

## Konzept eines Remote-Sternwarte

### Was ist eine Remote Sternwarte und was eine Robotische Sternwarte?

#### Früher

Früher stand man Teleskop und stellte die Objekte ein. Prüfte ob sie auch drin waren. Dann schloss man die Kamera an und fokussierte am Stern. War das Objekt nicht visuell zu sehen machte man kurze Aufnahmen, vielleicht war es dann schemenhaft zu sehen oder man prüfte anhand einer Sternkarte ob die Gegend richtig eingestellt ist und musste das Teleskop ggfs. anders positionieren. Die Belichtungsreihe wurde gestartet. Die Kuppel weitergedreht. War die Nacht kalt konnte man das nur begrenzt aushalten und nicht mehrere Nächte stundenlang belichten.

#### Heute

Gibt es eine Menge Helferlein, Hardware und Software, die das Nachtleben deutlich erleichtern. Anfangen von der Goto-Steuerung in Verbindung mit einem Sternkartenprogramm. Man macht eine Aufnahme und diese wird astrometrisch vermessen, dem Platesolving. Man weiß wo das Teleskop hinzeigt. Aufnahmeprogramme können mittels Motorfokus sogar die Aufnahme selbst fokussieren und das sogar automatisch. Man kann Aufnahmepläne für die Belichtungsreihen erstellen. Die Guidingsoftware ermittelt die Guidingparameter und startet das Guiding. Selbst das Umlegen des Teleskops im Meridian und anschließend wieder starten des Guidings. Die Steuerungssoftware läuft am Rechner des Teleskops, der im Heimnetzwerk angemeldet ist. Über Remote-Software wie Remote-Desktop, AnyDesk oder Teams kann man vom entfernten Ort auf den Rechner am Teleskop zugriffen werden. Wir arbeiten Remote. Klar ist, jedes Helferlein muss einzeln und später im Verbund getestet werden.

#### Stufe 1:

Steuerung vom warmen Stübchen aus mit Blick auf das Teleskop auf der Terrasse oder Balkon. Sinnvoll bei eingeschränkten Sichtverhältnissen, wenn z.B. das Teleskop keine Sterne findet, weil es auf die Hauswand zeigt. Beim Umlegen des Teleskops keine Kabel sich verhaken oder zu kurz sind.

#### Stufe 2:

Wir steuern das Teleskop vom Keller oder Nachbargebäude. Wir haben keinen Blick zum Teleskop sind aber in der Nähe. Eine Webcam für die Kuppel oder Teleskop ist hier nötig. Außerdem eine Allskykamera fürs Wetter. Es muss sichergestellt werden, das beim Bewegen des Teleskops keine Kabelprobleme gibt und die Kamera oder das Teleskop nicht irgendwo aneckt.

#### Stufe 3:

Ähnlich Stufe 2, die Anwesenheit eines Beobachters Vorort ist nötig um z.B. den Strom einzuschalten, die Kuppel zu öffnen. Es können noch Änderungen am Equipment vorgenommen werden, andere Kamera, Filter etc. Die Steuerung erfolgt wieder vom Keller oder Nachbargebäude. Im Unterschied zu Stufe 2 können hier auch Externe außerhalb der Sternwarte auf das Teleskop zugreifen, wenn der Beobachter Vorort die Erlaubnis erteilt.

#### Stufe 4:

Das Equipment ist hier nicht mehr änderbar. Teleskop, Kamera und Filter sind fest. Nur über Skripte sind Änderungen möglich. Das Teleskop befindet sich in Gebäude, Rolldachhütte auf einem gesicherten Gelände. Strom und Internet sind vorhanden. Überwachungskameras, Bewegungsmelder vorhanden. Auf dem Gelände ist auch ein bewohntes Haus und bei Problemen kann Jemand helfen. Heizung der Hütte gegen Feuchtigkeit und Kühlung im Sommer wegen Überhitzung.

**Stufe 5:**

Ähnlich Stufe 4 befindet sich das Teleskop auf einem gesicherten Gelände. Das Haus ist nur zeitweise bewohnt und es ist Niemand ständig Vorort. Der Beobachtungsplatz lässt sich mit dem Auto in einer Stunde erreichen.

**Stufe 6:**

Wurden alle vorigen 5 Stufen erfolgreich durchlaufen kommen wir zu Stufe 6. Das Teleskop steht wieder auf einem gesicherten Gelände und ist nicht mehr innerhalb eine Stunde erreichbar. Es gibt Anbieter für Beobachtungsplätze und dunklem Himmel mit Support auch Vorort.

Beispiele, nicht vollständig, Behandlung von Störfällen. Diese Störfälle sollten schon in früheren Stufen getestet werden.

- Kuppel lässt sich nicht öffnen, was zeigt die Webcam? Liegt Schnee drauf? Hat der Motor Strom?
- Teleskop ist nicht in der Homeposition und zeigt irgendwo hin. Wie kommt man da raus?
- Zu Beginn der Beobachtung alle Verbindungen prüfen. Läuft die Kamera, Kühlung, dreht das Filterrad usw. Automatischer Test zu Beginn.
- Der Teleskoprechner ist nicht erreichbar. Remote booten?
- Internetverbindung unterbrochen oder schlechte Datenübertragung, ist die Allskykamera online?

## Die Robotische Sternwarte

Die robotische Sternwarte bzw. Teleskop kann selbständig Beobachtungen durchführen und sie sind am nächsten Tag zum Download bereit. Das kleinste robotische Teleskop ist die Allskykamera.

**Stufe 1:**

Man erstellt seinen Aufnahmeplan mit mehreren Objekten und startet ihn. Er wird abgearbeitet und das Teleskop geparkt und der Strom abgeschaltet. Setzt voraus das das Wetter mitspielt und die Objekte in der richtigen Reihenfolge aufgeführt sind. Der Beobachter kann dann was anderes machen oder sich schlafen legen.

**Stufe 2:**

Die Wunschliste des Beobachters wird vom robotischen Teleskop verarbeitet. Es prüft mit der Allskykamera ob es klar ist und entscheidet welche Objekte aufgenommen werden und die Reihenfolge. Verschlechtern sich die Bedingungen wird die Beobachtung beendet und falls es im Beobachtungsplan steht werden noch Kalibrierungsbilder gemacht. Interessant wird es, wenn mehrere Beobachter sich angemeldet haben, Warteliste, Reihenfolge und Priorität.

**Stufe 3:**

Im Projekt Supernovasuche werden eine Reihe Galaxien angefahren und (mit photometrischen Filtern) aufgenommen um Supernovae zu finden. Hier wird ein automatischer Vergleich mit früheren Aufnahmen durchgeführt.

**Stufe 4:**

Im Projekt Exoplaneten wird eine Liste von Exoplaneten abgearbeitet. Die Liste Aus einer Datenbank werden die möglichen Bedeckungen ermittelt und die Liste befüllt mit Start/Ende und Belichtungszeit. Hier wäre ein Datenabgleich aus dem Internet nötig.

## Eine Remote-Sternwarte warum?

Eine einsatzfähige Sternwarte an einem dunkleren Ort und besseren Wetterbedingungen ist eine interessante Alternative zum eigenen Teleskop oder der Sternwarte Vorort.

### Blick in die Glaskugel

- Wie sieht die Zukunft der praktischen Astronomie in Berlin aus?
- Macht es noch Sinn eine Sternwarte unter schlechten Sichtbedingungen und Wetter zu betreiben?
- Können wir als Verein oder Gruppe eine solche Sternwarte finanzieren und betreiben, unabhängig von Stiftung und Verein?
- Mit dem „state of the art“ Equipment und Digitalisierung ist heute Fernsteuerung erschwinglich und möglich.
- Externe Anbieter von Remote-Sternwarten gibt es bereits inklusive Betrieb und Wartung auch in Übersee sowohl eigenen Geräte als auch zur Miete.

### Der Einsteiger

Für den Einsteiger sicherlich reizvoll ein einsatzbereites Teleskop zu benutzen ohne den ganzen Aufbau und das ganze Equipment lauffähig zu bekommen. Nur das Objekt auswählen und schon läuft alles automatisch und die Daten sind zum Download bereit. Auf der anderen Seite hat man hier erkaufte Wissen statt erarbeiteten Wissens.

### Der Fortgeschrittene

Er hat in der Vergangenheit das Equipment selber aufgebaut und zum Laufen gebracht und spart sich viel Zeit und Mühe damit, wenn er ein Remote-Teleskop benutzt. Aus seiner Erfahrung kann er ein solches Teleskop konzipieren und im Fehlerfall eingreifen im Gegensatz zum Einsteiger. Ein Remote-Teleskop muss man sich in der Regel mit Anderen teilen. Entweder betreibt man als Gruppe eine solche Sternwarte oder man mietet sich eins. Im Internet gibt es zahlreiche Anbieter. Der Preis mag einen erstmal abschrecken, aber 2 Wochen Astrourlaub in Kärnten mit eigenem Teleskop kosten auch 2000.-, ohne Mietwagen.

### Der alte Hase

Dem alten Hasen im fortgeschrittenen Alter mag es schwerfallen nicht mit den eigenen Geräten, die er nur auf dem Bildschirm sieht zu arbeiten. Das Equipment wird auch nicht leichter, die Kosten für Anfahrt und Unterbringung entfallen. Befindet sich das Teleskop in Nord- oder Südamerika sind auch tagsüber Fotos möglich. Was die Beobachtungszeit angeht ist er flexibel.

### Mieten oder kaufen?

Die Gretchenfrage lohnt es sich eine komplette Astrofoto-Ausrüstung zu kaufen oder zu mieten?

1. Frage wie oft kommt die Ausrüstung zum Einsatz? Zeit und Wetter.
2. Weiß ich was ich machen will oder befinde ich mich noch in der Findungsphase?
3. Brauche ich für bestimmtes Objekt mal ein Spezialgerät? Da ist mieten besser.

### Remote-Sternwarte selber betreiben?

1. Standort: Wo wird die Sternwarte betrieben? BRD, südliche EU oder Übersee?
2. Internetzugang wie stabil und leistungsfähig?
3. Einmalige Kosten für Einhausung und Teleskop?
4. Laufende Kosten Betrieb und Wartung? Externer Dienstleister?

## Welche Fertigkeiten der Projektteilnehmer werden gebraucht?

1. Wissen und Erfahrung mit modernen CMOS-Kameras.
2. Moderne Teleskope, Montierung und Steuerung.
3. Anschluss und Steuerung von Zusatzgeräten wie Motorfokus, Filterrad, Kuppel-Steuerung.
4. Netzwerk und Web-Server einrichten und betreuen. Welche Programme kommen zum Einsatz und Skripte zur Automatisierung von Abläufen. Windows und Linux Admin-Kenntnisse.
5. Sicherheit im Netz/Internet. Kein unerlaubter Zugriff auf die Infrastruktur über das Netz.
6. Wissen - Beobachtungsprogramme: Was soll beobachtet werden, Asteroiden, Kometen, Supernova-Suche, Veränderliche, Extrasolare Planeten, Bedeckungsereignisse und/oder Astrofotografie...?
7. Welche instrumentellen Voraussetzungen für welches Projekt?

## Anforderungen an die Beobachtungsprogramme

Die erste entscheidende Frage ist was will ich bzw. was wollen wir machen?

Alles Mögliche ist die denkbar schlechteste Antwort.

1. Innerhalb einer Nacht über mehrere Stunden auswertbare Daten, einen kompletten Satz an Daten eines oder mehrerer Objekte, z.B. Bilder eines Asteroiden zur Positionsbestimmung oder Lichtwechsel. Lange Schönwetterperioden sind eher selten.
2. Eine Änderung der instrumentellen Konfiguration, andere Kamera, Umbau am Teleskop sind nicht möglich, Es sind nur softwaretechnische Änderungen über Skripte möglich.
3. Entwicklung von (halb)automatischen Beobachtungsprogrammen, die ermitteln welche Objekte gerade am Himmel sind und Beobachtungsvorschläge machen und dem Nutzer dabei unterstützen.
4. Entwicklung von autonomen Teleskopen, die selbstständig Aufnahmen machen, erkennen ob es dunkel bzw. klar ist, welches Objekt zusehen ist und welches schon lange nicht mehr beobachtet wurden. Die Daten werden aufbereitet und auf dem Server bereitgestellt und können am darauffolgenden Tag abgerufen werden. Von jedem Ort!

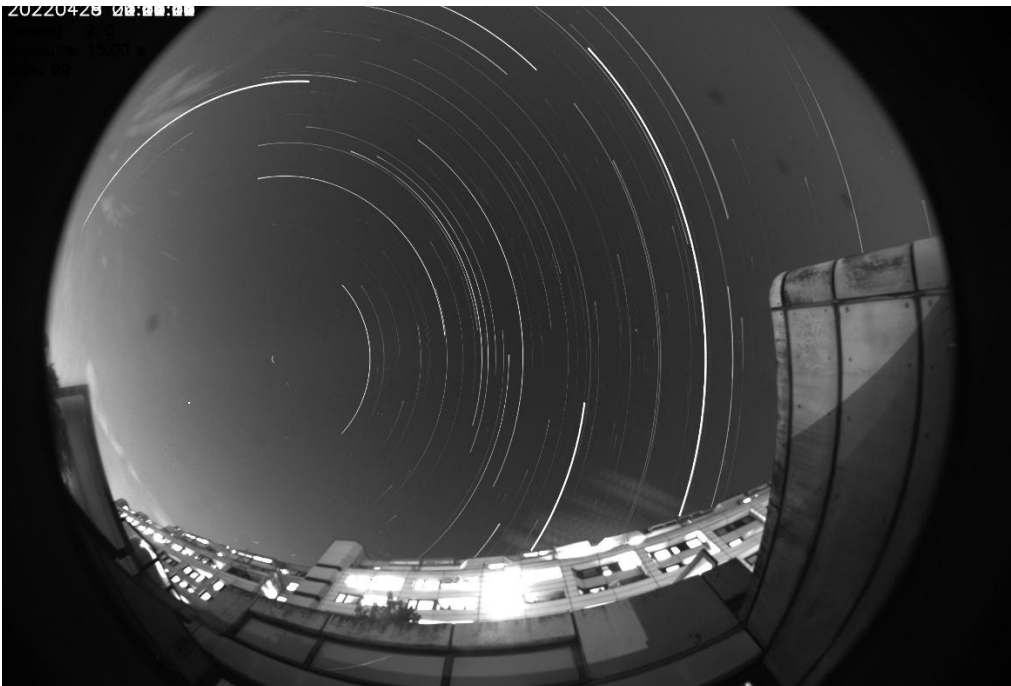
## Erste Ausbaustufe – die Allsky-Kamera

Erstmal klein anfangen. Eine Allsky-Kamera braucht man in jeden Fall. Sie nimmt mit einem Fisheye-Objektiv den ganzen Himmel auf und speichert die Bilder konfigurierbar bei Dunkelheit automatisch. Kamera und Objektiv sind unter einer 9 cm Plexiglaskuppel wetterfest montiert. Nach Ende Nacht werden die Bilder automatisch ausgewertet und auf dem Server zur Verfügung gestellt. Ein Video der Nacht und eine Zusammenfassung der Bewölkungsverhältnisse wird automatisch erstellt. Es sind mindestens 2 Anwendungen möglich:

1. Qualität des Himmels, wann ist es klar für die Aufnahme mit dem autonomen oder automatischen Teleskop. Wie war die Nacht bewölkungstechnisch?
2. Als Meteorkamera

## Realisierung einer Allsky-Kamera

Bauanleitungen mit Einkaufsliste gibt es im Internet. Die Kamera ist eine ASI178MM ungekühlte monochrom Kamera mit 6 MP und einem mitgelieferte Fisheye-Objektiv mit 170°. Gesteuert wird die Kamera mit einem Minirechner Raspberry 4 mit 4x1,5Ghz Prozessor und 4GB RAM, WLAN, und USB3.0 und einer MicroSD-Karte mit 128GB RAM mit hoher Transferrate. Damit lasse sich die Nächte von 4 Wochen aufzeichnen und wenn der Speicher voll ist werden die ältesten Bilder überschrieben (ist konfigurierbar). Das Ganze für ca. 500-600 €. Eine Farbkamera wäre wohl bei Wetterphänomenen und bei Polarlichtern die erste Wahl. Eine monochrome Kamera ist empfindlicher und hat eine bessere Ortsauflösung (Meteore).



Startrails in der Nacht von 22:00 – 05:00. Die Aufnahmen werden gespeichert, wenn die Sonne unter  $-6^\circ$  Horizont ist. Die Auswertung erfolgt anschließend automatisch. Die Ergebnisse können runtergeladen werden.

## Realisierung Prototyp Remote-Sternwarte

1. Standort außerhalb Berlins auf einem Grundstück eines Mitglieds. Internet und Stromversorgung vorhanden. Gelände gesichert. Jemand da, wenn etwas nicht funktioniert.
2. Einhausung des Teleskops. Nicht drehbar nur auf und zu, Größe einer Hundehütte. Baugenehmigung nötig? hängt auch vom Bundesland ab. Videoüberwacht, Bewegungsmelder auf dem Grundstück. Teleskop kameraüberwacht. Heizung gegen Feuchtigkeit. Ggf. Kühlung für die Nacht.
3. Teleskop und Montierung: Goto-Montierung und ein (zwei) 80-100mm Teleskope mit Farbkamera und /oder eins mit SW-Kamera und Filterrad. Sucher und Autoguider. Prüfen in wie weit man Optik, Montierung und Zubehör aus eigenen alten Beständen recyceln kann. Heizmanschetten und Flat/Dark-Mechanismus um Flats und Darks ferngesteuert zu machen.
4. Allsky-Kamera wie oben beschrieben zur Wetterbeurteilung und später zum Bestimmen von Beginn und Ende der Beobachtung. Außerdem Regensensor/Warner.
5. Steuer-PC: Core I7, 16 GB Ram, 512 GB SSD und 2 TB M.2 SSD für Daten auf Windows 11. PC muss Remote-Boot möglich sein. Automatischer Upload der Daten in die Cloud.
6. Zugangssoftware: Remotedesktop, AnyDesk, Zoom, oder Teams.
7. Steuerungssoftware: ASCOM-Plattform, CdC, Stellarium, Sharpcap, NINA usw.

## Template Remote Teleskop

Equipment	Maße	Hellsteller	Preis
Teleskop			
Flattner			
Kamera			
Motorfokus			
Guiding Kamera			
Offaxis-Guider			
Guiding Teleskop			
Filterrad			
Filter			
Flat-Deckel			
Steuerrechner			
Heizbänder			
Montierung			
Behausung			
Lüftung/Heizung			
Video-Kameras			
Allskykamera		DIY	
		Summe	

## Prototyp Remote Teleskop Low Budget Farbkamera

**Aufgaben:** Aufnahmen in der Stadt/Stadtnähe. Für Deepsky und Kometen mit 11x11mm Chip und das Optolong L Filter ist fest verschraubt. Galaxien und Sternhaufen gehen gut und für Gasnebel wäre Dualband besser.

**Für wen:** Mitglieder und Einsteiger in die Astrofotografie

Equipment	Maße	Hersteller	Preis
Teleskop	80/560		
Flattner	0,8x		
Kamera	IMX533 Color		
Motorfokus	EAF		
Guiding Kamera	ja		
Offaxis-Guider	nein		---
Guiding Teleskop	30/120mm		
Filterrad	nein		---
Filter	1 ¼" DS Filter		
Flat-Deckel	80mm		
Steuerrechner	Mini-PC		
Heizbänder			
Montierung	EQ-5		
Behausung	„Hundehütte“		
Lüftung/Heizung			
Video-Kameras			
Allskykamera		DIY	
		<b>Summe</b>	

## Prototyp Remote Teleskop Low Budget Wissenschaft

**Aufgaben:** Veränderliche, Kleinplaneten und Exoplaneten mit Mono-Kamera photometrischen Filtern mit kleinem Teleskop. Photometrische Filter kosten ca. 2 mag.

**Für wen:** Mitglieder, AGs und Schulklassen

Equipment	Maße	Hersteller	Preis
Teleskop	80/560		
Flattner	1,0x		
Kamera	IMX533 mono		
Motorfokus	EAF		
Guiding Kamera	ja		
Offaxis-Guider	nein		
Guiding Teleskop	30/120mm		
Filterrad	5x 1 ¼"		
Filter	BVRI, L		
Flat-Deckel	80mm		
Steuerrechner	Mini-PC		
Heizbänder			
Montierung	EQ-5		
Behausung	„Hundehütte“		
Lüftung/Heizung			
Video-Kameras			
Allskykamera		DIY	
		<b>Summe</b>	

## Prototyp Remote Teleskop Farbkamera

**Aufgaben:** Astrofotografie Deepsky mit Farbkamera mit mittlerem Teleskop

**Für wen:** Mitglieder und Fortgeschrittene in der Astrofotografie

Equipment	Maße	Hersteller	Preis
Teleskop	122/840		
Flattner	0,8x		
Kamera	APS-C, IMX71C		
Motorfokus	EAF		
Guiding Kamera	ja		
Offaxis-Guider	ja		
Guiding Teleskop	nein		
Filterrad	5 x 2"		
Filter	Lum, DualBand	Optolong	
Flat-Deckel	125mm		
Steuerrechner	Mini-PC		
Heizbänder			
Montierung	EQ-6		
Behausung	Rolldachhütte		
Lüftung/Heizung			
Video-Kameras			
Allskykamera		DIY	
		Summe	

## Prototyp Remote Teleskop Foto RGB/SHO und Wissenschaft

**Aufgaben:** Astrofotografie mit Monokamera und RGB/SHO-Filtern. Photometrie von Veränderlichen und Kleinplaneten mit BVR-Filtern. Photometrische Filter kosten ca. 2 mag.

**Für wen:** Mitglieder und fortgeschrittene Akteure, AGs und Schulklassen.

Equipment	Maße	Hersteller	Preis
Teleskop	122/840		
Flattner	0,8x		
Kamera	APS-C, IMX71M		
Motorfokus	EAF		
Guiding Kamera	ja		
Offaxis-Guider	ja		
Guiding Teleskop	nein		
Filterrad	7x36mm		
Filter	RGB/SHO, L, BVR	Optolong, Baader	
Flat-Deckel	125mm		
Steuerrechner	Mini-PC		
Heizbänder			
Montierung	EQ-6		
Behausung	Rolldachhütte		
Lüftung/Heizung			
Video-Kameras			
Allskykamera		DIY	
		Summe	



## Prototyp Remote Teleskop aus Altbeständen

Astrofotografie Deepsky mit Farbkamera mit SCT-Teleskop

Equipment	Maße	Hersteller	Preis
Teleskop	8"/10" SCT		
Flattner	0,63		
Kamera	APS-C, IMX71C		
Motorfokus	EAF		
Guiding Kamera	ja		
Offaxis-Guider	ja		
Guiding Teleskop	nein		
Filterrad	5 x 2"		
Filter	Lum, DualBand	Optolong	
Flat-Deckel	220/280mm		
Steuerrechner	Mini-PC		
Heizbänder			
Montierung	EQ-6		
Behausung	Rolldachhütte		
Lüftung/Heizung			
Video-Kameras			
Allskykamera		DIY	
		Summe	

## Remote Micro Sternwarte

Das Seestar S50 ist ein vollständiges Teleskop das Aufnahmen auch remote durchführen kann. Kamera, Filter und Teleskop sind nicht austauschbar.

Equipment	Maße	Hersteller	Preis
Teleskop	50/250mm	ZWO	
Flattner	kein		
Kamera	IMX462 color		
Motorfokus	ja		
Guiding Kamera	nein		
Offaxis-Guider	nein		
Guiding Teleskop	nein		
Filterrad	2 Filter		
Filter	UV/IR und DS		
Flat-Deckel	nein		
Steuerrechner	intern		
Heizung	vorhanden		
Montierung	keine		
Behausung	„Minihütte		
Lüftung/Heizung			
Video-Kameras			
Allskykamera		DIY	
		Summe	

Beispiel für eine remote Realisierung und Bau der Behausung:

<https://muchelndorf-observatory.net/index.php/sternwarte/diy-mini-remote-observatorium>

## Remote Sternwarte(n) – Links

[RemoteAstrophotography](#)

[TelescopeLive](#) mit Videos zum Teil kostenlos über Astrofotografie

[iTelescope](#) Mieten von Teleskopen ab 39,95\$ verschiedene Standorte USA, AUS, Spanien, La Palma und Webinare

[RoboScopes](#) Mieten von 14 Teleskopen in Spanien, Mitglied 200€/Jahr, sehenswertes Video

[Insight-Observatory](#) Spanien, Chile und Namibia, Kosten Basic 35,00\$ und 1,00\$/Minute

[Telescope.org](#)

Willkommen bei Telescope.org von der Open University. Ein Konto auf dieser Website ermöglicht es, Beobachtungen aus der Ferne von unseren Roboterteleskopen auf Teneriffa zum Bearbeiten, Herunterladen und Teilen zu nehmen.

Um das Teleskop zu verwenden, schließen Sie sich dem kostenlosen Open Learn Course "[Astronomie mit einem Online-Teleskop](#)" an und folgen Sie den Anweisungen, um in der vierten Woche ein Konto zu erstellen. Weitere Hilfe finden Sie im [Kursforum](#). Die [Bedingungen dieser Website](#) sind nur für persönliche, nicht-kommerzielle Zwecke.

[PixelSkiesAstro](#)

PixelSkiesAstro ist eine Remote-Teleskop-Hosting-Site in Spanien, die von [David](#), Adam und Michelle Wills betrieben wird. Wir haben 6 vollautomatische Teleskop-Beobachtungen für die Ferne der Geräte. Wir veranstalten derzeit zahlreiche Teleskope, die über das Internet ferngesteuert werden, sowohl für Astrofotografie als auch für die wissenschaftlich fundierte Datenerhebung.

[E-Eye Telescope](#), das GRÖSSTE Hosting in Europa

Sie haben Ihr eigenes Observatorium: Bei e-EyE haben wir hochwertige, individuelle Observatoriumsmodule gebaut, damit Profi- und Amateurastronomen aus der ganzen Welt ihre Teleskope von überall auf dem Planeten fernsteuern können. Wir verfügen über die höchste Technologie und allgemeine Infrastruktur, die für die Robotisierung und Steuerung jedes Observatoriums erforderlich sind. Dank dieser und des professionellen Service, den unsere Kunden erhalten, sind wir das größte Hosting in Europa.