

**Zeitschrift:** Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft  
**Herausgeber:** Schweizerische Astronomische Gesellschaft  
**Band:** 71 (2013)  
**Heft:** 375

**Artikel:** Lohn eines Astrophysikstudenten : Beobachten am Keck-Teleskop  
**Autor:** Tacchella, Sandro  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-897621>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 01.04.2025

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

Lohn eines Astrophysikstudenten

# Beobachten am Keck-Teleskop



*Gerademal zehn Stunden nachdem ich aus dem Militär entlassen wurde, sass ich im Flieger nach Hawaii, um dort für drei Nächte am leistungsfähigsten Keck-Teleskop zu beobachten. Eine Woche Hawaii ist kurz, doch freute ich mich auf diese Zeit. Es war mein erstes Mal, an einem professionellen Teleskop arbeiten zu dürfen.*

■ Von Sandro Tacchella

Um heute im Forschungsgebiet der Astrophysik und Kosmologie Fortschritte erzielen zu können, braucht es Daten (Bilder, Spektren und weiteres). Es gibt viele verschiedene Ideen und Theorien, welche die Entwicklung des Kosmos mit den Galaxien beschreiben, doch welches ist die richtige? Mit neuen Daten und den daraus folgenden Erkenntnissen kann man die richtige Theorie bestätigen, oder zumindest viele falsche ausschliessen. Hierfür braucht es extrem leistungsfähige Teleskope, welche das ganze Spektrum des Lichts – von der Gammastrahlung über ultraviolett, optisch und infrarot bis Funkwellen – abdecken. Die Beobachtungszeit an diesen professionellen Teleskopen, wie zum Beispiel dem Hubble Weltraumteleskop, dem Very Large Teleskop (VLT) in Chile oder dem Keck-Teleskop in Hawaii, ist sehr begehrt. Nachdem man eine Idee für ein Experiment hat, muss man einen Vorschlag – ein sogenanntes Proposal – schreiben, um Teleskopzeit zu beantragen. Normalerweise gibt es einen bis zwei Zeitpunkte im

Jahr, an welchen diese Observatorien Proposals entgegennehmen. Doch es gibt etwa zehn Mal mehr Anfragen als Beobachtungszeiträume zur Verfügung stehen.

## Auf dem Weg zum Keck

In unserem Fall verlief das Ganze ein bisschen anders. ANDREAS FAISST und ich sind Doktoranden am Institut für Astronomie an der ETH Zürich in der Forschungsgruppe von Professorin MARCELLA CAROLLO, welche sich mit extragalaktischer Astrophysik beschäftigt. Aufgrund der engen Zusammenarbeit der ETH mit dem California Institute of Technology (CALTECH), im Speziellen mit Dr. PETER CAPAK, konnten wir recht einfach Beobachtungszeit am Keck-Observatorium, welches sich auf dem Gipfel des 4200 Meter hohen schlafenden Vulkans Mauna Kea auf der Insel Hawaii befindet, buchen. Die beiden riesigen Kuppeln beherbergen zwei baugleiche Spiegelteleskope, von denen jedes einen (aus 36 kleineren, sechsecki-

*Abbildung 1: Das W.-M.-Keck-Observatorium ist Teil des Mauna-Kea-Observatoriums am Gipfel des 4200 Meter hohen Mauna Kea auf der Insel Hawaii (Big Island). Es beherbergt zwei baugleiche Spiegelteleskope, von denen jedes einen Hauptspiegel von 10 m Durchmesser aufweist. (Quelle: <https://www.keckobservatory.org>, Image credit: Rick Peterson.)*

gen Segmenten zusammengesetzten) Hauptspiegel von 10 Metern Durchmesser besitzt. FAISST war bereits am Keck, hatte jedoch Pech mit dem Wetter. Das zweite Mal durfte ich mitgehen, um nicht nur für das gute Wetter zu sorgen, sondern gewissermassen als «Lehrling» den Umgang mit dem gigantischen Teleskop zu erlernen.

Am Keck I-Teleskop wurde im April 2012 ein hochmodernes neues Instrument installiert, genannt MOSFIRE (Multi-Object Spectrometer for Infra-Red Exploration, <http://ir-lab.astro.ucla.edu/mosfire/>), ein Infrarot-Instrument, mit dem man Spektren von Galaxien fotografie-





Abbildung 2: Das Visiting Scientist Quarters (VSQ) und Besucherzentrum in Waimea, im Nordwesten von Big Island, liegt idyllisch im Tal des Waikōloa Stream. (Bild: Sandro Tacchella)

ren kann. Die Idee unseres Versuchs war es, das Spektrum von weit entfernten – d. h. weit in der Vergangenheit liegenden – Galaxien zu messen. Kürzlich hat eine Forschungsgruppe in den USA behauptet, eine Galaxie mit einer Rotverschiebung von  $z = 12$  entdeckt zu haben (<http://arxiv.org/abs/1211.6804>). Dieser Wert deutet darauf hin, dass die Galaxie nur etwa 400'000 Jahre nach dem Urknall entstanden ist und somit eine der ersten in unserem Universum wäre. Die Forscher haben die sogenannte Lyman-Break-

Technik (<http://de.wikipedia.org/wiki/Lyman-Break-Technik>) angewandt; daher könnte die Galaxie auch eine starke Emissionslinie haben und nur bei Rotverschiebung  $z = 2.4$  liegen. Um dies auszuschließen, haben wir beschlossen, unter anderem dieses Objekt genauer zu untersuchen und das Spektrum aufzuzeichnen, um so festzustellen, bei welcher Rotverschiebung die Galaxie tatsächlich liegt. Nach einer langen Reise kam ich dann am Sonntag in Kona (Hawaii) an, wo ich die restlichen Teammit-

glieder (FAISST, MARCELLA und CAPAK) traf, welche direkt von Los Angeles einflogen. Wir machten uns zum VSQ (Visiting Scientist Quarters) in Waimea auf, wo den Astronomen eine Unterkunft mit Küche und Waschraum zur Verfügung steht. Auf dem Gelände befindet sich auch der Beobachtungsraum für die Keck-Teleskope, von dem aus man die Beobachtung leitet. Das heißt, man steuert das Teleskop und die Kamera nicht etwa vom Mauna Kea, sondern über unzählige Bildschirme von Waimea (etwa 825 m ü. M.) aus. Dort sind alle Programme, die man für die Handhabung des Instruments braucht.

Zudem wird man bei jeder Beobachtung von Leuten des Kecks unterstützt: Zum einen ist da der Support Astronomer (SA), welcher dabei hilft, das Instrument (in unserem Fall MOSFIRE) richtig zu bedienen; und zum anderen gibt es auch einen Observing Assistant (OA), welcher für die grobe Steuerung bzw. Ausrichtung des Teleskops verantwortlich ist.

### Erste Beobachtungsnacht

Um das Spektrum einer Galaxie aufzuzeichnen, muss das Licht durch einen Spalt fallen. Bei MOSFIRE kann man 46 Spalte zu gleich einstellen, das heißt, man kann bis zu 46 Galaxien gleichzeitig beobachten. Eine Konfiguration mit den 46 Spalten nennt man Maske, welche roboterhaft via Computer eingestellt werden kann. Diese sogenannte



Abbildung 3: Modell des Keck-Teleskops, das einen Spiegeldurchmesser von 10.4 m hat. (Bild: Sandro Tacchella)



Abbildung 4: Das Visiting Scientist Quarters (VSQ), wo sich der Kontrollraum befindet. Im Hintergrund sieht man den Mauna Kea (4200 m) mit verschiedenen Teleskopen, unter anderem das Keck Observatorium. (Bild: Sandro Tacchella)



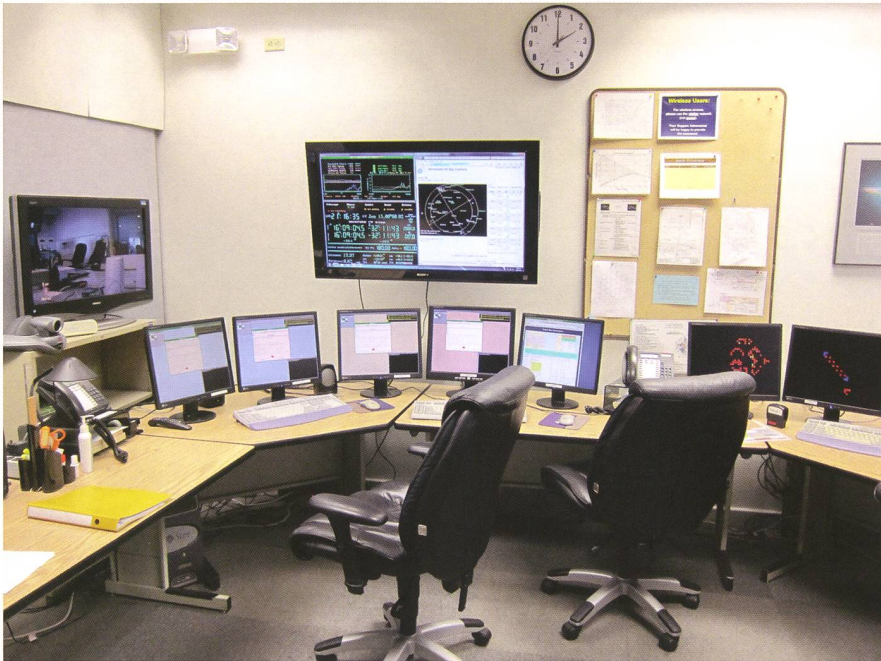


Abbildung 5: Der Kontrollraum befindet sich in Waimea (Spitzname «Kamuela») auf angenehmen 825 m ü. M. Von hier steuert man die Keck I und II Teleskope sowie das gewählte Instrument, in unserem Fall «MOSFIRE». (Bild: Sandro Tacchella)

Configurable Slit mask Unit (CSU) beruht auf einem Prototyp der Firma Swiss Centre for Micro-Electronics (CSEM), welcher für das James Webb Space Telescope entwickelt wurde.

ANDREAS FAISST hat diese Masken vorgängig bereits am Computer so konstruiert, dass wir möglichst viele und interessante Objekte beobachten konnten. Am Nachmittag des ersten Beobachtungstags wurden dann diese Masken auf den Server des Teleskops geladen und wir begannen mit Kalibrationsmessungen, welche darin bestanden, eine Argon- beziehungsweise Neon Lampe einzuschalten, und deren Licht mit dem Instrument (für jede Maske einzeln) aufzuzeichnen. Da man die Emissionslinien von Argon und Neon genau kennt, kann man so jeden Spalt der Maske genau kalibrieren. Zu jeder Maske gibt es auch eine sogenannte Alignierungsmaske, welche für die genaue Ausrichtung des Teleskops auf die Objekte gebraucht wird.

Als dann die Sonne kurz nach 18 Uhr unterging, wollten wir die Kuppel des Teleskops öffnen. Leider kamen genau zu diesem Zeitpunkt Winde auf, welche Wolken über den Mauna Kea bliesen, so dass die Feuchtigkeit so hoch war, dass die Gefahr bestand, dass Spiegel des Teleskops sich beschlagen würden. Daher konnten wir die Kuppel nicht öffnen, und wir mussten uns in der ers-

ten Nacht mit Kalibrationsmessungen zufrieden geben.

### Entschädigt in der zweiten Nacht

Nach der frustrierenden ersten Nacht gingen ANDREAS FAISST und ich am Mittag des zweiten Tages den Hawaii Volcanoes National Park besichtigen, in dem sich der aktivste Vulkan der Welt befindet – der Kilauea. Am frühen Abend befanden wir uns wieder im Kontrollraum und starteten die Instrumente. Bei Sonnenuntergang war die Feuchtigkeit noch bei 95%, und wir machten uns Sorgen, dass wir die Kuppel erneut nicht öffnen könnten. Wir waren optimistischer, da es tagsüber ziemlich bewölkt war und die Inversionschicht daher tiefer liegen würde. Und tatsächlich: Kurz nach 20 Uhr sank die Feuchtigkeit rasch auf unter 60% und wir konnten die Kuppel öffnen und mit dem Beobachten beginnen.

Wir begannen mit dem Fokussieren. Dazu richtete der OA zuerst das Teleskop auf einige Sterne und stellt die Segmente des Spiegels so ein, dass der Stern scharf war. Anschliessend wurde durch den OA das Feld der Beobachtung eingestellt. Von da an übernahmen wir: Es folgte ein grobes Alignment, bei dem die Sterne auf die gewünschte Position im Finder gebracht wurden. Beim anschliessenden feinen Alignment

wurde das Teleskop mittels Alignierungsmaske ausgerichtet, indem ausgewählte Sterne in breitere Spalten zentriert wurden. Nach Abschluss des Alignments begannen wir mit dem Belichten. Weil MOSFIRE ein sehr tiefes Ausleserauschesen (Read-Out Noise) hat, haben wir Belichtungszeiten von 180 Sekunden gewählt und diese 20 Mal wiederholt. Bei jeder Maske haben wir dann zwischen zwei Positionen hin und her gewechselt, um das Hintergrundrauschen und mögliche Kameradefekte bei der Daten-Reduktion einfacher beheben zu können. Da wir im infraroten Teil des Spektrums beobachteten, gibt es viele Emissions- und Absorptionslinien der Atmosphäre, insbesondere des Moleküls OH. Die letzteren korrigierten wir, in dem wir einen Standardstern mit einem möglichst flachen und kontinuierlichen Spektrum (d.h. möglichst ohne Absorptionslinien) aufnahmen, bei welchem wir dann nur diese Atmosphärenlinien sehen konnten. Die Nacht verlief äusserst erfolgreich und wir sammelten sehr viele Daten.

### Die Auswertung beginnt zuhause

Die dritte Nacht war von Beginn weg gut. Einzig der Wind wehte ein bisschen, so dass wir ein Seeing (d.h. „Verschmieren“) von circa einer Bogensekunde hatten. Wir konnten trotzdem nochmals viele Daten sammeln, die wir nun auszuwerten haben. Vorläufig kann man sagen, dass wir viele neue Rotverschiebungen von Galaxien bestimmen und einige interessante Spektren aufnehmen konnten.

Am letzten Tag meines Aufenthalts wollte ich noch das Keck-Observatorium auf dem Mauna Kea besuchen. Leider gab es orkanartige Böen und die Strasse war geschlossen. So machte ich mich wieder auf den Nachhauseweg und für weitere zwei Wochen WK im Militär bereit.

### ■ Sandro Tacchella

Trottenstrasse 72  
CH-8037 Zürich