Nick J., Piehler, Georg, Aimar, Mario Morales, García, Rafael Castillo, Vanmunster, Tonny, Alfaro, Francisco C. Soldán, de la Cuesta, Faustino Garcíá, Licchelli, Domenico, Perez, Alex Escartin, Fernández Mañanes, Esteban, Gracia Ribes, Noelia, González, José Luis Salto, Futcher, Stephen R. L., Nelson, Tim, Dvorak, Shawn, Mózdzierski, Dawid, Kotysz, Krzysztof, Mikołajczyk, Przemysław, Fleming, George, Phillips, Mark, Vale, Tony, Dubois, Franky, Eggenstein, Heinz-Bernd, Heald, Michael A., Lewin, Pablo, O'Keefe, Derek, Popowicz, Adam, Bernacki, Krzysztof, Malcher, Andrzej, Lasota, Slawomir, Fiolka, Jerzy, Ductor, Adam, Percy, Stephen C., Devine, Pat, Patel, Aashini L., Dickers, Matthew D., Dover, Lord, Grozdanova, Ivana I., Urquhart, James S., and Lynch, Chris J. R. "A survey for variable young stars with small telescopes - IX. Evolution of spot properties on YSOs in IC 5070." *MNRAS* 529.4 (2024): 4856–4878.
42. Hölsken, J., **Doerr, H. P.**, Feller, A., and Iglesias, F. A. "Spectroflat: A generic spectrum and flat-field calibration library for spectro-polarimetric data." *A&A* 687: A22 (2024)
43. Kann, D. A., Rossi, A., Oates, S. R., Klose, S., Blazek, M., Agüí Fernández, J. F., de Ugarte Postigo, A., Thöne, C. C., and Schulze, S. "Highly luminous supernovae associated with gamma-ray bursts. II. The luminous blue bump in the afterglow of GRB 140506A." *A&A* 684: A164 (2024).
44. Kann, D. A., White, N. E., Ghirlanda, G., Oates, S. R., Melandri, A., Jelínek, M., de Ugarte Postigo, A., Levan, A. J., Martin-Carrillo, A., Paek, G. S. H., Izzo, L., Blazek, M., Thöne, C. C., Agúí Fernández, J. F., Salvaterra, R., Tanvir, N. R., Chang, T. C., O'Brien, P., Rossi, A., Perley, D. A., Im, M., Malesani, D. B., Antonelli, A., Covino, S., Choi, C., D'Avanzo, P., D'Elia, V., Dichiara, S., Fausey, H. M., Fugazza, D., Gomboc, A., Gorski, K. M., Granot, J., Guidorzi, C., Hanlon, L., Hartmann, D. H., Hudec, R., Jun, H. D., Kim, J., Kim, Y., **Klose, S.**, Klu'zniak, W., Kobayashi, S., Kouveliotou, C., Lidz, A., Marongiu, M., Martone, R., Meintjes, P., Mundell, C. G., Murphy, D., Nalewajko, K., Park, W. K., Szécsi, D., Smith, R. J., **Stecklum, B.**, Steele, I. A., Štrobl, J., Sung, H. I., Updike, A., Urata, Y., and van der Horst, A. J. "Fires in the deep: The luminosity distribution of early-time gamma-ray-burst afterglows in light of the Gamow Explorer sensitivity requirements." *A&A* 686: A56 (2024).
45. Keles, E., **Czesla, S.**, Poppenhaeger, K., Hauschildt, P., Carroll, T. A., Ilyin, I., Baratella, M., Steffen, M., Strassmeier, K. G., Bonomo, A. S., Gaudi, B. S., Henning, T., Johnson, M. C., Molaverdikhani, K., Nascimbeni, V., Patience, J., Reiners, A., Scandariato, G., Schlawin, E., Shkolnik, E., Sicilia, D., Sozzetti, A., Mallonn, M., Veillet, C., Wang, J., and Yan, F. "The PEPSI Exoplanet Transit Survey (PETS) - V. New Na D transmission spectra indicate a quieter atmosphere on HD 189733b." *MNRAS* 530.4 (2024): 4826–4838.
46. Kochukhov, O., Amarsi, A. M., Lavail, A., Ruh, H. L., Hahlin, A., **Hatzes, A.**, Nagel, E., Piskunov, N., Pouilly, K., Reiners, A., Rengel, M., Seemann, U., and Shulyak, D. "A conclusive non-detection of magnetic field in the Am star o Peg with high-precision near-infrared spectroscopy." *A&A* 689: A36 (2024).
47. Koribalski, Bärbel S., Veronica, Angie, Dolag, Klaus, Reiprich, Thomas H., Brüggen, Marcus,

- Heywood, Ian, **Andernach, Heinz**, Dettmar, Ralf-Jürgen, **Hoeft, Matthias**, Zhang, Xiaoyuan, Bulbul, Esra, Garrel, Christian, Józsa, Gyula I. G., and English, Jayanne. "MeerKAT discovery of a double radio relic and odd radio circle: connecting cluster and galaxy merger shocks." MNRAS 531.3 (2024): 3357–3372 (2024).
48. Korth, Judith, **Chaturvedi, Priyanka**, Parviainen, Hannu, Carleo, Ilaria, Endl, Michael, **Guenther, Eike W.**, Nowak, Grzegorz, Persson, Carina M., MacQueen, Phillip J., Mustill, Alexander J., Cabrera, Juan, Cochran, William D., Lillo-Box, Jorge, Hobbs, David, Murgas, Felipe, Greklek-McKeon, Michael, Kellermann, Hanna, Hébrard, Guillaume, Fukui, Akihiko, Pallé, Enric, Jenkins, Jon M., Twicken, Joseph D., Collins, Karen A., Quinn, Samuel N., Šubjak, Ján, Beck, Paul G., Gandolfi, Davide, Mathur, Savita, Deeg, Hans J., Latham, David W., Albrecht, Simon, Barrado, David, Boisse, Isabelle, Bouy, Hervé, Delfosse, Xavier, Demangeon, Olivier, García, Rafael A., **Hatzes, Artie P.**, Heidari, Neda, Ikuta, Kai, Kabáth, Petr, Knutson, Heather A., Livingston, John, Martoli, Eder, Morales-Calderón, María, Morello, Giuseppe, Narita, Norio, Orell-Miquel, Jaume, Osborne, Hanna L. M., Palakkatharappil, Dinil B., Pinter, Viktoria, Redfield, Seth, Relles, Howard M., Schwarz, Richard P., Seager, Sara, Shporer, Avi, Skarka, Marek, Srdoc, Gregor, Stangret, Monika, Thomas, Luis, Van Eylen, Vincent, Watanabe, Noriharu, and Winn, Joshua N. "TOI-1408: Discovery and Photodynamical Modeling of a Small Inner Companion to a Hot Jupiter Revealed by Transit Timing Variations." ApJ 971.2 (2024): L28 (2024).
49. Kovacs, Timea Orsolya, Mao, Sui Ann, **Basu, Aritra**, Ma, Yik Ki, Pakmor, Ruediger, Spitler, Laura G., and Walker, Charles R. H. "Dispersion and rotation measures from fast radio burst (FRB) host galaxies based on the TNG50 simulation." A&A 690: A47 (2024).
50. Lambrides, Erini, Chiaberge, Marco, Long, Arianna S., Liu, Daizhong, Akins, Hollis B., Ptak, Andrew F., Andika, Irham Taufik, Capetti, Alessandro, Casey, Caitlin M., Champagne, Jaclyn B., Chworowsky, Katherine, Clarke, Tracy E., Cooper, Olivia R., Ding, Xuheng, Dong, Dillon Z., Faisst, Andreas L., Forman, Jordan Y., Franco, Maximilien, Gillman, Steven, Gozaliasl, Ghasssem, Hall, Kirsten R., Harish, Santosh, Hayward, Christopher C., Hirschmann, Michaela, Hutchison, Taylor A., Jahnke, Knud, Jin, Shuowen, Kartaltepe, Jeyhan S., Kleiner, Emma T., Koekemoer, Anton M., Kokorev, Vasily, Manning, Sinclair M., Martin, Crystal L., McKinney, Jed, Norman, Colin, Nyland, Kristina, Onoue, Masafusa, Robertson, Brant E., Shuntov, Marko, Silverman, John D., Stiavelli, Massimo, Trakhtenbrot, Benny, **Vardoulaki, Eleni**, Zavala, Jorge A., Allen, Natalie, Ilbert, Olivier, McCracken, Henry Joy, Paquereau, Louise, Rhodes, Jason, and Toft, Sune. "Uncovering a Massive z 7.7 Galaxy Hosting a Heavily Obscured Radio-loud Active Galactic Nucleus Candidate in COSMOS-Web." ApJ 961.1 (2024): L25.
51. Leitzinger, M., Kabáth, P., Vanko, M., Pribulla, T., Komžík, R., Garai, Z., Karjalainen, R., Odert, P., Lipták, J., Heinzel, P., Wollmann, J., Greimel, R., and **Guenther, E. W.** "Spectroscopic characterization of superflares on solar-type stars - a joint observing campaign." Contributions of the Astronomical Observatory Skalnate Pleso 54.2 (2024): 190–193.
52. Lillo-Box, J., Latham, D. W., Collins, K. A., Armstrong, D. J., Gandolfi, D., Jensen, E. L. N., Castro-González, A., Balsalobre-Ruza, O., Montesinos, B., Sousa, S. G., Aceituno, J., Schwarz, R. P., Narita, N., Fukui, A., Cabrera, J., Hadjigeorgiou, A., Kuzuhara, M., Hirano, T., Fridlund, M., **Hatzes, A. P.**, Barragán, O., and Batalha, N. M. "K2-399 b is not a planet: The Saturn that wandered through the Neptune desert is actually a hierarchical eclipsing binary." A&A 689: L8 (2024).
53. Lipták, J., Skarka, M., **Guenther, E.**, **Chaturvedi, P.**, Víkovaá, M., Karjalainen, R., Šubjak, J., **Hatzes, A.**, Bieryla, A., Gandolfi, D., Albrecht, S. H., Beck, P. G., Deeg, H. J., Everett, M. E., Higuera, J., Jones, D., Mathur, S., Patel, Y. G., Persson, C. M., Redfield, S., and Kabáth, P. "Five new eclipsing binaries with low-mass companions." A&A 690: A168 (2024).

54. Marconi, M., et al. (incl. **Roth, M.**), "ANDES, the high resolution spectrograph for the ELT: science goals, project overview, and future developments", Proceedings of the SPIE, Volume 13096, id. 1309613 (2024)
55. Mathur H., Nagaraju K., **Pruthvi H.**, and Sagaynathan K., "Measurements of seeing-induced crosstalk in tip–tilt corrected solar polarimetry," Appl. Opt. 63, 4088-4094 (2024).
56. Merloni, A., Lamer, G., Liu, T., Ramos-Ceja, M. E., Brunner, H., Bulbul, E., Dennerl, K., Doroshenko, V., Freyberg, M. J., Friedrich, S., Gatuzz, E., Georgakakis, A., Haberl, F., Igo, Z., Kreykenbohm, I., Liu, A., Maitra, C., Malyali, A., Mayer, M. G. F., Nandra, K., Predehl, P., Robrade, J., Salvato, M., Sanders, J. S., Stewart, I., Tubín-Arenas, D., Weber, P., Wilms, J., Arcodia, R., Artis, E., Aschersleben, J., Avakyan, A., Aydar, C., Bahar, Y. E., Balzer, F., Becker, W., Berger, K., Boller, T., Bornemann, W., Brüggen, M., Brusa, M., Buchner, J., Burwitz, V., Camilloni, F., Clerc, N., Comparat, J., Coutinho, D., **Czesla, S.**, Dannhauer, S. M., Dauner, L., Dauser, T., Dietl, J., Dolag, K., Dwelly, T., Egg, K., Ehl, E., Freund, S., Friedrich, P., Gaida, R., Garrel, C., Ghirardini, V., Gokus, A., Grünwald, G., Grandis, S., Grotova, I., Gruen, D., Gueguen, A., Hämerich, S., Hamaus, N., Hasinger, G., Haubner, K., Homan, D., Ider Chitham, J., Joseph, W. M., Joyce, A., König, O., Kaltenbrunner, D. M., Khokhriakova, A., Kink, W., Kirsch, C., Kluge, M., Knies, J., Krippendorf, S., Krumpe, M., Kurpas, J., Li, P., Liu, Z., Locatelli, N., Lorenz, M., Müller, S., Magaudda, E., Mannes, C., McCall, H., Meidinger, N., Michailidis, M., Migkas, K., Muñoz-Giraldo, D., Musiimenta, B., Nguyen-Dang, N. T., Ni, Q., Olechowska, A., Ota, N., Pacaud, F., Pasini, T., Perinati, E., Pires, A. M., Pommranz, C., Ponti, G., Poppenhaeger, K., Pühlhofer, G., Rau, A., Reh, M., Reiprich, T. H., Roster, W., Saeedi, S., Santangelo, A., Sasaki, M., Schmitt, J., Schneider, P. C., Schrabbach, T., Schuster, N., Schwope, A., Seppi, R., Serim, M. M., Shreeram, S., Sokolova-Lapa, E., Starck, H., Stelzer, B., Stierhof, J., Suleimanov, V., Tenzer, C., Traulsen, I., Trümper, J., Tsuge, K., Urrutia, T., Veronica, A., Waddell, S. G. H., Willer, R., Wolf, J., Yeung, M. C. H., Zainab, A., Zangrandi, F., Zhang, X., Zhang, Y., and Zheng, X. "The SRG/eROSITA all-sky survey. First X-ray catalogues and data release of the western Galactic hemisphere." A&A 682: A34 (2024)
57. **Meusinger, Helmut and Mhaskey, Mukul.** "A comparison of compact, presumably young with extended, evolved radio active galactic nuclei." A&A 682: A18 (2024).
58. Murgas, F., Pallé E., Orell-Miquel, J., Carleo, I., Peña-Moñino, L., Pérez-Torres, M., Watkins, C. N., Jeffers, S. V., Azzaro, M., Barkaoui, K., Belinski, A. A., Caballero, J. A., Charbonneau, D., Cheryasov, D. V., Ciardi, D. R., Collins, K. A., Cortés-Contreras, M., de Leon, J., Duque-Arribas, C., Enoc, G., Esparza-Borges, E., Fukui, A., Geraldía-González, S., Gilbert, E. A., **Hatzes, A. P.**, Hayashi, Y., Henning, Th., Herrero, E., Jenkins, J. M., Lillo-Box, J., Lodieu, N., Lund, M. B., Luque, R., Montes, D., Nagel, E., Narita, N., Parviaainen, H., Polanski, A. S., Reffert, S., Schlecker, M., Schöfer, P., Schwarz, R. P., Schweitzer, A., Seager, S., Stassun, K. G., Tabernero, H. M., Terada, Y., Twicken, J. D., Vanaverbeke, S., Winn, J. N., Zambelli, R., Amado, P. J., Quirrenbach, A., Reiners, A., and Ribas, I. "Wolf 327b: A new member of the pack of ultra-short-period super-Earths around M dwarfs." A&A 684: A83 (2024).
59. Murphy, A., Whelan, E. T., Bacciotti, F., Coffey, D., Comerón, F., **Eislöffel, J.**, Nisini, B., Antoniucci, S., Alcalá, J. M., and Ray, T. P. "Investigating the asymmetry of young stellar outflows: Combined MUSE-X-shooter study of the Th 28 jet." A&A 691: A48. Nayakshin, Sergei, Cruz Sáenz de Miera, Fernando, Kóspál, Ágnes, Čalovic', Aleksandra, Eislöffel, Jochen, and Lin, Douglas N. C. "Episodic eruptions of young accreting stars: the key role of disc thermal instability due to Hydrogen ionization." MNRAS 530.2 (2024): 1749–1765 (2024).
60. Nitu, Iuliana C., Keith, Michael J., Tiburzi, Caterina, Brüggen, Marcus, Champion, David J., Chen, Siyuan, Cognard, Ismäel, Desvignes, Gregory, Dettmar, Ralf-Jürgen, Grießmeier, Jean-Mathias, Guillemot, Lucas, Guo, Yanjun, **Hoeft, Matthias**, Hu, Huanchen, Jang, Jiwoong,

- Janssen, Gemma H., Jawor, Jedrzej, Karuppusamy, Ramesh, Keane, Evan F., Kramer, Michael, Künsemöller, Jörn, Lackeos, Kristen, Liu, Kuo, Main, Robert A., McKee, JamesW., Porayko, Nataliya K., Shaifullah, Golam M., Theureau, Gilles, and Vocks, Christian. "A Gaussian-processes approach to fitting for time-variable spherical solar wind in pulsar timing data." *MNRAS* 528.2 (2024): 3304–3319 (2024).
61. Nisini, Brunella, Navarro, Maria Gabriela, Giannini, Teresa, Antonucci, Simone, Kavanagh, Patrick, J., Hartigan, Patrick, Bacciotti, Francesca, Caratti o Garatti, Alessio, Noriega-Crespo, Alberto, van Dishoeck, Ewine F., Whelan, Emma T., Arce, Hector G., Cabrit, Sylvie, Coffey, Deirdre, Fedele, Davide, **Eislöffel, Jochen**, Palumbo, Maria Elisabetta, Podio, Linda, Ray, Tom P., Schultze, Megan, Urso, Riccardo G., Alcal'a, Juan M., Bautista, Manuel A., Codella, Claudio, Greene, Thomas P., and Manara, Carlo F. "PROJECT-J: JWST Observations of HH46 IRS and Its Outflow. Overview and First Results." *ApJ* 967.2 (2024): 168 (2024).
 62. Nuza, S. E., **Hoeft, M.**, Contreras-Santos, A., Knebe, A., and Yepes, G. "The Three Hundred project: Radio luminosity evolution from merger-induced shock fronts in simulated galaxy clusters." *A&A* 690: A146 (2024).
 63. Odert, P., Leitzinger, M., Greimel, R., Kabáth, P., Lipták, J., Heinzel, P., Karjalainen, R., Wollmann, J., **Guenther, E. W.**, Skarka, M., Srba, J., Skoda, P., Fryda, J., Brahm, R., Vanzi, L., and Janík, J. "Spectroscopic observations of flares and superflares on AU Mic." *MNRAS*, Advance Access, December 2024
 64. Orell-Miquel, J., Murgas, F., Pallé, E., Mallorquín, M., López-Puertas, M., Lampón, M., Sanz-Forcada, J., Nortmann, L., **Czesla, S.**, Nagel, E., Ribas, I., Stangret, M., Livingston, J., Knudstrup, E., Albrecht, S. H., Carleo, I., Caballero, J. A., Dai, F., Esparza-Borges, E., Fukui, A., Heng, K., Henning, Th., Kagetani, T., Lesjak, F., de Leon, J. P., Montes, D., Morello, G., Narita, N., Quirrenbach, A., Amado, P. J., Reiners, A., Schweitzer, A., and Vico Linares, J. I. "The MOPYS project: A survey of 70 planets in search of extended He I and H atmospheres: No evidence of enhanced evaporation in young planets." *A&A* 689: A179 (2024).
 65. Osborne, H. L. M., Van Eylen, V., **Goffo, E.**, Gandolfi, D., Nowak, G., Persson, C. M., Livingston, J., Weeks, A., Pall'e, E., Luque, R., Hellier, C., Carleo, I., Redfield, S., Hirano, T., Garbaccio Gili, M., Alarcon, J., Barragán, O., Casasayas-Barris, N., Díaz, M. R., **Esposito, M.**, Knudstrup, E., Jenkins, J. S., Murgas, F., Orell-Miquel, J., Rodler, F., Serrano, L., Stangret, M., Albrecht, S. H., Alqasim, A., Cochran, W. D., Deeg, H. J., Fridlund, M., **Hatzes, A. P.**, Korth, J., and Lam, K. W. F. "TOI-544 b: a potential water-world inside the radius valley in a two-planet system." *MNRAS* 527.4 (2024): 11138–11157 (2024).
 66. Pignataro, G. V., Bonafede, A., Bernardi, G., Balboni, M., Vazza, F., van Weeren, R. J., Ubertosi, F., Cassano, R., Brunetti, G., Botteon, A., Venturi, T., Akamatsu, H., **Drabent, A.**, and **Hoeft, M.** "Mind the gap between A2061 and A2067: Unveiling new diffuse, large-scale radio emission." *A&A* 691: A99 (2024).
 67. **Pruthvi, Hemanth, Doerr, Hans-Peter, Roth, Markus, Sigwarth, Michael, and Soltau, Dirk.** "Development of a full-disk solar spectropolarimeter for TauSoL." *Ground-based and Airborne Instrumentation for Astronomy X*. eds. Julia J. Bryant, Kentaro Motohara, and Joël. R. D. Vernet, vol. 13096 of *Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Conference Series*. 2024, 130968B (2024).
 68. Rajpurohit, K., O'Sullivan, E., Schellenberger, G., Brienza, M., Vrtilek, J. M., Forman, W., David, L. P., Clarke, T., Botteon, A., Vazza, F., Giacintucci, S., Jones, C., Brüggen, M., Shimwell, T. W., **Drabent, A.**, Loi, F., Loubser, S. I., Kolokythas, K., Babyk, I., and Röttgering, H. J. A. "A Deep Dive into the NGC 741 Galaxy Group: Insights into a Spectacular Head-tail Radio Galaxy from VLA, MeerKAT, uGMRT, and LOFAR." *ApJ* 976.1 (2024): 64.

69. Rosário, N. M., Demangeon, O. D. S., Barros, S. C. C., Gandolfi, D., Egger, J. A., Serrano, L. M., Osborn, H. P., Beck, M., Benz, W., Florén, H. G., Guterman, P., Wilson, T. G., Alibert, Y., Fossati, L., Hooton, M. J., Delrez, L., Santos, N. C., Sousa, S. G., Bonfanti, A., Salmon, S., Adibekyan, V., Nigioni, A., Venturini, J., Alonso, R., Anglada, G., Asquier, J., Bárczy, T., Barrado Navascues, D., Barragán, O., Baumjohann, W., Beck, T., Billot, N., Biondi, F., Bonfils, X., Borsato, L., Brandeker, A., Broeg, C., Cessa, V., Charnoz, S., Collier Cameron, A., Csizmadia, Sz., Cubillos, P. E., Davies, M. B., Deleuil, M., Deline, A., Demory, B. O., Ehrenreich, D., Erikson, A., **Esposito, M.**, Fortier, A., Fridlund, M., Gillon, M., Gudel, M., Günther, M. N., Helling, Ch., Hoyer, S., Isaak, K. G., Kiss, L. L., Lam, K. W. F., Laskar, J., Lecavelier des Etangs, A., Lendl, M., Luntzer, A., Magrin, D., Maxted, P. F. L., Mordasini, C., Nascimbeni, V., Olofsson, G., Osborne, H. L. M., Ottensamer, R., Pagano, I., Pallé, E., Peter, G., Piotto, G., Pollacco, D., Queloz, D., Ragazzoni, R., Rando, N., Rauer, H., Ribas, I., Scandariato, G., Ségransan, D., Simon, A. E., Smith, A. M. S., Stalport, M., Szabó, Gy. M., Thomas, N., Udry, S., Van Eylen, V., Van Grootel, V., Villaver, E., Walter, I., and Walton, N. A. "Precise characterisation of HD 15337 with CHEOPS: A laboratory for planet formation and evolution." *A&A* 686: A282 (2024).
70. Rost, Agustín M., Nuza, Sebastián E., Stasyszyn, Federico, Kuchner, Ulrike, **Hoeft, Matthias**, Welker, Charlotte, Pearce, Frazer, Gray, Meghan, Knebe, Alexander, Cui, Weiguang, and Yepes, Gustavo. "The three hundred project: thermodynamical properties, shocks, and gas dynamics in simulated galaxy cluster filaments and their surroundings." *MNRAS* 527.1 (2024): 1301–1316.
71. **Roth, Markus, Doerr, Hans-Peter, Pruthvi, Hemanth, Sigwarth, Michael, and Soltau, Dirk.** "The Tautenburg Solar Laboratory (TauSoL) as Pathfinder for SPRING." *Sol. Phys.* 299.4 (2024): 44.
72. Ruh, H. L., Zechmeister, M., Reiners, A., Nagel, E., Shan, Y., Cifuentes, C., Jeffers, S. V., Tal-Or, L., Béjar, V. J. S., Amado, P. J., Caballero, J. A., Quirrenbach, A., Ribas, I., Aceituno, J., **Hatzes, A. P.**, Henning, Th., Kaminski, A., Montes, D., Morales, J. C., Schöfer, P., Schweitzer, A., and Varas, R. "The CARMENES search for exoplanets around M dwarfs: The impact of rotation and magnetic fields on the radial velocity jitter in cool stars." *A&A* 692: A138 (2024).
73. Saito, R. K., Hempel, M., Alonso-García, J., Lucas, P. W., Minniti, D., Alonso, S., Baravalle, L., Borissova, J., Caceres, C., Chen'e, A. N., Cross, N. J. G., Duplancic, F., Garro, E. R., Gómez, M., Ivanov, V. D., Kurtev, R., Luna, A., Majaess, D., Navarro, M. G., Pullen, J. B., Rejkuba, M., Sanders, J. L., Smith, L. C., Albino, P. H. C., Alonso, M. V., Amôres, E. B., Angeloni, R., Arias, J. I., Arnaboldi, M., Barbuy, B., Bayo, A., Beamin, J. C., Bedin, L. R., Bellini, A., Benjamin, R. A., Bica, E., Bonatto, C. J., Botan, E., Braga, V. F., Brown, D. A., Cabral, J. B., Camargo, D., Caratti o Garatti, A., Carballo-Bello, J. A., Catelan, M., Chavero, C., Chijani, M. A., Claría, J. J., Coldwell, G. V., Peña, C. Contreras, Ramos, R. Contreras, Corral-Santana, J. M., Cortés, C. C., Cortés-Contreras, M., Cruz, P., Daza-Perilla, I. V., Debatista, V. P., Dias, B., Donoso, L., D'Souza, R., Emerson, J. P., Federle, S., Fermiano, V., Fernandez, J., Fernández-Trincado, J. G., Ferreira, T., Lopes, C. E. Ferreira, Firpo, V., Flores-Quintana, C., Fraga, L., Froebrich, D., Galdeano, D., Gavignaud, I., Geisler, D., Gerhard, O. E., Gieren, W., Gonzalez, O. A., Gramajo, L. V., Gran, F., Granitto, P. M., Griggio, M., Guo, Z., Gurovich, S., Hilker, M., Jones, H. R. A., Kammers, R., Kuhn, M. A., Kumar, M. S. N., Kundu, R., Lares, M., Libralato, M., Lima, E., Maccarone, T. J., Cortés, P., Marchant, Martin, E. L., Masetti, N., Matsunaga, N., Mauro, F., McDonald, I., Mejías, A., Mesa, V., Milla-Castro, F. P., Minniti, J. H., Bidin, C. Moni, Montenegro, K., Morris, C., Motta, V., Navarete, F., Molina, C., Navarro, Nikzat, F., Castellón, J. L. Nilo, Obasi, C., Ortigoza-Urdaneta, M., Palma, T., Parisi, C., Ramírez, K. Pena, Pereyra, L., Perez, N., Petralia, I., Pichel, A., Pignata, G., Alegría, S., Ramírez, Rojas, A. F., Rojas, D., Roman-Lopes, A., Rovero, A. C., Saroon, S., Schmidt, E. O., Schröder, A. C., Schultheis, M.,

- Sgro, M. A., Solano, E., Soto, M., **Stecklum, B.**, Steeghs, D., Tamura, M., Tissera, P., Valcarce, A. A. R., Valotto, C. A., Vasquez, S., Villalon, C., Villanova, S., Cádiz, F. Vivanco, Bacigalupo, R. Zelada, Zijlstra, A., and Zoccali, M. "The VISTA Variables in the Vía Láctea extended (VVVX) ESO public survey: Completion of the observations and legacy." *A&A* 689: A148 (2024).
74. Santos Diaz, P., Kern, J., Genolet, L., Chazelas, B., Hughes, I., Lanotte, A. A., Weber, M., Füßlein, C., Lovis, C., Dionies, F., Vega-Moreno, A., Peñate Castro, J., Calvo Ortega, Rocio, Varas Gonzalez, Roberto, Simoes, Roberto, Tenegi, F., Ivanisenko, Y., Brynnel, J., Weingrill, J., **Sigwarth, M.**, Sordet, M., Bellido, O., Järvinen, A., Aliverti, M., Cabona, L., Coretti, I., Di Marcantonio, P., Marconi, A., Oliva, E., Pariani, G., Redaelli, E. M. A., Riva, M., and Zanutta, A. "ANDES, the high-resolution spectrograph for the ELT: RIZ & UVB spectrographs' preliminary design, analysis, and integration of the vacuum vessel and thermal enclosure." *Ground-based and Airborne Instrumentation for Astronomy X*. eds. Julia J. Bryant, Kentaro Motohara, and Jöel. R. D. Vernet, vol. 13096 of Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Conference Series. 2024, 130964K
75. Schmider, Francois-Xavier, **Gaulme, Patrick**, Morales-Juberías, Rául, Jackiewicz, Jason, Gonçalves, Ivan, Guillot, Tristan, Simon, Amy A., Wong, Michael H., Underwood, Thomas, Voelz, David, Sanchez, Cristo, DeColibus, Riley, Kovac, Sarah A., Sellers, Sean, Gilliam, Doug, Boumier, Patrick, Appourchaux, Thierry, Dejonghe, Julien, Rivet, Jean Pierre, Markham, Steve, Howard, Saburo, Abe, Lyu, Mekarnia, Djamel, Ikoma, Masahiro, Hanayama, Hidekazu, Sato, Bun'ei, Kunitomo, Masanobu, and Izumiura, Hideyuki. "Three-dimensional Atmospheric Dynamics of Jupiter from Ground-based Doppler Imaging Spectroscopy in the Visible." *The Planetary Science Journal* 5.4 (2024): 100.
76. Schmider, François-Xavier, **Gaulme, Patrick**, Abe, Lyu, Lai, Olivier, Carillet, Marcel, Dejonghe, Julien, Gonçalves, Ivan, Rivet, Jean-Pierre, and Jackiewicz, Jason. "Improvement of Doppler measurements thanks to adaptive optics: the case of JOVIAL+AOC." *Adaptive Optics Systems IX*. eds. Kathryn J. Jackson, Dirk Schmidt, and Elise Vernet, vol. 13097 of Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Conference Series. 2024, 130976Y.
77. Schmitt, J. H. M. M., Hünsch, M., Schneider, P. C., Freund, S., **Czesla, S.**, Robrade, J., and Schwope, A. "'Forbidden' stars in the eROSITA all-sky survey: X-ray emission from very late-type giants." *A&A* 688: A9 (2024).
78. Sicilia, D., Scandariato, G., Guilluy, G., **Esposito, M.**, Borsa, F., Stangret, M., Di Maio, C., Lanza, A. F., Bonomo, A. S., Desidera, S., Fossati, L., Nardiello, D., Sozzetti, A., Malavolta, L., Nascimbeni, V., Rainer, M., D'Arpa, M. C., Mancini, L., Singh, V., Zingales, T., Affer, L., Bignamini, A., Claudi, R., Colombo, S., Cosentino, R., Ghedina, A., Micela, G., Molinari, E., Molinaro, M., Pagano, I., and Piotto, G. "The GAPS Programme at TNG. LVI. Characterisation of the low-density gas giant HAT-P-67 b with GIARPS." *A&A* 687: A143 (2024).
79. Simonte, M., **Andernach, H.**, Brüggen, M., Miley, G. K., and Barthel, P. "Giant radio galaxies in the LOFAR deep fields." *A&A* 686: A21 (2024).
80. Solar, Martín, Michałowski, Michał J., Nadolny, Jakub, Galbany, Lluís, Hjorth, Jens, Zapartas, Emmanouil, Sollerman, Jesper, Hunt, Leslie, **Klose, Sylvio**, Koprowski, Maciej, Leśniewska, Aleksandra, Małkowski, Michał, **Nicuesa Guelbenzu, Ana M.**, Ryzhov, Oleh, Savaglio, Sandra, Schady, Patricia, Schulze, Steve, de Ugarte Postigo, Antonio, Vergani, Susanna D., Watson, Darach, and Wróblewski, Radosław. "Binary progenitor systems for Type Ic supernovae." *Nature Communications* 15.1 (2024): 7667.
81. **Sperling, T.**, **Eislöffel, J.**, Manara, C. F., Campbell-White, J., Schneider, C., Frasca, A., Maucó, K., Siwak, M., Fuhrmeister, B., and Garcia Lopez, R. "PENELLOPE. VI. Searching the

- PENELLOPE/UVES sample with spectro-astrometry: Two new microjets of Sz 103 and XX Cha." A&A 687: A54 (2024).
82. Spurny, P., Borovička, J., Shrbeny, L., Hankey, M., and **Neubert, R.** "Atmospheric entry and fragmentation of the small asteroid 2024 BX1: Bolide trajectory, orbit, dynamics, light curve, and spectrum." A&A 686: A67 (2024).
 83. Šubjak, Ján, Latham, DavidW., Quinn, Samuel N., Berlind, Perry, Calkins, Michael L., Esquerdo, Gilbert A., Brahm, Rafael, Caballero, José A., Collins, Karen A., **Guenther, Eike**, Janík, Jan, Kabáth, Petr, Schwarz, Richard P., Tan, Thiam-Guan, Vanzi, Leonardo, Zambelli, Roberto, Ziegler, Carl, Jenkins, Jon M., Mireles, Ismael, Seager, Sara, Shporer, Avi, Striegel, Stephanie, and Winn, Joshua N. "Evolution of BD-14 3065b (TOI-4987b) from giant planet to brown dwarf as possible evidence of deuterium burning at old stellar ages." A&A 688: A120 (2024).
 84. Susarla, S. C., Chalumeau, A., Tiburzi, C., Keane, E. F., Verbiest, J. P. W., Hazboun, J. S., Krishnakumar, M. A., Iraci, F., Shaifullah, G. M., Golden, A., Bak Nielsen, A. S., Donner, J., Grießmeier, J. M., Keith, M. J., Osłowski, S., Porayko, N. K., Serylak, M., Anderson, J. M., Brüggen, M., Ciardi, B., Dettmar, R. J., **Hoeft, M.**, Künsemöller, J., Schwarz, D., and Vocks, C. "Exploring the time variability of the solar wind using LOFAR pulsar data." A&A 692: A18 (2024).
 85. Tosta e Melo, I., Ducoin, J.-G., Vidadi, Z., Andrade, C., Rupchandani, V., Agayeva, S., Abdelhadi, J., Abe, L., Aguerre-Chariol, O., Aivazyan, V., Alishov, S., Antier, S., Bai, J.-M., Baransky, A., Bednarz, S., Bendjoya, P., Benkhaldoun, Z., Beradze, S., Bizouard, M.~A., Bhardwaj, U., Blazek, M., Boér, M., Broens, E., Burkhanov, O., Christensen, N., Cooke, J., Corradi, W., Coughlin, M.W., Culino, T., Daigne, F., Dornic, D., Duverne, P.-A., Ehgamberdiev, S., Eymar, L., Fouad, A., Freeberg, M., Gendre, B., Guo, F., Gokuldass, P., Guessoum, N., Gurbanov, E., Hainich, R., Hasanov, E., Hello, P., Inasaridze, R., Iskandar, A., Ismailov, N., Janati, A., Jegou du Laz, T., Kann, D.A., Karpov, S., Kiendrebeogo, R.W., Klotz, A., Kneip, R., Kochiashvili, N., Kaeouach, A., Kruiswijk, K., Lamoureux, M., Leroy, N., Lin, W.L., Mao, J., Marchais, D., Mavsek, M., Midavaine, T., Moller, A., Morris, D., Natsvlishvili, R., Navarete, F., **Nicuesa Guelbenzu, A.**, Noonan, K., Noysena, K., Oksanen, A., Orange, N.B., Pellouin, C., Peloton, J., Peng, H.W., Pilloix, M., Popowicz, A., Pradier, T., Pyshna, O., Raaijmakers, G., Rajabov, Y., Rau, A., Rinner, C., Rivet, J.-P., Ryh, A.S., Sabil, M., Sadibekova, T., Sasaki, N., Serrau, M., Simon, A., Shokry, A., Smith, K., Sokoliuk, O., Song, X., Takey, A., Thierry, P., Tillayev, Y., Turpin, D., de Ugarte Postigo, A., Vasylenko, V., Vernet, D., Wang, L., Vachier, F., Vignes, J.P., Wang, X.~, Zeng, X., Zhang, J., and Zhu, Y.: Ready for O4 II: GRANDMA observations of Swift GRBs over eight weeks in spring 2022. A&A 682 (2024), A141
 86. Tsalapatas, K., Arias, M., Shimwell, T., Rajwade, K., Hardcastle, M. J., and **Drabent, A.** "New supernova remnant candidates in the LOFAR Two Metre Sky Survey." A&A 690: A247 (2024).
 87. Vanderwoude, S., West, J. L., Gaensler, B. M., Rudnick, L., Van Eck, C. L., Thomson, A. J. M., **Andernach, H.**, Anderson, C. S., Carretti, E., Heald, G. H., Leahy, J. P., McClure-Griffiths, N. M., O'Sullivan, S. P., Tahani, M., and Willis, A. G. "Prototype Faraday Rotation Measure Catalogs from the Polarisation Sky Survey of the Universe's Magnetism (POSSUM) Pilot Observations." AJ 167.5 (2024): 226 (2024).
 88. Vantyghem, A. N., Galvin, T. J., Sebastian, B., O'Dea, C. P., Gordon, Y. A., Boyce, M., Rudnick, L., Polsterer, K., **Andernach, H.**, Dionyssiou, M., Venkataraman, P., Norris, R., Baum, S. A., Wang, X. R., and Huynh, M. "Rotation and flipping invariant self-organizing maps with astronomical images: A cookbook and application to the VLA Sky Survey QuickLook images." Astronomy and Computing 47: 100824 (2024).

89. von Stauffenberg, A., Trifonov, T., Quirrenbach, A., Reffert, S., Kaminski, A., Dreizler, S., Ribas, I., Reiners, A., Kürster, M., Twicken, J. D., Rapetti, D., Caballero, J. A., Amado, P. J., Béjar, V. J. S., Cifuentes, C., G'ongora, S., **Hatzes, A. P.**, Henning, Th., Montes, D., Morales, J. C., and Schweitzer, A. "The CARMENES search for exoplanets around M dwarfs. Revisiting the GJ 581 multi-planetary system with new Doppler measurements from CARMENES, HARPS, and HIRES." *A&A* 688: A112 (2024).
90. Weber, Michael, Woche, Manfred, Sablowski, Daniel, Strassmeier, Klaus G., Poppenhäger, Katja, Alvarado-Gómez, Julián, David, Bauer, Svend-Marian, Bellido-Tirado, Olga, Brynnel, Joar, Dionies, Frank, Füßlein, Christine, Giannone, Domenico, Järvinen, Arto, Järvinen, Silva, Kern, Jonathan, Önel, Hakan, Schwab, Christian, Weingrill, Jörg, **Roth, Markus, Sigwarth, Michael**, Chazelas, Bruno, Lanotte, Audrey, Santos Diaz, Pablo, Genolet, Ludovic, Sordet, Michael, Hughes, Ian, Lovis, Christophe, Amate, Manuel, Peñate Castro, José, Vega-Moreno, Afrodisio, Luís Simoes, Roberto M., González-Hernández, Jonay I., Zapatero Osorio, María R., Amado, Pedro J., Calvo-Ortega, Rocío, Varas González, Roberto, Gaessler, Wolfgang, Lehmitz, Michael, Kaminski, Adrian, Stilz, Ingo, Zanutta, A., Di Marcantonio, P., Marconi, A., Scalera, M., Aliverti, M., Cabona, L., Pariani, G., Olivia, E., Coretti, I., and Redaelli, E. M. A. "ANDES, the high-resolution spectrograph for the ELT: UVB spectrograph preliminary design." *Ground-based and Airborne Instrumentation for Astronomy X*. eds. Julia J. Bryant, Kentaro Motohara, and Jöel. R. D. Vernet, vol. 13096 of *Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Conference Series*. 2024, 130964A.
91. Wendeborn, John, Espaillat, Catherine C., Lopez, Sophia, Thanathibodee, Thanawuth, Robinson, Connor E., Pittman, Caeley V., Calvet, Nuria, Flors, Nicole, Walter, Fredrick M., Kóspál, Ágnes, Grankin, Konstantin N., Mendigutía, Ignacio, Günther, Hans Moritz, **Eislöffel, Jochen**, Guo, Zhen, France, Kevin, Fiorellino, Eleonora, Fischer, William J., Ábrahám, Peter, and Herczeg, Gregory J. "A Multiwavelength, Multiepoch Monitoring Campaign of Accretion Variability in T Tauri Stars from the ODYSSEUS Survey. I. HST Far-UV and Near-UV Spectra." *ApJ* 970.2 (2024a): 118 (2024).
92. Wendeborn, John, Espaillat, Catherine C., Thanathibodee, Thanawuth, Robinson, Connor E., Pittman, Caeley V., Calvet, Nuria, Kóspál, Ágnes, Grankin, Konstantin N., Walter, Fredrick M., Guo, Zhen, and **Eislöffel, Jochen**. "A Multiwavelength, Multiepoch Monitoring Campaign of Accretion Variability in T Tauri Stars from the ODYSSEUS Survey. II. Photometric Light Curves." *ApJ* 971.1 (2024b): 96 (2024).
93. Wendeborn, John, Espaillat, Catherine C., Thanathibodee, Thanawuth, Robinson, Connor E., Pittman, Caeley V., Calvet, Nuria, Muzerolle, James, Walter, Fredrick M., **Eislöffel, Jochen**, Fiorellino, Eleonora, Manara, Carlo F., Kóspál, Ágnes, Ábrahám, Péter, Claes, Rik, Rigliaco, Elisabetta, Venuti, Laura, Campbell-White, Justyn, McGinnis, Pauline, Gangi, Manuele, Mauco, Karina, Gameiro, Filipe, Frasca, Antonio, and Guo, Zhen. "A Multiwavelength, Multiepoch Monitoring Campaign of Accretion Variability in T Tauri Stars from the ODYSSEUS Survey. III. Optical Spectra." *ApJ* 972.1 (2024): 100 (2024)
94. **Wolf, V., Stecklum, B., Caratti o Garatti, A., Boley, P. A., Fischer, Ch., Harries, T., Eislöffel, J., Linz, H., Ahmadi, A., Kobus, J., Haubois, X., Matter, A., and Cruzalebes, P.** "The accretion burst of the massive young stellar object G323.460.08." *A&A* 688: A8 (2024).
95. Wong, O. Ivy, Garon, A. F., Alger, M. J., Rudnick, L., Shabala, S. S., Willett, K. W., Banfield, J. K., **Andernach, H.**, Norris, R. P., Swan, J., Hardcastle, M. J., Lintott, C. J., White, S. V., Seymour, N., Kapinska, A. D., Tang, H., Simmons, B. D., and Schawinski, K. "Radio galaxy zoo data release 1: 100,185 radio source classifications from the FIRST and ATLAS surveys." *MNRAS*.

96. Yan, Dongdong, Guo, Jianheng, Seon, Kwang-il, López-Puertas, Manuel, **Czesla, Stefan**, and Lampón, Manuel. "A possibly solar metallicity atmosphere escaping from HAT-P-32b revealed by Ha and He absorption." A&A 686: A208 (2024).
97. Zak, J., Bocchieri, A., Sedaghati, E., Boffin, H. M. J., Prudil, Z., Skarka, M., Changeat, Q., Pascale, E., Itrich, D., Ivanov, V. D., Vitkova, M., Kabath, P., **Roth, M.**, and **Hatzes, A.** "Stellar obliquity measurements of six gas giants. Orbital misalignment of WASP-101b and WASP-131b." A&A 686: A147 (2024).
98. Zak, J., Boffin, H. M. J., Sedaghati, E., Bocchieri, A., Changeat, Q., Fukui, A., **Hatzes, A.**, Hillwig, T., Hornoch, K., Itrich, D., Ivanov, V. D., Jones, D., Kabath, P., Kawai, Y., Mugnai, L. V., Murgas, F., Narita, N., Palle, E., Pascale, E., Pravec, P., Redfield, S., Roccati, G., **Roth, M.**, Srba, J., Tian, Q., Tsiaras, A., Turri, D., and Vignes, J. P. "HD 110067 c has an aligned orbit. Measuring the Rossiter-McLaughlin effect inside a resonant multi-planet system with ESPRESSO." A&A 687: L2 (2024).
99. Žuñiga, Johan M., Caretta, César A., and **Andernach, Heinz**. "Nucleation regions in the Large-Scale Structure I: A catalogue of cores in nearby rich superclusters." PASA Žuñiga, Johan M., Caretta, César A., and **Andernach, Heinz**. "Nucleation regions in the Large-Scale Structure I: A catalogue of cores in nearby rich superclusters." PASA 41: e078. (2024)