

**Zeitschrift:** Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft  
**Herausgeber:** Schweizerische Astronomische Gesellschaft  
**Band:** 69 (2011)  
**Heft:** 363

**Artikel:** Astronomiepraktikum der ETH Zürich auf der Diavolezza (Teil 1) : Experimente im Schnee  
**Autor:** Monstein, Christian / Banzatti, Andrea / Dedes, Leon  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-897202>

### **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:** 14.04.2026

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

## Astronomiepraktikum der ETH Zürich auf der Diavolezza (Teil 1)

# Experimente im Schnee

■ Von Christian Monstein, Andrea Banzatti & Leon Dedes

*Auch dieses Jahr durfte eine ausgewählte Gruppe von Physikstudenten im 5. Semester an der Astronomiewoche der ETH auf der Diavolezza teilnehmen. Das Auswahlkriterium für die Teilnahme war wie bisher ein vom Institut für Astronomie akzeptiertes astronomisch/wissenschaftliches ‚proposal‘. Das Astro-Praktikum fand statt zwischen dem 10. und 15. Januar 2011 auf der Diavolezza, knapp 3000 Meter über Meer.*



Abbildung 1: 23 gut gelaunte Astronomiestudenten und 7 Leiter auf Diavolezza. Im Hintergrund von links nach rechts Piz Palü, Bella Vista, Crast Agüzza und Piz Bernina. (Bild: Heidi Hostettler, ETH Zürich)

Insgesamt nahmen 23 junge, motivierte und interessierte Studenten an den verschiedensten optischen und radioastronomischen Versuchen teil. Diese wurde geleitet durch 5 Assistenten (Doktoranden und Postdocs), einem Lehrling und dem Autor. Es gab heuer total 6 Studentengruppen mit folgenden Versuchen:

- Nachweis des neutralen Wasserstoffs in unserer Galaxis bei  $\lambda = 21 \text{ cm}$
- Bestimmung des Sonnendurchmessers mittels Radio-Interferometer bei  $\lambda = 13 \text{ cm}$
- Beobachtung/Analyse veränderliche Sterne
- Beobachtung/Analyse planetarische Nebel

- Bestimmung der Planetenmasse von Jupiter und Saturn
- Polarisationsmessungen am Mond und an Taurus

Dieses Jahr war uns der Wettergott nicht sehr wohl gesonnen, es hat fast jede Nacht geschneit, teilweise stark gestürmt. Niemals zuvor hatten wir den Wetterbericht und die Satellitenbilder so häufig studiert wie diese Woche. Kaum waren die Instrumente aufgestellt kamen entweder Wolken oder es hat geschneit. Die meiste Zeit verbrachten die Studenten mit auf- und abräumen der optischen Instrumente. Das war auch nicht negativ zu bewerten, lernten sie doch die Instrumente gut kennen, was ja durchaus

im Sinne des propädeutischen Unterrichts ist. Allerdings sinkt die Motivation, wenn man während mehreren Nächten keine verwertbaren Messungen durchführen kann. Die Radioastronomen hatten gegenüber den optischen Astronomen den Vorteil, dass sie wetterunabhängig am Tag und in der Nacht beobachten konnten. Selbst Schneefall und Wind können radioastronomische Beobachtungen nur geringfügig stören. Nach kürzester Zeit hatten die Radioastronomen genügend Messdaten um erste Analysen durchzuführen. Diese werden nachfolgend kurz beschrieben. Die optischen Versuche werden allenfalls in einem späteren Bericht beschrieben, sofern die Schlechtwetter-Ausbeute der Bilder und Daten akzeptable Resultate verspricht. Nebst dem verbesserten 21cm Radioteleskop mit vergrößertem Parabolspiegel konnten wir ein neues 2-Element Radio-Interferometer bei 13 cm Wellenlänge in Betrieb setzen und testen. Beide Instrumente wurden von unserem Lehrling Tobias Kittelmann (Physiklaborant im dritten Lehrjahr) verbessert respektive hergestellt. Am Freitagnachmittag durfte jede Gruppe vor versammelter Gästeschar ihr Experiment und wo vorhanden- Resultate vorstellen. Die Optiker haben dann die letzte Nacht auf den Samstag ausgiebig bis zum Morgengrauen genutzt um doch noch einige Bilder ihrer Objekte zu schießen. Im Anschluss an die Praktikumswoche sind die Studenten angehalten, ihre Resultate und Erkenntnisse in einem Bericht zusammenzufassen und diesen abzuliefern für die Vergabe von Kreditpunkten zu Gunsten ihres Bachelor-Studiums. Zwei Experimente stellen wir näher vor. In dieser ORION-Ausgabe befassen wir uns mit dem Nachweis des neutralen Wasserstoffs in unserer Galaxie, in der Juni-Ausgabe lesen Sie, wie man mittels Interferometrie den Sonnendurchmesser ermittelt.

### Galaktische Spiralstruktur aus HI 21cm Linie

Die Scheibe unserer Milchstrasse zeigt wie viele andere Galaxien auch eine Spiralstruktur. Dies ist das Ergebnis von Dichtewellen, verursacht durch Störungen im Gravitationsfeld der Galaxis. In den Spiralarm-Regionen wird Material komprimiert welches dann zu er-



Abbildung 2: 120 cm Parabolspiegel montiert auf einer parallaktischen Eigenbau-Montierung. Das Instrument kann ferngesteuert werden aus dem Observatoriumszimmer im Hotel Diavolezza. Der Autor prüft gerade den Doppelquad Dipol im Fokus der Antenne. Im Hintergrund zwei Antennen des solaren Radiointerferometers bei 13 cm Wellenlänge. (Bild: Heidi Hostettler, ETH Zürich)

höher Dichte im Gas führt und folglich zur Formierung von jungen Sternen. Im Gegensatz dazu haben die Regionen zwischen den Spiralarmen eine geringere Dichte, gewöhnlich um den Faktor 3 bis 4. Die drei Studenten CARINA STRITT, HELENE STACHEL und PHILIP KERPEN entschieden sich für ein Experiment, um die galaktische Spiralstruktur zu beobachten mit Hilfe der 21 cm – Linie des neutralen Wasserstoffs. Die Existenz der Emission des neutralen Wasserstoffs wurde vorhergesagt durch HENDRIK CHRISTOFFEL VAN DER HULST im Jahre 1944. Die Linie wurde zuerst von verschiedenen Radioastronomen im Jahre 1951 entdeckt. Sie wird generiert durch einen Spin-Umkehrung im Wasserstoff-Atom bei einer Laborfrequenz von 1420.40575177 MHz ( $\lambda = 21.10611405413$  cm). Die Wahrscheinlichkeit für eine Spin-Umkehrung beträgt etwa zehn hoch 7 Jahre, ist also extrem unwahrscheinlich. Jedoch durch die hohe Anzahl von neutralen Wasserstoffatomen im interstellaren Medium sowie durch Kollisionen, welche die Spin-Umkehr-Lebenszeit verkürzen werden die Atome mit heutigen technischen Mitteln beobachtbar. Die 21 cm Linie ist ideal als Studienobjekt der galaktischen Struktur. Dies, weil der neutrale Wasserstoff überall in der Galaxis verbreitet ist in Form diffusen Gases. Das Gas existiert in zwei Phasen, eine kalt bei etwa 80 Kelvin und die andere warm mit einer Gastemperatur von

etwa 8000 Kelvin. Auf Grund der geringen Gasdichte agiert es als ‘Tracer’ für das galaktische Gravitationspotential und folgt somit der galaktischen Spiralstruktur. Zudem ist die Wasserstofflinie kaum behindert durch Absorption im interstellaren Staub und wir können Regionen in der Galaxis erforschen, welche für optische Wellen komplett undurchsichtig sind. Und ganz wichtig, mit Hilfe der Wasserstofflinie gewinnen wir kinematische Informationen via die Dopplerverschiebung und wir können damit die Geschwindigkeiten von Gaswolken ermitteln welche sich auf uns zu oder von uns weg bewegen. Das ist sehr

wichtig, wir können auf Grund der differentiellen Rotation unserer Galaxis die Geschwindigkeiten interpretieren um Distanzen darin abzuschätzen bezogen auf unsere Position. Wenn man also eine Karte produziert mit der Geschwindigkeit als Funktion der galaktischen Länge erhalten wir Informationen über Dichtefluktuationen in der Galaxis und können damit die Spiralstruktur rekonstruieren. Die Idee unseres Versuches auf Diavolezza war nun ein Positions-Geschwindigkeits-Diagramm zu produzieren indem Intensitäten als Funktion der Geschwindigkeit entlang der galaktischen Ebene erfasst werden. Die Studenten nutzten dazu das Mini-Radioteleskop mit 1,2 m Spiegeldurchmesser (Abb. 2) welches an einen L-Band Konverter sowie an ein modernes FFT-Spektrometer (16384 Kanäle alle 10 msec) angeschlossen war. Es wurde auf Diavolezza aufgestellt, in Nordrichtung einjustiert und mittels PC ferngesteuert. Ein Parabolspiegel mit 1,2 m Durchmesser bei 21 cm Wellenlänge hat ein sehr schlechtes Winkelaufklärungsvermögen von etwa  $15^\circ$ , daher wurde die Abtastung in der Milchstrasse mit  $7,5^\circ$  eingeplant, um eine akzeptable Rasterung zu erhalten. Leider ist auf Diavolezza nicht die gesamte galaktische Ebene sichtbar, daher wurde die Karte begrenzt in der galaktischen Länge von  $30^\circ < l < 220^\circ$ . Der erste Messtag wurde gebraucht, um das Instrument kennen zu lernen und zu testen in Bezug auf optimale Beobachtungsparameter wie Integrationszeit usw. Auf Grund früherer schlechter Erfahrungen mit Te-

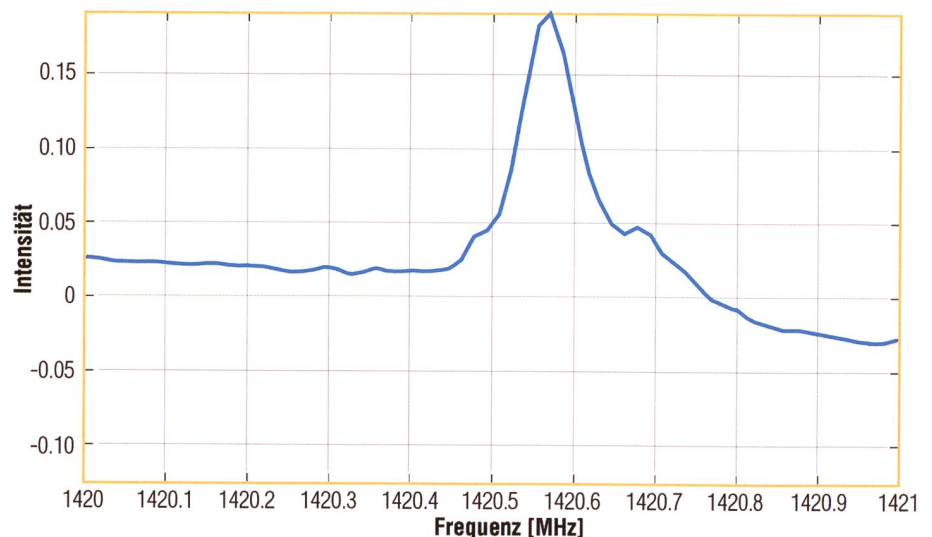


Abbildung 3: Rohspektrum einer einzelnen Messung in der galaktischen Ebene.

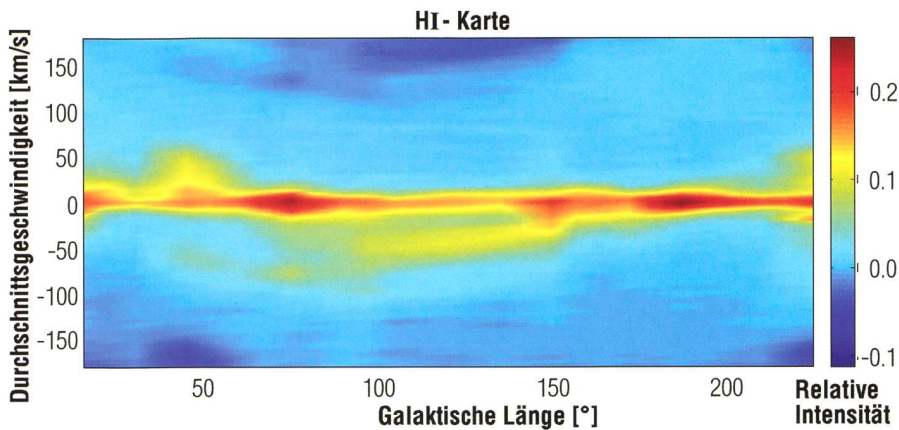


Abbildung 4: Geschwindigkeitsprofil entlang der galaktischen Ebene.

leskopswitching entschieden wir uns dieses Jahr für 'Frequenz-switching', d.h. die Beobachtung wird bei leicht verschiedenen Wellenlängen (+/-0,5 MHz) durchgeführt, die Ergebnisse dann rechnerisch zusammengefügt. Die Vorteile hierbei sind erstens kurze Messzeiten und zweitens eine gute Unterdrückung der ansonsten welligen Basislinie. In den nachfolgenden Tagen, trotz schlechten Wetters und Schneesturm begannen die drei Studenten die verschiedenen vorher definierten Regionen am Himmel zu beobachten. Sobald die ersten Spektren

auf dem Bildschirm erschienen, begann eine extensive Daten-Reduktion mit Ziel eines aufgearbeiteten Spektrums, siehe Abb. 3. Sobald alle Beobachtungen und Datenreduktionen beendet waren, mussten im nächsten Schritt die Frequenzachsen der Spektren in Geschwindigkeiten mit Bezug auf Diavolezza berechnet werden. Zum Schluss erfolgte eine weitere Korrektur an der Geschwindigkeit, nämlich die Umwandlung bezogen auf den sogenannten 'local standard of rest'. Auf der Basis der so erhaltenen normierten Spektren produzierten die

Studenten eine Positions-Geschwindigkeits-Karte wie gezeigt in Abb. 4. Diese Karte zeigt die Gas-Geschwindigkeit in Blickrichtung des Teleskops gegenüber der galaktischen Länge. Es ist wichtig, die Karte der galaktischen Ebene in Bezug auf den sogenannte 'local standard of rest' zu beziehen um Variationen, verursacht durch die Erdrotation zu verhindern. Wie man erkennen kann gibt es negative Geschwindigkeiten von etwa -50 km/sec und bei der galaktischen Länge von 100° bis 150° gibt es starke Signalerhöhungen. Ähnliche Signalanstiege gibt es auch bei  $l = 50^\circ$  sowie nahe bei  $l = 220^\circ$ .

All dies gehört zur galaktischen Spiralstruktur, wie oben bereits erwähnt. Die erhöhte Gasdichte produziert erhöhte Intensitäten und damit Aufhellungen in der gezeigten Karte. Wenn, einmal angenommen, keine Spiralstrukturen existieren würden, dann sähen wir eine gleichmässige Verteilung der Gasgeschwindigkeit.

**Christian Monstein**  
 Institut für Astronomie  
 ETH Zürich  
 Wolfgang-Pauli-Strasse 27  
 CH-8093 Zürich  
 monstein@astro.phys.ethz.ch

## Nordamerika-Nebel in neuem Licht

Der Nordamerika-Nebel im Sternbild Schwan, dessen Form im optischen Bereich an den nordamerikanischen Kontinent erinnert und besonders im Bereich des «Golfs von Mexiko» prägnant ausgebildet ist, zeigt sich auf Infrarot-Aufnahmen des NASA-Weltraumteleskops Spitzer in einem völlig neuen Licht. Vergleicht man die vier Bilder miteinander, so verschwindet in den einzelnen Bilder gewisse Formen komplett. Dafür wird eine detailreiche, wabernde Landschaft aus Staub und jungen Sternen sichtbar. Es wurden mehr als 2'000 junge Sterne gefunden, die im sichtbaren Bereich gänzlich verborgen blieben, da sie von Staubschleiern umgeben sind. Die Infrarot-Detektoren des Weltraumteleskops konnten diese Sterne aufspüren. Die Wissenschaftler fanden Objekte in allen Entwicklungsstadien. (tba)

Vier Ansichten des Nordamerika-Nebels. (Foto: NASA/JPL-Caltech)

