

**Zeitschrift:** Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft  
**Herausgeber:** Schweizerische Astronomische Gesellschaft  
**Band:** 70 (2012)  
**Heft:** 369

**Artikel:** Schwere deutsche Montierung im robotischen Einsatz : die GM2000 QCI Monolith von 10Micron  
**Autor:** Friedli, Thomas K. / Enderli, Patrick  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-897560>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 12.01.2026

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

Schwere deutsche Montierung im robotischen Einsatz

# Die GM2000 QCI Monolith von 10Micron

■ Von Thomas K. Friedli & Patrick Enderli

*Die Montierungen des italienischen Herstellers 10Micron geniessen unter Astrofotografen einen guten Ruf, insbesondere in Sachen Verarbeitungsqualität, Tragfähigkeit sowie Nachführgenauigkeit. Weniger ist jedoch bekannt, wie es um den unbeaufsichtigten automatischen Betrieb dieser mechanischen Wunderwerke steht. Auf dem Sonnenturm Uecht in Niedermuhlern setzen wir seit Herbst 2010 eine GM2000 zur Überwachung der Sonnenaktivität im Weisslicht, in Ca II K sowie in H-alpha ein – inzwischen nun auch robotisch.*



Abbildung 1: Auf der Dachterrasse des 12.5 m hohen Sonnenturms Uecht im bernischen Niedermuhlern steht unter einer 2.1 m Clamshell Kuppel von Astro Heaven auf einer GM2000 Montierung das Robotic Solar Observation Telescope (roboSOT) mit drei fernsteuerbaren Instrumenten zur Überwachung der Sonnenaktivität im weissen Licht, in Ca II K sowie in H-alpha. (Bild: Thomas K. Friedli)

Der Sonnenturm Uecht ist eine Privatsternwarte mit Spezialgebiet Sonnenaktivitätsüberwachung. Im ferngesteuerten Betrieb werden bei günstiger Witterung mit drei verschiedenen Instrumenten täglich Digitalbilder der Sonne im weissen Licht bei 540 nm, in Ca II K bei 393.4 nm sowie in H-alpha bei 696.3 nm Wellenlänge aufgenommen <http://www.solarpatrol.ch>. Für kurzfristige Beobachtungskampagnen steht ein auch in der Nacht einsetzbares Mehrzweckinstrument mit passendem Leitfernrohr zur Verfügung,

welches rasch den jeweiligen Beobachtungsbedürfnissen angepasst werden kann, während ein Umbau der drei Überwachungsinstrumente möglichst vermieden wird.

## Montierungsbeschreibung

Die GM2000 ist eine äquatoriale deutsche Montierung hoher Verarbeitungsqualität. Dementsprechend hoch ist auch ihr Preis von ca. 13'900 Euro für das Komplettpaket mit Stativ, Transportkoffern und

24V Netzteil. Zu diesem Preis erwartet man dann auch eine gehobene Qualität und Genauigkeit.

Die Montierung besitzt eine Instrumententragfähigkeit bis 50 kg, welche wir mit unseren 5 Instrumenten auch bis zum Äussersten ausreizen, oder vielleicht sogar ein wenig überschreiten. Mit 4 Gegengewichten à 12 kg lässt sich das ganze System aber noch problemlos austarieren. Auch konnten keine Probleme festgestellt werden bezüglich einer mechanischen Durchbiegung der Gehäuse und Achsen.

## Die Instrumentenplattform

Um 5 Teleskope gleichzeitig aufnehmen zu können, bedarf es einer speziellen Konstruktion. Zu diesem Zweck hat sich PATRICK ENDERLI mittels eines 3D CAD System eine komplette, eigens auf die Instrumente abgestimmte justierbare Konstruktion einfallen lassen (Abbildung 2). Die 4 Hauptteleskope werden je mit

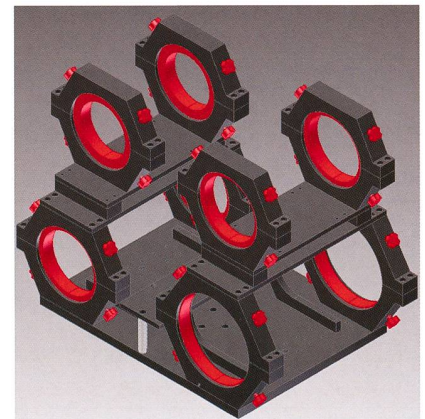


Abbildung 2: Die mittels 3D CAD entworfenen justierbaren Rohrschellen.

in 2 Achsen verschiebbaren Halbschalen gelagert und mittels Justier- und Klemmschrauben fest in Position gehalten. Das 5. Teleskop, welches als Leitfernrohr für den Nachtbetrieb ausgelegt ist, wird in der Mitte der anderen, auf einer Art Brücke, mittels eines Baader Stronghold Tangentialneigers gehalten. So können alle Teleskope exakt im rechten Winkel zur Deklinationsachse und parallel zueinander ausgerichtet werden. Für ein präzises Pointing im robotischen Betrieb ist dies unerlässlich. Weil die beiden Hälften der Instrumentenplattform nicht mit denselben Instrumenten und Zubehörgeräten bestückt sind,



muss die Plattform auch in der Deklinationsachse austariert werden. Hierzu können objektivseitig mehrere Zusatzgewichte montiert werden. Da bei der GM2000 die Instrumentenkabel nicht wie beim grösseren GM4000 Modell durch die Achsen gezogen werden können, bereitete die Führung der diversen Strom- und Datenkabel der Kameras, Filterräder und Okularauszüge der 5 Instrumente einiges Kopfzerbrechen. Schliesslich konnte ein optimaler Verlauf der „Nabelschnur“ gefunden werden, der die Bewegungsfreiheit der Instrumente nicht einschränkt und dennoch witterungstauglich ist. Trotzdem hätten wir uns gewünscht, dass die montierungseigenen Zuführungskabel zur Steuerungsbox und zu den Schrittmotoren besser platziert wären, da die hervorstehenden Verbindungsstecker momentan das Ausrichten des Teleskops in der Zenitgegend sowie im Bereich des Meridianflips leicht einschränken.

### Aufstellung

Die Montierung ruht auf einer sehr stabilen Säule aus Stahl (Abbildung 3), welche wiederum auf einer dicken Platte über vier Schrauben in den Ecken nivelliert werden

kann. Die Elektronikbox der Montierung ist über einen von PATRICK ENDERLI konstruierten Adapter mit der Stahlsäule verbunden. Die eigentliche Ausrichtung der Montierung auf den Himmelspol kann mit der in der Software der QCI Handbox integrierten Routine ausgeführt werden. Dazu werden möglichst viele Sterne über den ganzen Himmel verteilt nacheinander angefahren und zentriert. Danach errechnet die Software den Poljustierungsfehler und man erhält die Möglichkeit zur Korrektur. Diese Prozedur wiederholt man so lange, bis der Fehler klein genug ist für die geplante Anwendung. Es gelang uns mit dieser Methode, die Montierung auf 3 Bogensekunden genau einzunorden, für die anschliessend in mühsamer Handarbeit zum Nachfernrohr parallelisierten 3 Sonnentelkope mit ihren kurzen Belichtungszeiten ein brauchbarer Wert. Auch beim Nachtteleskop mit seinen Langzeitbelichtungen ist dies ein guter Ansatz.

### Bedienung

Ist man mit der Montierung erst einmal vertraut geworden, so kann man sich des Eindrucks nicht erwehren, dass die GM2000 eigentlich für den mobilen Einsatz gedacht ist,

trotz ihres hohen Gewichts und ihren beachtlichen Abmessungen. Möchte man nämlich die Montierung stationär bedienen, so muss ein hierfür geeignetes stabilisiertes Netzteil erst einmal angeschafft werden. Auch erfolgt die Steuerung der Montierung primär über eine wuchtige externe Handbox, wobei die Steuerungselektronik auf einer hochintegrierten Platine in der Steuerungsbox unterhalb des Montierungsflansches untergebracht ist (Abbildung 4). Die Platine ist eine Art Bordcomputer, welcher über ein eigenes Linux Betriebssystem verfügt. Dadurch muss die Montierung bei der Inbetriebnahme zuerst gebootet und vor dem Ausschalten runtergefahren werden. Ein Shutdown Befehl ist allerdings nicht vorhanden, so dass der Impuls zum Herunterfahren des Betriebssystems über einen Kippschalter an der Montierung erfolgen muss. Für eine praxistaugliche Fernbedienung der Montierung wurde daher eine externe Relaissteuerung gebastelt und ein skriptfähiger Treiber geschrieben. Erst mit diesen Anpassungen ist es möglich geworden, die Montierung von einem externen Beobachtungsraum aus zu starten und wieder auszuschalten. Eine weitere Schwachstelle stellt die Handbox dar: mit ihrer Hilfe können zwar die verschiedenen Betriebsmodi der Montierung sowie die Objektkataloge dank einer hinreichend logischen Menüführung einigermaßen rasch ausgewählt werden, doch sollte man hierfür hinter dem Okular an den Instrumenten stehen. Für eine Fernbedienung vom Beobachtungsraum aus wird zwar ein Programm mitgeliefert, welches eine grafische Handbox emuliert und worin die Bedienung der Handtasten durch entsprechende Mausklicks ersetzt wurde, doch entspricht dies wohl kaum dem Workflow der User eines stationär montierten Sternwarteninstruments.

### Robotischer Betrieb

Leider existiert kein ASCOM Treiber für die Montierung. Vielmehr kann die GM2000 via dem LX200 Protokoll oder dem Astro Physics Protokoll betrieben werden. Beide Protokolle reduzieren die verfügbare Funktionalität jedoch auf diejenige einer x-beliebigen deutschen Goto Montierung. Die montierungsspezifischen Alignmentmethoden



Abbildung 3: Die selbstkonstruierte Stahlsäule mit integriertem Nivelliersystem auf dem massiven, vom Rest des Gebäudes unabhängigen Instrumentensockel des Turms vor dem Aufsetzen der Clamshell Kuppel. (Bild: Thomas K. Friedli)



sowie Schwenk- und Nachführgeschwindigkeiten können somit leider allesamt nicht angesprochen werden. Inzwischen ist es uns jedoch gelungen, einige der fehlenden Funktionen über direkte Steuerkommandos nutzbar zu machen.

### Ausblick

Die GM2000 von 10Micron ist ein mechanisches Meisterwerk: tragfähig, steif, schnell, genau und dabei flüsterleise im Betrieb. Was den stationären Einsatz der Montierung in einer Sternwarte betrifft, so fällt das Urteil jedoch eher enttäuschend aus: wir mussten zuerst erheblichen Zusatzaufwand in Hard- und Software stecken, bevor die Montierung wunschgemäß zu bedienen war. Mit dem 1. Januar 2011 starteten wir an den drei Überwachungsinstrumenten des Sonnenturms Uecht den täglichen Routinebetrieb. Dieser ist zwar erfolgreich angelaufen, doch muss er noch stärker automatisiert werden. Dies umfasst montierungsseitig insbesondere das Anfahren, Zentrieren und Nachführen der Sonne.

#### ■ Dr. Thomas K. Friedli

Ahornweg 29  
CH-3123 Belp

#### ■ Patrick Enderli

Dorf 3  
CH-3087 Niedermuhlern

### Internet



- <http://www.solarpatrol.ch>
- <http://www.10micron.de/>



Abbildung 4: Die QCI-Steuerungselektronik der Montierung ist in einer Box zwischen dem Montierungsflansch und dem Säulenflansch untergebracht. Die beiden scheinbar lose hängenden grauen Kabel sind die Steuerungskabel für den Rektaszensions- und den Deklinationsmotor. (Bild: Thomas K. Friedli)

**SaharaSky**  
Hôtel & Observatoire

**Maroc**  
[www.saharasky.com](http://www.saharasky.com)  
[www.hotel-sahara.com](http://www.hotel-sahara.com)