



# Die Himmelspolizey

AVL Astronomische Vereinigung Lilienthal e.V.



70

04/22

ISSN 1867-9471

Schutzgebühr 3 Euro,  
für Mitglieder frei

## **DIE PLEJADEN UND DAS NEUJAHRSFEST**

Über die Bedeutung des Siebengestirns für die Māori

## **ASTROFOTOGRAFIE ÜBER REMOTE-STERNWARTEN**

Beobachtungsmöglichkeiten außerhalb von Städten

**Die Himmelspolizey**  
 Jahrgang 19, Nr. 70  
 Lilienthal, April 2022

## Inhalt

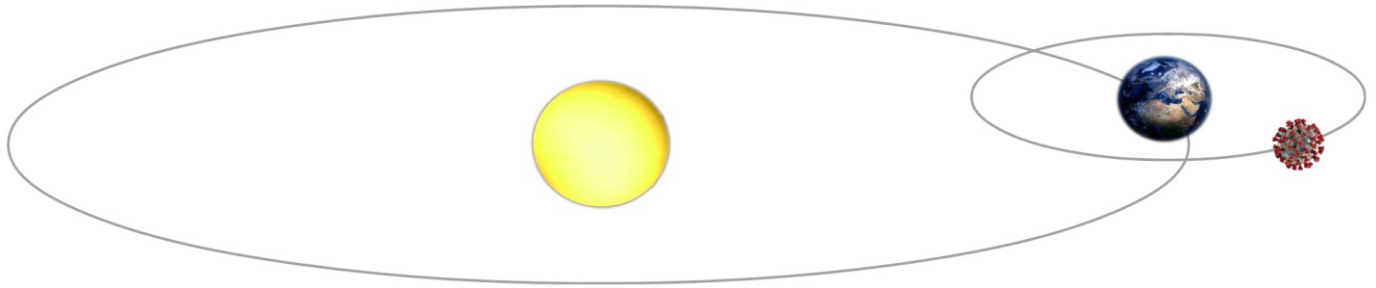
<b>Die Sterne.....</b>	<b>3</b>
<b>Neujahr im Juni 2022</b>	
<i>Wie die Sterne Neuseeland einen Feiertag beschenken.....</i>	<b>4</b>
<b>Remote-Sternwarten</b>	
<i>Astrofotografie unter besten Bedingungen.....</i>	<b>9</b>
<b>Geschichten vom Telescopium Lilienthal</b>	
<i>Beitrag 21: Die größten Spiegelteleskope auf der Erde Teil 3.....</i>	<b>17</b>
<b>Impressum.....</b>	<b>22</b>
<b>Der Weltraum: Er gehört mir... Er gehört mir nicht...</b>	
<i>Teil 4: Weltraumrecht.....</i>	<b>23</b>
<b>Neues aus der AVL-Bibliotheksecke.....</b>	<b>28</b>

Die Plejaden sind ein offener Sternhaufen im Sternbild des Stiers, der leicht am Himmel mit bloßem Auge zwischen Anfang Juli und Ende April am nördlichen Sternenhimmel erkannt werden kann. Er ist Teil unserer Milchstraße und war lange vor der Erfindung des ersten Teleskops bekannt. So sind die Plejaden wahrscheinlich bereits auf der bronzenen Himmelsscheibe von Nebra verarbeitet, die ca. 4.000 Jahre alt ist.

Der Sternhaufen liegt knapp 140 Parsec entfernt im Sternbild Stier, umfasst mindestens 400 Sterne mit einer Gesamtmasse von mindestens 760 Sonnenmassen und ist etwa 125 Millionen Jahre alt.

Titelbild: *Die Plejaden (M 45)*.

Bild: Dr. Kai-Oliver Detken, AVL.



Die Sterne, liebe AVL-Mitglieder, zeigen sich angesichts des voranschreitenden Frühjahrs deutlich kürzer am Nachthimmel. Mancher von uns mag das gar nicht, andere finden es einfach nur schön, dass wir wieder mehr Sonnenlicht auf der Haut spüren können. Der allmählich sich verabschiedende Winter hat uns nicht mit tiefen Temperaturen und Bergen von Schnee belastet. Dem einen oder anderen hat er allerdings auch keine langen klaren Nächte beschert, die wir für tiefe Blicke in den Kosmos hätten gebrauchen können. Der Klimawandel dürfte dafür verantwortlich sein, dass es seit Monaten nur bedeckten Himmel zu sehen gab. Außerdem hat uns belastet, dass diese leidige Pandemie einfach nicht von uns weichen möchte. Nach wie vor mussten wir Einschränkungen in Kauf nehmen und konnten uns nicht so begegnen, wie wir es gewohnt waren und wie wir es uns wünschen würden.

Aber das Frühjahr kommt – und mit ihm die höheren Temperaturen und mit diesen endlich auch die Erleichterungen, die wir herbei gesehnt haben. Nein, wir werden nicht vollkommen unbelastet bleiben, wir werden aber wieder so etwas wie Normalität leben können – und das ist doch schon mal etwas. Wir werden lernen müssen, mit diesem Virus zu leben, und bis jetzt haben wir das alle bemerkenswert gut gemeistert.

Im Januar haben wir unser Vortragsprogramm für das Jahr 2022 aufgenommen und zunächst die ersten beiden Veranstaltungen in Form von Online-Meetings durchgeführt. Bei beiden hatten wir regen Zuspruch erfahren, weshalb wir diese Form nicht wieder verbannen wollen.

Vielmehr planen wir, auch weiterhin Präsenz-Veranstaltungen mit der Möglichkeit online dabei zu sein, zu erweitern. Bereits im März hat der geplante Vortrag über das fliegende Infrarot-Teleskop SOFIA als eine solche Hybrid-Veranstaltung stattgefunden.

Gleiches gilt für die Arbeitsgruppen. Auch die AGs können jetzt wieder zur Präsenzform zurückkehren. Seit dem Februar werden auch wieder Führungen am Telescopium durchgeführt. Und mit den kommenden Erleichterungen der Corona-Maßnahmen steigt die Nachfrage nach Führungen allmählich wieder an. Leider ist der Betreuerkreis nach wie vor klein – wir benötigen dringend Verstärkung.

Mit dem Frühjahr steht auch die planmäßige Jahreshauptversammlung an. Voraussichtlich werden wir erneut den Saal in Beckers Restaurant buchen und dort die Versammlung durchführen. Sobald Ort und Termin feststehen, werdet ihr informiert werden.

Ich habe eine Weile nachdenken müssen, ob ich das uns alle berührende Thema an dieser Stelle ansprechen soll – ich meine, ich soll.

Wir verfolgen die Geschehnisse in der Ukraine mit Entsetzen. Niemand von uns hätte sich je vorstellen können, dass es mitten in Europa zu einem Angriffskrieg kommen könnte, der eine Bedrohung für die gesamte westliche Welt bedeuten kann. Im ersten Moment fällt es schwer, einen positiven Aspekt zu finden. Zu groß ist das Leid der Menschen nur zwei Flugstunden von uns entfernt. Das schöne Wetter der letzten Tage erlaubte es, mal wieder die Sonne zu genie-

ßen. Und gleichzeitig bedrückt es, zu wissen, dass in diesen Minuten größtes Unglück über friedliche Menschen gebracht wird. Wie der Westen aber zusammensteht, ist beeindruckend. Die Hilfsbereitschaft in allen Bereichen der Zivilbevölkerung scheint keine Grenzen zu haben. Und dass auf Europäischer Ebene gegenüber der ungeheuren Zahl an Flüchtlingen gesagt wird: „*wir werden alle aufnehmen*“, macht Europa für mich vielleicht zum ersten Mal zu der wirklich großen Errungenschaft, die es eigentlich schon immer sein sollte.

Die Sterne, liebe AVL-Mitglieder, sollten für alle hell und eindrucksvoll strahlen. Lasst uns die in größte Not geratenen Menschen unterstützen wo und wie wir es können.

*Gerald Willems, Vorsitzender*

## NEUJAHR IM JUNI 2022

### Wie die Sterne Neuseeland einen Feiertag bescheren

VON ALEXANDER ALIN, *Bremen*

In vielen Ländern dieser Welt leben Menschen verschiedener Kulturen miteinander. Das geht nicht immer gut, wie besonders die Zeiten der Kolonialisierung und ihre Folgen zeigen. Im Zuge der kulturellen Aufgeklärtheit werden viele Schritte unternommen, bisher an den Rand der Gesellschaft gedrängte Völker in die Mitte zurückzuholen. Besonders Neuseeland geht dabei mit gutem Vorbild voran. Die Kultur und Sprache der indigenen Polynesier (den Māori) werden gezielt gefördert und in den Alltag integriert. Im letzten Jahr wurde vom Parlament beschlossen, das polynesisches Neujahrsfest als staatlichen Feiertag zu begehen. Da es durch ein astronomisches Ereignis definiert wird, lohnt sich an dieser Stelle eine genauere Betrachtung.

#### Kurzer Abriss der Besiedlung Neuseelands

Bis vor ungefähr 800 Jahren war Neuseeland (neben der Antarktis) die einzige Landmasse, die nicht vom Menschen besiedelt oder sogar beeinflusst war. Erst seit dem späten 13. Jahrhundert (in etwa um das Jahr 1280) lässt sich eine permanente Besiedlung beider Inseln nachweisen (Wilmschurst et al., 2020). Vermutlich kamen die Siedler von verschiedenen Inseln des östlichen Polynesi-

ens, heute als Cook Islands und Gesellschafts-Inseln (u. a. Tahiti) bekannt. Mit kippresistenten Auslegerkanus, den sogenannten va'a bzw. waka<sup>1</sup>, konnten sie die großen Distanzen zwischen den Inseln überwinden.

Sobald die Polynesier – ab hier Māori genannt – Neuseeland betreten hatten, begangen sie, die Natur zu verändern und sorgten im Laufe der Jahrhunderte für ein massives Aussterben der endemi-

schon Fauna. Die Tierwelt Neuseelands kannte damals (außer Fledermäusen) keine Landsäugetiere, dafür aber flugunfähige Riesenvögel. Diese hatten keine natürlichen Feinde und waren dem Menschen ein willkommenes, leicht zu erbeutendes Jagdgut.

Die Polynesier brachten aus der alten Heimat ihr angestammtes Weltbild und damit auch ihre Religion mit. Über viele Generationen jedoch entwickelten sich

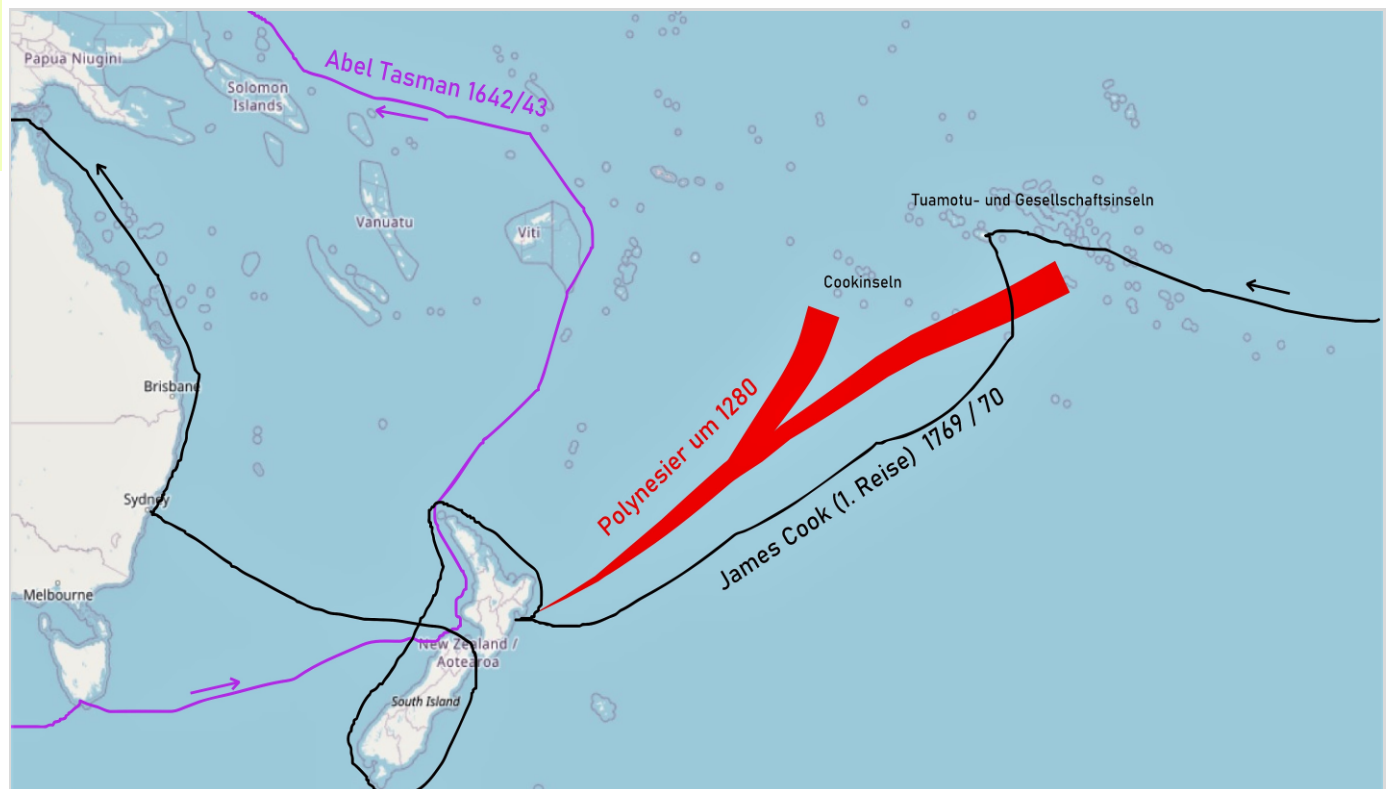


Abb. 1: Räumlich und zeitliche Entdeckungsreisen nach Neuseeland.

Kartengrundlage: OpenStreetMap-Mitwirkende / [www.openstreetmap.org/copyright](http://www.openstreetmap.org/copyright).

<sup>1</sup> Die Worte sind innerhalb der verwandten polynesischen Sprachen verschieden, aber dennoch ähnlich. Va'a heißt es im Tahitianischen, waka im Neuseeland-Māori.

neue soziale Strukturen und Spielarten der Lebensweise. Verschiedene Gruppen, heute Stämme genannt (Māori: Iwi), bildeten sich aus. Dennoch ist das Wesen der Māori über das gesamte Land und über die Zeit relativ homogen geblieben (King, 2003).

Im Dezember 1642 fand eine Begegnung von Māori und Europäern statt als Abel Tasman an der Nordküste der Südinsel anlandete und es zu einem ersten gewaltsamen Zusammentreffen kam. Nicht besonderes erfreut, verließen die Holländer das Land schnell wieder, und es fiel bis 1769 in Vergessenheit, als James Cook ankam. In den folgenden Jahren kamen immer mehr Walfänger und (Seehund-) Pelzjäger auf die Inseln. Sie brachten neben allerlei Tand als Tauschobjekte Feuerwaffen, die letztendlich einen Bürgerkrieg zwischen den Māori-Stämmen auslösten. Hierdurch konnten europäische Siedler das Land der Ureinwohner einnehmen, die offiziell mit dem Vertrag von Waitangi vom 6. Februar 1840<sup>2</sup> Untertanen der Britischen Krone wurden.

In den folgenden 150 Jahren lebten Māori in Neuseeland eher an den Rand der Gesellschaft gedrängt, doch mittlerweile

werden die Menschen, ihre Kultur und Sprache als gleichwertiger Teil der Nation Neuseeland angesehen. Unter anderem soll das durch den Feiertag Matariki (Māori für Neujahr bzw. für die Plejaden) symbolisiert werden.

Bereits seit 2018 wird in der Hauptstadt Wellington der Tag mit einem kulturellen Festival und Feuerwerk begangen. Nach Meinung des Bürgermeisters sei dieser Tag ein wichtiger Teil der neuseeländischen Geschichte, mehr noch als der im angelsächsischen Einflussbereich beliebte Guy-Fawkes-Day am 5. November, der an den Sprengstoffanschlag auf das Parlament und König Karl I. im Jahr 1605(!) erinnert (Devlin, 2017).

### Das astronomische Weltbild der Māori

Als Bewohner der „vielen Inseln“<sup>3</sup> waren die Polynesier immer hervorragende Navigatoren. Um sich in den Weiten des Pazifischen Ozeans zurechtzufinden, nutzen sie – wie andere Seefahrer auch – den Sternenhimmel. Sie entwickelten dabei mittels Sternkonstellationen ihre „Landkarten“ am Himmel.

Innerhalb dieser Landkarten gibt es wichtige Fixpunkte, nämlich ausgewählte

Sterne. Sie wurden während einer Reise beobachtet und ihr Ort des Auf- und Untergangs mittels einer komplizierten Einteilung des Himmels in Sektionen bestimmt. Im Schnittpunkt der Sektionsgrenzen befindet sich der Beobachter bzw. das Kanu. Weitere Kenntnisse über Strömungen, Winde, Wolken, den Vogelzug oder Wellenbewegungen halfen, sich auf dem Ozean zurechtzufinden.

Die Kenntnisse wurden allgemein mündlich von Generation zu Generation weitergegeben, da es im gesamten polynesischen Kulturraum kein Schriftsystem gab. Somit sind in den Traditionen der Māori und vor allem ihrer Sprache astronomische Begriffe und Beschreibungen omnipräsent, auch wenn diese Worte nurmehr in Redewendungen auftauchen.

Aus unterschiedlichen Gründen ist der Sternenhimmel der Māori mit dem unseren nicht vergleichbar. Zum einen ist selbst die Nordspitze Neuseelands fast 90 Breitengrade südlich von uns und somit der Nordsternhimmel nur unvollkommen sichtbar und zum zweiten sind die Mythologien nicht vergleichbar. Als Nation, die alltäglich mit dem Meer lebt, ist ihr Leben und alles, was damit zu tun hat, unmittelbar und unabwendbar mit der Seefahrt verbunden. Sterne werden als lebende Wesen angesehen, die sich innerhalb einer familiären Hierarchie zusammenfinden. Darüber sind nur noch die Götter zu finden.

In der māorischen Tradition gibt es verschiedene Versionen folgender Geschichte: Die Himmelsobjekte wurden vom Flößer Tamarēreti in drei Körben mit einem Kanu namens Puna Ariki zum Himmel gebracht (Abb. 2). Die ersten beiden Körbe enthielten die Sonne (Te Rā) und den Mond (Marama); der dritte Korb enthielt die Sterne (Ngā Whetu) und Hīnātore, die sogenannte Phosphoreszenz. Das Kielwasser des Kanus wurde zur Milchstraße, das Kanu selber ist



Abb. 2: Typisches Kanu der Polynesier. Dieses Exemplar stammt von 1932 und ist im neuseeländischen Waitangi ausgestellt.

<sup>2</sup> Heute der neuseeländische Nationalfeiertag.

<sup>3</sup> aus Altgriechisch: πολῶς - polýs „viel“ und νῆσοι - nesoi „Inseln“.

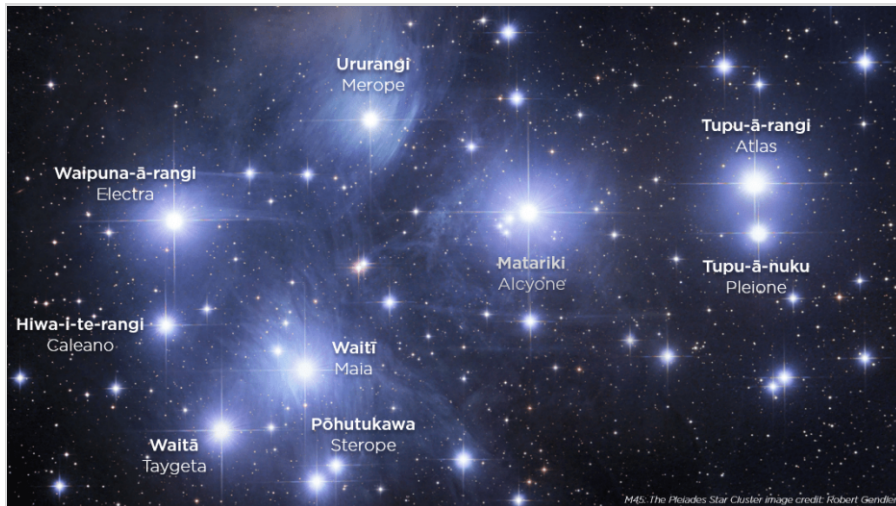


Abb. 3: Die Plejaden mit ihren griechischen (offiziellen) Namen und der Namensgebung durch die Māori.

Bild: Robert Gendler / Wikipedia, Lizenz CC BY-SA 2.0.

als Sternbild, das wir Skorpion nennen, verewigt.

Tamarēreti verteilte die Sterne überall am Himmel mit der Absicht, bekannte Muster zu kreieren (die Gürtelsterne des Orion z.B. sollen einen Dachsparren darstellen). Als er die hellsten Sterne am Himmelsgewölbe befestigt hatte, führte er einen rituellen Tanz (Haka) auf. Dabei aber stieß er den Korb mit den weniger leuchtenden Sternen um, und sie verteilten sich wahllos am Himmel (waka-huiatvnz, 2011).

Canopus ( $\alpha$  Carinae, in Māori Atutahi) gilt als ältester Stern. In der Mythologie befand er sich als Ältester außerhalb des Kanus, das die Milchstraße befuhr, in manchen Sagen schmückte er das Kanu mit seinen Strahlen. Canopus ist der hellste Stern, der außerhalb(!) des Bands der Milchstraße zu sehen ist.

Antares ( $\alpha$  Scorpii, in Māori Rehua) gilt als Häuptling unter den Sternen, denn er beherrscht die Zeit der größten Sommerhitze.

Etwas Besonderes ist der offene Sternhaufen der Plejaden (M 45), wie oben bereits erwähnt den Māori als Matariki bekannt (Abb. 3). Es gibt über die beiden Inseln verteilt eine ungezählte Anzahl verschiedener Sagen über die Plejaden.

Die gängigste ist wohl, diejenige der Mutter Matariki (der 2,9 mag hellen Stern Alcyone,  $\eta$  Tauri) mit ihren sieben Töchtern – wobei nicht ganz klar ist, ob diese Idee nicht mit den europäischen Einwanderern kam. Der Stern Pōhutukawa<sup>4</sup> (Sterope, 21 & 22 Tauri) gehört allerdings nicht zu den Töchtern, sondern symbolisiert den letzten Baum (zu sehen an der Nordspitze der Nordinsel), den die See-



Abb. 4: Ein Pōhutukawa. Für die Māori ein heiliger Baum, deshalb auch am Sternenhimmel auftaucht.

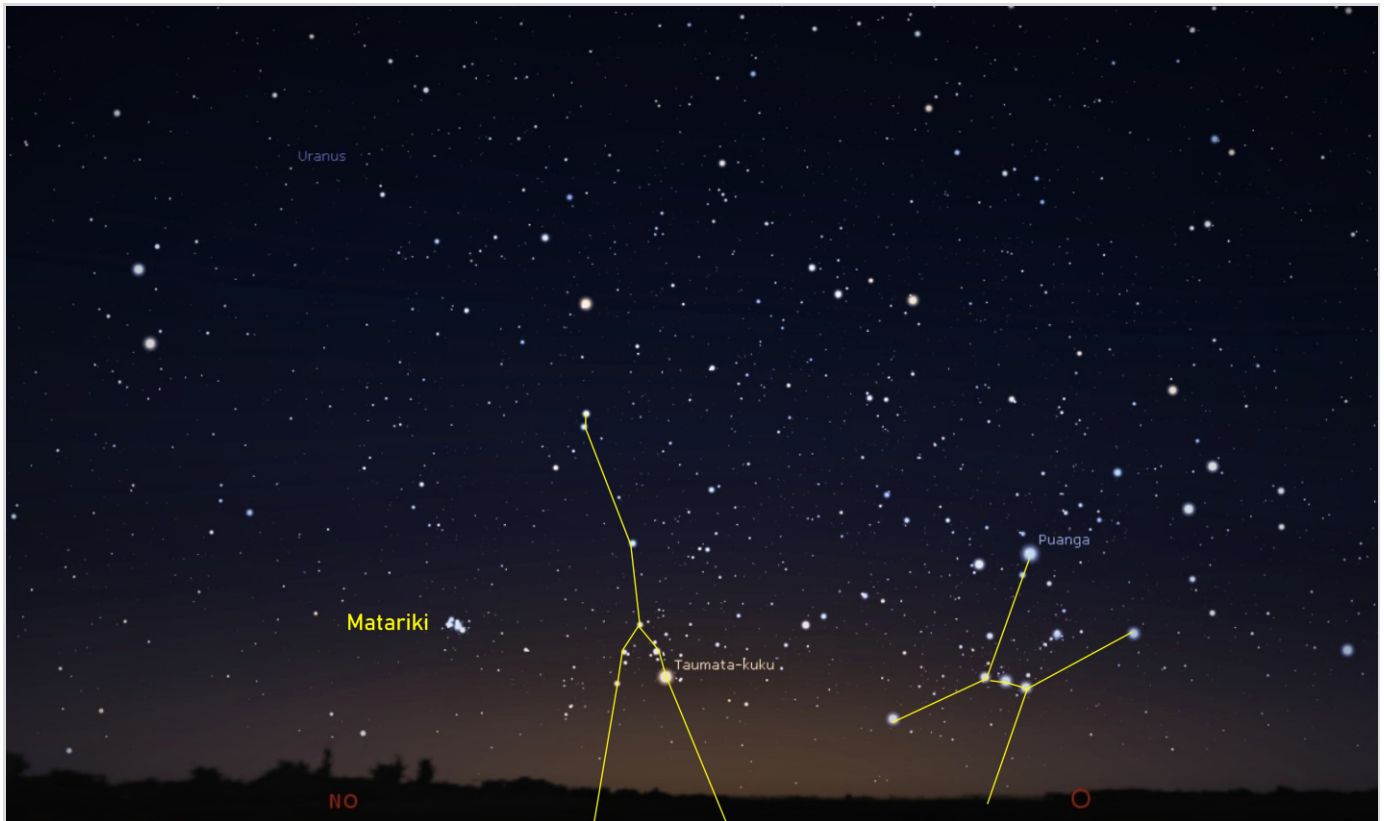
len bei ihrem Gang in das Land der Vorfahren passieren müssen (Abb. 4).

**Der Kalender der Māori** Nach der Sesshaftwerdung in Neuseeland beschäftigten sich die Astronomen (Māori: Tohunga kokorangi) hauptsächlich mit der Bestimmung der Jahreszeiten und den Aussaat- und Pflanzzeiten der wichtigsten Nahrungspflanzen. Das Wissen über die Navigation ging den Māori über die Generationen verloren. Dennoch standen die Astronomen in der sozialen Hierarchie der einzelnen Stämme weit oben an der Spitze und waren hochangesehen „Alte“<sup>5</sup> (Orchiston, 2016).

Es gab über ganz Neuseeland unterschiedliche Kalender, die auf den Mondphasen basierte. Der Kalenderzyklus hatte 12 Monate, die jeweils mit Neumond bzw. dem Wiedererscheinen der Mondsichel begannen. Allerdings scheint es unter den Stämme verschiedenen Anpassungen an das Sonnenjahr gegeben zu haben, wie Schalttage oder einen 13. Überhangmonat. Allgemein betrachtet

<sup>4</sup> Gemeinhin als Neuseeländischer Weihnachtsbaum bekannt, da er im Dezember über und über mit tiefroten Blüten bedeckt ist.

<sup>5</sup> Diese „Alten“ waren auf Grund der damaligen Lebenserwartung um die 30 Jahre alt.



**Abb. 5:** Aufgang der Plejaden und Rigels am 20. Juni, gegen 06:45 Uhr Ortszeit in Wellington. Dargestellt sind die Sternbilder Stier und Orion neben den Plejaden mit Blickrichtung Nordost bis Ost.

waren die Monatslänge wohl recht flexibel gewesen. Mit der Hilfe des Kalenders konnten nun Saatzeiten aber auch Migrationsbewegungen von jagdbaren Vögeln und Fischen bestimmt werden (Harris et al, 2013).

Sterne wurden ebenfalls zur Bestimmung der Jahreszeiten herangezogen. Sirius (Takurua) war der Winterstern, der die kalte Jahreszeit, aber auch den Frühling beherrschte, während Antares (Rehua) als Stern des Sommers und der Ernte galt. Im Herbst bestrahlte Wega (Whānui) die Bühne. Interessanterweise existierte im Māori-Jahr kein ausgewiesener Frühling! Gerade auf der Nordinsel und im Windschatten der Südalpen ist aber auch kein großer Unterschied zu spüren. Der Winter im heutigen Auckland ähnelten eher unserem März / April, während der Frühling mild wie im April / Mai Norddeutschlands ist.

**Die Plejaden und der Beginn des neuen Jahres** Das Konzept des „neuen Jahres“ muss im Zusammenhang mit

dem sich entwickelnden Ackerbau in einem Land mit deutlichen Jahreszeiten gesehen werden. Im Prinzip wurde der landwirtschaftliche Zyklus im tiefen Winter – also im Juni – zur Ruhezeit in der Natur neu begonnen. Das Konzept war bereits europäischen neolithischen Kulturen bekannt, zumal der Zeitpunkt der Wintersonnenwende relativ einfach bestimmbar ist. Aber wie ließe sich der Zeitpunkt des Winteranfangs bestimmen?

Mit dem Ende des Spätherbstes, circa Ende März, verschwinden die Plejaden/Matariki allmählich zusammen mit der untergehenden Sonne unter dem Horizont und bleiben bis Ende Mai / Anfang Juni unsichtbar. Erst zu dieser Zeit tauchen sie kurz vor Sonnenaufgang wieder am Morgenhimmel auf. Man spricht vom heliakalischen Aufgang. Ähnliches gilt mit Abweichung um ein paar Tage auch für den hellen Stern Rigel (Māori: Puanga). Die unterschiedlichen Iwi innerhalb Neuseelands definieren den Neujahrstag etwas anders. Einige feiern ihn, sobald

die Plejaden erstmal erscheinen, andere sobald sie Rigel in der Morgendämmerung erkennen (Abb. 5) und noch anderer erst beim folgenden Vollmond.

Jedoch ist allen Iwi gleich, dass sie den gewählten Tag als wichtigen Feiertag begangen. Es war ein Tag, an dem den Vorfahren gedacht wurde, an dem aber auch das Neue, Kommende willkommen geheißen wurde. Gleichzeitig war es ein religiöses Fest, bei dem Rituale zelebriert wurden, die den Gott des Himmels (Ranginui) mit dem Gott der Erde (Papatūānuku) verbinden sollten. In abgelegenen Teilen der Nordinsel wurden diese Riten bis in die 1950er Jahre begangen. Es muss in vorkolonialer Zeit weitere Aspekte des Festes Matariki gegeben haben, die seit Dekaden ausgestorben sind (Miyazato, 2007).

Der Neujahrstag galt als Lostag für das Wetter des kommenden Sommers. Je nachdem wie die Plejaden am Himmel erschienen, entschied sich das Wetter. Eine klare Sichtbarkeit ließ einen trockenen und warmen Sommer erwarten; ein un-



**Abb. 6:** Die Süßkartoffel ist das Grundnahrungsmittel aller polynesischen Völker. Die Setzzeit zu bestimmen, war eine der Hauptaufgaben der Astronomen.  
Bild: Wikipedia, Lizenz CC BY-SA 2.0.

klares Erscheinungsbild oder Flackern sprach für einen kalten Sommer. Diese Vorhersage war für die Bauern wichtig, die das Grundnahrungsmittel der Polynesier, Kumara (bzw. Süßkartoffel, *Ipomoea batatas*) im Monat nach Matariki auslegten und im zehnten Monat zu ernten hofften (Abb. 6). Die Pflanzzeit wur-

de parallel zur Blüte des Kowhai-Baums definiert, etwa ab Juli, erwartet (Williams, 2013).

Interessant ist in diesem Zusammenhang, dass im natürlichen Verbreitungsgebiet der Süßkartoffel, nämlich in den peruanischen Anden(!), von den Bauern ein Ritual durchgeführt wird, bei dem sie auf

Berggipfel auf den Aufgang der Plejaden warten, um dann eine Vorhersage für den Niederschlag der kommenden Regenzeit zu wagen. Anthropologen spekulieren über verschiedene Wege, die die Süßkartoffel genommen hat und wie stark der kulturelle Einfluss Südamerikas auf die Inselwelt des Pazifiks ist (Williams, 2013).

All diese Betrachtungen haben das neuseeländische Parlament zu dem Entschluss kommen lassen, den Tag Matariki als wichtigen Tag für alle Neuseeländer (vor Ort allgemein liebevoll nur Kiwis genannt) zu deklarieren. Dieses Jahr wird Matariki daher zum ersten Mal als staatlicher Feiertag begangen. Berechnet wurde Freitag, der 24. Juni. Ausländische Besucher müssen aber wegen der Corona-Beschränkungen bis voraussichtlich Juni 2023 warten.

#### Literaturhinweise

King, M. (2003). *The Penguin History of New Zealand*. Penguin Books, Penguin Group, Auckland (NZ).

Wilmshurst, J. M., Anderson, A. J., Higham, T. F. G. & Worthy, T. H. (2008). Dating the late prehistoric dispersal of Polynesians to New Zealand using the commensal Pacific rat. *PNAS*, Juni 2008, 105(22), 7676-7680. doi.org/10.1073/pnas.0801507105.

Orchiston, W. (2016). *The Skies Over Aotearoa/New Zealand: Astronomy from a Maori Perspective*. In W. Orchiston, *Exploring the History of New Zealand Astronomy, Astrophysics and Space Science Library 422*, 33-87. Springer International Publishing Switzerland. DOI 10.1007/978-3-319-22566-1\_2.

Williams, J. (2013). Puaka and Matariki: The Maori New Year. *Journal of the Polynesian Society*, 122(1), 7-19.

Miyazato, T. (2007). *A Cultural Anthropological Study of the Matariki Tradition and the Maori New Year*. Aichi Prefectural University Repository. doi/10.15088/00000300.

Harris, P., Matamua, R., Smith, T., Kerr, H., & Waaka, T. (2013). A Review of Maori Astronomy in Aotearoa-New Zealand. *Journal of Astronomical History and Heritage*, 16(3), 325-336.

wakahuiatvnz (02. August 2011). Tūhoe legends surrounding the creation of star constellations [Video]. Erschienen auf [https://www.youtube.com/watch?v=bN5Wo0\\_E9j4](https://www.youtube.com/watch?v=bN5Wo0_E9j4).

Devlin, C. (2017). Wellington City Council cancels Guy Fawkes and moves fireworks Sky Show to Matariki. Erschienen auf [www.stuff.co.nz](http://www.stuff.co.nz)



# REMOTE-STERNWARTEN

## Astrofotografie unter besten Bedingungen

von DR. KAI-OLIVER DETKEN, *Grasberg*

Nachdem im April 2009 ein Artikel von mir in der Himmelspolizey (Ausgabe 18) mit dem Titel Internet-Observatorien erschienen war, schien der richtige Zeitpunkt gekommen zu sein, dieses Thema mal wieder zu aktualisieren. Schließlich hat sich seitdem viel getan, was Steuerungssoftware, Kameras und automatisierte Kuppeln betrifft. Auch haben sich die Anbieter seitdem verändert bzw. es sind neue hinzugekommen. Zudem hat die Vereinigung der Sternfreunde e.V. (VdS) eine neue Arbeitsgruppe mit dem Namen „Remote-Sternwarten“ frisch gegründet, um mehr Jungmitglieder zu erreichen und Beobachtungsmöglichkeiten außerhalb von Städten anbieten zu können. Das waren Gründe genug sich dem Thema erneut wieder anzunehmen.

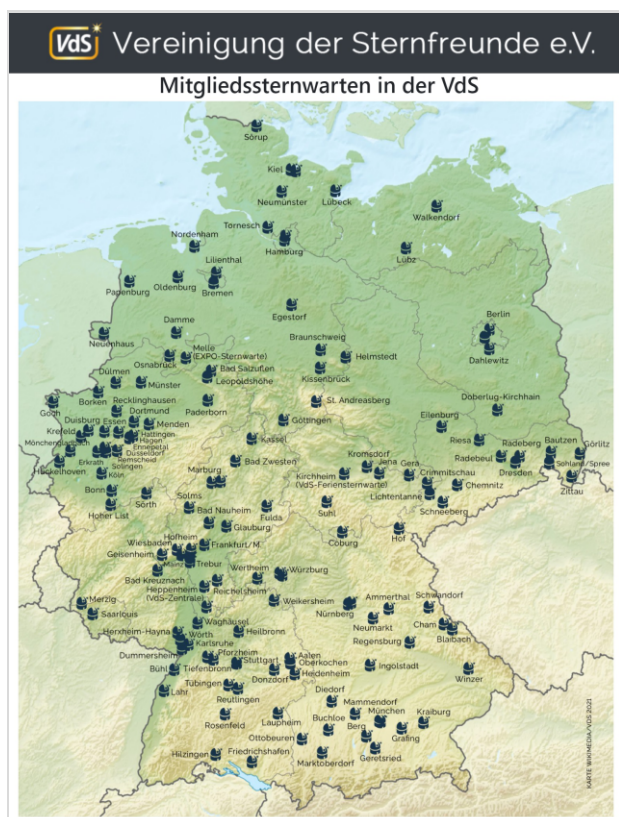


Abb. 1: Mitgliedssternwarten der VdS in Deutschland [1].

Die Astrofotografie boomt, was wir nicht nur bei uns im Verein feststellen können. Immer mehr Astro-Bilder sind in den Foren oder auf Facebook zu bewundern. Die Kameras und Teleskope werden dabei kontinuierlich leistungsfähiger und haben zuerst durch die Digitaltechnik (CCD, CMOS) einen gehörigen Sprung nach vorne gemacht. Heute sind daher Bilder von Amateuren möglich, die früher nur mit leistungsfähigen Observatorien erreicht werden konnten. Einzig die zunehmende Lichtverschmutzung und

Amateurastronomen in Deutschland zusammenführt und ihnen eine Kommunikationsplattform für den Austausch bietet. Die VdS repräsentiert ca. 4.000 Mitglieder und weit über 100 Vereine sowie astronomische Vereinigungen (siehe Abbildung 1). Auch die AVL gehört mit dazu und kooperiert bereits lange Jahre mit der VdS. So richten wir beispielsweise jährlich den bundesweiten Astronomietag [2] aus, der von der VdS ursprünglich am 23. August 2003 zum Anlass der nahen Mars-Opposition ins

das Wetter in Deutschland machen es den Astrofotografen schwer kontinuierlich gute Bilderergebnisse einzufahren. Hier kommen Remote-Sternwarten ins Spiel, die an entfernten Plätzen betrieben werden können, an denen das Wetter im Jahr gut ist und keine störenden Lichtquellen die Bildqualität beeinflussen.

**Gründung der VdS-Fachgruppe Remote-Sternwarten** Die Vereinigung der Sternfreunde e.V. (VdS) [1] ist ein gemeinnütziger Verein, der seit über 50 Jahren die

Leben gerufen wurde. Damit ist sie das Sprachrohr in der Astroszene in Deutschland, ähnlich einem Dachverband.

Der Verein ist wie die AVL in Fachgruppen organisiert, die bei der VdS derzeit 19 umfassen. Neu hinzugekommen ist bei der letzten Mitgliederversammlung im November 2021 die Fachgruppe „Remote-Sternwarten“ [2]. Diese soll das Ziel verfolgen die Vereinigung für Neumitglieder, aber auch für Bestandsmitglieder, interessanter werden zu lassen. Denn auch die VdS klagt wie andere Vereine über einen Mitgliederschwund und Überalterung. Jüngere Astro-Interessierte schließen sich immer weniger Vereinen an, sondern kommunizieren viel lieber mit Foren oder Facebook bzw. Instagram, ohne zeitliche oder anderweitige Bindung. Bei der AVL haben wir ein ähnliches Problem, welches auch die verschiedenen Jugendgruppen von Peter Kreuzberg in der Vergangenheit nicht mildern konnten. Denn es bleiben die Jugendlichen nach den ersten begeisterten Jahren selten längerfristig im Verein, da Studium, Berufseinstieg, Familie, Wohnortwechsel, aber auch andere Interessen häufig später dazwischenkommen. Bei der VdS möchte man durch diese Arbeitsgruppe einen Mehrwert für Vereinsmitglieder schaffen und gerade auch ein jüngeres Publikum ansprechen, welches sich oftmals das teure Astro-Fo-

toequipment nicht leisten kann. Zielgruppe sind daher Schüler und Studenten der MINT<sup>1</sup>-Fächer, die sich in der Regel gerne mit umfassenden Themen beschäftigen.

Natürlich bietet ein Remote-Teleskop auch noch andere Vorteile. Es soll leicht zugängliche und kostengünstige Möglichkeiten schaffen, um Planeten, Nebel, Galaxien und Himmelsereignisse an einem dunklen Standort beobachten zu können. Der Standort bzw. die Standorte müssen dabei allerdings noch ausgewählt werden, denn die Fachgruppe steht noch ganz am Anfang. Voraussetzung wird dabei auf jeden Fall sein, dass die Himmelsqualität sehr gut sein muss und man Internet-Anbindung und Stromversorgung sicherstellen kann. Ob man die Nord- oder Südhalbkugel (oder beides) realisieren wird, steht ebenfalls noch in den Sternen. Derzeit gibt es nur einen Zeitplan und ein Budget von rund 100.000 Euro, welches über eine Stiftung zur Verfügung gestellt wird. Der Zeitplan gibt vor, dass bereits im kommenden Jahr das „First Light“ einer Remote-Sternwarte umgesetzt werden soll. Derzeit besteht die Gruppe aus über 60 Teilnehmern und es werden weitere Mitstreiter gesucht, um

Anbieter	Sternwarten-Standorte	URL-Adresse
Chiloscope	Chile	<a href="http://www.chiloscope.com">www.chiloscope.com</a>
Deep Sky Chile	Chile	<a href="http://www.deepskychile.com">www.deepskychile.com</a>
Deep Sky West	Chile	<a href="http://www.deepskywest.com">www.deepskywest.com</a>
Insight Observatory	USA, Chile, Spanien, Namibia	<a href="http://www.insightobservatory.com">www.insightobservatory.com</a>
iTelescope	USA, Spanien, Chile, Australien	<a href="http://www.itelescope.net">www.itelescope.net</a>
Kalamazoo Astronomical Society (KAS)	Arizona (USA)	<a href="http://www.kasonline.org">www.kasonline.org</a>
New Mexico Skies	Neu-Mexiko (USA)	<a href="http://www.nmskies.com">www.nmskies.com</a>
Observatoire Astronomique Sirene	Frankreich	<a href="http://www.obs-sirene.com">www.obs-sirene.com</a>
Observatorio El Sauce Telescope Hosting (OBSTECH)	Chile	<a href="http://www.obstech.cl">www.obstech.cl</a>
Remote Observatories Southern Alps (ROSA)	Südfrankreich	<a href="http://www.rosa-remote.com">www.rosa-remote.com</a>
Remote Skygems Observatories (SkyGems)	Spanien, Namibia	<a href="http://www.skygems-observatories.com">www.skygems-observatories.com</a>
Remote Observatory Theoretical Astrophysics Tübingen (ROTAT)	Südfrankreich	<a href="http://www.stiftung-astronomie.org">www.stiftung-astronomie.org</a>
San Pedro de Atacama Celestial Explorations (SPACE)	Chile	<a href="http://www.spaceobs.com">www.spaceobs.com</a>
Sierra Remote Observatories (SRO)	Sierra Nevada Mountains (USA)	<a href="http://www.sierra-remote.com">www.sierra-remote.com</a>
Telescope Live	Chile, Australien, Spanien	<a href="http://www.telescope.live">www.telescope.live</a>
The Open University	Teneriffa (Spanien)	<a href="http://www.telescope.org">www.telescope.org</a>

Tab. 1: Übersicht über eine Auswahl an Remote-Sternwarten-Anbietern.

Software, Montierungen, Teleskope, Kameras etc. auszuwählen und die Sternwarte aufzubauen und später zu betreiben. Über eine Mailingliste tauscht man sich gegenwärtig aus. Zukünftig soll auch das VdS-Forum mit einbezogen werden. Eine eigene Internet-Präsenz ist ebenfalls in Arbeit [3]. Jedes VdS-Mitglied kann bei der AG mitmachen und später dann auch das Sternwarten-Equipment nutzen. Bei Interesse an einer Teilnahme kann man sich vertrauensvoll an mich wenden, da ich stellvertretender

Leiter dieser Arbeitsgruppe geworden bin.

### Anbieter von Remote-Sternwarten

Alternativ kann man natürlich auch bestehende Anbieter von Remote-Sternwarten nutzen, wenn man dem schlechten Wetter in Norddeutschland entfliehen will oder dadurch die Chance bekommt, ohne Reisetätigkeit die Südhalbkugel entdecken zu können. Eine Auswahl von Anbietern fasst, ohne einen Anspruch auf Vollständigkeit, die Tabelle 1 zusammen. Denn derzeit schießen immer neue Anbieter aus dem Boden, was sicherlich auch der Corona-Pandemie geschuldet ist. Als beliebteste Südhalbkugel-Standorte kann man dabei Chile, Namibia und Australien ausmachen. Auf der Nordhalbkugel sind das Festland in Spanien, die USA und die Kanaren die Vorreiter. Alle Standorte zeichnen sich dabei durch einen sehr dunklen und transparenten Himmel aus. Jeder Anbieter verspricht eine perfekte Nachführung und eine optimale Fokussierung, um sehr gute Bilderergebnisse erzielen zu können. Gradienten, mit denen man zu Hause oftmals kämpfen muss, sind bei diesen Aufnahmen quasi nicht

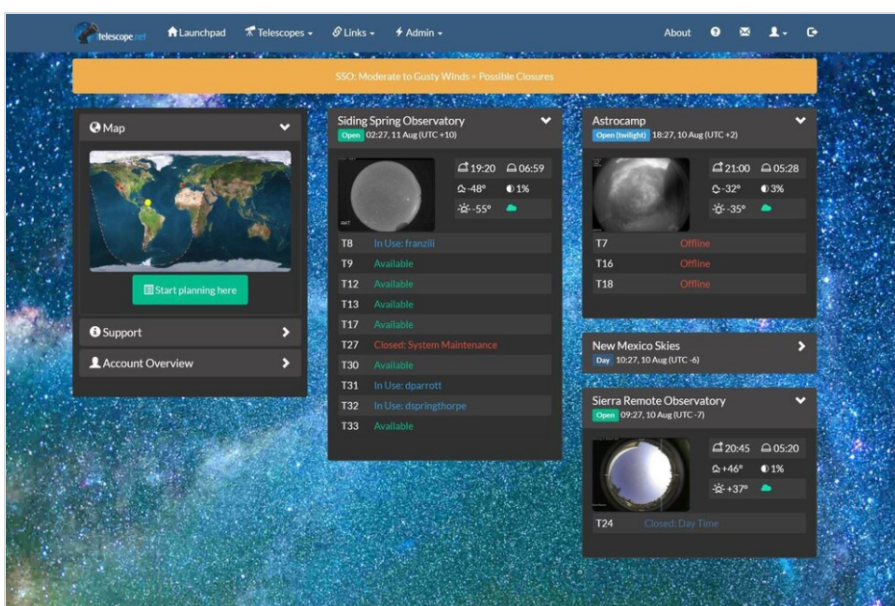


Abb. 2: Übersichtsseite Launchpad von iTelescope mit allen Teleskopen und Observatorien [5].

<sup>1</sup> MINT = Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik.



Abb. 3: ROSA-Observatorium in Südfrankreich [7].

existent.

Die Nutzungsmöglichkeiten sind bei den Remote-Sternwarten allerdings unterschiedlich. Während sich Anbieter darauf spezialisiert haben über eine Plan- und Verwaltungssoftware möglichst viele Amateurastronomen ihre Teleskope anbieten zu können, bieten andere die gemeinsame Nutzung des bestehenden Equipments oder einen Stellplatz für eigenes Equipment an. Zusätzlich existieren noch eine Reihe von Privatsternwarten, die gar nicht für externe Nutzer ausgelegt sind und exklusiv dem Betreiber zur Verfügung stehen. Dementsprechend sind die Kosten für die Nutzung einer Remote-Sternwarte auch sehr unterschiedlich. Wichtig ist auch, dass es immer Service-Personal geben muss, wenn die Technik irgendwo hakt oder eine Wartung ansteht. Während die großen Anbieter das selbstverständlich berücksichtigt haben, ist dies bei Aufbau einer eigenen Remote-Sternwarte oder der Nutzung von eigenem Equipment ebenfalls einzubeziehen. In den meisten Fällen wird aber ein Remote-Teleskop über eine Verwaltungssoftware gebucht und das Teleskop entweder in dieser Zeitspanne über das Internet ferngesteuert (z.B. iTelescope) oder auch dies automatisiert abgewickelt (z.B. Telescope Live). Der Anbieter sorgt dabei für den reibungslosen Ablauf und gibt gewisse Garantien auf die gemachten Aufnah-

men, so dass man sich nicht selbst mit dem Equipment auseinandersetzen muss. Dadurch können schon mal technische Fehler minimiert und sich ganz auf die Bildentwicklung konzentriert werden. Nachfolgend werden exemplarisch ein paar unterschiedliche Beispiele einer Remote-Sternwarte aus der Tabelle 1 erläutert.

Deep Sky West (DSW) hebt sich von der automatisierten Buchungsmethode größerer Anbieter ab, indem zwei Varianten angeboten werden. Zum einen kann ein Säulenplatz für eigenes Equipment in einer der großen Rolldachsternwarten angemietet werden. Dies umfasst auch die Bereitstellung von Strom und Internet. Für die Installation und den Betrieb seiner Geräte ist man aber selber zuständig. Zum anderen kann man Mitglied eines bestehenden Teams werden, das sich ein von DSW bereitgestelltes Teleskop teilt. Man kann dann das Teleskop allerdings nicht selber steuern, sondern reicht Beobachtungsvorschläge ein, die das Objekt bzw. dessen Koordinaten, die gewünschten Filter und die angestrebte Belichtungszeit umfassen. Die einzelnen Beobachtungsvorschläge werden dann von einem DSW-Mitarbeiter in eine Planungssoftware eingegeben und automatisiert in Abhängigkeit von der Objekthöhe, Mondphase, Filter etc. abgearbeitet. Die aufgenommenen Bilder mit den Kalibrierungsdaten (Darks, Flats,

Bias) werden anschließend allen Teammitgliedern bereitgestellt. So können auch Bilder von anderen Team-Mitgliedern genutzt werden. Während die erste Variante mit 700 \$ pro Monat zu buche schlägt, beträgt der Preis für die zweite Variante je nach Gerätekombination 600-2.400 \$ pro Jahr. Der Vorteil bei dieser Tarifierung ist, dass die Belichtungszeit nicht berechnet wird und man so viele Objekte wie möglich ohne Mehrkosten fotografieren kann [4].

Der bekannteste und größte Anbieter ist wohl iTelescope, der auf 18 Teleskope an fünf Standorten zugreifen kann, die sich in den USA (Neu-Mexiko, Kalifornien), Spanien, Chile und Australien befinden. Hier stehen jeweils sehr leistungsstarke Teleskope (z.B. Takahashi FSQ-ED, Planewave CDK) auf sehr stabilen Montierungen (z.B. Paramount PME, Planewave Ascension 200HR) und hochauflösenden CCD-Kameras zur Verfügung. Jedes Teleskop ist dabei mit einer Vielzahl von Farb-, Spektral- und Fotometrie-Filtern ausgestattet, weshalb man nicht nur „Pretty-Pictures“ aufnehmen, sondern bei Bedarf auch wissenschaftlich arbeiten kann. Es gibt sogar einen Spektrografen. Als eingeloggtes Mitglied landet man zuallererst auf der Übersichtsseite „Launchpad“, die anzeigt, welche Sternwarte einsatzbereit ist (siehe Abbildung 2). Eine All-Sky-Kamera zeigt jeweils wie der Himmel momentan am Standort aus-

sieht. Des Weiteren werden Mond- und Sonnenstand sowie alle verfügbaren Teleskope angezeigt. Neben der ad-hoc-Auswahl eines Teleskops kann man aber auch Beobachtungszeiten planen und automatisiert umsetzen. Eine Teleskopsteuerung in Echtzeit ist allerdings nicht möglich. Die Funktion „View Observatory“ ermöglicht zwar einen Blick auf das Steuer- und Vorschau-Interface eines Teleskops, liefert aber nur einen Schnappschuss des letzten Aufnahmeprozesses. Die Kosten halten sich dafür auch relativ im Rahmen: 20-1.000 \$ für Mitglieder in einem Zeitraum von 28 Tagen. Dies hängt vom Plan ab, den man wählt. Möglich ist ein erster Startversuch für 20 \$ bis hin zu Plan-1000, der wie der Name schon aussagt mit 1000 \$ zu Buche schlägt. Dazwischen gibt es aber noch diverse Abstufungen: Plan-10, Plan-90, Plan-160, Plan-290, Plan-490. Mit der Plan-Zahl erhält man dieselbe Anzahl von Points (z.B. Plan-20 = 20 Points), die man dann für das ausgewählte Teleskop und die Belichtungszeit nutzen kann. Man kann daran sehen, dass tiefbelichtete Bilder schnell ins Geld gehen können [6].

Wiederum einen anderen Ansatz verfolgen Privatsternwarten, die an dunklen Orten selbstständig aufgebaut wurden und Remote betrieben werden. Diese sind nicht für die Allgemeinheit bzw. Externe zugänglich, sondern entstehen durch den Zusammenschluss verschiedener Amateurastronomen durch eigene Planung und Selbstbau. Ein Beispiel dafür ist das ROSA-Observatorium (siehe Abbildung 3), welches in Südfrankreich errichtet wurde, um es noch mit dem Wagen erreichen zu können. Denn neben dem Aufbau fällt dadurch der Betrieb leichter, da auch zu Wartungs- oder Reparaturzwecken häufiger vor Ort Hand angelegt werden muss. Auf dem Gelände stehen vier Kuppeln und zwei Rolldachhütten, die mit Breitband-Internet und Strom versorgt werden. Genutzt

werden diese von einem siebenköpfigen Team, welches sich auch auf der Homepage entsprechend vorstellt [8]. Statt im eigenen Garten eine solche Sternwarte aufzubauen, die ja meistens auch remote vom Sessel aus betrieben werden kann, entschloss man sich dies an einem optimaleren Standort vorzunehmen. Durch den Eigenbetrieb sind der Aufwand und die Kosten natürlich wesentlich höher, als bei den vorangestellten Beispielen. So besteht zwar eine Betreuung vor Ort, die sich aber nicht auf die Sternwarten-Technik bezieht, sondern nur nach Wasser-/Ungeziefer Schäden Ausschau hält bzw. mal Hand an die Kuppeln legt, falls diese mal nicht geschlossen wurden. Das bedeutet, dass man notfalls selbst hinfahren muss, wenn der Rechner oder eine Kamera ausfällt, um nach dem rechten zu sehen. Aber dafür erhält man auch zu 100% seine eigenen Bilder, die man nicht mit anderen teilen muss.

**Die notwendige Technik und Standortfrage** Bei Aufbau einer eigenen Remote-Sternwarte muss man sich daher wohl oder übel mit der Technik und der Standortfrage beschäftigen. Die Technik bleibt dabei die Gleiche wie im heimischen Garten, der Standort muss aber vorab sehr genau ausgewählt werden,

weil dieser bei Auswahl nicht mehr änderbar ist. Daher muss bei der Vorbereitung einer Remote-Sternwarte auf einige Dinge geachtet werden, die beispielsweise der VdS-Arbeitsgruppe noch bevorzugen. Bei der Technik muss man zuerst Montierung, Teleskope, Kameras und Filter in Betracht ziehen. Und hier fängt schon das erste Problem bei einer größeren Nutzergemeinde an, was zu folgenden Fragestellungen führt:

- Soll der Standort auf der Nord- und/oder Südhalbkugel liegen?
- Sollten Monochrom- und/oder Farbkameras zum Einsatz kommen?
- Welche Himmelsobjekte (z.B. Deep-Sky, Planeten, Sonne) sollen beobachtet werden können?
- Welche Schmalband- und Breitbandfilter sind einzuplanen?
- Sollen „Pretty Picture“ oder wissenschaftliche Aufnahmen entstehen?
- Sollten mehrere Montierungen mit Teleskopen unterschiedlicher Brennweite betrieben werden?
- Welche Beobachtungszeiten bekommen die Benutzer?
- Welche Planungs- und Steuerungssoftware sollte verwendet werden?
- Soll eine Kuppel oder Rolldachhütte eingeplant werden?

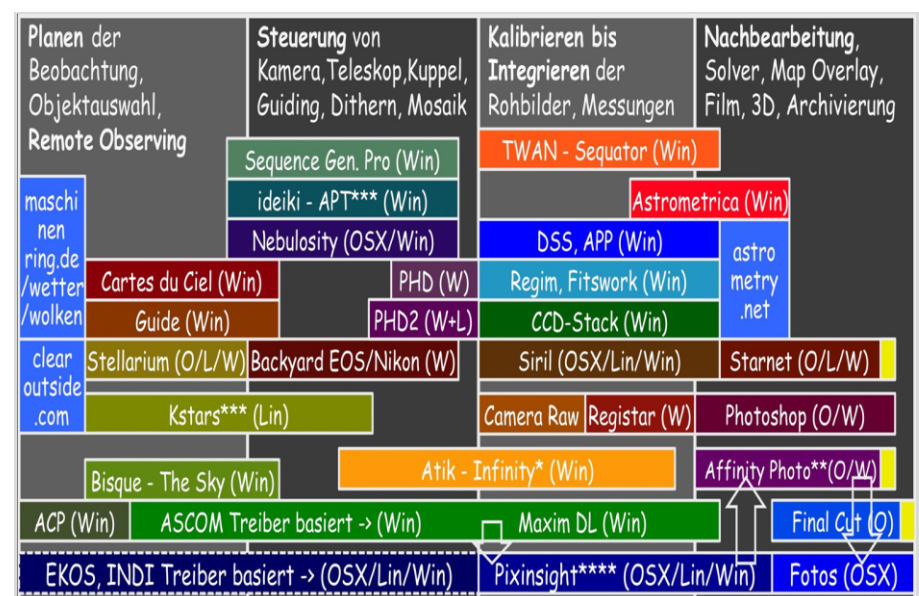


Abb. 4: Übersicht der Programme für Deep-Sky-Astrofotografie von Sighard Schräbler [9].

Alleine die Steuerungssoftware offenbart ein Füllhorn von Möglichkeiten, wie die Abbildung 4 zeigt. Hier wurde von Sig-hard Schräbler einmal versucht alle Varianten zusammenzufassen, die sich über das Planen der Beobachtung, die Steuerung der Kamera, Teleskop und Kuppel, das Kalibrieren bis Integrieren der Rohbilder bis hin zur Nachbearbeitung erstrecken. Die Zusammenstellung ist aber nicht komplett, da immer wieder neue Software-Möglichkeiten hinzukommen. So fehlt beispielsweise das relativ neue Tool N.I.N.A. [10], welches vollständig „Nighttime Imaging ‚N‘ Astronomy“ heißt. Mit dieser Open-Source-Software können Kameras, Teleskope, Filterräder, Rotatoren, Motorfokus, Autoguider und neuerdings sogar Kuppeldächer angesteuert werden. Es können aber auch Belichtungsreihen geplant und automatisch Mosaik aufgenommen werden. Dies funktioniert durch das integrierte Plate-solving, weshalb auch der Auto-Meridianflip fehlerfrei eingesetzt werden kann, da das fotografierte Objekt automatisch erneut zentriert wird. Es ist also eine gewisse Konkurrenz zum Astro Photography Tool (APT), welches von einigen AVL-Mitgliedern und auch von mir verwendet wird. Es kann allerdings noch ein bisschen mehr, weil sich damit wie erwähnt auch eine Sternwarten-Kuppel ansteuern und diese beispielsweise automatisch zugehen lässt, wenn ein Regensensor Niederschläge meldet. Auch lassen sich damit optimierte Flats über einen Flatfield-Generator erzeugen, der die Belichtungszeit automatisch anhand der ausgewerteten Aufnahmen festlegt. Viele interessante Möglichkeiten, nicht nur für Remote-Sternwarten.

Wenn ich meinen eigenen Workflow zugrunde lege, kommen dabei für die unterschiedlichen Bereiche bereits folgende Software-Lösungen zum Einsatz:



Abb. 5: Observatorium El Sauce in Chile im Rio-Hurtado-Tal auf 1.525 m [24].

- a. Planen der Beobachtung: Telescopius [11], ObjectTracker von CCD Guide [12]
- b. Planetariumssoftware: Cartes du Ciel [13], Stellarium [14]
- c. Steuerung von Kamera und Teleskop: ASCOM [15], Astro Photography Tool (APT) [16]
- d. Kalibrieren bis Integrieren: DeepSky-Stacker (DSS) [17], Astro Pixel Processor (APP) [18]
- e. Nachbearbeiten: PixInsight [19], Adobe Photoshop [20], Topaz DeNoise AI [21], Fitswork [22]
- f. Platesolver: Astrometry.net [23], Object Marker von CCD Guide

Daran ist bereits zu erkennen, dass es auf der einen Seite sehr viele Möglichkeiten gibt und auf der anderen Seite, dass die Software-Lösungen auch beherrscht werden wollen. Wichtig zu beachten ist auf jeden Fall, dass man den zu nutzenden Software Stack sorgsam auswählt und vor dem Betrieb in einer Remote-Sternwarte ausgiebig testet. Das gilt auch für das restliche Equipment. Dabei sollte möglichst jeder Fehlerfall mitberücksichtigt werden, wie z.B. ein plötzlicher Stromausfall, um zu testen, ob sich anschließend alle Systeme wieder ohne Probleme hochfahren lassen. Bei der Suche nach einem Wunschstandort sollte man auch die Wetterdaten über einen längeren Zeitraum von dort beobachten. Hierbei

ist nicht nur der Bedeckungsgrad oder die -häufigkeit relevant, sondern auch Wind und Luftfeuchtigkeit. Optimalerweise prüft man auch die Seeing-Daten des Standorts oder nimmt eigene Messungen vor Ort vor. Auch eine stabile und breitbandige Internetanbindung sollte eingeplant werden, was oftmals in entlegenen Gebieten problematisch sein kann. Hierbei braucht man gar nicht unbedingt weltweit zu denken, denn auch in Deutschland gibt es in ländlichen Gegenden immer noch weiße Flecken auf der Internet-Karte. Aber Länder wie Namibia oder Chile (siehe auch Abbildung 5) können in jedem Fall problematisch sein, wie ich bei meinem Kiripotib-Aufenthalt 2019 selbst feststellen durfte. Zusätzlich sollte ein Vor-Ort-Support in irgendeiner Form eingeplant werden. Falls die Technik ausfällt, die Sternwarte undicht wird oder sich nicht mehr schließen lässt ist ein Ansprechpartner vor Ort wichtig. Auch sollte man ein zweites Teleskop mit einplanen, um die Remote-Sternwarte bei Ausfall eines Geräts weiter nutzen zu können. Zudem sind verschiedene Brennweiten ja auch interessant für unterschiedliche Himmelsobjekte, so dass man ein zweites Gerät so oder so benötigt.

**Erste Ergebnisse mit Telescope Live**  
Nachdem das Wetter der letzten Monate

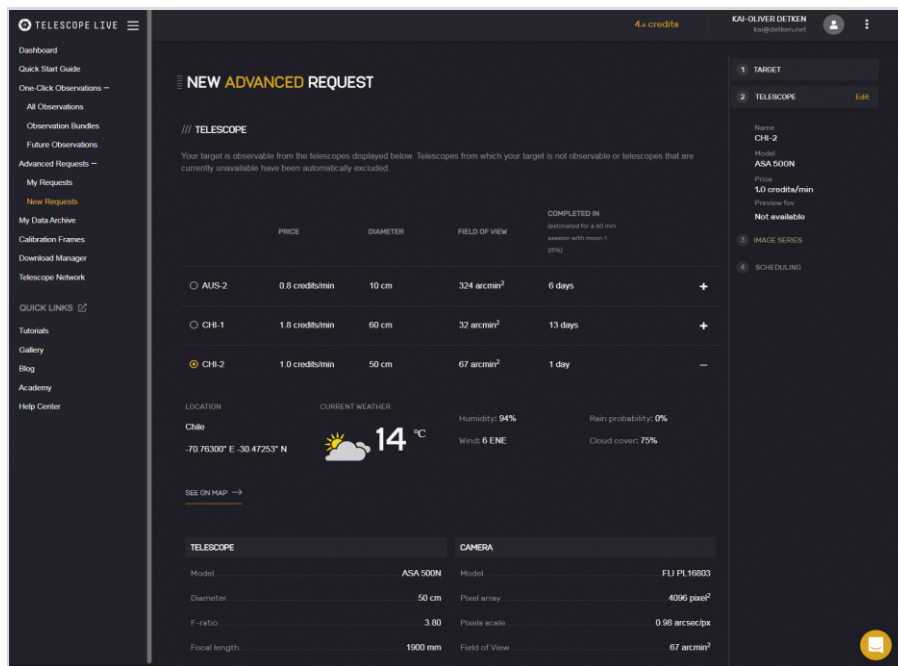


Abb. 6: Anfrage bei Telescope Live für eine Aufnahmesession.

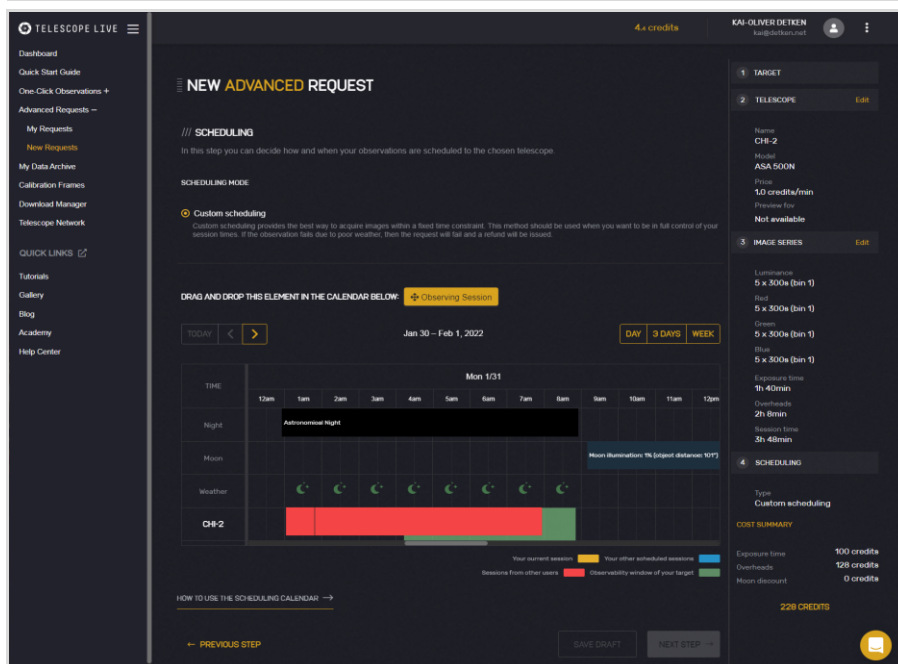


Abb. 7: Festlegen des Bildaufnahmezeitraums.

gibt die Möglichkeit einen kostenlosen Testversuch zu wählen, hat damit aber nur Zugriff auf die Funktion „One-Click Observations“, die bereits gemachte Bilder enthält. Wenn man die Teleskope der drei Standorte nutzen will, muss man hingegen ein vollständiges Mitglied sein, was eine Bronze-, Silber-, Gold-, Platin- oder Diamanten-Mitgliedschaft beinhaltet. Bronze fängt bei 4 Euro/Monat an, während man bei Diamant 274 Euro/Monat bezahlt. Dadurch erhält man unterschiedlich viele Credits, die wiederum für die Aufnahme von Objekten genutzt werden können. Was man dabei wissen sollte ist, dass man nicht nur die Aufnahmezeit damit bezahlt, sondern auch die Zeit, die das Teleskop für das Fokussieren, Umschwenken, Filterwechseln, Dithering etc. benötigt. Dies wird als Overhead ausgewiesen und zur Aufnahmezeit hinzuaddiert. Fehlende Credits kann man hinzukaufen, falls dies nötig ist und werden je nach Teleskop unterschiedlich fällig (z.B. 1 Credit/Minute, siehe Abbildung 6).

Um eine Aufnahme zu planen muss als erstes ein „Advanced Request“ initiiert werden, der festlegt ob man Galaxien, Nebel, Kometen, Asteroiden oder Planeten fotografieren möchte. Danach kann der Name des Ziels eingegeben werden (z.B. NGC 4590 für Messier 68) oder die RA-/DEC-Koordinaten sind möglich. Anschließend wählt man das Teleskop aus, mit dem das Objekt aufgenommen werden soll. Praktisch ist, dass dabei nur die Teleskope angezeigt werden, die das Objekt momentan auch erreichen können. So war der spanische Standort beispielsweise bei M68 nicht auswählbar. Ebenfalls lässt sich das Wetter, das Teleskop-Modell, die verwendete CCD-Kamera und das aktuelle Wetter ablesen. Anschließend werden die Filter ausgewählt, die Aufnahmezeit pro Bild und Filter sowie die Anzahl der Bilder festgelegt. Abschließend kann man entscheiden wann die Aufnahme starten soll. Dazu

sehr schlecht war und ich mich durch den Start der VdS-Fachgruppe Remote-Teleskope sowieso mit dem Thema beschäftigt habe, wurde der Anbieter Telescope Live einmal praktisch getestet. Da mir immer noch zwei Messier-Objekte fehlten, die in Norddeutschland nicht erreichbar sind, war der Ansporn vorhanden, wenigstens die eigene Beobachterliste damit zu vervollständigen. Zwar können beide Objekte (M55 und M68) auch in Südeuropa oder auf den Kanaren erreicht werden, aber erstens ist dafür ei-

ne größere Brennweite notwendig, die man als Reiseequipment nicht unbedingt dabei hat und zweitens muss man auch die richtige Jahreszeit erwischen, um sie am Himmel sehen zu können. M68 ist beispielsweise ein Winterobjekt und M55 eher im Spätsommer gut zu erreichen. Daher sollten diese beiden Objekte als Versuchskaninchen erhalten. Telescope Live bietet in Chile (Observatorium El Sauce, siehe Abbildung 5), Spanien und Australien den Zugriff auf insgesamt 10 Remote-Teleskope an. Es

wird ein Kalender eingeblendet, der Auskunft über Tag- und Nachtzeiten gibt sowie die bereits durch andere Benutzer verplante Zeit an diesem Teleskop (roter Bereich, siehe Abbildung 7). Ebenfalls lässt sich erkennen, welche Mondphase in der Nacht vorherrscht. Wählt man keine Neumondphase aus, so lässt sich je nach Mondphase (25%, 50%, 100%) sogar ein Rabatt nutzen, wodurch weniger Credits fällig werden. Es gibt auch Teleskope bei diesem Anbieter, die vollautomatisch den nächstbesten Zeitpunkt für eine Aufnahme auswählen. Dies war bei meiner Teleskopauswahl allerdings nicht möglich.

Wenn die Konfiguration abgeschlossen ist, bleibt nur abzuwarten. Meine Einstellungen waren für den 26. Januar von 4:35 UTC bis 6:09 UTC vorgesehen gewesen und tatsächlich bekam ich am Mittwochmorgen eine E-Mail, die die erfolgreichen Aufnahmen bekanntgab. Falls nun in dieser Nacht das Wetter schlecht gewesen wäre, hätte man eine neue Aufnahmezeit bekommen. Es gibt also eine Garantie für gute Aufnahmen oder man bekommt seine Credits wieder gutgeschrieben. Bei mir klappte die Aufnahme aber auf Anhieb und so konnten die Daten von meinem Dashboard, inkl. der Kalibrierungsbilder (Darks, Flats, Bias) heruntergeladen werden.

Als Standort hatte ich mir ein Remote-Teleskop vom Observatorium El Sauce in Chile ausgesucht. Dort können zwei ASA 500N-Teleskope ausgewählt werden, die auf einer äquatorialen ASA DDM85-Montierung mit Direktantrieb sitzen (siehe Abbildung 8). Alleine diese beiden Gerätschaften liegen bei einem Gesamtpreis von 45.000 Euro! Als Brennweite können 1.900 mm genutzt werden, was mir für die Aufnahme optimal für den Kugelsternhaufen erschien. Als CCD-Kamera kommt eine FLI PL 16803 zum Einsatz, die eine quadratische Pixelgröße von 9  $\mu\text{m}$  besitzt und eine Sensorgröße von 4.096 x 4.096. Sie wird



**Abb. 8:** SA 500N, 50 cm F3.8 korrigiertes Newton-Teleskop am Standort Rio Hurtado Valley in Chile [24].

im Sommer auf -25 Grad Celsius und im Winter auf -30 Grad Celsius gekühlt. Die Kamera ist monochrom und benötigt für Farbaufnahmen dementsprechend ein Filterrad. Zum Einsatz kommen an ihr Filter des Herstellers Astrodon. In meinem Fall wählte ich das L-RGB-Filterset. Die Kamera, die zu den professionellen CCD-Kameras gehört, würde hier mit nochmals 17.000 Euro zu Buche schlagen, ohne die Filter mit einzubeziehen, die auch im hochpreisigen Segment angeordnet sind. Vielleicht auch ein Grund, weshalb Chilescope und Telescope Live sich die Gerätschaften bzw. zumindest den Standort in Chile teilen. Man nutzt hier also wirklich professionelles Equipment.

Nach Beendigung der Aufnahme bekommt man eine E-Mail und sieht im Dashboard nach, ob die Aufnahmeserie komplett abgeschlossen werden konnte. Das war in meinem Fall so, weshalb ich zwei Aufnahmen jeweils als Luminanz, Rot, Grün, Blau vorliegen hatte. Insgesamt also nur 40 min Belichtungszeit, da von mir 300 s für die Einzelbelichtung eingestellt wurden. Für Kugelsternhaufen ist dies aber durchaus ausreichend, wie auch die Aufnahme in Abbildung 9 zeigt. Neben dem Stern HD 109986 lässt sich

sogar noch eine Hintergrund-Galaxie erkennen, weshalb man mit der Bildtiefe durchaus zufrieden sein kann. Etwas störend ist der sehr helle Stern HD 109799 oben rechts, der aber auch erkennen lässt, dass der Fokus auf den Punkt getroffen wurde. Insgesamt hatten die Einzelbilder einen leichten Gradienten, was wohl an den frühen Morgenstunden kurz vor Sonnenaufgang lag. Dies war aber kein Vergleich zu der Aufnahmequalität mit der man oftmals in unseren Breiten zu kämpfen hat. Erwähnenswert ist noch, dass der Support sehr schnell und qualitativ gut war, aber auf Englisch durchgeführt werden muss. Auch die Webseite ist komplett in Englisch gehalten, was nicht jedermanns Sache ist.

**Fazit** Remote-Sternwarten ermöglichen Astrofotografen neue Möglichkeiten bzgl. der Bildqualität und der Himmelsabdeckung. Denn damit lassen sich auch Objekte des Südsternhimmels unter optimalen Bedingungen fotografieren. Dadurch sind keine Reisen mehr notwendig, sondern man plant die Objektbelichtung am heimischen Rechner ganz bequem am Tag. Schlafdefizite gehören damit der Vergangenheit an. Allerdings darf die Frage erlaubt sein, ob eine sol-



Abb. 9: Eigene Remote-Aufnahme von Messier 68, 2 x L/R/G/B, 40 min Gesamtbelichtung.

che Aufnahme genauso wertvoll ist, wie ein Bild, das mit dem eigenen (oder geliehenen) Equipment aufgenommen wurde. Denn das Beherrschen der Aufnahmetechnik gehört für mich zu 50% mit zum Ergebnis. Hinzu kommt, dass man bei Remote-Sternwarten leider nicht neue Filter oder andere Kameras ausprobieren kann. Man ist auf das Equipment,

welches dort angeboten wird, angewiesen. Dieses ist zugegebenermaßen von hoher Qualität, lässt aber keinen Spielraum hinsichtlich anderer Wünsche zu. Unterscheiden sollte man daher Aufnahmen, die mit Anbietern wie iTelescope oder Telescope Live gemacht wurden, gegenüber privaten Remote-Sternwarten, in denen das eigene Equipment steht.

Denn hier ist man für Aufbau und Nutzung komplett selbst verantwortlich und betreibt diese Sternwarten ähnlich wie eine heimische Gartensternwarte. Diesen Ansatz will auch die neue gegründete VdS-Fachgruppe Remote-Sternwarten verfolgen, indem das Equipment und der Standort selbst ausgesucht und die Sternwarte selbst betrieben wird. Der Spaß am Tüfteln und das Ausprobieren neuer Techniken sollen dabei ebenso im Vordergrund stehen, wie die späteren Aufnahmen. Welcher Ansatz der bessere ist, muss allerdings jeder für sich selbst entscheiden. Ich für meinen Teil sehe eine Remote-Sternwarte als Ergänzung meiner normalen astronomischen Aktivitäten an – immerhin konnte so meine eigene Messier-Liste vervollständigt werden. Sie kann aber niemals das Erlebnis ersetzen, wenn man selbst unter einem tollen Sternenhimmel steht und die Sterne mit eigenen Augen beobachten kann bzw. parallel dazu eine eigene Bildserie erstellt. Trotzdem ist es eine interessante neue Möglichkeit, die sicherlich in unserer vernetzten Welt immer mehr genutzt werden wird.

#### Literaturhinweise

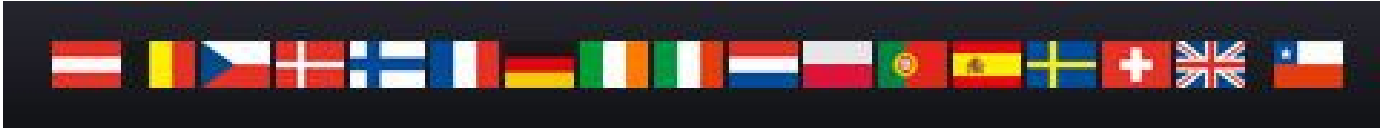
- [1] Homepage der Vereinigung der Sternfreunde e.V.: <https://www.sternfreunde.de>
- [2] Homepage des Astronomietags: <https://astronomietag.de>
- [3] Homepage der VdS-Fachgruppe Remote-Sternwarten: <https://remotesternwarten.sternfreunde.de>
- [4] Peter Rimmel, Andreas Rörig, Frank Weidenbusch: Remote ohne zusätzliches Schlafdefizit. VdS-Journal für Astronomie, Vereinszeitschrift der Vereinigten Sternfreunde (VdS) e.V., ISSN: 1615-0880, Ausgabe 73 (2/2020), Seite 6-11, Heppenheim 2020
- [5] Homepage von iTelescope: <https://www.itelescope.net>
- [6] Stefan Korth: Remote-Astrofotografie – Fluch oder Segen? VdS-Journal für Astronomie, Vereinszeitschrift der Vereinigten Sternfreunde (VdS) e.V., ISSN: 1615-0880, Ausgabe 73 (2/2020), Seite 14-19, Heppenheim 2020
- [7] Homepage von ROSA (Remote Observatory Southern Alps): <https://www.rosa-remote.com>
- [8] Markus Blauensteiner: UrsaMajor Observatory – Teil 1: eine Remote-Sternwarte in Frankreich. VdS-Journal für Astronomie, Vereinszeitschrift der Vereinigten Sternfreunde (VdS) e.V., ISSN: 1615-0880, Ausgabe 73 (2/2020), Seite 20-23, Heppenheim 2020
- [9] Affinity-Forum: <https://forum.affinity.serif.com/index.php?/topic/110312-astrophotography-editing-in-affinity-photo/&tab=comments#comment-611064>
- [10] Homepage der Software N.I.N.A.: <https://www.nighttime-imaging.eu>
- [11] Homepage von Telescopius zur Planung von Himmelsobjekten: <https://www.telescopius.com>
- [12] Homepage vom CCD Guide der Sternwarte Gahberg: <http://www.ccdguide.com>
- [13] Homepage von Cartes du Ciel: <https://www.ap-i.net/skychart/en/start>
- [14] Homepage von Stellarium: <https://www.stellarium.org>
- [15] Homepage von ASCOM: <https://www.ascom-standards.org>
- [16] Homepage von Astro Photography Tool (APT): <https://www.astrophotography.app>
- [17] Homepage von DeepSkyStacker (DSS): <http://deepskystacker.free.fr/german/>
- [18] Homepage von Astro Pixel Processor (APP): <https://www.astropixelprocessor.com>
- [19] Homepage von PixInsight: <https://www.pixinsight.com>
- [20] Homepage von Adobe Photoshop: <https://www.adobe.com/de/products/photoshop.html>
- [21] Homepage von Topaz DeNoise: <https://www.topazlabs.com>
- [22] Homepage von Fitswork: <https://www.fitswork.de/software/>
- [23] Homepage von Astrometry: <http://nova.astrometry.net>
- [24] Observatorio El Sauce von Telescope Live in Chile: <https://www.youtube.com/watch?v=jiI2MkYpxJI>



# GESCHICHTEN VOM TELESCOPIUM LILIENTHAL

## Beitrag 21: Die größten Spiegelteleskope auf der Erde - Teil 3

von HELMUT MINKUS, *Lilienthal*



Das größte Weltraumteleskop James Webb Spacetelescope (JWS) wurde am 25.12.2021 mit der europäischen Trägerrakete Ariane 5 und deren Oberstufe aus Bremen, 27 Minuten nach dem Start, in einer Höhe von 1380 Kilometer (km) über der Erde erfolgreich in den erdnahen Weltraum abgesetzt. Bereits vier Minuten nach dem Start, in einer Höhe von 125 km, wurde der zylindrische Frachtraum (Cargo Bay) mit einem Innendurchmesser von 4,57 Meter (m) und einer Höhe von 16 m, der die Raketenspitze bildet, in zwei Hälften abgeworfen, und das JWS war ausgepackt.

Es flog mit eigener Steuerung zu seinem 1,5 Millionen km entfernten Bestimmungsort, dem Lagrange Punkt P2, der auf der Schattenseite der Erde liegt. Unterwegs in einem 14 Tage dauernden Prozess entfaltete es zuerst seinen Solargenerator zur Stromversorgung; dann die Antennen zur Steuerung und Datenkommunikation; den 40 m<sup>2</sup> großen, 12 Mal gefalteten, 5-schichtigen Sonnenschirm und nicht zuletzt den aus 18 Segmenten bestehenden 6,5 m Hauptspiegel samt Haltestruktur und Sekundärspiegel. Es wird bis Ende Mai dauern, bis alle Systeme aktiviert und alle Spiegel justiert sind, um das erste Bild zu liefern.



Abb. 1: Baustelle des ELT im ESO am 31. 1. 2022 auf dem 2644 m hohen Cerro-Armazones-Plateau. Koordinaten: 24° 35' 20" S, 70° 11' 32" W  
Bild: G. Hüdepohl (atacamaphoto.com) / ESO

Bis dahin, zurück auf die Erdoberfläche, auf Normalhöhe 2,5 Meter, ins Gebiet der gerade überschwemmten, dampfenden Borgfelder Wümmewiesen und das Mündungsdelta der Hochwasser führenden Flüsse Wümme und Wörpe. Hier hat auch das Lilienthaler Telescopium, ohne Wasser- und Sturmschäden, aber noch unter Corona-Bedingungen, einge-

schränkten Besucherbetrieb wieder aufgenommen.

Auch ein coronabedingter, einjähriger Baustopp wurde zu Beginn dieses Jahres beendet, denn die Arbeiten am größten Spiegelteleskop der Erde wurden wieder aufgenommen (Abb. 1) und können per Webcam verfolgt werden (<https://elt.eso.org/about/webcams/>).

Es ist das **European Extremely Large Telescope (E-ELT)**. Es gehört zum European Southern Observatory (ESO). Die Bezeichnung wurde geändert in ELT, weil sich inzwischen Australien und Brasilien an den Entwicklungskosten beteiligen. Die Kosten wurden ursprünglich mit 1,1 Milliarden Euro (€) veranschlagt. Nachdem vom niederländischen Astronomie-Professor und bis 2017 ESO Generaldirektor Tim de Zeeuw und anderen ESO Mitarbeitern bei Politikern vieler Nationen 1 Milliarde € eingeworben waren, begannen konkretere Aktivitäten. (Heute wird mit 1,3 Milliarden € gerechnet).

Nachdem ein Team von Delegierten, der damals 14 ESO-Mitgliedsländern, mehrjährige Vergleichsstudien von Wetterdaten verschiedener möglicher Standorte in zweijähriger Arbeit ausgewertet hatten, gab De Zeeuw am 26. April 2010 bekannt: Das ELT wird auf dem Cerro Armazones entstehen, 23 Kilometer Luftlinie entfernt vom VLT, das seit Ende 2001 sehr erfolgreich im ESO-Paranal-Observatoriums arbeitet (Hipo 69, Seite 19).

Damals war geplant, das ELT 2018 in

Betrieb nehmen zu können, was später auf den Beginn der 2020er Jahre verschoben wurde und heute wird gehofft, dass es 2027 sein wird. Der erste Spatenstich fand statt am 19. Juni 2014 um 18:30 Uhr in Form einer gewaltigen Sprengung, die live per Webcam im Internet verfolgt werden konnte. Dabei wurde der ursprünglich 3.064 m hohe Berggipfel des Cerro Armazones zu einem Plato auf 3.046 m abgeflacht. Am Freitag, dem 26. Mai 2017 wurde der Grundstein gelegt, und heute sieht es dort fast noch so aus wie auf dem Foto in Abb. 1 vom 31. Januar 2022. Zu sehen ist ein Teil der Grundmauer des Kuppelgebäudes mit einem Basisdurchmesser von 100 m. Hierauf wird die drehbare Stahlkonstruktion der Kuppel gelagert, die 6.100 Tonnen (t) wiegen wird und bis in eine Höhe von 80 m reicht (Abb. 3). Auf dem inneren Ring wird das Fundament gegossen, für die horizontal (azimutal) drehbare Plattform, die mit dem Teleskop zusammen nochmal 5.500 t wiegt. Die Stahlstruktur, die alle Spiegel, ihre Lager und Steuerungen exakt zusammenhält, wiegt 3.800 t. Die Herstellung der Spiegel wurde be-

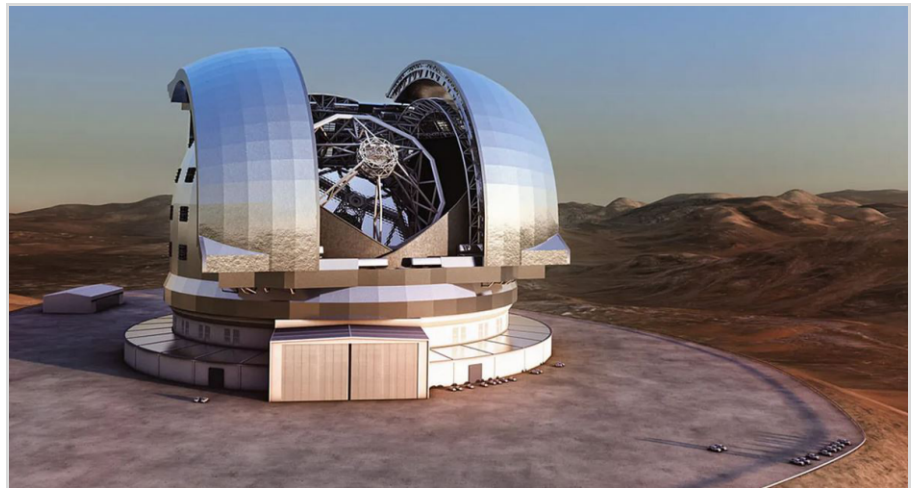


Abb. 2: Modell des ELT  
Bild: ESO / L. Calcade

reits 2017 bei der Fa. Schott in Mainz beauftragt. Sie werden gegossen aus Glaskeramik (Zerodur) mit einer gesamten Masse von 140 t. Der parabolisch geschliffene Hauptspiegel (Primärspiegel) M1, hat einen Durchmesser von 39,3 m, eine Fläche von 978 m<sup>2</sup> und ist zusammengesetzt aus 798 sechseckigen, asphärischen Hohlspiegel-Segmenten mit einem Durchmesser (Ecken-Maß) von je 1,45 m. Obwohl die „Spiegelwaben“ nur 50 Millimeter (mm) dick sind, hat M1 eine Masse von 132 t. Jeder Spiegel ist mit 27 Aktuatoren aktiv verstellbar gelagert,

die in jeder Teleskop-Stellung seine ideale Form einhalten, die im Computer gespeichert ist. Mit aktiver Optik werden auch Astigmatismus und Verformung durch Temperaturschwankungen ausgeglichen.

Der hyperbolisch, konvexe (nach Außen gebogene) Sekundärspiegel (M2), hat einen Durchmesser von 4,2 m und ist auf 150 Aktuatoren ebenfalls aktiv verformbar gelagert (Abb. 3). Das von M2 reflektierte Licht fällt durch Löcher in M4 und M1 auf den Tertiärspiegel (M3) mit Durchmesser 3,8 m - konkav geschliffen. Der Quartärspiegel (M4) mit 2,4 m Durchmesser, ist ein nur 2 mm dünner Flachspiegel, der von 5000 Aktuatoren gesteuert wird und 1000 Mal pro Sekunde (mit 1 kHz) seine Spiegelfläche ändern kann wie eine Lautsprechermembran. Es ist der größte je hergestellte adaptive Spiegel. Der Quintärspiegel (M5) ist ein ovales, (2,7 x 2,1 m) ebener Spiegel, der mit 1 kHz um zwei Achsen geschwenkt werden kann (Tip-Tilt). Er lenkt auch den Strahlengang um in die Bildebene der wissenschaftlichen Instrumente und Messgeräte.

Die im Teleskop ankommenden, von der Atmosphäre gestörten Wellenfronten des Lichtes, werden von einem Strahlteiler zum Messinstrument und in die Kamera eines Wellenfrontensensors geleitet. Der

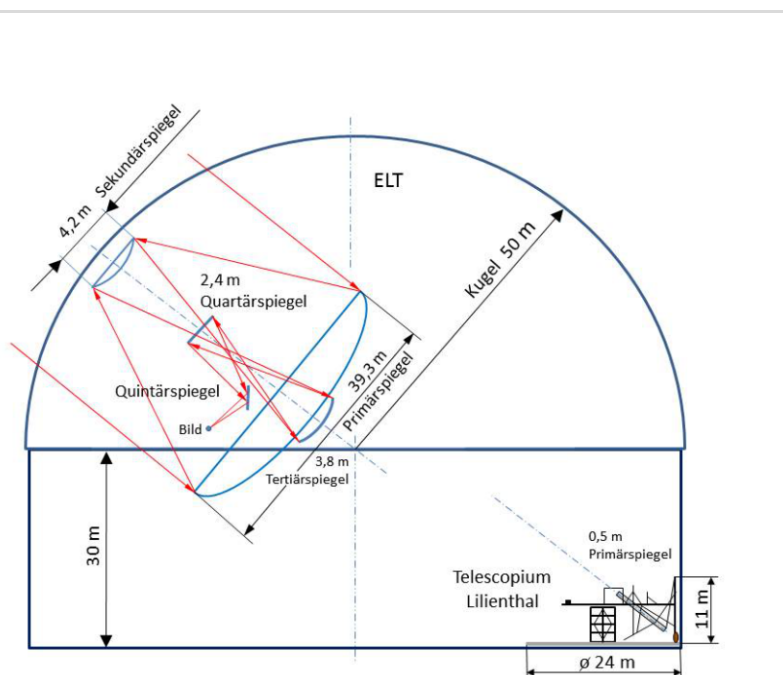


Abb. 3: ELT und Telescopium Lilienthal im wahren Verhältnis. Strahlenverlauf und Durchmesser der Spiegel (Mirror) M1 bis M5.  
Bild: H. Minkus



**Abb. 4:** Baustelle des Giant Magellan Telescope (GMT) Im Hintergrund Meteorologische Türme für Wetterdaten. Die Freifläche hier ist ausreichend für ein zweites Teleskop diese Klasse. Koordinaten: 29° 02' 53" S, 70° 41' 0,8" W.  
Bild: Giant Magellan Telescope – GMTO Corporation.

hiermit verbundene Computer vergleicht die Störungen mit denen vom Leitstern oder von einem Laser künstlich erzeugten Stern kommenden, idealen Wellen und steuert M4 und M5 so, dass sie Störungen ausgeglichen werden. Durch die idealen Bedingungen (Seeing) am Teleskop-Standort in dünner, kalter, trockener, partikel- und strömungsarmer Luft, können die Reststörungen der Atmosphäre in Verbindung mit der adaptiven Optik also nahezu beseitigt werden. Es wird eine Auflösung von 0,005" (5 Milli-Bogensekunden) erreicht, fast die theoretisch mögliche. So können beispielsweise umlaufende Exoplaneten direkt „gesehen“ werden, von Sonnensystemen, die senkrecht zur Sichtrichtung (Visionsradius) stehen. Mit weniger Auflösung können Exoplaneten nur indirekt festgestellt werden, wenn ihre Bahnebene in Sichtrichtung liegt und bei unterer Konjunktion, wenn sie den Stern (ihre Sonne) etwas bedecken (Hipo 61, Seite 29).

Die Fotos des ELT haben im Infrarotbereich eine 15 Mal höhere Auflösung als die vom Hubble Space Teleskop und es sammelt 15 Mal mehr Licht als jedes andere Teleskop. Das ELT soll von erdähnlichen Exoplaneten die Gase ihrer Atmosphäre analysieren, die ältesten und

entferntesten Galaxien am Rande des Universums genauer studieren und vielleicht die direkte Messung seiner Expansionsgeschwindigkeit ermöglichen. Hierzu ist eine perfekte Optik genauso wichtig wie eine natürliche, sehr gute astronomische Qualität der Atmosphäre über dem Beobachtungsort (Seeing). Diese ist für den Cerro Armazones und das Paranal-Observatorium sehr ähnlich, insbesondere gibt es dort pro Jahr mehr als 320 klare Nächte.

Zum Vergleich: Die astronomischen Bedingungen am Lilienthaler Telescopium sind, was die Zahl der wolkenfreien Nächte betrifft, sehr spärlich und brauchbare Dunkelheit oder gutes Seeing

sind fast nicht vorhanden, im Gegensatz zu den Standorten von Großteleskopen. Dafür ist die 6700 Millimeter hohe Plattform für Menschen jeden Alters ohne Sauerstoffzufuhr erreichbar.

Die Vorplanungen und Standortsuche zogen sich zwar auch über einige Jahre hinweg, doch nachdem der heutige Ort gefunden war, verlief die Bauphase ganz anders als beim ELT: Als am 13. Juni 2015 der erste Spatenstich am Borgfelder Landhaus gefeiert wurde, war der Termin für die Eröffnungsfeier am 28. November des gleichen Jahres bereits festgelegt. Auf der Baustelle gab es nur einen Haufen Sand, an dem herumgeschaufelt wurde und das Bauschild. Der wirkliche Aushub für die Gründung der Bodenplatte begann Ende Juni, der letzte Beton wurde am 3. August 2015 gegossen und das Telescopium konnte nur vier Monate später zum geplanten Termin besichtigt werden. 2022 ist sein siebtes Jahr.

Das ELT wird unabhängig von seiner Fertigstellung für viele Jahre das größte Spiegelteleskop bleiben, das es je gab, denn alle weiteren im Bau befindlichen sind kleiner und nicht so weit fortgeschritten.

Auch in den USA sind seit Beginn der Jahrtausendwende große Teleskope geplant und einige gerade im Bau. Sie sind zusammengefasst unter der Bezeichnung „U.S. Extremely Large Telescope Pro-



**Abb. 5:** Modell des GMT. Auf den Hügeln links im Hintergrund das LOC mit dem Twin Magellan Teleskopen (6,2 m Spiegel) und anderen.  
Bild: Giant Magellan Telescope – GMTO Corporation.

gram“ und haben außer der gleichen Abkürzung mit dem europäischen ELT nicht viel zu tun. Zu diesem Programm gehört beispielsweise das

### Giant Magellan Telescope (GMT)

Auf dem Las Campanas Peak am südlichen Ende der Atacama-Wüste in Chile, mit 5% Luftfeuchtigkeit die trockenste der Welt. Das GMT gehört organisatorisch zum Las Campanas Observatory (LCO), das von Carnegie Science betrieben wird. Der 2 550 m hohe Berg liegt so dicht an der Grenze des Chilenischen Bundeslandes Atacama zu Coquimbo, dass ihr Verlauf auf verschiedenen Karten so unterschiedlich gezeigt wird und es nicht eindeutig ist, in welchem Land das GMT tatsächlich steht (Abb. 4). Die Zufahrtstraße, auf der die vielen Spezialtransporte rollen, kommt aus der gleichnamigen Hafenstadt Coquimbo bei La Serena. Hierhin wurden beispielsweise auch die Spiegel geliefert; per Schiff von Houston Texas durch die Karibik und den Panama-Kanal. Hergestellt vom Steward Observatory in Tucson (Arizona) von wo aus sie per Spezialtransport in den Hafen



Abb. 6: Modell des Thirty Meter Telescope (TMT).  
Bild: Courtesy TMT Observatory Corporation

von Houston gebracht wurden.

Das GMT besteht aus einer Kombination von sieben runden Spiegeln, einer im Zentrum, sechs darum herum, mit Durchmessern von je 8,4 m (27,5 ft.) was einer freien Öffnung (Apertur) von 25 m (85 ft.) entspricht (Abb. 5). Der erste wurde bereits 2007 ausgeliefert, hergestellt aus Borsilikatglas mit sehr geringer Wärmeausdehnung. Seine Oberfläche ist so glatt poliert, wie ein Zwanzigstel der Licht-Wellenlänge von blaugrün: 500 Nanometer (nm). Das sind 500 nm / 20

sind 25 nm oder 0,000 025 mm oder 25 Millionstel Millimeter. Verständlicher: Eine Fläche mit 35 m Durchmesser, die auf ein Zehntel mm exakt eben ist. Oder ein 35 m quadratischer Parkplatz, von dessen tiefstem Schlagloch bis auf den Gipfel seines höchsten Hügels ein Höhenunterschied von nicht mehr als 0,1 mm sein darf. (Die Ecken sind dann ausgenommen, weil ein Teleskopspiegel rund ist). Baubeginn war im Jahr 2015; Fertigstellung ist frühestens für 2029 geplant.

Die südliche Hemisphäre ist gut bebaut mit Großteleskopen, weshalb ein solches auch auf der Nordhalbkugel geplant ist. Der Standort mit den besten klimatischen Bedingungen ist dort Mauna Kea auf Hawaii. In den letzten 50 Jahren wurden hier bereits 22 Teleskope gebaut. Zusammen mit internationalen Partner-Universitäten und Forschungsinstituten aus Kanada, China, Indien und Japan versucht die University of California (Caltech) ein weiteres Teleskop hier zu bauen (Abb. 6).

### Das Thirty Meter Telescope (TMT)

Gegen das 30-Meter Teleskop gibt es seit vielen Jahren Protest von den eingeborenen Insulanern, die immer massiver werden. Für sie war und ist der Mauna-Kea ein Schutzgebiet und heiliger Ort, der schon überbeansprucht ist. Es gab mit der US Regierung nie eine Einigung um

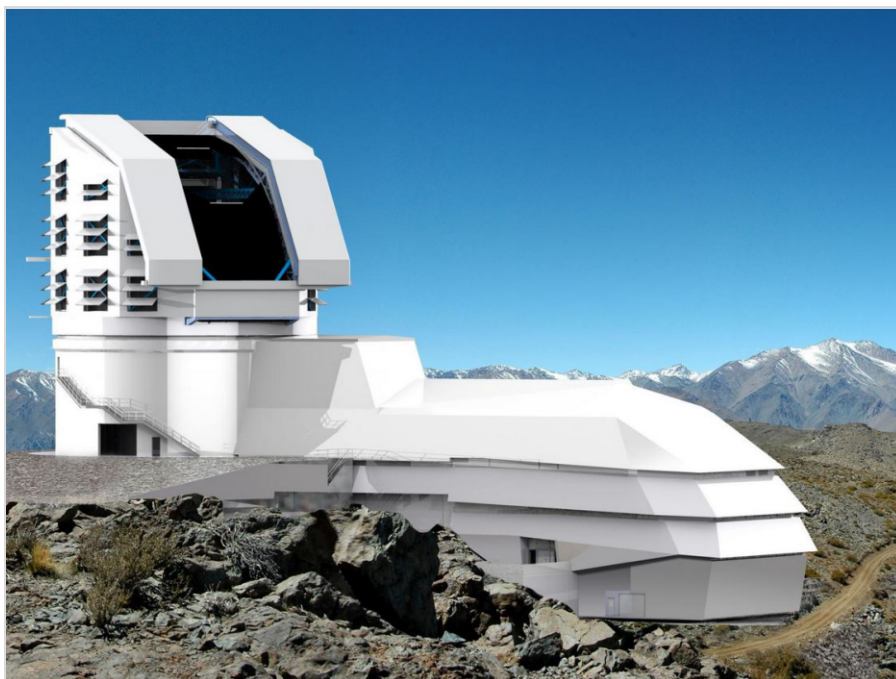
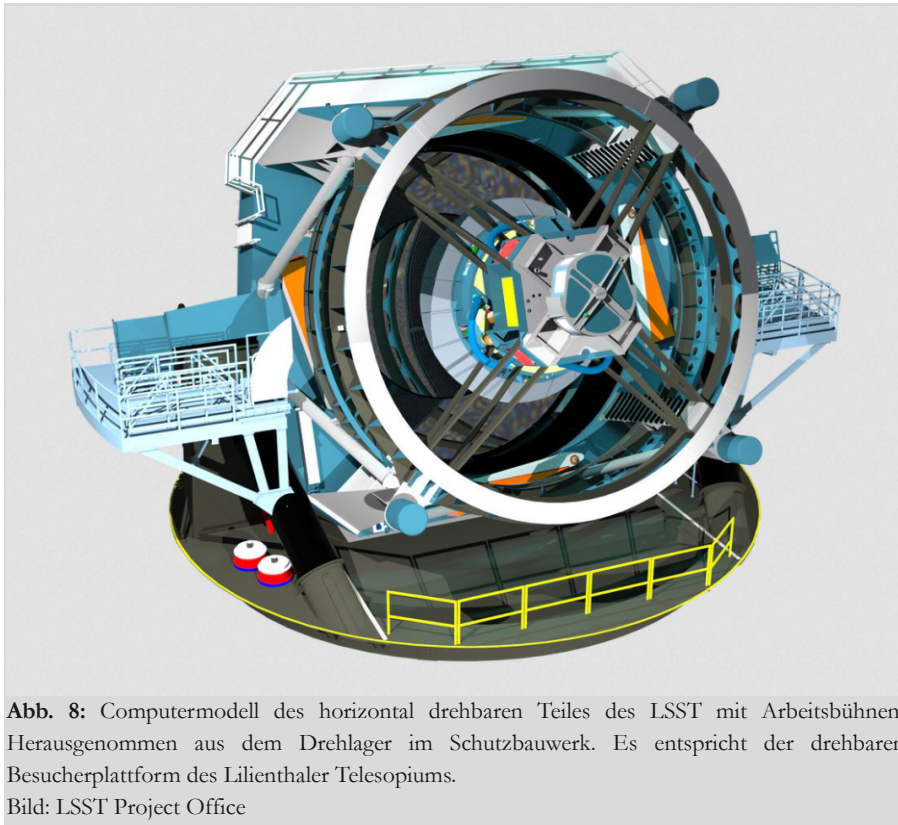


Abb. 7: Modell des LSST mit seinem Kuppelbau und dem Datenspeicher-Gebäude für 200 Petabyte. Das ist ein Datenvolumen von etwa 900 Millionen 300seitigen Büchern. Koordinaten: 70°44'26" W / 30°14'34" S  
Bild: LSST Project Office



**Abb. 8:** Computermodell des horizontal drehbaren Teiles des LSST mit Arbeitsbühnen. Herausgenommen aus dem Drehlager im Schutzbauwerk. Es entspricht der drehbaren Besucherplattform des Lilienthaler Telesopiums. Bild: LSST Project Office

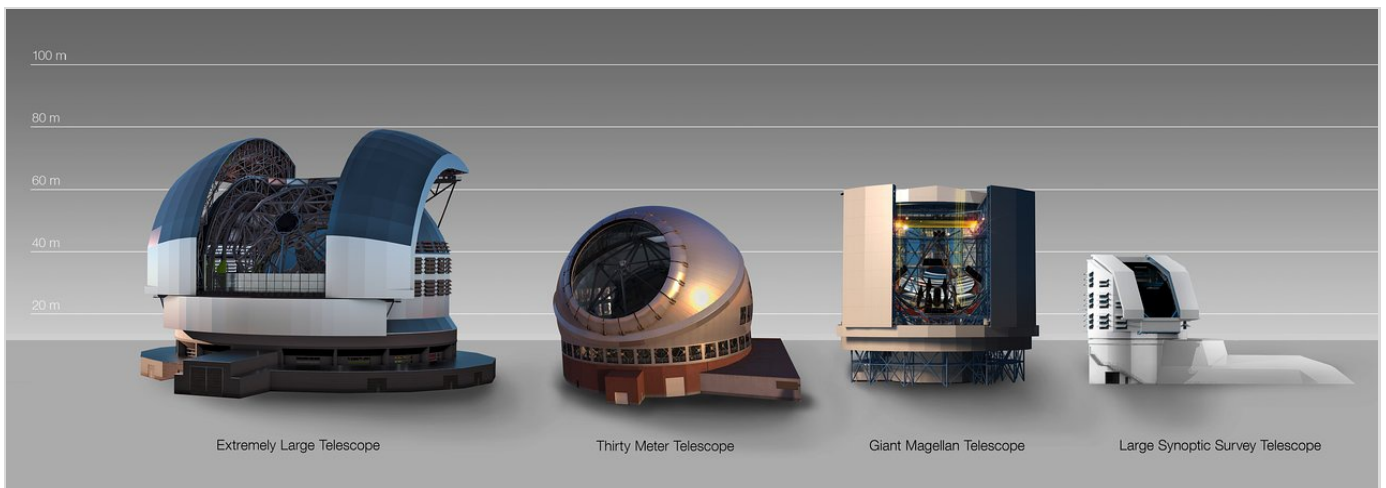
das Bauland. Hawaii ist zwar ein US-Bundesstaat der USA, doch selbst seine Rechte als solches wurden von der US Regierung und den Teleskop Auftraggebern bisher zu wenig beachtet, was seit Jahren versucht wird aufzuarbeiten. Höchste Gerichte haben das bestätigt und es ist fraglich ob das TMT unter den jetzigen Bedingungen hier entstehen wird. Für die Wissenschaft wenig erfreulich, denn es wäre das einzige Teleskop dieser Klasse auf der nördlichen Erdhalbkugel. Einige Spiegel sind schon ge-

gossen und Instrumente hergestellt. Die müssten dann auf die Kanaren-Insel nach La Palma gebracht werden, zur Baustelle der zweiten Wahl.

**Large Synoptic Survey Telescope (LSST)** Deutsche Bedeutung: Großes Gesamtschau- und Vermessungs-Fernrohr. Am 6. Januar 2020 wurde es umbenannt in „NSF (National Science Foundation) Vera C. Rubin Observatory“, kurz „Rubin Observatory“. Die Hauptaufgabe des Teleskops, zusammen-

mit seiner über 3 Tonnen schweren Kamera wird sein: Hinterlassen einer (nie da gewesenen) optischen Durchmusterung des Weltraumes und der Zeit. Kurz: Legacy Survey of Space and Time (LSST). Das bedeutet: Es werden 10 Jahre lang, in jeder möglichen Nacht, Zeitrafferaufnahmen hergestellt, um die Dynamik des Universums besser zu verstehen. Dazu wird das Teleskop wie ein Scheinwerfer den Himmel abtasten, alle 35 Sekunden einen neuen Ausschnitt des Himmels aufnehmen und im markanten Datenspeicher-Gebäude neben dem Schutzbau des Teleskops einspeichern (Abb. 7). Es wird so in 3 bis 4 Nächten, in seinem ganzen sichtbaren Bereich, durch unterschiedliche Farbfilter, alle Himmelsobjekte bis zur Grenzhelligkeit von 24,5 Magnituden (mag) und 27 mag erfassen. Mit seinem Hauptspiegel-Durchmesser von „nur“ 8,4 m und dem 3,4 m Sekundärspiegel, wird es 17 Mal mehr Licht sammeln als sein Vorgänger, das seit 2000 auf dem Apache Point Observatory in New Mexico (USA) arbeitende 2,5 m Sloan Digital Sky Survey (SDSS). Das LSST ist ein Weitwinkelinstrument mit einem Bildfeld von 9,6 Quadratgrad (etwa 49-fache Vollmondfläche) und einer Auflösung von 0,2“ (Abb. 8). Das Spiegelsystem ist grundsätzlich wie das des ELT (Abb. 3) und leitet sein Licht in eine 3,2-Gigapixel-Kamera mit einer Vo-

Lilienthal



**Abb. 9:** So sollen die im Bau befindlichen Teleskope nach ihrer Fertigstellung aussehen. Bild: ESO

kalebene von 0,6 m x 0,6 m und einem 3-Linsen-Objektiv. Die größte Linse mit einem Durchmesser von 1,55 m, gegossen 2016, hat damit den bisherigen Rekord von 1,02 m, des Hooker Teleskopes eingestellt (Hipo 42, Seite 24).

Standort des LSST ist der 2682 Meter hohe El-Peñón-Gipfel des Cerro Pachón Gebietes im nördlichen Chile. Baubeginn war im Jahr 2011, Inbetriebnahme ist frühestens für 2023 geplant.

Vera C. Rubin ist eine führende Wissenschaftlerin bei der Erforschung von Dunkler Energie. Sie will einem der geheimnisvollsten Rätsel des Universums auf die Spur kommen. Es ist die große Diskrepanz zwischen der beobachtbaren Dynamik des Universums und ihrer im Vergleich dazu viel zu geringen, sichtbaren Masse. Es ist etwa so, als würde beispielsweise ein fachkundiger Uhrmacher

oder Maschinenbauer einen Mechanismus beobachten und auch verstehen, aber gleichzeitig wissen, dass es so nicht funktionieren kann, wie es gesehen wird.

Ich bezweifle, dass die mit Großforschungseinrichtungen so mühsam und teuer gewonnenen Erkenntnisse dazu führen, den momentanen Zustand unserer Erde, in astronomisch ultrakurzer Zeitspanne, technologisch zu beheben, mit Lebewesen unseres Bewusstseinszustandes.

Die Zeit auf einen anderen bewohnbaren Exoplaneten umzusiedeln wird mit Sicherheit nicht ausreichen, obwohl es Tim de Zeeuw für möglich hält, dass beispielsweise mit dem ELT noch bis Ende dieses Jahrzehnts eine „belebte Welt“ in den Exoplanet entdeckt werden kann.



## Impressum

### „Die Himmelspolizey“

ist die Mitgliederzeitschrift der Astronomischen Vereinigung Lilienthal e.V. (AVL). Sie erscheint alle drei Monate. Sie wird in Papierform und online unter [www.avl-lilienthal.de](http://www.avl-lilienthal.de) veröffentlicht.

*Der Name der „Himmelspolizey“ leitet sich von den 24 europäischen Astronomen ab, die im Jahre 1800 auf die gezielte Suche nach dem „fehlenden“ Planeten zwischen Mars und Jupiter gingen. Entdeckt wurde letztendlich der Asteroidengürtel, von dem geschätzt wird, dass er bis zu 1,9 Millionen Mitglieder enthält.*

*Einer der Gründer war Johann Hieronymus Schroeter, der hier in Lilienthal eines der größten Teleskope seiner Zeit betrieb. In Anlehnung an ihn und die grandiose Geschichte der ersten Lilienthaler Sternwarte trägt diese Zeitschrift ihren Namen.*

### Mitarbeiter der Redaktion

Alexander Alin

E-Mail: [hipo@avl-lilienthal.de](mailto:hipo@avl-lilienthal.de)

**Redaktionsschluss** für die nächste Ausgabe ist der **31. Mai 2022**. Später eingeschickte Artikel und Bilder können erst für spätere Ausgaben verwendet werden. Die Redaktion behält sich vor, Artikel abzulehnen und ggf. zu kürzen. Namentlich gekennzeichnete Beiträge geben nicht zwangsläufig die Meinung der Redaktion wider. Durch Einsendung von Zeichnungen und Photographien stellt der Absender die AVL von Ansprüchen Dritter frei.

### Verantwortlich im Sinne des Presserechts ist

Alexander Alin, Hemelinger Werder 24a, 28309 Bremen.

ISSN 1867-9471

Nur für Mitglieder

### Erster Vorsitzender

Gerald Willems.....(04792) 95 11 96

### Stellv. Vorsitzender

Dr. Kai-Oliver Detken.....(04208) 17 40

### Schatzmeister

Dr. Jürgen Beisser.....(04298) 41 94 98

### Schriftführung

Jürgen Ruddek.....(04298) 20 10

### Sternwarte Würhden

Ernst-Jürgen Stracke.....(04792) 10 76

### Redaktion der Himmelspolizey

Alexander Alin.....(0421) 16 13 87 91

### AG Astrophysik

Dr. Manfred Zier.....(04292) 93 99

### Deep Sky-Foto-AG

Gerald Willems.....(04792) 95 11 96

Internetpräsenz und E-Mail-Adresse der AVL:  
[www.avl-lilienthal.de](http://www.avl-lilienthal.de); [vorstand@avl-lilienthal.de](mailto:vorstand@avl-lilienthal.de)

# DER WELTRAUM: ER GEHÖRT MIR... ER GEHÖRT MIR NICHT...

## Teil 4: Weltraumrecht

von CHANTAL SADEK, Bremen

Die in den Weltraumverträgen festgelegten Weltanschauungen und /oder internationalen Vereinbarungen und dargestellten Absichten lassen sich relativ einfach rein theoretisch in friedlichen Zeiten besprechen, wenn auch wir in Anbetracht der Nachrichten aus aller Welt überlegen dürfen, wann eine Friedenszeit überhaupt besteht. Ganz zu Beginn der Überlegungen um das Weltraumrecht in dieser Reihe zeigte sich, dass Aktivitäten im All eine Verlagerung der Konflikte auf der Erde oder zumindest eine Erweiterung derselben ermöglichen könnten.

Zur Zeit beobachtet die internationale Zuschauerschaft einen bewaffneten Konflikt an den Toren der europäischen Gemeinschaft. Dieser Konflikt könnte sich über unsere Grenzen ausweiten und hat ohnedies konkret unser tägliches Leben beeinflusst und empfindsame Veränderungen weltweit verursacht.

Es schmerzt, irgendwie Abstraktion des Schmerzes und der Verluste zu machen, die sicherlich auf beiden Seiten der Bevölkerung und gar darüber hinaus zu beklagen sind...

Unser Thema ist weder politisch angehaucht noch ethisch zu beleuchten. Auch werden wir nur am Rande der Gefahren gewahr, die unsere Nationen durch Beteiligung oder Nicht-Beteiligung eingehen, noch die historischen Hintergründe dieses Konfliktes erwähnen. Diese Aspekte der Geschehnisse werden ausreichend mediatisch ausgeschöpft und sind im Grunde für unser hier und jetzt eingeschränktes Thema nicht sehr bedeutend. Wir beschränken uns hier auf unseren eigenen Belangen und, leider, auf einem echten Fall des Friedensbruches. Welche Auswirkungen kann ein derartiger schrecklicher Konflikt auf die Weltraumforschung und die Astronomie aufweisen?

**Planetenforschung am Beispiel des Planeten Erde** Um solche Auswirkungen zu verstehen, betrachten wir jetzt das Projekt Icarus. Möglicherweise ist es vielen der Leser bekannt. Wer Icarus war, hatten wir in einem früheren Artikel gesehen, und hier zur Erinnerung sei nur erzählt, dass Icarus ein Heranwachsender war, dessen Vater Daedalus, ein Erfinder, künstliche Federn gebastelt hatte, mit



Abb. 1: Ikaros (re.), sein Vater Dedalos (mi.) und die Amme Trophos (li.). Außerhalb des Bildausschnitts befindet sich Parsiphaë, die Tochter des Sonnengottes Helios. Mosaik aus dem Haus des Poseidon in Zeugma. Heute ausgestellt im Mosaik-Museum in Gaziantep (Türkei). Bild: Wikipedia / Dosseman.

Bienenwachs verstärkt, um der Gefangenschaft auf einer altgriechischen Insel zu entfliehen. In seinem Eifer flog der Junge trotz väterlicher Mahnung zu hoch, das Wachs schmolz, er stürzte tödlich ins Meer (Abb. 1). So die Legende.

Das Projekt Icarus hat 2014 das Projekt Daedalus abgelöst, das seit 2009 geführt wurde. Icarus ist ein Zusammenschluss von internationalen Verhaltensbiologen. Das Max-Planck-Institut ist daran beteiligt. Die Biologen rüsten freilebende Tiere mit Minisendern von 4 Gramm Gewicht, die mit Außenkameras der ISS gekoppelt sind. Ziel ist die Artenvielfalt

zu schützen und sogar mögliche Ausbreitung von Seuchen rechtzeitig zu erkennen, möglichst zu verhindern, indem Herdenwanderungen und Zugverhalten analysiert werden. Jeder von uns hat freien Zugang zur entsprechenden Datenbank Movebank. Dieses Projekt schließt neben der Nutzung der ISS (Abb. 2) auch die Mitarbeit von freiwilligen Experten aus allen Ländern ein.

Jetzt ist zum Beispiel die technologische Partnerschaft der S. P. Korolew Rocket and Space Corporation aus Moskau seit März 2022 ausgesetzt, sowie die Unterstützung der Russischen Weltraum Agen-

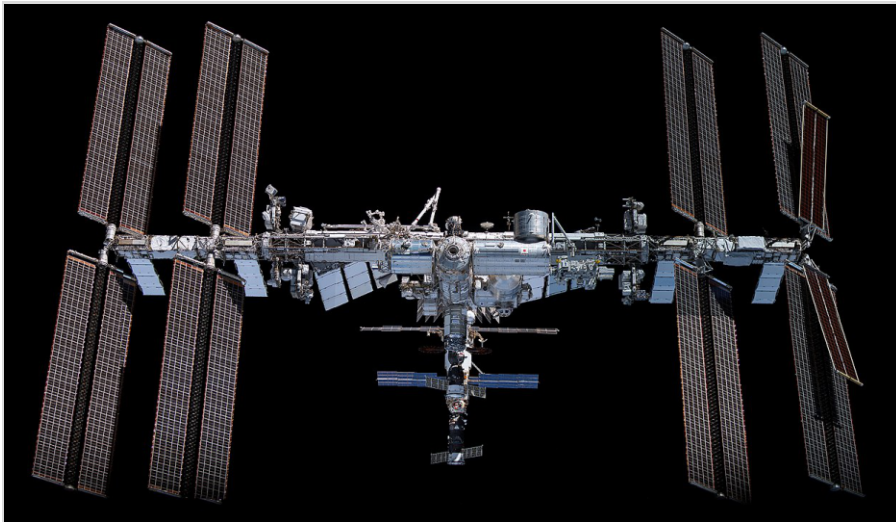


Abb. 2: Die ISS am 8. November 2021, aufgenommen von einem Astronauten von SpaceX Crew-2.

Bild: Johnson Space Center / NASA

tur Roscosmos, oder der wissenschaftliche Beirat von Dr. Grigori Tertitski vom Geographischen Institut der russischen Gesellschaft der Wissenschaften. Es bedeutet im Klartext, dass nicht nur Daten fehlen, sondern auch Fachwissen, um Daten ausreichend zu bewerten. Das selbe gilt für die Expeditionen zur Klima- beobachtung vom Nordpolarmeer durch Wissenschaftler aus zwanzig Ländern, darunter Russland. Auch in der Ukraine mussten Wissenschaftler Projekte teilweise oder gänzlich bis auf weiteres abbrechen.

Obwohl die rechtliche Frage nach dem einseitigen und möglicherweise willkürlichen Ausschluss von Forschenden aus dem zivilen Bereich an Weltraumforschung verbundenen Projekten nicht

rechtzeitig geklärt werden kann, haben diese drastischen Maßnahmen schon jetzt Schäden in den Bereichen verursacht, in denen sie vollzogen wurden. Das Land Bremen ist durch das Alfred-Wegener-Institut betroffen: das AWI musste seine Beobachtungen vom Permafrost, zum Beispiel in Sibirien, aufgeben. Mehrere weitere Institute vermissen Daten zum Wetter oder Informationen, die heutzutage für die Landwirtschaft unverzichtbar sind.

Eine Überprüfung der Gesinnung einzelner Forscher, die sich bei langjährigen Projekten politisch neutral erwiesen haben, bringt diese Menschen möglicherweise durch eine sehr persönliche Stellungnahme zum Konflikt in existentielle Gefahr. Auch werden, z. Z. bei Pu-

blikationen, einzelne Berichte von betroffenen russischen Wissenschaftlern weiterhin zugelassen.

Für die Astronomen ist dieser internationale Diskurs unersetzlich, und es fällt schwer, Kollegen und ihre Erkenntnisse aufgrund ihrer Landeszugehörigkeit nicht mehr anerkennen zu dürfen oder zu wollen.

Die wissenschaftliche Gemeinschaft kann an dieser Stelle nur bedauern, dass außer politisch oder militärisch begründete Maßnahmen Zivilisten weltweit aufgrund ihrer Nationalität benachteiligt und ausgeschlossen werden. An dieser Stelle bedenken wir auch, dass alle auferlegten Restriktionen von den mächtigsten Nationen ausgehen, dass jedoch und zum Glück für die Wissenschaft die Mehrheit der Nationen auf der Erde keine Stellung genommen hat oder aufgrund bestehender Erfahrungen und Verträge keine Ausschlüsse vornehmen werden.

**Die ISS** Die russische Raumfahrt-Agentur Roscosmos als dem Staat zugehörig wurde auch von den Sanktionen gegen Russland getroffen und hat im Gegenzug, wie bereits erwähnt, ihre Zusammenarbeit bei einigen Projekten aufgegeben. Der Start von Raketen wurde auf Kourou in Französisch-Guyana verlegt, wovon das russische Team durch die russische Luftfahrtagentur abgezogen wurde. Auf der ISS begrüßen sich Astro-



Abb. 3: Internationale Verteilung der Bodenstationen und weitere Einrichtungen, die für die ISS und dessen Betrieb relevant sind.

Bild: Wikipedia / TastyCakes.



nauten und Kosmonauten herzlich, verbunden durch ihre langjährige Ausbildung, in der Wertschätzung der Kompetenzen, und getrieben durch den Wunsch, für die Zukunft der gesamten Erdbevölkerung zu wirken.

Die Module für die Energieversorgung und die Lebenserhaltung werden von den USA gestellt, der Antrieb wird von der russischen Agentur sichergestellt. Auch die Europäische Weltraumagentur ESA ist an diesem internationalen Projekt beteiligt. Seit 21 Jahren und zunächst bis 2028 symbolisiert diese Weltraum-Station die friedliche Absicht der beteiligten Nationen. Die enge Verflechtung von Fachwissen aus unterschiedlichen Nationen schafft eine gegenseitige Abhängigkeit, die gewollt die Gemeinschaft fordert. Der Austritt eines der Partner hätte verheerende Folgen.

Das Kräftenessen, worüber internationale Medien berichteten, ist ernstzunehmen und gleichzeitig zu relativieren. Die Androhung, die russischen Kosmonauten auszusondern und die ISS auf europäisches Gebiet abstürzen zu lassen, oder einen Astronauten gestrandet zurückzulassen, erschrecken in der Grausamkeit der Vorstellung allein; technisch gesehen ist es jedoch ziemlich ausgeschlossen, dass ein Partner der ISS allein mit dem ihm zugeordneten technischen Bereich eine derartige Panne bewerkstelligen kann.

Die Sicherheit der Raumfahrer ist von Anfang an ein sehr wichtiger Punkt der Weltraumverträge gewesen. Zu gutem Ende wurde dann bestätigt, dass die Sicherheit der Mannschaft weiterhin gewährleistet wird und die ISS weiter betrieben wird. Auch die USA haben zugesagt. Am Projekt ISS sind 16 Nationen beteiligt (Abb. 3), die politische, rechtliche und nicht zuletzt wissenschaftliche Aspekte in Einklang bringen müssen.

Die NASA hat auf ihrem Internetportal eine Seite eingerichtet, auf der Fragen zum Schicksal der ISS während und auf-



**Abb. 4:** Die Antares-Rakete (vormals Taurus II) ist eine Trägerrakete, die von der Orbital Sciences Corporation (seit 2015 Orbital ATK) in Zusammenarbeit mit dem ukrainischen Unternehmen KB Juschnoje entwickelt wurde. Bild: NASA/Bill Ingalls.

grund dieses Konflikts unter der Rubrik Humans in Space, Menschen im Welt- raum, beantwortet werden.

Die Seite heißt einfach International Space Station Frequently Asked Questions, häufige gestellte Fragen zur ISS.

Wenn auch die Prestige der ISS unange- fochten ist, so gibt es andere internationale Weltraumprojekte im Hintergrund, die durch den Konflikt in Mitleidenschaft gezogen werden.

Als Beispiel zitiere ich zunächst die Anta-

res-Rakete (Abb. 4), der Astronomie zu- liebe benannt nach dem hellsten Stern im Sternbild Skorpion.

Antares bedeutet so etwas wie gegen (griechisch: anti) Krieg (Ares, bei den Römern Mars genannt, war der griechische Gott des Krieges). Die Lieferungen an die USA von russischen Motoren (RD-181) für die Antares-Rakete, an der auch die Ukraine beteiligt ist, wurden eingestellt, so auch (die RD-180) für die Atlas V, nachdem Roscosmos ihre Wis-



Abb. 5: Zwei Stapel mit insgesamt 60 Starlink-Satelliten auf einer Falcon-9-Oberstufe.  
Bild: Starlink Mission / Official SpaceX Photos

senschaftler aus Kourou abgezogen hatte und eine Garantie verlangt hatte, dass Satelliten nicht zu kriegerischen Handlungen genutzt werden.

**Informationstechnik** Die internationalen Verträge zur Erforschung und Nutzung des Weltraums und der sich dort befindlichen Himmelskörper wollen bezwecken, dass die astronomische Forschung vom All aus und die Fernbeobachtung der Erde allen Nationen zugute kommen, damit nicht nur die Wissenschaftler, wie vorher erwähnt, sondern möglichst alle Erdbewohner das Recht auf Wissen und Information genießen.

Im Rahmen der aktuellen Konflikte, insbesondere am Beispiel des russisch-ukrainischen Krieges, erreichen uns neben herzerreißenden Bildern der umkämpften Region – leider auch mitunter nachweislich gefälschte Beiträge – aus denen die Situation dort für alle sichtbar wird. Wir sehen Bilder von Zerstörungen, Truppenbewegungen, Menschenströmen gen Grenzen. Oft wurden diese Bilder von Satelliten auf der Erdumlaufbahn aufgenommen.

Viele Satelliten sind, wegen der erwähnten Sanktionen oder der Reaktionen dagegen, nicht von der Erde aus ins All gebracht worden. Trotz Informationsflut ist der Informationsfluss unterbrochen

und ist seitdem lückenhaft. Die wissenschaftlichen Beobachtungen werden fast unbemerkt sporadisch, auch die Internetabdeckung wird mancherorts checkig, obwohl wir (gefühl) von Informationen überworfen werden. Wir haben alle die Appelle in den Medien gehört, die Bevölkerung in der Mitte des kriegerischen Geschehens sei von der weltweiten Vernetzung abgeschnitten, bis der CEO der Firma Space X, Herr Elon Musk, den Ukrainern einen Internetzugang öffnete. Auch in diesem Fall wirft diese Satellitennutzung rechtliche Fragen auf, die in der Dringlichkeit nicht gestellt oder beantwortet werden können. Seit Monaten beteuern Profi- und Hobby-Astronomen, die steigende Anzahl der Satelliten verschmutzt den Himmel für die Erforschung des Weltalls von der Erde aus. Andererseits war dieser Zugang zum Internet umstritten: die Nutzung könne in Konfliktzeiten- und Regionen für die zivile Bevölkerung verhängnisvoll werden, da die Nutzung von Datendiensten aus dem All durch Satelliten ermöglichen kann, Menschen oder Ziele zu orten, oder gar sich technisch einzuschleusen. In diesem speziellen Fall wurde den berechtigten Zweifeln widersprochen: das militärische Kontingent nutzt andere Internetzugänge; es ist die zivile Bevölkerung, die Starlink-Internet nutzt, und

zwar für die in der Ukraine registrierten Geräte (Abb. 5).

Hier zeigt sich, wie unerlässlich die Satelliten nicht nur in der Forschung, sondern auch zur Vernetzung und Information der Menschen lebensrettend werden kann.

Dank dieser Vernetzung konnten sich die Menschen in diesem Gebiet gegenseitig über sichere Orte und Wege benachrichtigen, und sich dann entscheiden, das Land zu verteidigen, oder zu fliehen.

Diese Menschenbewegungen konnten teilweise aus dem All beobachtet werden.

### Der Konflikt und die Raumfahrt

Es wird oft vergessen, dass die Ukraine vom Anfang an Teil der russischen Raumfahrtforschung war, sogar oft federführend, und dass sie noch immer zu den Raumfahrtmächten gehört, wenn auch größere Erfolge etwas mehr als zwei Jahrzehnte zurückliegen. Immerhin wurde dort der allererste Satellit der Welt gebaut, Sputnik 1, der am 4. Oktober 1957 ins All gesendet wurde. Dort wurde auch die Sojus-Rakete erschaffen, mit der die Weltraum Station ISS für Raumfahrer erreichbar wird.

Museumsexponate der Raumfahrt sind weltberühmt und zogen bis zur Pandemie Besucher aus der ganzen Welt an. Seit ihrer Unabhängigkeit stellte die Staatliche Weltraumagentur der Ukraine, Derschawne Kosmitschore ahentswo Ukrainy (DKAU) Державне космічне агентство України (AKAU), gegründet am 2. März 1992 nach dem Zerfall der Sowjetunion, 167 Raketen und 387 Satelliten, die in unserer Umlaufbahn sind. Die Weltraumagentur der Ukraine beschäftigt 16.000 Mitarbeiter, fast so viele wie die NASA. Erst mit der Pandemie brachen die Weltraumprogramme ein. Die Webseite der DKAU ist zur Zeit nicht abrufbar.

**Der Mensch im All** Am Ende des Monats März soll der Astronaut Mark

Vande Hei von der ISS zur Erde zurückkommen. Mit Getöse drohte der Leiter von Roscosmos, diesen Menschen stranden zu lassen.

Die Weltraumverträge regeln die Zuständigkeit für die Menschen, die ins All geschickt werden und dort Himmelsbeobachtungen vom Weltraum aus durchführen. Somit ist die Nation für diesen Raumfahrer zuständig, die ihn in diese Mission geschickt hat. Es wird für die meisten Raumfahrer auch das Land ihrer Staatsangehörigkeit sein.

Im Prinzip würde die russische Raumfahrt-Agentur aus der Pflicht herauskommen, wenngleich so eine Handlung jedoch ethisch nicht zu verantworten wäre und wahrscheinlich für immer unentschuldig bliebe. Theoretisch könnte in so einem Fall wie jetzt der Astronaut auch von Space X abgeholt werden. Die Herausforderung wäre dann, eiligst einen Raumanzug anzufertigen, der sowohl passgenau für den Astronauten und technisch auf Space X abgestimmt ist, denn so wird jeder Raumanzug nicht von der Stange sondern als sehr sorgfältige Sonderaufbereitung konzipiert.

Glücklicherweise wird die Rückkehr dieses Raumfahrers wie geplant mit einer Sojus (Abb. 6) erfolgen. Die Sicherheit der Menschen, die ins All geschickt werden, hat in den internationalen Verträgen zur Erforschung und Nutzung des Weltraums eine hohe Priorität.

**Randbemerkungen** Es wäre töricht, hier und jetzt eine abschließende Bestandsaufnahme vornehmen zu wollen, oder es zu behaupten. Hier ist nur eine Anregung zu finden, wie die Weltraumforschung im Falle eines Konflikts auf der Erde in Mitleidenschaft gezogen wird. Weder die Verhandlungen wegen des Weltraumrechts noch wegen des Konfliktes sind unter den Vereinigten Nationen abgeschlossen.

Neben Restriktionen und Sanktionen gilt unser Mitgefühl allen direkt Beteiligten.

Es zeigt sich jedoch, dass in unserer komplexen und verflochtenen Welt jeder Konflikt große Kreise zieht.

In diesem Konflikt haben etliche Regierungen Stellung genommen, davon drei für Russland: Weißrussland und die selbsternannten Republiken von Donetsk und Luhansk.

Neben der menschlichen Tragödie, die sich dort abspielt, schaffen Sanktionen und Reaktionen weltweite Schwierigkeiten. Trotz der Überflutung and Nachrichten mit mehr oder weniger Wahrheitsgehalt vermissen die internationalen Wissenschaftler neben Partnerschaften auch sehr wichtige Daten zur Fortsetzung ihrer Arbeit, speziell wenn sie ansonsten von Satellitenübertragungen abhängen. Die Erforschung des Weltraums vom Weltraum oder von der Erde aus wird erschwert, auch weitere Bereiche wie Geographie, Meteorologie und sogar Biologie oder Agrarwissenschaft leiden unter der Ermangelung von Bildern durch Satelliten oder Expertenbewertungen in vielen wissenschaftlichen Bereichen, auch in der Astronomie.

Für die Zivilbevölkerung im Konfliktge-

biet ist der Zugang zur weltweiten Vernetzung eine Frage des Überlebens, während die Strukturen vor Ort zusammenbrechen.

Wenn wir an den Weltraum und den Gesetzen diesbezüglich denken, gilt unsere Sorge dem millionenteuren Material, und doch wesentlich mehr dem Werden der wenigen Menschen, die auf engem Raum die Erde von weitem beobachten und einig dem Konflikt ein schnelles Ende wünschen. So wir auch.

Zur Zeit sind, wie alle Forscher weltweit, die Astronomen, ob sie in einem weltberühmten Observatorium oder in ihrem Garten tätig sind, weiterhin darauf angewiesen, dass die internationale Gemeinschaft Interessenkonflikte bespricht und diplomatische und rechtliche Vereinbarungen trifft.

Wer religiös angehaucht ist, sendet seine Gebete zum Himmel, wer es nicht ist, tut auch seine Aufgaben weiterhin, um die Kontinuität zu gewährleisten.

Wir wünschen für alle Beteiligten und Leidenden, dass die Vernunft siegt.



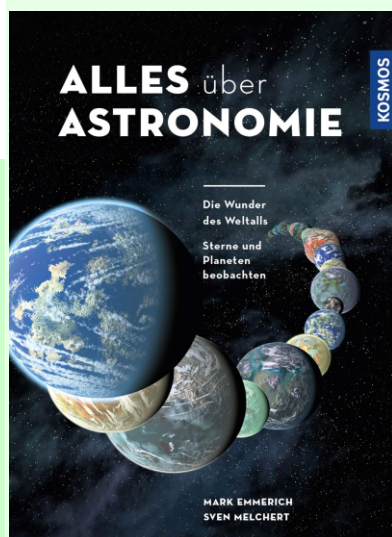
**Abb. 6:** Sojus TMA-7 beim Verlassen der Internationalen Raumstation am 8. April 2006. Bild: PD-USGov-NASA.

## NEUES AUS DER AVL-BIBLIOTHEKSECKE

von DR. KAI-OLIVER DETKEN, *Grasberg*

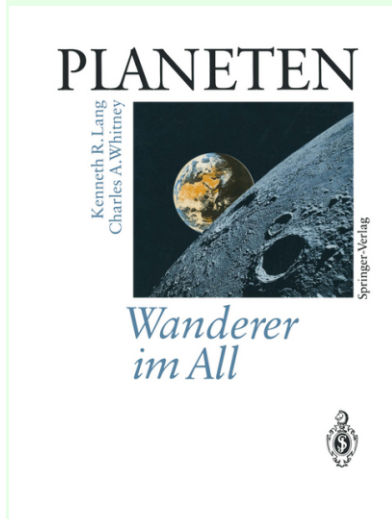
Die Bibliothek der AVL will sich auf dieser Seite den Mitgliedern vorstellen. Hier sollen in jeder Ausgabe ein oder zwei Bücher präsentiert und beschrieben werden, um einen Überblick über die vorhandenen AVL-Schätze zu gewinnen und das Interesse an einer Ausleihe zu wecken. Die komplette Bücherliste befindet sich auf den AVL-Webseiten, unter „AVL-Intern“. Anfragen werden gerne unter [k.detken@avl-lilienthal.de](mailto:k.detken@avl-lilienthal.de) entgegengenommen.

Mark Emmerich, Sven Melchert: *Alles über Astronomie. Die Wunder des Weltalls, Sterne und Planeten beobachten.* Franckh-Kosmos-Verlag, 4. Auflage, 2017



Ein leicht verständlicher Streifzug durch das Universum: von nahen Sternen bis hin zu fernen Galaxien, vom ersten Blick an den Himmel bis zum eigenen Fernrohr, von Riesenteleskopen und Raumsonden bis zu den Planeten. Mit sehr schönen Bildern, aktuellen Erkenntnissen und vielen Tipps zur Himmelsbeobachtung. Dies ist ein Buch für Einsteiger, aber auch lesenswert für „alte Füchse“. In dem Themengebiet Weltraumforschung wird erläutert, wie Astronomen die Rätsel des Weltalls versuchen zu lösen: mit Teleskopen, Satelliten und Raumsonden. Das Sonnensystem enthält die Planeten und beschreibt unsere kosmische Nachbarschaft. Mit detailreichen Bildern von Pluto, Komet Tschuri und dem roten Planeten Mars. Sterne und Galaxien kommen ebenfalls nicht zu kurz: von der Milchstraße bis zum Rand des Universums. Zusätzlich gibt es Informationen zu Exoplaneten, Gravitationswellen und der Ausdehnung des Weltalls. Der Themenbereich Astronomie als Hobby beschreibt hingegen, wie man Sternbilder finden, Planeten beobachten und Astrofotografie betreiben kann. Liegt bereits in der AVL-Bibliothek in der vierten Auflage vor (eine fünfte Auflage ist bereits erschienen), was für den Erfolg dieses Buches spricht. Es wird die meisten Leser durch die anschauliche Beschreibung und die vielen guten Bilder ansprechen. Die Tipps zur Astrofotografie hätten zwar umfangreicher ausfallen können, aber dafür gibt es schließlich auch andere Werke.

Kenneth R. Lang und Charles A. Whitney: *Planeten – Wanderer im All.* Springer-Verlag, 1991



In diesem Buch stellen die Astronomen und Professoren Kenneth Lang und Charles Whitney in allgemeinverständlicher Form unser Planetensystem vor. Der gut verständliche Text wird dabei durch zahlreiche Bilder und Fotos aufgelockert. Er verarbeitet eine Fülle von Sachwissen, die die Ergebnisse von Raumsonden- und Satellitenmissionen bis 1991 berücksichtigt. Historische Anmerkungen, Tabellen und eine ausführliche Bibliographie ergänzen das Werk. Waren früher die Planeten nur Lichtpunkte am Himmel, so kennen wir heute ihr wahres Aussehen. Alle Planeten konnten wir durch Raumsonden inzwischen aus nächster Nähe beobachten. Menschen waren auf dem Mond und unbemannte Raumschiffe landeten auf dem Mars und der Venus. In diesem Buch werden die Ergebnisse dieser Entdeckungsreisen geschildert. Zahlreiche, mit Planetensonden gewonnene Fotos vermitteln einen Eindruck von der Vielfalt dieser Welten. Diagramme verdeutlichen zusätzlich die physikalischen Zusammenhänge. Zusätzlich werden Gemälde mit dargestellt, die bestimmte Phänomene bildhaft veranschaulichen sollen. Neben den Planeten wird auch der Asteroidengürtel beschrieben und die Monde von Saturn und Jupiter, die u.a. vulkanische Aktivitäten (Io) oder eine stickstoffreiche Atmosphäre (Titan) besitzen. Die Reise wird anschließend zu den Kometen fortgesetzt, um die Aufnahmen der Giotto-Sonde vom dunklen Kern des Halley'schen Kometen zu diskutieren und über unsichtbare Kometenwolken zu spekulieren. Asteroiden und Kometen sind die Überreste des früheren Sonnensystems und geben wichtige Hinweise auf dessen Entstehung. Dies ist das Thema des letzten Kapitels, in dem sich die Autoren auch mit der Frage nach anderen Planetensystemen befassen, die erst nach dem Erscheinen dieser Auflage nachgewiesen wurden.