

Göttingen

Institut für Astrophysik und Geophysik

Friedrich-Hund-Platz 1, D-37077 Göttingen
Telefon: (0551) 39 -25053
Telefax: (0551) 39 -25043
e-Mail: sekr@astro.physik.uni-goettingen.de
Internet: <https://www.astro.physik.uni-goettingen.de>

0 Allgemeines

Das Institut für Astrophysik und Geophysik ist eines von zehn Instituten in der Fakultät für Physik der Georg-August Universität und seit Juni 2005 in einem modernen, gemeinsamen Gebäude im Nordbereich der Universität angesiedelt. Über eine gemeinsame Professur ist das Institut mit dem räumlich benachbarten Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung wissenschaftlich verbunden.

Vorläufer des heutigen Instituts waren die 1750 gegründete erste Sternwarte auf einem Turm der Stadtmauer und die 1816 fertiggestellte „neue Sternwarte“ vor dem Geismartor. Letztere wurde bis 2005 als Universitäts-Sternwarte von den Arbeitsgruppen der Astrophysik genutzt und steht heute als „historische Sternwarte“ anderen Einrichtungen der Universität zur Verfügung.

Zum Institut gehören heute ein modernes 50-cm-Cassegrain-Teleskop in einer Kuppel auf dem Dach des Physikgebäudes sowie ein in das Gebäude integriertes Vakuumvertikalteleskop in Gregory-Bauart mit angeschlossenem optischen Labor, die in Forschung und Lehre eingesetzt werden. Desweiteren betreibt das Institut die zwei 1.2 m MONET-Teleskope am McDonald Observatory in Texas, USA, sowie am South African Astronomical Observatory in Sutherland, Südafrika. Die Universität ist Partner und Teilhaber am Hobby-Eberly Telescope (HET) in West-Texas. Das HET gehört mit einem Spiegeldurchmesser von 10 m zu den größten optischen Teleskopen der Welt. Weitere Partner des HET sind die University of Texas at Austin, die Pennsylvania State University und die Ludwig-Maximilians-Universität München.

Mit Wirkung zum 1.1.2022 wurden die bisher eigenständigen Einrichtungen Institut für Astrophysik und Institut für Geophysik zum neuen Institut für Astrophysik und Geophysik zusammengelegt.

1 Personal und Ausstattung

1.1 Personalstand

Direktoren und Professoren: 6

S. Dreizler (geschäftsführender Direktor) [25041], L. Gizon [25058], W. Kollatschny [25065], J. Niemeyer [28501], A. Reiners [28530], A. Tilgner [27482].

Emeritierte bzw. im Ruhestand befindliche Professoren:

K. Beuermann, W. Deinzer, W. Glatzel, F. Kneer.

Wissenschaftliche Mitarbeiter: 21

Dr. V. Bothmer [25044], Dr. L.-M. Cairos-Barreto, Dr. I. A. M. Chifu, Dr. M. Debus, Dr. B. Eggemeier, Dr. F. Göttgens, Dr. T.-O. Husser [25052], P. Käpylä, Ph.D., M. Latour, Ph.D. [25057], V. F. Mehta, Ph.D., E. Nagel, N.-A. Némec, Dr. H. Nicklas [25039], Dr. L. Nortmann [28511], Dr. K. Reinsch [24037], Dr. A. Rosenthal, Dr. S. Schäfer [25068], L. Schmidt, F. Yan, Ph.D. [25055], Dr. M. Zechmeister [29988], Dr. J. Zimara [25050].

Doktoranden: 13

D. Cont, M. Ellwarth, A. Goodsall, P. Gorrini, F. Lesjak, K. Lüdemann, S. Martens, L. Meerwart, M. Ochmann, M. A. Probst, H.L. Ruh, P. Schwarz, T. A. Timmermann.

Bachelor- und Masterstudenten:

Bachelorstudenten: 27

F. Albrecht, V. Beitz, P. Bolte, J.M. Buchin, J. Cai, M. Döring, J. Dabrunz, P. Ewald, D. Frenzel, J. Haupt, J.A. Kleff, H.K. Lee, L. Losch, M. Ludwig, E. Mazko, L. Melzig, M.-B. Messen, O. Merkes, E. Müller, W. Peter, L. Sauke, F. Schabram, F. Sickert, M. Siemer, S. Sommer, B. Winkle, J. Zwickl.

Masterstudenten: 19

A. Anikumar, C. Bayraktar, L. Beckmann, R. Bohemann, J. El-Kuweiss, C. Fischer, L. Gimm, P. C. Hartogh, M. Hüsch, M. Ludwig, H.K. Lee, C. Meyer, E. Müller, J. Müller-Horn, H.L. Pleiteit, K. Schimpf, M. I. Schmitt, A. Triebe, Z. Shang.

Sekretariat und Verwaltung: 7

N. Böker [25053], D. Krone [28526], A. Lüttich [28526], M. Reich [28086], M. Ständer [24808], A. Vogelpohl, K. Wolters.

Technische Mitarbeiter: 12

H. Anwand-Heerwart [25328], J.-O. Dette [27373], A. Ebbighausen [28532], U. Einecke, K. Hauptner [27373], P. Jeep [25059], P. Rhode [27373], A. Richter [28522], J. Sempert [28532], K. Steinmann [25060], J. Witschel [28522], K. Zourganne [28520].

1.2 Instrumente und Rechenanlagen

50-cm-Cassegrain Teleskop, Vakuum-Vertikalteleskop (VVT), Bruker IFS 125HR Fourier Transform Spectrograph (FTS), Leica Laser-Tracker AT401, Brunson Sighting-Teleskop und Autokollimator, 1,2-m-Teleskope MONET-Nord und -Süd.

2 Wissenschaftliche Arbeiten

2.1 Sonnen- und Plasmaphysik

Helioseismologie

Innerer Aufbau und Dynamik der Sonne (Gizon); Konvektion und magnetische Aktivität (Gizon); Auswertung von SDO- und SOHO-Beobachtungen (Gizon); Vorbereitungsarbeiten für Solar Orbiter (Gizon).

Physik der Sonne, Heliosphäre und des Weltraumwetters

3D Analyse von CMEs mit STEREO und SOHO für ESA-Projekt "Use of L5 Data in CME Propagation Models" (Bothmer, Müller); Sonnenwind- und F-Korona-Modellierungen für Parker Solar Probe, Solar Orbiter (Bothmer, Chifu); Analysen und Vorhersagen zum Weltraumwetter (Bothmer, Müller).

2.2 Stellarastronomie

Beobachtung, Interpretation und Theorie

Entwicklung eines numerischen Verfahrens zur Simulation nichtlinearer, nichtradialer stellarer Pulsationen (Glatzel); Pulsationsgetriebener stellarer Massenverlust (Glatzel); Stabilität und Variabilität massereicher Sterne (Glatzel mit Kraus, Ondrejov, in der POEMS Kollaboration).

Beobachtung und Analyse von Planeten um Masse-arme Sterne (Dreizler, Gorrini, Schwarz); Suche nach Planeten – Kepler und TESS Archivdaten (Dreizler); Stellare Aktivität von Sternen mit Planeten (Dreizler, Gorrini); Stellare Populationen in Kugelsternhaufen (Dreizler, Martens, Göttgens, Husser, Latour); optische und Röntgenbeobachtungen magnetischer kataklysmischer Veränderlicher (Beuermann, Reinsch).

Beobachtung und Simulation magnetischer Sterne (Reiners); Beobachtung und Analyse spektroskopischer Daten zur Suche nach extrasolaren Planeten (Dreizler, Johnson, Reiners, Zechmeister); instrumentelle Entwicklung von Kalibrationsstandards zur Suche nach extrasolaren Planeten (Reiners, Debus, Zimara, Schäfer, Zechmeister); Rotation und differentielle Rotation in Kepler Daten (Gizon, Reiners); Auswertung von Kepler Beobachtungsdaten (Gizon); Schwingungen sonnenähnlicher Sterne (Gizon); Effekte von Sternflecken auf Sternoszillationen (Gizon); Stellare Konvektion und Strahlungstransport (Krüger, Gizon); Verbindung zwischen Rotation, Konvektion und magnetischer Aktivität für sonnenähnliche Sterne (Gizon, Reiners); Suche nach Exomonden in Kepler-Beobachtungsdaten (Rodenbeck, Gizon); Molekulare Emission in Planetenatmosphären (Reiners); CARMENES (Anwand, Dreizler, Johnson, Reiners, Rhode, Schäfer, Zechmeister); CRIRES+ (Reiners, Seaman, Zechmeister); ANDES (Reiners, Zimara, Debus).

Modellgitter für die Asteroseismologie (Gizon).

2.3 Galaktische und Extragalaktische Forschung

Beobachtung und Analyse

Kurz- und Langzeitvariationen von Seyfertgalaxien, Hochauflösende Linienprofilvariationen in Seyfertgalaxien und Broad-Line Radiogalaxien zum Studium der Kinematik und Struktur der zentralen Broad-Line Region von aktiven Galaxien; Multifrequenzuntersuchungen aktiver Galaxien; Emissionslinienprofilanalyse von aktiven Galaxien; Großräumige Umgebung aktiver Galaxien; Galaxienidentifikationen in tiefen MUSE Feldern; räumlich höchst aufgelöste Spektroskopie aktiver/wechselwirkender Galaxien. (Kollatschny, Ochmann, Probst, Gimm)

Theorie

Modellrechnungen zur Struktur und Dynamik der Broad-Line Region aktiver Galaxien mittels ACF- und CCF-Analysen (Kollatschny, Ochmann, Probst)

2.4 Kosmologie

Strukturentstehung mit ultraleichter bosonischer dunkler Materie; Kosmologische Parameterbestimmung; Durchmusterungen zur Intensitätskartierung;

2.5 Entwicklung von Instrumentierung

Spektroskopie der Sonne

Entwicklung eines Aufbaus zur spektroskopischen Untersuchung der Sonne mithilfe des VVT und des FTS, Beobachtung der aufgelösten Sonnenscheibe und Ermöglichen von Spektroskopie der integrierten Sonnenscheibe durch Faserkopplung vom VVT (Schäfer, Reiners).

Test und Charakterisierung von Linienemissionslampen

Charakterisierung von UNe und ThNe Hohlkathodenlampen für das Projekt CARMENES, Erstellung von Linienlisten, Kalibration der Wellenlängenskala des FTS, Identifikation von Emissionslinien und Bewertung der Linien zur Nutzung von Radialgeschwindigkeitsexperimenten, Messungen im VIS und NIR (Reiners, Zechmeister).

Entwicklung von Laserfrequenzkamm und Fabry-Pérot Kalibrationseinheiten

Design und Bau einer FPI Kalibrationseinheit im cm/s Präzisionsbereich, theoretische Untersuchung der Umgebungsvariablen, Test der Einheit, Bau von FPIs für CRIRES+, FEROS, Aufbau eines LFC (Reiners, Schäfer).

Spektroskopie Mode der MONET Teleskope

Entwicklung eines niedrigauflösenden fasergekoppelten Spektrographen, zunächst an MONET-South (Meerwart, Husser, Schäfer, Nicklas).

Weltrauminstrumentierungen und Missionen

NASA Parker Solar Probe WISPR und ESA Solar Orbiter SOLO-HI Imager (Bothmer); NASA PUNCH (Polarimeter to UNify the Corona and Heliosphere) und ESA Vigil Mission (Bothmer); ESA Solar Orbiter Polarimetric and Helioseismic Imager (Gizon); ESA PLATO Mission (Gizon).

2.6 Geophysik

Experimente

Rotierende doppelt diffusiver Konvektion (Rosenthal, Tilgner); Background Oriented Schlieren (BOS) Verfahren in thermischer Konvektion (Menssen)

Numerische Simulation

Gezeitendissipation (Shang, Tilgner); Stabilität von rotierender Konvektion (Kleff, Tilgner); Präzessionsgetriebene Strömungen (Sickert, Tilgner)

Theorie

Berechnung exakter Schranken für Wärmetransport und kinetischer Energie in rotierender Konvektion (Tilgner)

3 Akademische Abschlussarbeiten

3.1 Bachelorarbeiten

Abgeschlossen: 8

Cai, Jinhao: Exploring methods of telluric correction for exoplanet atmospheres studies on the example of CRIRES+ data Göttingen, Institut für Astrophysik und Geophysik, 2023

Döring, Michael: Detektion von Emissionslinienobjekten im SMC Kugelsternhaufen NGC 419 Göttingen, Institut für Astrophysik und Geophysik, 2023

Melzig, Lukas: High-resolution broadband planetary spectroscopy with a Fourier-transform spectrograph (FTS) - Evaluation of the setup at the Vacuum Vertical Telescope (VVT) Göttingen, Institut für Astrophysik und Geophysik, 2023

Merkes, Ole: Cartesian Approximation of Convection in Spherical Shells. Göttingen, Institut für Astrophysik und Geophysik, 2023

Schabram, Fabian: Efficient calculation of finite difference methods on GPUs using Julia. Göttingen, Institut für Astrophysik und Geophysik, 2023

Siemer, Michael: Effects of limb-darkening on the retrieval of orbital and planetary parameters from transit light curves, particularly in the grazing regime. Göttingen, Institut für Astrophysik und Geophysik, 2023

Winkle, Beate Avika: Analysis of the System K2-266 Göttingen, Institut für Astrophysik und Geophysik, 2023

Wolfram, Peter: Search for helium in exoplanetary atmospheres with ground-based high-resolution spectroscopy Göttingen, Institut für Astrophysik und Geophysik, 2023

3.2 Masterarbeiten

Abgeschlossen: 2

Fischer, Christoph: Design and Assembly of a Light Distribution Point for the IAG FTS Göttingen, Institut für Astrophysik und Geophysik, 2023

Johanna Müller-Horn: Spectroscopic binaries in the globular cluster 47 Tuc with MUSE Göttingen, Institut für Astrophysik und Geophysik, 2023

3.3 Dissertationen

Abgeschlossen: 3

Cont, David: Exoplanet Atmosphere Characterization with High-Resolution Doppler Spectroscopy. Göttingen, Institut für Astrophysik und Geophysik, 2023

Gurgenashvili, Eka: Rieger periodicity in sun-like stars Göttingen, Institut für Astrophysik und Geophysik, 2023

Lüdemann, Kevin: Spanwise rotating convection in an ideal gas. Göttingen, Institut für Astrophysik und Geophysik, 2023

3.4 Habilitationen

Abgeschlossen: 0

4 Veröffentlichungen

4.1 In referierten Zeitschriften (80)

Albekioni, M., Zaqarashvili, T. V., and Kukhianidze, V.: Rossby waves on stellar equatorial β planes: Uniformly rotating radiative stars. *Astron. Astrophys.* **671** (2023), A91

Albekioni, M., Zaqarashvili, T. V., Kukhianidze, V., Gurgenashvili, E., and Bourdin, P.: Equatorially trapped Rossby waves in radiative stars. *Astronomische Nachrichten* **344** (2023)(10), e20230083

Bacon, R., Brinchmann, J., Conseil, S., Maseda, M., Nanayakkara, T., Wendt, M., Bacher, R., Mary, D., Weilbacher, P. M., Krajnović, D., Boogaard, L., Bouché, N., Contini, T., Epinat, B., Feltre, A., Guo, Y., Herenz, C., Kollatschny, W., Kusakabe, H., Leclercq, F., Michel-Dansac, L., Pello, R., Richard, J., Roth, M., Salvignol, G., Schaye, J., Steinmetz, M., Tresse, L., Urrutia, T., Verhamme, A., Vitte, E., Wisotzki, L., and Zoutendijk, S. L.: The MUSE Hubble Ultra Deep Field surveys: Data release II. *Astron. Astrophys.* **670** (2023), A4

Bello-García, A., Passetger, V. M., Ordieres-Meré, J., Schweitzer, A., Caballero, J. A., González-Marcos, A., Ribas, I., Reiners, A., Quirrenbach, A., Amado, P. J., Béjar, V. J. S., Cifuentes, C., Henning, T., Kaminski, A., Luque, R., Montes, D., Morales, J. C., Pedraz, S., Taberner, H. M., and Zechmeister, M.: The CARMENES search for exoplanets around M dwarfs. A deep transfer learning method to determine T_{eff} and $[M/H]$ of target stars. *Astron. Astrophys.* **673** (2023), A105

- Benomar, O., Takata, M., Bazot, M., Sekii, T., Gizon, L., and Lu, Y.: Detecting active latitudes of Sun-like stars using asteroseismic a -coefficients. *Astron. Astrophys.* **680** (2023), A27
- 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. *Astron. Astrophys.* **671** (2023), A50
- Brady, M., Bean, J. L., Seifahrt, A., Kasper, D., Luque, R., Reiners, A., Benneke, B., Stefánsson, G., and Stürmer, J.: Measuring the Obliquities of the TRAPPIST-1 Planets with MAROON-X. *Astron. J.* **165** (2023)(3), 129
- Calchetti, D., Stangalini, M., Jafarzadeh, S., . . . , Gizon, L., . . . : Spectropolarimetric investigation of magnetohydrodynamic wave modes in the photosphere: First results from PHI on board Solar Orbiter. *Astron. Astrophys.* **674** (2023), A109
- Creevey, O. L., Sordo, R., Pailer, F., . . . , Shulyak, D., and Silvester, J.: Gaia Data Release 3. Astrophysical parameters inference system (Apsis). I. Methods and content overview. *Astron. Astrophys.* **674** (2023), A26
- Davis, D., Gebhardt, K., Cooper, E. M., Ciardullo, R., Fabricius, M., Farrow, D. J., Feldmeier, J. J., Finkelstein, S. L., Gawiser, E., Gronwall, C., Hill, G. J., Hopp, U., House, L. R., Jeong, D., Kollatschny, W., Komatsu, E., Landriau, M., Liu, C., Saito, S., Tuttle, S., Wold, I. G. B., Zeimann, G. R., and Zhang, Y.: The HETDEX Survey Emission-line Exploration and Source Classification. *Astrophys. J.* **946** (2023)(2), 86
- Davis, D., Gebhardt, K., Cooper, E. M., Bowman, W. P., Garcia Castanheira, B., Chisholm, J., Ciardullo, R., Fabricius, M., Farrow, D. J., Finkelstein, S. L., Gronwall, C., Gawiser, E., Hill, G. J., Hopp, U., House, L. R., Jeong, D., Kollatschny, W., Komatsu, E., Liu, C., Niemeyer, M. L., Saldana-Lopez, A., Saito, S., Schneider, D. P., Snigula, J., Tuttle, S., Weiss, L. H., Wisotzki, L., and Zeimann, G.: HETDEX Public Source Catalog 1-Stacking 50,000 Lyman Alpha Emitters. *Astrophys. J.* **954** (2023)(2), 209
- Dorn, R. J., Bristow, P., Smoker, J. V., . . . , Reiners, A., . . . : CRIRES+ on sky at the ESO Very Large Telescope. Observing the Universe at infrared wavelengths and high spectral resolution. *Astron. Astrophys.* **671** (2023), A24
- Eggemeier, B., Niemeyer, J. C., Jedamzik, K., and Easther, R.: Stochastic gravitational waves from postinflationary structure formation. *Phys. Rev. D* **107** (2023)(4), 043503
- Eggemeier, B., O'Hare, C. A. J., Pierobon, G., Redondo, J., and Wong, Y. Y. Y.: Axion minivoids and implications for direct detection. *Phys. Rev. D* **107** (2023)(8), 083510
- Ellwarth, M., Schäfer, S., Reiners, A., and Zechmeister, M.: The IAG spectral atlas of the spatially resolved Sun: Centre-to-limb observations. *Astron. Astrophys.* **673** (2023), A19
- Ellwarth, M., Ehmann, B., Schäfer, S., and Reiners, A.: Convective characteristics of Fe I lines across the solar disc. *Astron. Astrophys.* **680** (2023), A62
- 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. *Astron. Astrophys.* **670** (2023), A71
- 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, T., Lodieu, N., Martín-Fernández, 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. *Astron. Astrophys.* **678** (2023), A1
- 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., Taberner, H. M., Tal-Or, L., Osorio, M. R. Z., Hatzes, A. P., Henning, T., 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. *Astron. Astrophys.* **675** (2023), A141
- González-Álvarez, E., Zapatero Osorio, M. R., Caballero, J. A., . . . , Reiners, A., . . . : Two sub-Neptunes around the M dwarf TOI-1470. *Astron. Astrophys.* **675** (2023), A177
- 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., Galadí-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. *Astron. Astrophys.* **680** (2023), A28
- Gosenca, M., Eberhardt, A., Wang, Y., Eggemeier, B., Kendall, E., Zagorac, J. L., and Easther, R.: Multifield ultralight dark matter. *Phys. Rev. D* **107** (2023)(8), 083014
- 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⁺. *Astron. Astrophys.* **675** (2023), A91
- 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, V. J. S., Caballero, J. A., Hatzes, A. P., and Montes, D.: Modeling the Chromosphere and Transition Region of Planet-hosting Star GJ 436. *Astrophys. J.* **954** (2023)(1), 73
- Hoof, S. and Schulz, L.: Updated constraints on axion-like particles from temporal information in supernova SN1987A gamma-ray data. *Journ. Cosmol. Astropart. Phys.* **2023** (2023)(3), 054
- Hotta, H., Bekki, Y., Gizon, L., Noraz, Q., and Rast, M.: Dynamics of Large-Scale Solar Flows. *Space Science Rev.* **219** (2023)(8), 77
- Işık, E., van Saders, J. L., Reiners, A., and Metcalfe, T. S.: Scaling and Evolution of Stellar Magnetic Activity. *Space Science Rev.* **219** (2023)(8), 70
- Jiang, C., Wu, T., Feinstein, A. D., Stassun, K. G., Bedding, T. R., Veras, D., Corsaro, E., Buzasi, D. L., Stello, D., Li, Y., Mathur, S., García, R. A., Breton, S. N., Lundkvist, M. S., Mikołajczyk, P. J., Gehan, C., Campante, T. L., Bossini, D., Kane, S. R., Joel Ong, J. M., Yıldız, M., Kayhan, C., Çelik Orhan, Z., Örtel, S., Zhang, X., Cunha, M. S., de Moura, B. L., Yu, J., Huber, D., Ou, J.-w., Wittenmyer, R. A., Gizon, L., and Chaplin, W. J.: TESS Asteroseismic Analysis of HD 76920: The Giant Star Hosting an Extremely Eccentric Exoplanet. *Astrophys. J.* **945** (2023)(1), 20
- Johnson, M. C., Wang, J., Asnodkar, A. P., Bonomo, A. S., Gaudi, B. S., Henning, T., Ilyin, I., Keles, E., Malavolta, L., Mallonn, M., Molaverdikhani, K., Nascimbeni, V., Patience, J., Poppenhaeger, K., Scandariato, G., Schlawin, E., Shkolnik, E., Sicilia, D., Sozzetti,

- A., Strassmeier, K. G., Veillet, C., and Yan, F.: The PEPSI Exoplanet Transit Survey (PETS). II. A Deep Search for Thermal Inversion Agents in KELT-20 b/MASCARA-2 b with Emission and Transmission Spectroscopy. *Astron. J.* **165** (2023)(4), 157
- Kahil, F., Gandorfer, A., Hirzberger, J., Calchetti, D., Sinjan, J., Valori, G., Solanki, S. K., Van Noort, M., Albert, K., Albelo Jorge, N., Alvarez-Herrero, A., Appourchaux, T., Bellot Rubio, L. R., Blanco Rodríguez, J., Feller, A., Fiethe, B., Germerott, D., Gizon, L., Guerrero, L., Gutierrez-Marques, P., Kolleck, M., Korpi-Lagg, A., Michalik, H., Moreno Vacas, A., Orozco Suárez, D., Pérez-Grande, I., Sanchis Kilders, E., Schou, J., Schühle, U., Staub, J., Strecker, H., del Toro Iniesta, J. C., Volkmer, R., and Woch, J.: Wavefront error of PHI/HRT on Solar Orbiter at various heliocentric distances. *Astron. Astrophys.* **675** (2023), A61
- Kollatschny, W., Grupe, D., Parker, M. L., Ochmann, M. W., Schartel, N., Romero-Colmenero, E., Winkler, H., Komossa, S., Famula, P., Probst, M. A., and Santos-Lleo, M.: The outburst of the changing-look AGN IRAS 23226-3843 in 2019. *Astron. Astrophys.* **670** (2023), A103
- Kossakowski, D., Kürster, M., Trifonov, T., . . . , Reiners, A., . . . , Dreizler, S., . . . , Schöfer, P., . . . , A., Shan, . . . , 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. *Astron. Astrophys.* **670** (2023), A84
- Käpylä, P. J.: Transition from anti-solar to solar-like differential rotation: Dependence on Prandtl number. *Astron. Astrophys.* **669** (2023), A98
- 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., Hatzes, A. P., Henning, T., Jeffers, S. V., Kaminski, A., Kürster, M., Schöfer, P., Schweitzer, A., Tabernerero, H. M., and Osorio, M. R. Z.: The CARMENES search for exoplanets around M dwarfs. Line-by-line sensitivity to activity in M dwarfs. *Astron. Astrophys.* **674** (2023), A61
- 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, T., 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. *Astron. Astrophys.* **673** (2023), A140
- Latour, M., Hämmerich, S., Dorsch, M., Heber, U., Husser, T. O., Kamman, S., Dreizler, S., and Brinchmann, J.: SHOTGLAS. II. MUSE spectroscopy of blue horizontal branch stars in the core of ω Centauri and NGC6752. *Astron. Astrophys.* **677** (2023), A86
- Lesjak, F., Nortmann, L., Yan, F., Cont, D., Reiners, A., Piskunov, N., Hatzes, 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⁺. *Astron. Astrophys.* **678** (2023), A23
- Lüdemann, K. and Tilgner, A.: Thermal convection in compressible gas with spanwise rotation. *Phys. Rev. Fluids* **103502** (2023) (8)
- Mallorquín, M., Béjar, V. J. S., Lodieu, N., Zapatero Osorio, M. R., Tabernerero, H., Suárez Mascareño, A., Zechmeister, M., Luque, R., Pallé, E., and Montes, D.: Dynamical masses of two young transiting sub-Neptunes orbiting HD 63433. *Astron. Astrophys.* **671** (2023), A163
- Mallorquín, M., Goffo, E., Pallé, E., . . . , Dreizler, S., . . . , Nagel, E., . . . , Reiners, A., . . . , Zechmeister, M.: TOI-1801 b: A temperate mini-Neptune around a young M0.5 dwarf. *Astron. Astrophys.* **680** (2023), A76
- Martens, S., Kamann, S., Dreizler, S., Göttgens, F., Husser, T.-O., Latour, M., Balakina, E., Krajinović, D., Pechetti, R., and Weibacher, P. M.: Kinematic differences between

- multiple populations in Galactic globular clusters. *Astron. Astrophys.* **671** (2023), A106
- Marvin, C. J., Reiners, A., Anglada-Escudé, G., Jeffers, S. V., and Boro Saikia, S.: Absolute Ca II H & K and H-alpha flux measurements of low-mass stars: Extending R'_{HK} to M dwarfs. *Astron. Astrophys.* **671** (2023), A162
- Mentuch Cooper, E., Gebhardt, K., Davis, D., . . . , Dentler, M., . . . , Kollatschny, W., . . . , and HETDEX Collaboration: HETDEX Public Source Catalog 1: 220 K Sources Including Over 50 K Ly α Emitters from an Untargeted Wide-area Spectroscopic Survey. *Astrophys. J.* **943** (2023)(2), 177
- Mierla, M., Cremades, H., Andretta, V., Chifu, I., . . . : Three Eruptions Observed by Remote Sensing Instruments Onboard Solar Orbiter. *Sol. Phys.* **298** (2023)(3), 42
- Monreal-Ibero, A., Weilbacher, P. M., Micheva, G., Kollatschny, W., and Maseda, M.: UM 462, a local green pea galaxy analogue under the MUSE magnifying glass. *Astron. Astrophys.* **674** (2023), A210
- Mtchedlidze, S., Domínguez-Fernández, P., Du, X., Schmidt, W., Brandenburg, A., Niemeyer, J., and Kahniashvili, T.: Inflationary and Phase-transitional Primordial Magnetic Fields in Galaxy Clusters. *Astrophys. J.* **944** (2023)(1), 100
- Murgas, F., Castro-González, A., Pallé, E., Pozuelos, F. J., Millholland, S., Foo, O., Korth, J., Marfil, E., Amado, P. J., Caballero, J. A., Christiansen, J. L., Ciardi, D. R., Collins, K. A., Di Sora, M., Fukui, A., Gan, T., Gonzales, E. J., Henning, T., Herrero, E., Isopi, G., Jenkins, J. M., Lillo-Box, J., Lodieu, N., Luque, R., Mallia, F., Morales, J. C., Morello, G., Narita, N., Orell-Miquel, J., Parviainen, H., Pérez-Torres, M., Quirrenbach, A., Reiners, A., Ribas, I., Safonov, B. S., Seager, S., Schwarz, R. P., Schweitzer, A., Schlecker, M., Strakhov, I. A., Vanaverbeke, S., Watanabe, N., Winn, J. N., and Zechmeister, M.: Two super-Earths at the edge of the habitable zone of the nearby M dwarf TOI-2095. *Astron. Astrophys.* **677** (2023), A182
- 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, T., 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. *Astron. Astrophys.* **680** (2023), A73
- Navarrete, F. H., Käpylä, P. J., Schleicher, D. R. G., and Banerjee, R.: Effects of the centrifugal force in stellar dynamo simulations. *Astron. Astrophys.* **678** (2023), A9
- Nitschai, M. S., Neumayer, N., Clontz, C., Häberle, M., Seth, A. C., Husser, T. O., Kamann, S., Alfaro-Cuello, M., Kacharov, N., Bellini, A., Dotter, A., Dreizler, S., Feldmeier-Krause, A., Latour, M., Libralato, M., Milone, A. P., Pechetti, R., van de Ven, G., Voggel, K., and Weisz, D. R.: oMEGACat. I. MUSE Spectroscopy of 300,000 Stars within the Half-light Radius of ω Centauri. *Astrophys. J.* **958** (2023)(1), 8
- Némec, N. E., Shapiro, A. I., Işık, E., Solanki, S. K., and Reinhold, T.: Forward modelling of brightness variations in Sun-like stars. II. Light curves and variability. *Astron. Astrophys.* **672** (2023), A138
- Nölke, J. D., Solanki, S. K., Hirzberger, J., . . . , Gizon, L., . . . : Coronal voids and their magnetic nature. *Astron. Astrophys.* **678** (2023), A196
- Orell-Miquel, J., Nowak, G., Murgas, F., Palle, E., Morello, G., Luque, R., Badenas-Agusti, M., Ribas, I., Lafarga, M., Espinoza, N., Morales, J. C., Zechmeister, M., Alqasim, A., Cochran, W. D., Gandolfi, D., Goffo, E., Kabáth, P., Korth, J., Lam, K. W. F., Livingston, J., Muresan, A., Persson, C. M., and Van Eylen, V.: HD 191939 revisited: New and refined planet mass determinations, and a new planet in the habitable zone. *Astron. Astrophys.* **669** (2023), A40

- 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, T., 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. *Astron. Astrophys.* **677** (2023), A56
- Ortiz-Rodríguez, C. A., Käpylä, P. J., Navarrete, F. H., Schleicher, D. R. G., Mennickent, R. E., Hidalgo, J. P., and Toro-Velásquez, B.: Simulations of dynamo action in slowly rotating M dwarfs: Dependence on dimensionless parameters. *Astron. Astrophys.* **678** (2023), A82
- Palle, E., Orell-Miquel, J., Brady, M., . . . , Tal-Or, L., . . . , Dreizler, S., . . . , Reiners, A., . . . , and Zechmeister, M.: GJ 806 (TOI-4481): A bright nearby multi-planetary system with a transiting hot low-density super-Earth. *Astron. Astrophys.* **678** (2023), A80
- Perger, M., Anglada-Escudé, G., Baroch, D., Lafarga, M., Ribas, I., Morales, J. C., Herrero, E., Amado, P. J., Barnes, J. R., Caballero, J. A., Jeffers, S. V., Quirrenbach, A., and Reiners, A.: A machine learning approach for correcting radial velocities using physical observables. *Astron. Astrophys.* **672** (2023), A118
- Philidet, J. and Gizon, L.: Interaction of solar inertial modes with turbulent convection. A 2D model for the excitation of linearly stable modes. *Astron. Astrophys.* **673** (2023), A124
- Ribas, I., Reiners, A., Zechmeister, M., . . . , Cont, D., . . . , Dreizler, S., . . . , Johnson, E. N., . . . , Khaimova, J., . . . , Nortmann, L., . . . , Schäfer, S., . . . , Schöfer, . . . , Shan, Y., . . . , Tal-Or, L., . . . , Yan, F., . . . : The CARMENES search for exoplanets around M dwarfs. Guaranteed time observations Data Release 1 (2016-2020). *Astron. Astrophys.* **670** (2023), A139
- Saracino, S., Kamann, S., Bastian, N., Gieles, M., Shenar, T., Reindl, N., Müller-Horn, J., Usher, C., Dreizler, S., and Hénault-Brunet, V.: A closer look at the binary content of NGC 1850. *Monthly Not. R. Astron. Soc.* **526** (2023)(1), 299-322
- Scandariato, G., Borsa, F., Bonomo, A. S., Gaudi, B. S., Henning, T., Ilyin, I., Johnson, M. C., Malavolta, L., Mallonn, M., Molaverdikhani, K., Nascimbeni, V., Patience, J., Pino, L., Poppenhaeger, K., Schlawin, E., Shkolnik, E. L., Sicilia, D., Sozzetti, A., Strassmeier, K. G., Veillet, C., Wang, J., and Yan, F.: The PEPsi Exoplanet Transit Survey (PETS). III. The detection of Fe I, Cr I, and Ti I in the atmosphere of MASCARA-1 b through high-resolution emission spectroscopy. *Astron. Astrophys.* **674** (2023), A58
- Schou, J., Hirzberger, J., Orozco Suárez, D., . . . , Gizon, L., . . . : The ratio of horizontal to vertical displacement in solar oscillations estimated from combined SO/PHI and SDO/HMI observations. *Astron. Astrophys.* **673** (2023), A84
- Shapiro, A. V., Brühl, C., Klingmüller, K., Steil, B., Shapiro, A. I., Witzke, V., Kostogryz, N., Gizon, L., Solanki, S. K., and Lelieveld, J.: Metal-rich stars are less suitable for the evolution of life on their planets. *Nature Communications* **14** (2023), 1893
- Sinjan, J., Calchetti, D., Hirzberger, J., . . . , Gizon, L., . . . : Magnetic fields inferred by Solar Orbiter: A comparison between SO/PHI-HRT and SDO/HMI. *Astron. Astrophys.* **673** (2023), A31
- 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., Adibekyan, V., Alibert, Y., Béjar, V. J. S., Benatti, S., D'Odorico, V., Damasso, M., Delisle, J. B., Di Marcantonio, P., Dreizler, S., Ehrenreich, D., Hatzes, A. P., Hara, N. C., Henning, T., 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. *Astron. Astrophys.* **670** (2023), A5
- Thao, P. C., Mann, A. W., Gao, P., Owens, D. A., Vanderburg, A., Newton, E. R., Tang, Y., Fields, M. J., David, T. J., Irwin, J. M., Husser, T.-O., Charbonneau, D., and Ballard, S.: Hazy with a Chance of Star Spots: Constraining the Atmosphere of Young Planet K2-33b. *Astron. J.* **165** (2023)(1), 23
- Timmermann, A., Shan, Y., Reiners, A., and Pack, A.: Revisiting equilibrium condensation and rocky planet compositions. Introducing the ECCOPLANETS code. *Astron. Astrophys.* **676** (2023), A52
- Trifonov, T., Brahm, R., Jordán, A., Hartogh, C., Henning, T., Hobson, M. J., Schlecker, M., Howard, S., Reichardt, F., Espinoza, N., Lee, M. H., Nesvorný, D., Rojas, F. I., Barakoui, K., Kossakowski, D., Boyle, G., Dreizler, S., Kürster, M., Heller, R., Guillot, T., Triaud, A. H. M. J., Abe, L., Agabi, A., Bendjoya, P., Crouzet, N., Dransfield, G., Gasparretto, T., Günther, M. N., Marie-Sainte, W., Mékarnia, D., Suarez, O., Teske, J., Butler, R. P., Crane, J. D., Shectman, S., Ricker, G. R., Shporer, A., Vanderspek, R., Jenkins, J. M., Wohler, B., Collins, K. A., Collins, K. I., Ciardi, D. R., Barclay, T., Mireles, I., Seager, S., and Winn, J. N.: TOI-2525 b and c: A Pair of Massive Warm Giant Planets with Strong Transit Timing Variations Revealed by TESS. *Astron. J.* **165** (2023)(4), 179
- Valori, G., Calchetti, D., Moreno Vacas, A., . . . , Gizon, L., . . . : Stereoscopic disambiguation of vector magnetograms: First applications to SO/PHI-HRT data. *Astron. Astrophys.* **677** (2023), A25
- Vilović, I., Schulze-Makuch, D., and Heller, R.: Variations in climate habitability parameters and their effect on Earth’s biosphere during the Phanerozoic Eon. *Scientific Reports* **13** (2023), 12663
- Vinkó, J., Thomas, B. P., Wheeler, J. C., Ho, A. Y. Q., Cooper, E. M., Gebhardt, K., Ciardullo, R., Farrow, D. J., Hill, G. J., Jäger, Z., Kollatschny, W., Liu, C., Regős, E., and Sárneczky, K.: Searching for Supernovae in HETDEX Data Release 3. *Astrophys. J.* **946** (2023)(1), 31
- Vogt, S. M. L., Marsh, D. J. E., and Laguë, A.: Improved mixed dark matter halo model for ultralight axions. *Phys. Rev. D* **107** (2023)(6), 063526
- Waidele, M., Roth, M., Singh, N. K., and Käpylä, P. J.: On Strengthening of the Solar f-Mode Prior to Active Region Emergence Using the Fourier-Hankel Analysis. *Sol. Phys.* **298** (2023)(2), 30
- Wittrock, J. M., Plavchan, P. P., Cale, B. L., Barclay, T., Ludwig, M. R., Schwarz, R. P., Mékarnia, D., Triaud, A. H. M. J., Abe, L., Suarez, O., Guillot, T., Conti, D. M., Collins, K. A., Waite, I. A., Kielkopf, J. F., Collins, K. I., Dreizler, S., El Mufti, M., Feliz, D. L., Gaidos, E., Geneser, C. S., Horne, K. D., Kane, S. R., Lowrance, P. J., Martioli, E., Radford, D. J., Reefe, M. A., Roccatagliata, V., Shporer, A., Stassun, K. G., Stockdale, C., Tan, T.-G., Tanner, A. M., and Vega, L. D.: Validating AU Microscopii d with Transit Timing Variations. *Astron. J.* **166** (2023)(6), 232
- 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. *Astron. Astrophys.* **672** (2023), A107
- Yang, D., Gizon, L., Barucq, H., . . . : Direct assessment of SDO/HMI helioseismology of active regions on the Sun’s far side using SO/PHI magnetograms. *Astron. Astrophys.* **674** (2023), A183
- Yang, D., Gizon, L., and Barucq, H.: Imaging individual active regions on the Sun’s far side with improved helioseismic holography. *Astron. Astrophys.* **669** (2023), A89

Yeo, K. L., Krivova, N. A., Solanki, S. K., . . . , Gizon, L., . . . : Reconstruction of total solar irradiance variability as simultaneously apparent from Solar Orbiter and Solar Dynamics Observatory. *Astron. Astrophys.* **679** (2023), A25

Yermolaev, Y. I., Slemzin, V. A., and Bothmer, V.: Editorial to the Special Issue “Solar Wind Structures and Phenomena: Origins, Properties, Geoeffectiveness, and Prediction”. *Universe* **9** (2023)(1), 53

Yu, J., Khanna, S., Themessl, N., Hekker, S., Dréau, G., Gizon, L., and Bi, S.: Revised Extinctions and Radii for 1.5 Million Stars Observed by APOGEE, GALAH, and RAVE. *Astrophys. J. Suppl. Ser.* **264** (2023)(2), 41

4.2 Konferenzbeiträge (3)

Cifuentes, C., Caballero, J. A., Cortés-Contreras, M., Montes, D., Béjar, V. J. S., Zapatero Osorio, M. R., Ribas, I., Reiners, A., Quirrenbach, A., Amado, P. J., and Seifert, W.: About the multiplicity of M dwarfs. In: Manteiga, M., Bellot, L., Benavidez, P., de Lorenzo-Cáceres, A., Fuente, M. A., Martínez, M. J., Vázquez Acosta, M., and Dafonte, C. (eds.): *Highlights on Spanish Astrophysics XI*, 166

Kostogryz, N., Shapiro, A. I., Witzke, V., Grant, D., Wakeford, H. R., Stevenson, K. B., Solanki, S. K., and Gizon, L.: MPS-ATLAS Library of Stellar Model Atmospheres and Spectra. *Research Notes of the American Astronomical Society* **7** (2023)(3), 39

Marsh, D. J. E. and Hoof, S. In: Kimball, D. F. J. and van Bibber, K. (eds.): *Astrophysical Searches and Constraints*. The Search for Ultralight Bosonic Dark Matter, 73. (2023).

Stefan Dreizler