

# 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.

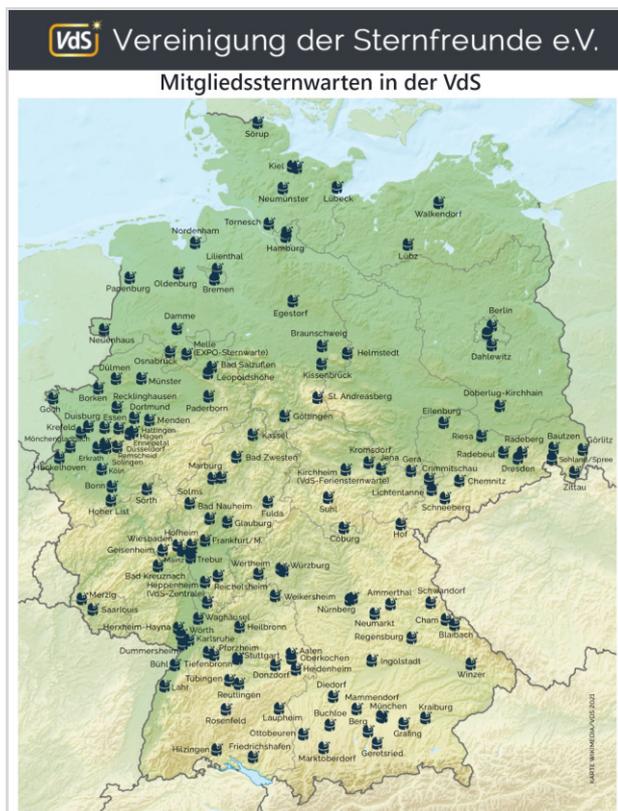


Abb. 1: Mitgliedssternwarten der VdS in Deutschland [1].

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

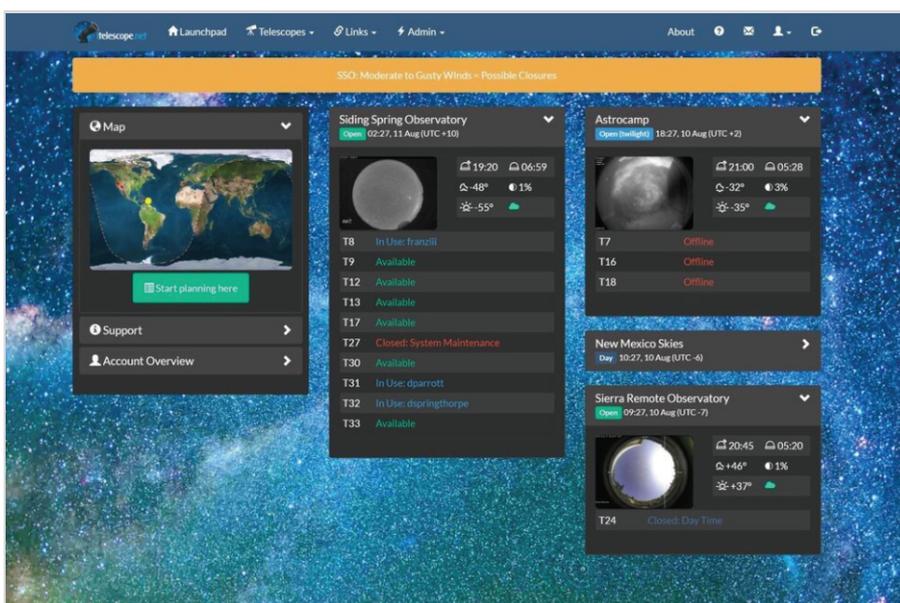


Abb. 2: Übersichtsseite Launchpad von iTelescope mit allen Teleskopen und Observatorien [5].

<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-/Ungezieferbeschädigungen 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?

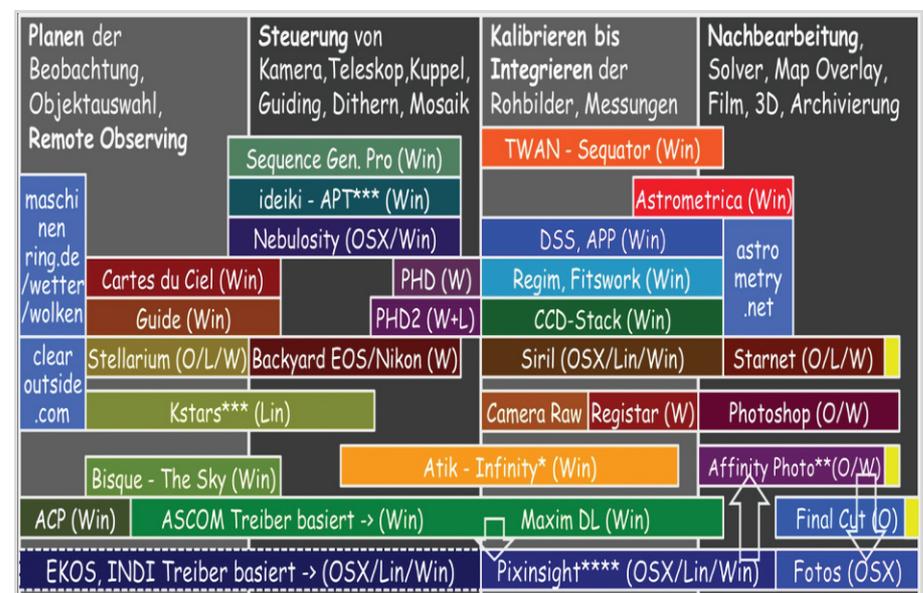


Abb. 4: Übersicht der Programme für Deep-Sky-Astrofotografie von Sighard Schräßler [9].

Alleine die Steuerungssoftware offenbart ein Füllhorn von Möglichkeiten, wie die Abbildung 4 zeigt. Hier wurde von Sigward Schröbler 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 Mosaiken aufgenommen werden. Dies funktioniert durch das integrierte Platesolving, 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 Kiripotiib-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

TELESCOPE	PRICE	DIAMETER	FIELD OF VIEW	COMPLETED IN
AUS-2	0.8 credit/hour	10 cm	324 arcmin²	6 days
CH-1	1.8 credit/hour	60 cm	32 arcmin²	13 days
CH-2	1.0 credit/hour	50 cm	67 arcmin²	1 day

TELESCOPE	CAMERA
Model: ASA 500N	Model: FLI PL16803
Diameter: 50 cm	Pixel array: 4096 pixel²
F-ratio: 3.80	Pixel scale: 0.98 arcsec/pix
Focal length: 1900 mm	Field of view: 67 arcmin²

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

TYPE	COST
Exposure time	100 credits
Overheads	128 credits
Moon discount	0 credits
<b>TOTAL</b>	<b>228 CREDITS</b>

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-, Platinum- 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 herhalten. 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 Korh: 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=jiI2MkYpxJl>