

Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 82 (2024)
Heft: 1

Artikel: Unterwegs mit dem Solar Orbiter
Autor: Walder, Claudia
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1096155>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 27.03.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Knapp 50 Sonden brachen schon zur Sonne auf

Unterwegs mit dem Solar Orbiter

Der Solar Orbiter, ein Projekt der Europäischen Weltraumorganisation ESA, untersucht den Sonnenwind. Eine der Hauptaufgaben in Lucia Kleints Team wird sein, die Auswirkungen von Sonnenausbrüchen auf das Erdmagnetfeld besser zu verstehen.

Beitrag: Claudia Walder

In den 1960er-Jahren lieferte der deutsch-schweizerischer Physiker *Johannes Geiss* als Erster die Zusammensetzung von Edelgasen im Sonnenwind und war an nicht weniger als fünf Apollomissionen wissenschaftlich tätig. Unvergessen bleibt gewiss der Augenblick, als *Buzz Aldrin* im Rahmen von Apollo 11 als erste Handlung das Sonnensegel der Uni Bern auf der Mondoberfläche neben der Landefähre installierte, noch bevor er die US-Flagge entfaltet! Zusammen mit dem kanadisch-französischen Atom- und Astrophysiker *Hubert Reeves* ermittelte *Geiss* die kosmische Häufigkeit von Deuterium und berechnete deren baryonische Dichte von 0.2 Atomen pro Kubikmeter.

ZAHLEICHIGE MISSIONEN VOR DEM SOLAR ORBITER

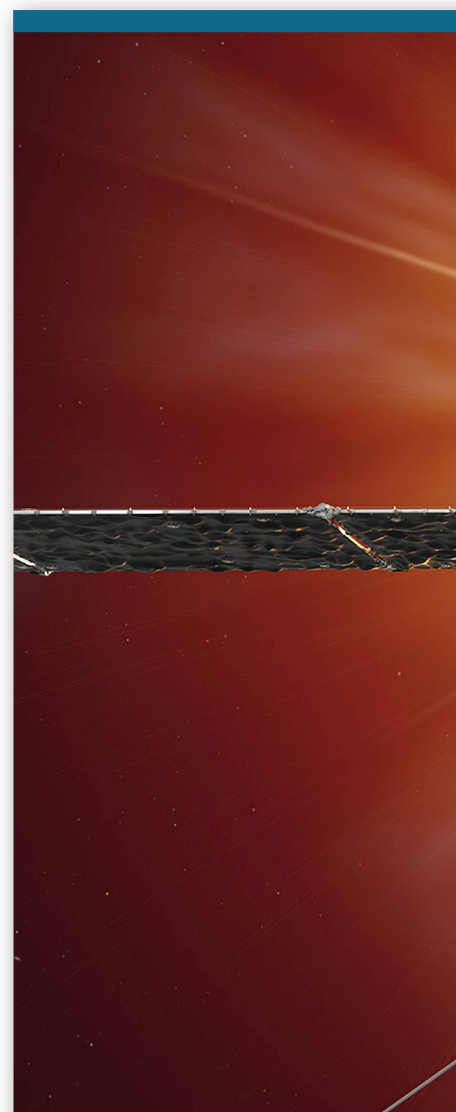
Unsere Sonne wird seit den 1960er-Jahren auch mit Satelliten erforscht. SolRad-1 / GRAB-1 war ein kombinierter Wissenschafts- und Überwachungssatellit, der am 22. Juni 1960 in die Umlaufbahn gebracht wurde. Es war der erste Satellit, der erfolgreich solare Röntgenstrahlen beobachtete und eine Überwachung aus der Umlaufbahn durchführte. Mit den baugleichen US-Sonden Helios 1 (1974) und Helios 2 (1976) hoben erstmals Raumflugkörper unter deutsch-amerikanischer Kooperation in Richtung Sonne ab. Aber auch die Japaner, Russen und Ukrainer starteten ab 1991 Sonden zur Sonnenerforschung. Eine grössere Mission war Ulysses 1990, ein

Gemeinschaftsprojekt zwischen ESA und NASA. 1995 schliesslich wurde das Solar and Heliospheric Observatory (SOHO), dessen Mission voraussichtlich 2025 endet, im Lagrange-Punkt L1 in ca. 1.5 Millionen km Entfernung von der Erde positioniert. 2006 brachen die zwei fast identischen Raumsonden STEREO (Solar TERrestrial RELations Observatory) in Richtung Sonne auf, welche erstmals die Wechselwirkung von Teilchenausbrüchen mit der Magnetosphäre der Erde räumlich untersuchte. 2012 konnte STEREO A einen starken, dem Carrington-Ereignis vergleichbaren koronalen Massenauswurf unbeschadet aufzeichnen. Mit STEREO B gab es 2014 Probleme; zeitweilig verlor man den Kontakt zur Sonde, konnte diesen jedoch zwei Jahre später wieder herstellen. Man versuchte die STEREO B schrittweise hochzufahren, was jedoch Jahre hätte dauern können. So entschloss man sich 2018 auf die vorläufige Einstellung der Kontaktaufnahme.

Abbildung 1: Solar Orbiter wird mehrere schwerkraftunterstützte Manöver auf der Venus durchführen, um seine Umlaufbahn aus der Ekliptikebene zu verschieben und so die Pole der Sonne betrachten zu können.

Bild: ESA

Die NASA-Sonde Parker Solar Probe ist die jüngste Mission vor dem Solar Orbiter und erforscht die Sonnenkorona. Man will vor allem herausfinden, warum sich die Sonnenatmosphäre auf mehrere Millionen Grad Celsius aufheizt und wie der Sonnenwind beschleunigt wird.



DEM SONNENWIND AUF DER SPUR

Der Solar Orbiter hob am 10. Februar 2020 in Richtung Sonne ab. Es handelt sich um die erste Mittelklasse-Mission (M-Class) des Wissenschaftsprogramms Cosmic Vision 2015 – 2025 der ESA. Die Sonde wird einiges aushalten müssen. *«Ein Problem sind die hohen Temperaturen von mehr als 500 Grad. Solar Orbiter hat ein sehr komplexes Hitzeschild, welches aber natürlich Öffnungen für die Teleskope zur Beobachtung der Sonne haben muss»,* erklärt Lucia Kleint auf Anfrage. *«Die Temperaturen übersteigen 500 Grad auf der sonnenzugewandten Seite. Der Hitzeschild ist eine technische Meisterleistung. Die Lösung war ein neuartiger Hitzeschild, welcher vorne aus einer haardünnen Titanfolie besteht und dann auf weiteren ca. 40 cm aus mehr als drei Dutzend anderen Schichten.»*

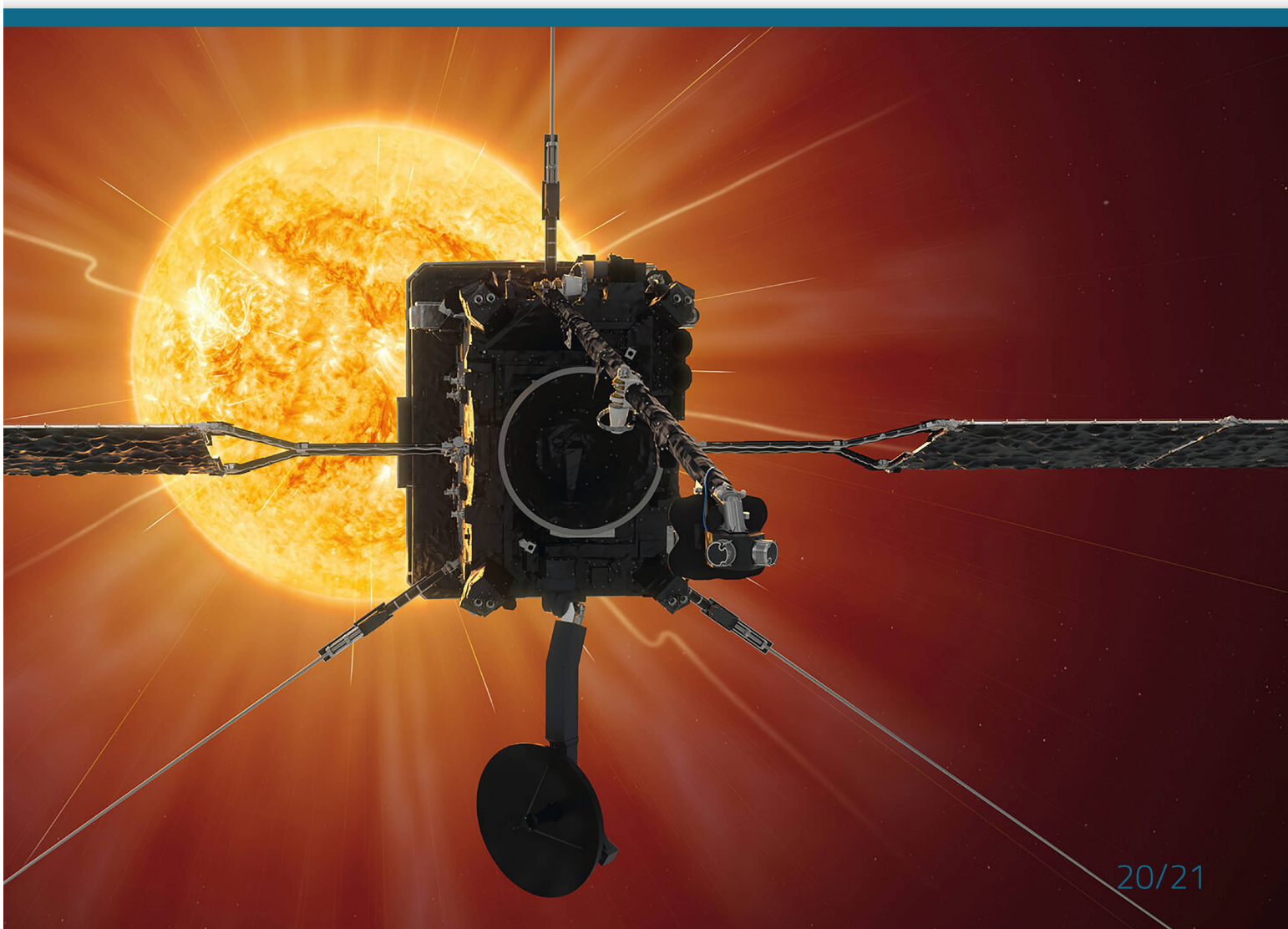
Weitere technische Herausforderungen seien, wie man die vielen Daten aus

einer so grossen Distanz zur Erde transferiert und wie man die Mission mit möglichst wenig Treibstoffverbrauch planen kann. Der Solar Orbiter hole bei Venus den nötigen «Schwung», führt Kleint weiter aus. *«Ein anderes Problem sind stets die hohen Kosten, welche dazu führen, dass man bei Missionen sehr selektiv ist und sie kritisch begutachtet. Die ist natürlich positiv, führt aber zu einer langen Planungs- und Bewilligungszeit.»*

Die Solar Orbiter-Mission verfolgt vier Hauptziele: Man will dem Sonnenwind auf die Spur kommen und herausfinden, wie er erzeugt wird und wie die Partikel des Sonnenwinds beschleunigt werden. Ein Augenmerk gilt dabei den Sonnenpolen. Dies ist auch der Grund, warum man die Sonde in einer leichten Inklination um die Sonne fliegen lässt. Hier geht es um die Frage, was bei einer Umkehr der Polarität geschieht. Weiter wollen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler verstehen,

wie das solare Magnetfeld erzeugt wird und wie die Magnetfeldlinien durch die Sonnenatmosphäre und im Weltraum verlaufen. Eine für uns wichtige Frage, die auch das Team um Lucia Kleint beschäftigen wird, sind Fragen rund um das «Weltraumwetter», etwa, welche Auswirkungen Flares und koronale Massenauswürfe auf das Sonnensystem haben.

«Solar Orbiter hat den riesigen Vorteil, dass er 10 verschiedene Instrumente an Bord hat. So kann man gleichzeitig die verschiedenen Schichten der Sonne fotografieren, ihr Magnetfeld messen, mittels Spektroskopie ihre Zusammensetzung bestimmen und auch den Sonnenwind untersuchen. Zusätzlich macht Solar Orbiter auch sogenannte in-situ Messungen, kann also Teilchen und Magnetfeld messen am Ort, wo Solar Orbiter gerade fliegt. Durch diese Kombination wird man ein Gesamtbild der Sonne und ihrer Umgebung erstellen können.»



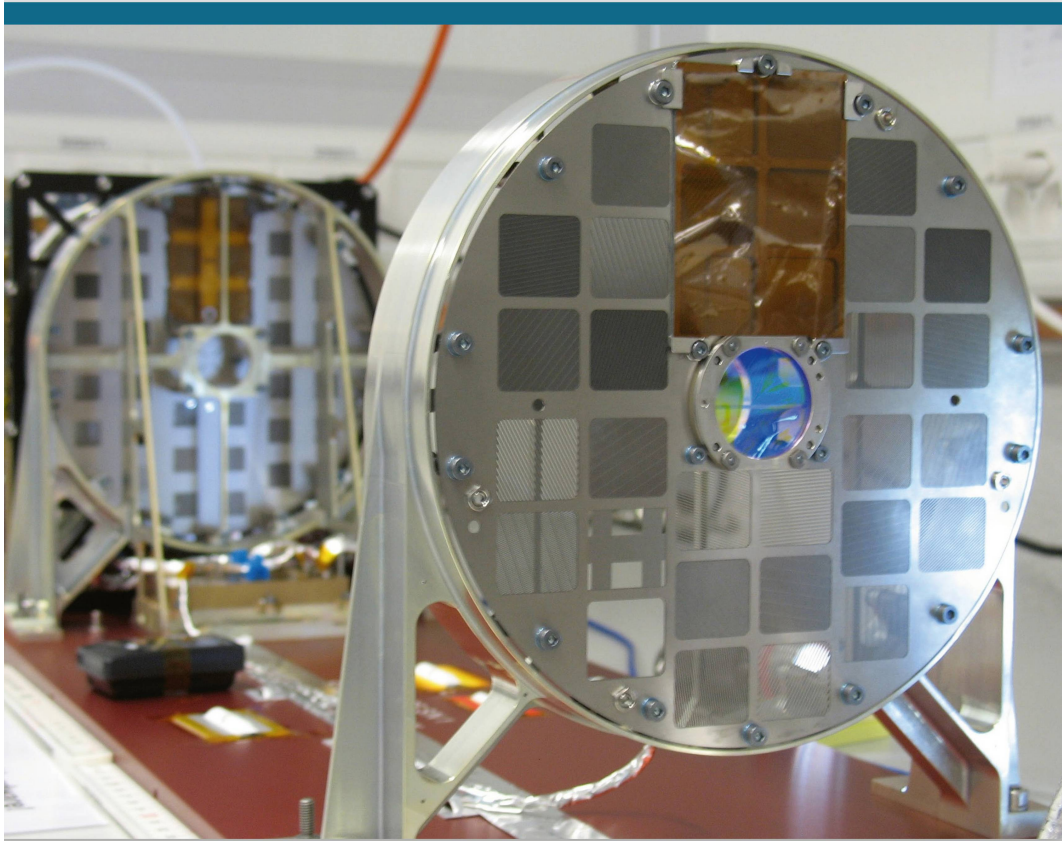


Abbildung 2: Flugmodell von Imager & Detektor-Elektronik-Modul des «Spectrometer/ Telescope for Imaging X-rays (STIX)».

Bild: Leibniz-Institut für Astrophysik Potsdam (AIP)/ Fachhochschule Nordwestschweiz I4DS (FHNW)

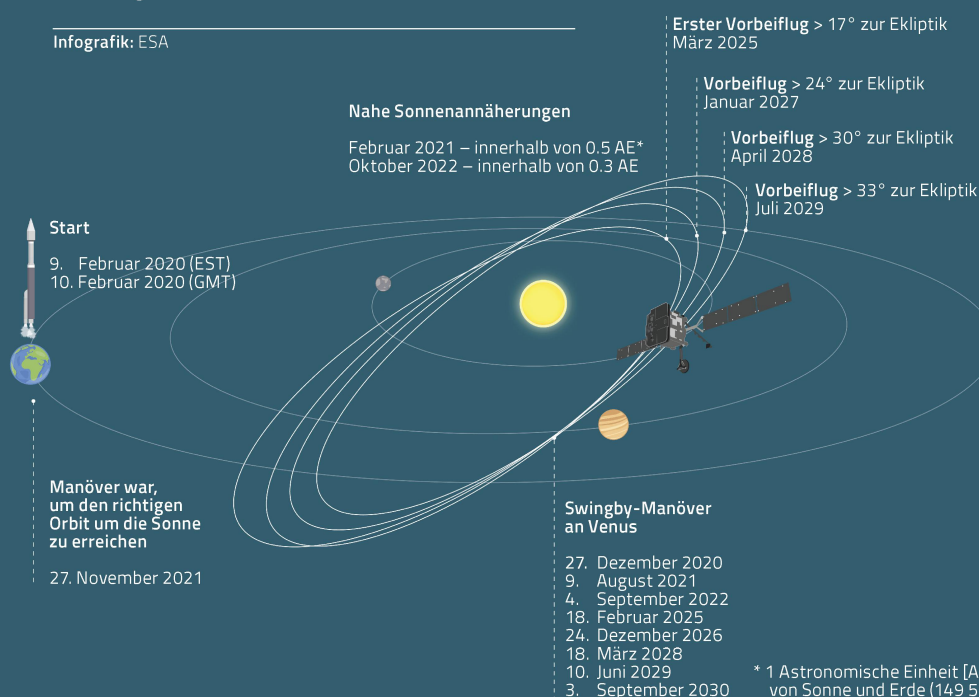
Der Begriff «Weltraumwetter» ist im Prinzip anlaog zu Phänomenen unseres Wetters zu verstehen. Meteorologinnen und Meteorologen sind bestrebt, ihre Messmethoden und Prognosen stetig zu verbessern und die Komplexität des chaotischen

Systems innerhalb der Troposphäre immer besser zu verstehen. Beim Weltraumwetter geht es um ein ähnliches Verständnis. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler wollen die physikalischen Mechanismen in und um die Sonne verstehen, um derartige Ereignisse künftig so gut wie möglich vor-

herzusagen oder zumindest rechtzeitig erkennen zu können, damit nötigenfalls geeignete Schutzmassnahmen getroffen werden können. Wie wir in ORION 2/22 ab S.43 berichtet haben, wäre ein zweites Carrington-Ereignis für unsere elektronische Infrastruktur fatal!

Abbildung 3: Die Bahn von Solar Orbiter um die Sonne.

Infografik: ESA



ino

ca. 1'800 kg
Startmasse

300 Millionen km
Maximale Entfernung zwischen Erde und Solar Orbiter

16½ min
Solange braucht das Radiosignal zwischen Erde und Solar Orbiter bei maximaler Entfernung

22 Umläufe
um die Sonne sind geplant

November 2021
Start der Hauptmission

Dezember 2026
Voraussichtlicher Beginn der erweiterten Mission

* 1 Astronomische Einheit [AE] entspricht der mittleren Entfernung von Sonne und Erde (149 597 870,7 km)

Lucia Kleint und ihr Team will genau hier einen wesentlichen Beitrag leisten. «Unsere Forschung fokussiert sich auf die Eruptionen der Sonne und ihre Effekte auf der Erde, zum Beispiel, wie Satellitenbahnen verändert werden», so die Forscherin. «Um die Eruptionen zu verstehen, erfor-schen wir die Physik der Sonne, indem wir an den besten Teleskopen der Welt Beobachtungen machen und diese dann inter-pretieren. Ausserdem entwickeln wir selbst ein Instrument, welches uns helfen wird, das Spektrum der Eruptionen genauer zu messen. Ein anderer grosser Teil unserer Forschung ist über maschinelles Lernen. Sie kennen sicher ChatGPT, welches nach einer Eingabe Wörter und Sätze voraussagen kann. Wir versuchen nun mit denselben Methoden vorauszusagen, wie sich ein Sonnenfleck entwickeln wird und ob eine Eruption entstehen könnte.»

Seit seinem Start im Februar 2020 hat Solar Orbiter bereits eine Menge Daten geliefert, die im Dezember 2021 und an-fangs 2023 in Spezialausgaben der Zeit-schrift *Astronomy and Astrophysics* publi-ziert wurden. «Da Solar Orbiter 10 ver-schiedene Instrumente an Bord hat (siehe Infografik Abbildung 4), welche komple-mentäre Messungen machen, gab es sehr viele Resultate», so Kleint. «Ein Beispiel

einer Entdeckung waren kleine Eruptio-nen, da man nun die Korona mit einer der höchsten erreichten Auflösungen beob-achten kann. Gemäss einer Theorie von E. Parker könnten solche kleinen Erupti-onen für die Aufheizung der Korona ver-antwortlich sein, aber dies ist noch nicht endgültig bewiesen.» ◀



ZUR PERSON Prof. Dr. Lucia Kleint

Lucia Kleint hat an der ETH Zürich promoviert und danach mehrere Jahre in den USA geforscht. Mit einem Marie Curie Fellowship kehrte sie nach Europa zurück, unter anderem, um beim STIX Instrument mitzuarbeiten, welches auf dem Solar Orbiter Satelliten nun die Sonne beobachtet. Danach hat sie die Leitung des Deutschen Sonnenobservatoriums auf Teneriffa übernommen und den optischen Umbau des grössten Sonnenteleskops von Europa erfolgreich geleitet. Dank einer PRIMA Grant des Schweizerischen Nationalfonds wurde sie Profes-sorin in Computer Science an der Universität Genf und kam im Juli 2022 als Professorin für Astronomie und Vizedi- rektorin des Observatoriums Zimmerwald an die Uni Bern. Lucia Kleint interessiert sich für die Physik der Sonne, astronomische Instrumentierung und Machine Learning und kombiniert diese Gebiete, um Sonne- nruptionen zu erforschen.

