

## Internet-Observatorien: Astrophotographie unter besten Bedingungen

VON KAI-OLIVER DETKEN, Grasberg

Astro-Observatorien werden heute an den schönsten Ecken unserer Erde gebaut, immer mit dem Hintergrund eine möglichst geringe Luftverschmutzung und -bewegung zu berücksichtigen. Auch dürfen andere Lichtquellen die Sicht nach oben nicht beeinträchtigen. Aus diesem Grund sind es zusätzlich sehr entlegene Orte - ganz im Gegensatz zu den Zeiten von Olbers und Schröter, die in Bremen und Lilienthal quasi direkt vor Ort beobachten konnten. Wollen wir heute einen Blick nach oben unter besten Bedingungen riskieren, müssten wir uns beispielsweise nach Südafrika oder Südamerika begeben, da dort die Lichtverschmutzung nahezu gegen Null tendiert. Dies ist aber letztendlich sehr zeitaufwändig und kostspielig. Es wäre also viel praktischer, wenn die Observatorien zu uns kommen würden, anstatt wir zu ihnen. In Zeiten des Internet im Grunde kein Problem, da der Blick nach oben heute sowieso digital festgehalten und erst viel später ausgewertet wird. Daher will dieser Artikel einmal die Möglichkeiten einer Remote-Betrachtung aufzeigen und Internet-Observatorien, die dies anbieten benennen. Das Internet macht's möglich. Es hat sich heute zu einem Allrounder-Netzwerk entwickelt. Konnte man in den frühen 90er Jahren gerade mal Astrophotos von 80 kByte Größe nachts um 23 Uhr in fragwürdiger Geschwindigkeit von ca. 10 Minuten pro Bild aus dem Internet laden, so sind heute Videos und hochauflösende Bilder ohne Probleme möglich. Während früher der Engpass im Internet selbst vorhanden war, der diese Download-Zeiten verursachte, so ist heute meistens der eigene Anschluss oder der zu nutzende Server Schuld an zu geringen Datenraten. Das Internet hat also in den letzten 15 Jahren eine erhebliche Steigerung seiner Bandbreiten erfahren und wird weiter ausgebaut. Das ist auch notwendig aus Sicht der Astronomen, die das Netz der Netze zum Datenaustausch verwenden, wie kein anderes Wissenschaftsnetzwerk. Schließlich werden laufend Bilder geschossen, die Supernovas, Exoplaneten (extrasolare Planeten) oder andere Objekte auffinden sollen. Dies klappt nur, wenn man eine bestimmte Region kontinuierlich beobachtet und laufend aufzeichnet, um Änderungen erkennen zu können. Da die Qualität und die Bildtiefe immer mehr zunimmt, steigt auch die Datenrate exponentiell nach oben. Die Daten müssen dabei nicht nur in großen Speichernetzen (Storage Area Networks) zwischengepuffert und abgelegt werden (inkl. eines Backups, damit die Daten nicht verloren gehen), sondern auch übertragen werden können, damit verschiedene Observatorien die Puzzleteile zu einem Gesamtbild zusammenführen können (Grid Computing). Dadurch entstehen Datenmengen in Größenordnungen von dutzenden Terabyte pro Nacht. Damit man sich das noch plausibel vorstellen kann:



Abbildung 1: Observatorien in den Anden in 2.200 m Höhe (Foto: K.-O. Detken)

Eine einzelne CD besitzt eine Kapazität von 700 MByte, d.h. 1 TByte entspricht ca. 1.428 CDs. Für die Übertragung solcher Datenmengen würde selbst das herkömmliche Internet Tage bis Wochen in Anspruch nehmen (weswegen an der nächsten Generation – dem Internet2 gearbeitet wird). Um das Internet dafür aber schon heute nutzen zu können, wird die Grid-Technologie verwendet. Dabei werden beispielsweise die nötigen astronomischen Analyse-Programme zu den Rohdaten hin transportiert und nur die wesentlichen Informationen, also die bereits bearbeiteten Daten, zum Astronomen über das Netz zurück übertragen. Dadurch werden astronomische Datenflüsse beschleunigt und optimiert. [1]

Diese Vernetzung untereinander wird weltweit in großen Forschungsprojekten durchgeführt, aber auch in Deutschland selbst durch das sog. AstroGrid (German Astronomy Community Grid, GACG). [2] Ziel dieser Infrastruktur ist es, eine Plattform für die gemeinsame Nutzung von Ressourcen wie Hochleistungsrechnern, Beobachtungs- und Simulationsdaten und von Teleskopen zu nutzen. Auch die Beobachtungen über robotische Teleskope ist hier eingebunden worden, so dass sowohl Datengewinnung als auch Auswertung über das Internet durchgeführt werden können. Durch den Einsatz moderner Grid-Technologien wird auch die Steuerung von Teleskopen ohne aufwändige Reisekosten direkt an den heimischen Arbeitsplatz des Astronomen verlegt werden können. Die Zukunft der Astronomie geht dementsprechend in vielerlei Hinsicht Hand in Hand mit der fortlaufenden Entwicklung auf dem Gebiet der Computer-Technologie und Informatik. Die Einbindung von Hochleistungsrechnern in das Grid-Computing-Netz eröffnet damit auch eine neue Dimension, kosmische Prozesse im Computer zu modellieren und mit Beobachtungsdaten zu vergleichen, wie dies z.B. bei einer Supernova der Fall ist. Bei diesen plötzlich auftretenden und seltenen Ereignissen können Teleskope, die in verschiedenen

Wellenlängen arbeiten, gleichzeitig auf dieses Objekt gerichtet werden. Es wird dadurch möglich die zeitliche Entwicklung von Himmelsobjekten stärker in die Beobachtungsprogramme einzubeziehen. Dass dies keine Fiktion mehr ist, haben bereits die Gemini-

Teleskope in Hawaii und Chile eindrucksvoll bewiesen, indem die Ergebnisse der Nord- und Südhalbkugel gemeinschaftlich genutzt wurden, um Supernova-Ereignisse aufzufinden und anschließend auszuwerten.

Bezeichnung	URL-Adresse	Land
Armenian Virtual Observatory (ArVO)	<a href="http://www.aras.am/ArVO/arvo.htm">http://www.aras.am/ArVO/arvo.htm</a>	Armenien
Astrogrid	<a href="http://www.astrogrid.org/">http://www.astrogrid.org/</a>	Großbritannien
Australian Virtual Observatory (Aus-VO)	<a href="http://www.aus-vo.org/">http://www.aus-vo.org/</a>	Australien
Canadian Virtual Observatory (CVO)	<a href="http://www2.cadc-ccda.hia-ihp.nrc-cnrc.gc.ca/cvo/">http://www2.cadc-ccda.hia-ihp.nrc-cnrc.gc.ca/cvo/</a>	Kanada
Chinese Virtual Observatory (China-VO)	<a href="http://www.china-vo.org/">http://www.china-vo.org/</a>	China
European Virtual Observatory (EURO-VO)	<a href="http://www.euro-vo.org/pub/">http://www.euro-vo.org/pub/</a>	Europa
German Astrophysical Virtual Observatory (GAVO)	<a href="http://www.g-vo.org/">http://www.g-vo.org/</a>	Deutschland
Hungarian Virtual Observatory (HVO)	<a href="http://hvo.elte.hu/en/">http://hvo.elte.hu/en/</a>	Ungarn
Japanese Virtual Observatory (JVO)	<a href="http://jvo.nao.ac.jp/">http://jvo.nao.ac.jp/</a>	Japan
Korean Virtual Observatory (KVO)	<a href="http://kvo.kasi.re.kr/">http://kvo.kasi.re.kr/</a>	Südkorea
National Virtual Observatory, United States (NVO)	<a href="http://www.us-vo.org/">http://www.us-vo.org/</a>	USA
Observatoire Virtuel France (OV-France)	<a href="http://www.france-vo.org/">http://www.france-vo.org/</a>	Frankreich
Russian Virtual Observatory (RVO)	<a href="http://www.inasan.rssi.ru/eng/rvo/">http://www.inasan.rssi.ru/eng/rvo/</a>	Russland
Spanish Virtual Observatory (SVO)	<a href="http://svo.laeff.inta.es/">http://svo.laeff.inta.es/</a>	Spanien
Italian Virtual Observatory (VObs.it)	<a href="http://vobs.astro.it/">http://vobs.astro.it/</a>	Italien
Virtual Observatory India (VO-India)	<a href="http://vo.iucaa.ernet.in/~voi/">http://vo.iucaa.ernet.in/~voi/</a>	Indien

Tabelle 1: Übersicht über virtuelle Observatorien der IVOA

Mit Hilfe dieser neuen Softwaretechnologien und den heutigen Internet-Kapazitäten kann dem Astronomen ein integriertes virtuelles Teleskop zur Verfügung gestellt werden, eine Art künstliches Auge, das vollautomatisch das ganze Spektrum von Radiowellen (sichtbares Licht bis hin zu Röntgenstrahlen) wahrnehmen und Sonne, Planeten, Sterne und Galaxien bis hin an den Rand des Universums blicken kann. Es entsteht ein virtuelles Observatorium, das astronomische Daten verschiedener Observatorien unter einer einheitlichen Oberfläche online zur Verfügung stellt. Die Organisation International Virtual Observatory Alliance (IVOA) soll diese virtuellen Sternwarten national und international bündeln, um die Zusammenarbeit zu fördern. Sie besteht heute aus 16 Mitgliedern (siehe Tabelle 1) und beinhaltet u.a. auch die EURO-VO, die die Interessen der Europäischen Südsternwarte (ESO), der Europäischen Weltraumorganisation (ESA) sowie verschiedenen Organisationen europäischer Länder zusammenführt [3]. Was im professionellen Umfeld mit der Zusammenführung großer Datenmengen ermöglicht wird, kann im Amateurbereich im kleinen Maßstab auch genutzt werden, indem man Internet-Teleskope über eine Webseite fernsteuert und eingibt, was eine eingebaute Kamera fotografieren soll. Anschließend bekommt man per E-Mail eine Nachricht, wenn das aufgenommene Bild fertig gestellt wurde. Diese zugegeben einfach klingende Möglichkeit kann für eigene Astrophotos verwendet werden,

ohne sich das dafür notwendige Equipment zulegen zu müssen oder zu den entlegenen Gegenden der großen Observatorien reisen zu müssen.

**Internet-Teleskope** Es gibt eine recht große Anzahl von fernsteuerbaren Internet-Teleskopen in verschiedenen Qualitäten und für unterschiedlichen Geldbeutel. Teilweise ist sogar eine kostenlose Nutzung möglich. Hinzu kommen Möglichkeiten wie mit Global-Rent-a-Scope (<http://www.global-rent-a-scope.com>), einem Teleskopbetreiber, der hochwertige Kameras und Optiken bis 15“-Öffnungen anbietet. Damit sind auch Langzeitbelichtungen mit Nachführkorrektur möglich und der Benutzer wird zusätzlich bei der Benutzung unterstützt. Allerdings ist das Angebot entsprechend teuer, da nicht nur die Teleskopzeit, sondern auch die Arbeitszeit der unterstützenden Betreiber mit berechnet wird. Die Tabelle 2 zeigt eine Auswahl von Internet-Teleskopen, die in unterschiedlichen Regionen eingesetzt werden. Es handelt sich dabei um fernsteuerbare Teleskope, die selbständig die Beobachtungen durchführen, sobald der Benutzer seinen Wunsch definiert hat. Dabei muss man selbst nicht die ganze Zeit online bleiben, sondern bekommt per E-Mail die Benachrichtigung wann die Ergebnisse heruntergeladen werden können. Dadurch lassen sich effektive Beobachtungszeiten festlegen, um einer relativ großen Gemeinde diese Möglichkeit der Beobachtung zu eröffnen.

BEZEICHNUNG	URL-ADRESSE	LAND
Bradford Robotic Telescope	<a href="http://www.telescope.org/index.php">http://www.telescope.org/index.php</a>	Teneriffa
EStar	<a href="http://www.eStar.org.uk">http://www.eStar.org.uk</a>	England
RoboSky	<a href="http://www.robosky.com">http://www.robosky.com</a>	Kanada
Telescopes in Education (TIE)	<a href="http://www.telescopesineducation.com">http://www.telescopesineducation.com</a>	USA
Brackett Observatory	<a href="http://www.astronomy.pomona.edu/brackett/index.html">http://www.astronomy.pomona.edu/brackett/index.html</a>	USA
Highland Road Park Observatory	<a href="http://www.bro.lsu.edu/index.html">http://www.bro.lsu.edu/index.html</a>	USA
Pucket Observatory	<a href="http://www.cometwatch.com">http://www.cometwatch.com</a>	USA
Robotic Uni Tübingen	<a href="http://www.tat.physik.uni-tuebingen.de/~blum/rotat">http://www.tat.physik.uni-tuebingen.de/~blum/rotat</a>	Deutschland
Stella Uni Potsdam/Hamburg	<a href="http://www.aip.de./stella">http://www.aip.de./stella</a>	Deutschland
Slooh	<a href="http://www.slooh.com">http://www.slooh.com</a>	Teneriffa
Faulkes	<a href="http://faulkes-telescope.com">http://faulkes-telescope.com</a>	Hawaii

Tabelle 2: Auswahl vorhandener Internet-Observatorien

Als ausführliches Beispiel wollen wir uns einmal Slooh herauspicken. Dieses Observatorium steht auf dem Gelände des Instituto Astrofisica Canarias der Insel Teneriffa. Es besteht dabei sogar aus zwei Kuppeln (siehe Tabelle 2 und Abbildung 2), die jeweils unterschiedliche Montierungen bereithalten. Die Ausstattung beinhaltet eine Paramount ME Montierung mit 14“-Schmidt-Cassegrains von Celestron. An den Teleskopen sind SBIG-Kameras der Bauart ST-10XME und ST-2000-XM angebracht. Die Teide1-Montierung kommt bei einer Brennweitenverkürzung von f/11 auf f/6 auf ein relativ großes Gesichtsfeld, während die Teide2-Montierung den Fokus bei f/11 belässt. Dies wirkt

sich vorteilhaft für Planeten- und Mondbeobachtungen sowie für planetarische Nebel aus. Zusätzlich zu den Hauptinstrumenten kommt in Teide1 ein 135mm-Teleobjektiv (Öffnung f/4) und in Teide2 ein apochromatischer Refraktor mit 85mm (Öffnung f/5.6) zum Einsatz. Beide werden zur Übersicht der zu beobachtenden Regionen eingesetzt oder können zur Beobachtung von großflächigen Nebeln und Sternhaufen noch besser als die anderen Optiken eingesetzt werden. Es kommt leider keine optische Nachführkorrektur zum Einsatz. Trotzdem kann man mit der Ausrichtung, Nachführung und Fokussierung gut leben [4].

	Teide 1		Teide 2	
	Teleskop	Kamera	Teleskop	Kamera
Wide Field (WF)	34mm APO Refraktor, FL 135mm f/4, FOV 5 deg	SBIG, ST-2000XM	85mm APO Refraktor, FL 480mm f/5.6, FOV 1,4 deg	SBIG, ST-2000XM
High Mag (HM)	Celestron C-14, FL 2100mm f/6, FOV 24 arc min	SBIG, ST-10XME	Celestron C-14, FL 3910 mm f/11, FOV 9 arc min	SBIG, ST-10XME

Tabelle 3: Equipment der Sternwarte Slooh auf Teneriffa [5]

Die Webseite von Slooh möchte einen dann auch sofort in eine virtuelle Tour entführen (siehe Abb. 3). Dabei fällt auf, dass man inzwischen neben Europa (Teneriffa) auch Südamerika (Chile) über das Portal nutzen kann. Australien ist in der Planung. Allerdings ist die Nutzung kostenpflichtig. So kann man über den Explorer-Account 100 Minuten für 14,95 \$ nutzen und über den Commander-Account ein ganzes Jahr ohne Begrenzung für 49,95 \$ Missionen

nach anderen Sternen und Galaxien unternehmen. Die Zeitplanung der Beobachtung ist in 5-Minuten-Schritten unterteilt, die dabei maximal vier Farbauszüge ermöglichen. Slooh selbst ist in der Lage, auf bestimmte Ereignisse hinzuweisen, damit diese auch bei gutem Wetter berücksichtigt werden können. Spielt das Wetter bei der Beobachtung nicht mit, fallen übrigens auch keine Gebühren an.

Wird der Account für eine Mission verwendet, so



Abb. 2: Eingangsseite der Homepage von Slooh für eigene Missionen

werden die Ereignisse übersichtlich dargestellt (siehe Abb. 4). Die Menüs sind einfach gehalten und können intuitiv bedient werden. Wenn eine Mission bzw. ein Objekt ausgewählt wurde, springt man anschließend in die Live-Darstellung. Auch diese ist sehr übersichtlich dargestellt (siehe Abb. 5) und zeigt das zu beobachtende Objekt zum aktuellen Zeitpunkt an. Nun können entsprechende Schwarzweiß- oder Farbbilder aufgenommen werden. Allerdings können nur JPEG- oder BMP-Daten heruntergeladen werden. Rohbilder im FITS-Format werden zwar angeblich gemacht, stehen aber dem Anwender nicht zur Verfügung. Das Flexible Image Transport System (FITS) ist ein flexibles Dateiformat für Bilder, Spektren und Tabellen. Es wurde bereits 1982 entwickelt und wird heute vor allem im Bereich der Astronomie verwendet. FITS zählt zu den von der International Astronomical Union (IAU) anerkannten Dateiformaten. Das heißt, es werden auch u. a. die Bilder des Hubble Space Telescope hiermit erstellt. Um möglichst keine Komprimierung bei den Aufnahmen zu erhalten, wäre daher die Nutzung von FITS vorteilhaft. Das Programm von Slooh bearbeitet allerdings die Rohbilder bereits im Hintergrund, kalibriert diese, bringt die Sterne zur Deckung und belichtet das Bild so vorteilhaft, als würde es gerade aus einem Fotolabor entspringen. Der Anwender muss also nicht in viel Bearbeitungszeit nach den Aufnahmen investieren. Zusätzlich sollte man wissen, dass Slooh sich die Nutzung der Bilder und für etwaige Entdeckungen die Rechte vorbehält. Alle Bilder werden dabei mit einem Logo versehen, das nicht nachträglich entfernt werden darf. Zudem sind Kurzfilme für die Planetenbeobachtungen nicht möglich, um aus vielen Einzelaufnahmen ein Gesamtbild zu kreieren. Filter oder Führungskontrolle sind



Abb. 3 oben): Starten eigener Mission  
Abb. 4: Missions-Interface

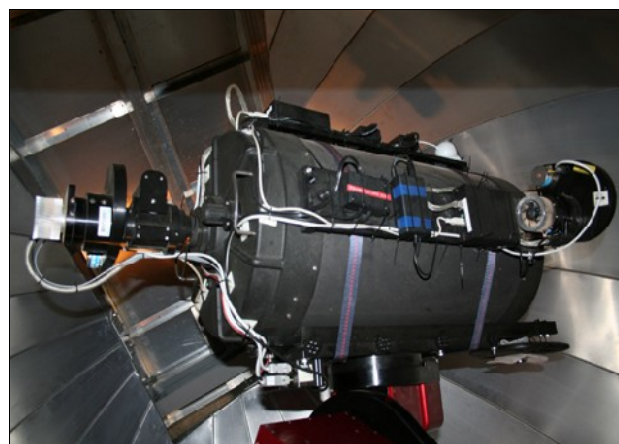


Abb. 5: Bradford Robotic Telescope, 14“ Schmidt Cassegrain Telescope // Bild: [7]

ebenfalls nicht vorgesehen [5]. Ebenfalls auf Teneriffa beheimatet ist das Bradford Robotic Telescope von der Bradford University aus England. Da das Wetter auf der Insel einfach kontinuierlich zu schlecht ist, hat man für Schulprojekte das Internet-Teleskop auf den Teide von Teneriffa gestellt. Im Gegensatz zu Slooh ist hier die Beobachtung ohne Kosten möglich. Allerdings ist das Bedienerkonzept lange nicht so einfach gehalten wie dies bei Slooh ermöglicht wird. Zusätzlich müssen Beobachtungszeiten in Warteschlangen eingestellt werden, dessen Wartezeiten von Minuten bis zu einem halben Jahr variieren können. Das Projekt dient der Unterstützung von Astronomieklassen in





Abbildung 6: Slooh-Observatorien bei Nacht auf dem Teide auf Teneriffa. // Bild: [6]

Schulen, weswegen die eigentlichen Beobachtungszeitfenster relativ überlaufen sind. Optimiert ist das Internet-Teleskop auf Galaxien, schwache Gasnebel, Sternenhaufen und Planetarische Nebel. Zwar behält sich auch Bradford das Entdeckungsrecht vor, versieht die Bilder aber nicht zusätzlich noch mit einem Logo. Hinzu kommt, dass Rohbilder für die eigene Bearbeitung genutzt werden dürfen. Wie bei Slooh sind keine Nachführkorrekturen oder Kurzfilmmöglichkeiten vorhanden. Das Hauptinstrument besteht aus einem 14“-Schmidt-Cassegrain-Teleskop mit elektrischem Filterrad und FLI Maxcam CCD-Kamera. Es ist parallaktisch mit einem Paramount GT1100ME montiert (siehe Abb. 5). Ein Teleobjektiv und Weitwinkelobjektiv ergänzen die Teleskopausstattung. Für den automatischen Betrieb wurde speziell darauf geachtet, dass die vielen Verbindungsleitungen sich nicht gegenseitig ins Gehege kommen oder sich das Teleskop gar selbst aufwickelt [4].

**Zusammenfassung** Das Konzept über das Internet entfernte Teleskope zu bedienen ist einfach genial. Die vernetzte Welt macht es möglich, dass man sich quasi an beliebige Orte versetzen lassen kann, ohne die langen und beschwerlichen Anfahrtswege in Kauf nehmen zu müssen. Zusätzlich kann man unabhängig vom Wetter beobachten. Allerdings sind der Technik und den Zeitfenstern deutlich Grenzen gesetzt. Auch die Bedienung fällt nicht immer leicht. Unser Anwendungsbeispiel Slooh

ist für Anfänger umgesetzt worden und besticht durch einfache und intuitive Bedienung. Es werden virtuelle Bilder pro Mission bereits aufbereitet und angezeigt sowie Erklärungen mitgeliefert. Bradford hingegen richtet sich mehr an fortgeschrittene Amateure und Profis. Die Bedienung ist dementsprechend komplexer und nicht gleichermaßen grafisch aufbereitet. Trotz dieser fantastischen Möglichkeiten wird es aber ein Erlebnis bleiben den Sternenhimmel in anderen Ländern, wie z.B. in denen der Südhalbkugel, selbst mit eigenen Augen erkunden zu können, ohne zeitliche oder ausstattungs-technische Einschränkungen.



#### Literatur

- [1] DETKEN, Kai-Oliver. Observatorien in den Anden: Am klarsten Sternenhimmel der Welt, Die Himmelspolizey, Ausgabe 4/08; Vereinszeitschrift der Astronomische Vereinigung Lilienthal e.V.; ISSN 1861-2547; Lilienthal 2008
- [2] AstroGrid-D, das German Astronomy Community Grid (GACG). [www.d-grid.de](http://www.d-grid.de)
- [3] International Virtual Observatory Alliance (IVOA) [www.ivoa.net](http://www.ivoa.net)
- [4] SCHRÄBLER, Sighard. Astrofotografie mit ferngesteuerten Teleskopen; interstellarum 55; Dezember/Januar 2008; Oculum-Verlag; Erlangen 2008
- [5] LAURYSSSEN-MITCHELL, Robin Peter Edward Henry. Internet Based Remote Observing; A practical demonstration; presentation of an amateur astronomer. Czech Republic 2008
- [6] COX, Paul. Canary Islands Slooh Robotic Observatory. [www.slooh.com](http://www.slooh.com)
- [7] HEDGES, Dan. Images of the BRT building, sensors and telescope in the day; [www.telescope.org](http://www.telescope.org). October 2005