

Österreichische Präzisions-Fernrohrmontierung[®]

Vorteile der Konstruktion



Konstruktionsidee

Diese kommt nicht aus heiterem Himmel. **Ing. Rudolf Pressberger** hat durch langjährige Erfahrungen beim Bau verschiedener großer Teleskope in den 60er und 70er Jahren (darunter 40 und 60cm) einerseits die Nachteile konventioneller Konstruktionen kennengelernt, andererseits hatte er die Gelegenheit neue Konstruktionsideen auszuprobieren. So konnte eine Lösung heranreifen, die unter äquatorial montierten Teleskopen bis heute unübertroffen ist. Beim Bau seines eigenen 1m RC-Teleskops wurde das eindrucksvoll unter Beweis gestellt. Die letzte Version 1995/96 beinhaltet neue Lager und den Reibradantrieb. Die wesentlichen Kriterien sind folgende:

- Die ÖPFM ist eigentlich nicht für einen Newton gedacht, da dieser auch nicht zu den professionellen Teleskopen gezählt werden kann.
- Das Verhältnis von Gewicht zu Elastizitätsmodul ist entscheidend für die Verwendung von Stahl als Werkstoff.
- Schweißen als Verbindungstechnik ergibt die steifsten Verbindungen und das ist ebenfalls ein Argument für die Verwendung von Stahl und gegen andere Werkstoffe z.B. GFK oder Kohlefaser.
- Elegante konstruktive Lösungen erlauben es, z.B. bei der Hauptspiegelzelle mit Stahlblechen geringere Wandstärke die gleiche Steifigkeit zu erzielen wo andere Konstruktionen zentimeterdicke Eisenplatten mit aufgeschweissten Versteifungsrippen oder eine kronenartig verrippte Tragwerkskonstruktion aus verschweissten Formrohren benötigen.
- Trotz Verwendung von Stahl wiegt der optische Tubus samt Spiegelzelle für unseren 50cm RC nur ca. 100kg (ohne Spiegelsatz und Gewichtsringe).
- Nur das Serrurier-Prinzip in unverfälschter Form verhindert zusammen mit dem extrem steifen Spiderring ein Verkippen der optischen Achsen zueinander bei einer Lageänderung des Tubus.
- Unser Spiderring mit dreiecksförmigen Querschnitt ist dem sonst üblichen achteckig zusammengesetzten Formrohr nicht nur in Punkto Steifigkeit, sondern auch durch sein geringes Gewicht und die Fertigungstechnik weit überlegen.
- Die Spiegelablage d.h. die Parallelverschiebung der optischen Achsen durch Lageänderung des Tubus ist konstruktiv minimiert und erfüllt die hohen Anforderungen an die Spiegelzentrierung eines Ritchey-Chretien Systems.
- In der Hauptspiegelzelle kommt bei uns eine 9-Punkt Grubb Spiegelaufgabe mit temperaturkompensierten seitlichen Auflageelementen zur Anwendung. Entgegen anderslautender Behauptungen ist diese Art der Spiegellagerung mit der richtigen Spiegelzelle auch bei großen Teleskopen verwendbar. Die Lassell-Hebelchen mit ihren problematischen Lagern und den zusätzlichen Gewichten werden nicht benötigt.
- Der Sekundärspiegel wird auch ohne teure Linearführung völlig verkippungsfrei fokussiert.
- Die Zentrierung der Optik ist in allen Richtungen feinfühlig möglich und erfolgt Laserunterstützt.
- Die Lagerung von Tubus und Gabel erfolgt über Pressberger'sche Speziallager, welche hinsichtlich der Lagerreibung selbst hochwertigen Pendel-Wälzlager überlegen sind. Sie werden ganz nebenbei einfach selbst angefertigt.
- Die konventionelle, an der Gabel ansetzende lange Rektaszensionsachse mit den sonst üblichen schweren, großen und teuren Wälzlager gibt es nicht. Die sonst bei Gabelmontierungen nachteilige starke Kragbelastung der Stundenachslager fällt fast zur Gänze weg.
- Der Antrieb erfolgt über 2 Reibräder aus gehärtetem Stahl. Die Regel Antriebsraddurchmesser = Hauptspiegeldurchmesser ist erfüllt.
- Reibradantriebe sind früher schon mehrfach ausprobiert worden, allerdings nicht immer erfolgreich. Die hohe und mitunter ungleichmäßige Lagerreibung führte oft zu unkontrollierbarem Schlupf. Erst die Kombination mit den oben erwähnten Speziallagern sichert den gewünschten Erfolg.
- Der nötige Anpressdruck der Antriebswelle auf das Reibrad wird in Rektaszension vom Eigengewicht der Gabel und des Tubus aufgebracht. So wird die noch verbleibende Kragbelastung der Stundenachse sinnvoll genutzt.
- Periodische Fehler existieren praktisch nicht mehr. Auf eine Nachführkorrektur mit Auto-Guider kann weitgehend verzichtet werden.

- Das Getriebeispiel bei Umkehr der Bewegungsrichtung ist in beiden Achsen vernachlässigbar.
- Zahlreiche Einstellelemente (z.B. in Form von Zug- und Druckschrauben) erlauben die genaue Justage der Nordung, der Achsen untereinander und der Antriebsteile.
- Zusammen mit der rechnergestützten **Teleskopsteuerung von Dr. Manfred Stoll** positionieren wir unser Teleskop mit einer durchschnittlichen Genauigkeit von 25 Bogensekunden am ganzen Himmel. Die Nachführgenauigkeit ist besser als 5 Bogensekunden pro Stunde. Nicht nur in Nähe des Meridians (wo sie noch besser ist) sondern bei allen Örtern mehr als 30° über dem Horizont (Angaben ohne Auto-Guider und ohne Modellierung von Getriebefehlern in der Steuerung).
- Das Maximalgewicht für Fokalinstrumente beträgt 15kg im Cassegrain-Fokus. Ändern der Fokalinstrumentierung ist ohne Beeinträchtigung von Positionierung und Nachführung möglich.
- Obendrein kann man damit auch schnell in beiden Achsen nachführen z.B. NEO's und mit einer Erweiterung der Software auch schnelle Satelliten wie die ISS.

Referenzen

12 Teleskope in Österreich, davon 10 in Betrieb und 2 in Bau (Stand 2009): Die Referenzen beziehen sich auf Montierungen der Version 1 (Schneckenradantrieb mit konventionellen Lagerelementen) und der Version 2 (Reibradantrieb mit Teflon-Speziallagern). In 3 Fällen wurde ein bereits vorhandener optischer Tubus verwendet. In einem Fall ein Newton-Tubus entworfen, der später umgebaut werden kann. In allen anderen Fällen gleich ein Tubus nach Pressberger gebaut. 5 dieser Geräte werden mit der GoTo-Teleskopsteuerung von Dr. Manfred Stoll betrieben. Eine Referenzliste die sich sehen lassen kann:

- 1m RC-Teleskop in Rudolf Pressberger's Purgathofer Sternwarte, Klosterneuburg (Schneckenradantrieb)
- 60cm RC-Teleskop der Universität Innsbruck (Schneckenradantrieb)
- unser eigenes 50 cm RC-Teleskop in Harpoint (Reibradantrieb)
- 50cm Cassegrain-Teleskop der Kepler Sternwarte Linz (Reibradantrieb)
- 60cm Deltagraph der Sternwarte Davidschlag (Reibradantrieb, Konstruktion selbst modifiziert)
- 40cm Cassegrain von Siegfried Müller, Krumbach (Schneckenradantrieb)
- 40cm Cassegrain von Gerhard Sickha, Leitzersdorf (Schneckenradantrieb)
- Montierung für 11“ SC-Teleskop von Thomas Langthaler (Schneckenradantrieb)
- 2 Montierungen für 40cm Newton-Teleskope, gebaut von Erich Kowald, Markt Hartmannsdorf (Reibrad)
- 50cm Cassegrain von Erich Kowald, Privatsternwarte Posiberg (Reibradantrieb, 2009 in Bau)
- Montierung für 32cm Newton von Hans Heinrich Wenk, ausbaufähig auf 50cm Cassegrain (Reibradantrieb, 2009 in Bau)

Literatur

Veröffentlichungen über die Konstruktion sind in der österreichischen Zeitschrift „Der Sternbote“ zu finden. Siehe dazu folgende Atrikel:

- „Mein Ritchey-Chretien-Teleskop 100/890“ (von R. Pressberger) [Heft 6/1978]
- „Selbstbau einer anspruchsvollen Montierung für mittlere und größere Amateurteleskope (30-100cm)“ (von R. Pressberger) [Heft 11/1986]
- „Erste Ausführung der österreichischen Präzisionsmontierung (von S. Müller, Deutschlandsberg ST)“ [Heft 11/1987]
- „Die Purgathofer-Sternwarte bei Klosterneuburg“ [Heft 6/1989]
- „Neues 60cm-Teleskop der Sternwarte in Davidschlag OÖ“ (in einem Beitrag von Ing. E Meyer und E. Obermair) [Heft 12/1999]
- „Neues Teleskop für die Johann Kepler Volkssternwarte Linz“ (von Dipl.Ing. Raab) [Heft 1/2001]
- M. Stoll: Das 1m-RC-Teleskop der Purgathofer-Sternwarte: Seine Mechanik, seine Optik und seine Einsatzmöglichkeiten, [Heft 5/2005]

Links

- Metallbau Madlmayr Gramastetten (bei dieser Firma wurde das Linzer Teleskop gebaut)
<http://www.mametail.at/html/produkte/sonderanfertigungen.htm>
- Johannes Kepler Sternwarte Linz <http://www.sternwarte.at/sternwarte.html>
- http://www.langthaler.de/littlebearobservatory/equipmnt/mount_assembly/contents.htm

Selbstbaukonzept

Die für den Selbstbau wesentlichen Aspekte der Konstruktion sind folgende:

- Es wird ein Optimum an Präzision erreicht, ohne teure Wälzlager und riesige Schneckengetriebe und ohne Spezialverfahren wie z.B. „Ausglühen“ oder „Fräsen von Lagersitzen in einer Aufspannung“
- Es kann im Prinzip fast alles in der sprichwörtlichen "Heimwerker-Garage" gefertigt werden. Die ganze Konstruktion ist auf einfachen Selbstbau ausgelegt.
- Nur wenige Teile stellen hohe Anforderungen an die Fertigungstoleranzen obwohl wie gesagt, das Ergebnis höchsten Ansprüchen genügt.

Voraussetzungen

Die Optik

Wir wollen niemandem abraten, auch die Optik selbst zu schleifen, geben aber zu bedenken, daß sich nur echte Könnner da heranwagen sollten (R. Pressberger hat seinen 1m-RC selbst geschliffen). Auch 50cm sind kein Pappenstiel. Bei einem Öffnungsverhältnis von 1:3 und weniger ist massiv Glas abzutragen. Neben dem eigentlichen Schleifvorgang ist der häufig notwendige optische Test beim Cassegrain und erst recht beim RC keine leichte Aufgabe. Zudem gibt es von LOMO nach wie vor gute Spiegelsätze in gewissen Größen fertig zu kaufen. Selbst wenn man nur einen großen Parabolspiegel selber schleift steht die aufzuwendende Arbeitszeit in keinem Verhältnis zu den Kosten industriell gefertigter Spiegel (Stand 2000). Es stellt sich folgende Frage: Will man einen bestellten RC-Spiegelsatz in einem halben Jahr fertig geliefert bekommen oder vielleicht 3 Jahre lang selbst an einem Parabolspiegel herumschleifen und kann dann erst nur einen Newton damit bauen? Wir jedenfalls haben die Optik einfach gekauft.

RC, Cassegrain oder doch eine Newton?

Beim Newton ist der Tubus einfach zu lang. Selbst wenn man unter ein Öffnungsverhältnis von 1:5 geht (die Abbildungsgüte ist dann nur mit einer zusätzlichen Korrekturoptik brauchbar), er ist immer noch zu lang. Entsprechend groß und teuer muss der Schutzbau sein. Der Einblick vorne erfordert eine aufwendige Beobachtungsbühne es sei denn man liebt akrobatische Verrenkungen auf einer großen Stehleiter. Schwere Fokalinstrumente sind nur mit noch wesentlich schwereren Gegengewichten auszutarieren. Die kopflastige Anordnung wird stark schwingungsanfällig. Massiver Schwermaschinenbau mit riesigen Lagern sind die Antwort. Welcher Profiastronom arbeitet heute noch mit einem Newton? Trotzdem ist Pressberger's „Österreich-Montierung“ selbst für einen Newton besser geeignet wie viele andere Montierungstypen. Das zeigt die Praxis.

Der Cassegrain hat gegenüber dem Newton entscheidende Vorteile. Der Tubus wird vorne wesentlich leichter. Das Gewicht vom Sekundärspiegel, seiner Spiegelzelle und des Spiderrings sowie die Tubuslänge bestimmen nämlich die Dimensionierung der gesamten Montierung. Je kleiner diese Werte sind desto leichter kann die Montierung gebaut werden.

Die Gabel kann auch so ausgelegt werden, dass zunächst ein kleinerer Newton und später ein größerer Cassegrain eingesetzt wird (siehe Referenzen).

Der RC liefert im Gegensatz zum Cassegrain oder Newton eine komafreie Abbildung. Das ermöglicht gegenüber dem Cassegrain ein besseres Öffnungsverhältnis. Damit hat der RC den kürzesten Tubus und benötigt den kleinsten Schutzbau. Da darf die Optik selbst auch etwas teurer sein. Warum sind wohl 90% der modernen Großteleskope mit RC Spiegelsystemen bestückt?

Gelegentlich wird vom Erwerb eines RC-Spiegelsystems abgeraten. Er sei gar nicht oder nur kaum besser als der normale Cassegrain. Das ist ein Irrglaube der immer dann bestätigt wird, wenn man einen RC in einen dafür ungeeigneten Tubus einbaut und diesen dann womöglich nur an einer Seite aufhängt, wie das bei der Deutschen Montierung oder Knicksäulenmontierung der Fall ist. Ein durch Lageänderung des Tubus schlecht zentrierter oder gar verkippter RC ist nämlich optisch sogar schlechter als ein Cassegrain. Wir brauchen da bei der Pressberger'schen Konstruktion keine Angst zu haben.

Handwerkliche Fähigkeiten

Jetzt kommt gewissermaßen der Haken an der Sache. Schweißen sollte man können (in unserem Team kann das wenigstens Einer). Und zwar dünnes Eisenblech ab 1.5mm Dicke. Wenigstens durch Elektroschweißen mit einem MIG Gerät (Metall-Inert-Gas), besser jedoch auch durch WIG-Schweißen (Wolfram-Inert-Gas). Für dickeres Material bietet sich das Schweißen mit Mantelelektroden an. Die dickeren Bleche von Gabel und Polblock könnte man auch von einer Schlosserei zusammenschweißen lassen, da kann eigentlich nicht viel schiefgehen.

Beim Dünoblechschweißen ist eine besondere Vorgangsweise bzw. Reihenfolge erforderlich, damit sich das Werkstück nach dem Erkalten der Schweißnaht nicht hoffnungslos verzieht. Beim Auftragschweißen (MIG) ist in vielen Fällen eine langwierige Nachbearbeitung durch Abschleifen der vorstehenden Schweißnähte nötig. Beim WIG-Schweißen kann auf eine Nachbearbeitung der Schweißnaht meist verzichtet werden.

Andere Verbindungstechniken wie Punktschweißen, Hartlöten, Kleben, Nieten oder Verschrauben wären auch denkbar. Da wir diese nicht angewendet haben, möchten wir dazu aber keine Aussagen treffen. Wir wollen ja hier über Tatsachen berichten und nicht Vermutungen zum besten geben. Die hohe Präzision der optischen Zentrierung wird dauerhaft nur mit einer starren Verbindung möglich sein. Weiters ist zu bedenken, daß viele Verbindungen unter einer erheblichen mechanischen Beanspruchung stehen, teilweise schon bei der Herstellung.

Alle anderen handwerklichen Fähigkeiten der Metall- und Blechverarbeitung, auch der Umgang mit der Drehbank ist leichter erlernbar. So können die dünnwandigen Bleche z. B. mit einer guten Heimwerkerstichsäge ausgeschnitten werden. Die dickwandigen Blechteile (5mm bis 1cm) läßt man von darauf spezialisierten Firmen mit Schneidautomaten kostengünstig ausschneiden und anliefern.

Werkstatterfordernisse

Man muß ja nicht (so wie wir) fast alles selbermachen. So ist es z.B. zweckmäßig, Drehteile nur bis zu einer gewissen Größe mit einer kleinen Drehmaschine (in vielen Fachmärkten erhältlich) selbst zu fertigen. Diese macht sich ja auch nach Fertigstellung des Teleskops für Zubehörteile rasch bezahlt. Die großen Drehteile wie Reibräder, Flanschring und Gegengewichtsringe sowie die wenigen aufwendigeren Frästeile kann man sicher günstig anfertigen lassen. In der nachfolgenden Aufstellung sind nur jene Erfordernisse angegeben, die wir für einen erfolgreichen Bau unbedingt als notwendig erachten.

- Handwerkzeug:
 - Handbohrmaschinen und Akkuschauber
 - Stichsäge mit Metallsägeblätter (Bimetall) oder einen elektrischen Blechknabber zur Blechbearbeitung
 - mehrere Winkelschleifer in verschiedenen Größen mit Trennscheiben, Schruppscheiben, Polierscheiben und Drahtbürsten
 - Werkzeugschleifmaschine mit Winkellehre
 - Bandschleifer
 - Schlosserschraubstock, Feilensatz, etc.
 - Gewindeschneidsatz M3 bis M12 und einzelne Feingewindebohrer, Gewindefeile

- Werkzeugmaschinen
 - Kleine Drehbank mit möglichst großer Spitzhöhe und mit Fräsaufsatz (letzterer ohne besondere Genauigkeitsanforderungen)
 - Anstelle des Fräsaufsatzes eventuell eine kleine Fräsmaschine (Tischgerät).
 - Grundausstattung an Drehstählen und Fingerfräsern für diese Maschinen
 - Ständerbohrmaschine (Baumarktqualität) mit HSS und Kobaltbohrern sowie Bimetall-Lochsägen
 - Eine kleine elektrische Metallsäge (Kreissäge, Bügelsäge oder Bandsäge)

- Messwerkzeuge:
 - Rollmassband, Schiebelehren 150mm und 300mm, ev. Mikrometerschraubensatz 0 bis 150mm
 - 1/100mm-Messuhr mit 10mm Messbereich und Magnetständer
 - Schlosserwinkel verschiedener Größen, Haarwinkel
 - Anreißnadel, Stahllineal und Anreißzirkel

- Schweißplatz:
 - MIG/MAG-Schutzgasschweißgerät (30A bis 250A): Auftragschweißen durch Drahtzufuhr in einer Schutzgasatmosphäre. Zwischen den zu verschweißenden Teilen darf ein Spalt klaffen. Handhabung mit ein wenig Übung erlernbar.
 - kleiner Schweißinverter (5A bis 160A) mit WIG-Schlauchpaket: Man erhält kleine präzise Schweißnähte durch Zusammenschmelzen der Teile im Lichtbogen einer nicht abschmelzenden Wolframelektrode unter Schutzgas. Die zu verschweißenden Teile müssen ohne Spalt zusammenpassen. Handhabung nur für Könner (gefühlvolle Leute mit ruhiger Hand).
 - Beide zuvor genannten Schweißgeräte sind auch für die Verwendung von Mantelelektroden geeignet. Im Gegensatz zu einfachen Schweißtrafos kommt Gleichstrom zur Anwendung.
 - Schweiß-Schutzschirm mit elektronischer Abdunkelung (sehr praktisch)
 - Massiver Schweißtisch aus Eisen (als Probestück selbstgemacht) oder Werkstisch mit dicker Blechauflage

- Der Raum in dem die Schweißarbeiten durchgeführt werden, sollte keine leicht entflammbaren Materialien beinhalten. Durch Schweißarbeiten sind schon viele Brände entstanden. Also bitte aufpassen.

- Lackierausrüstung

Deren Aufwand richtet sich nach der erwünschten Qualität der Lackierung. Das fängt an beim einfachen „Anstreichen“ und endet bei der professionellen „Autolackierung“. Wir haben da einen Mittelweg gewählt.

 - Werkstattkompressor (ca. 120l/min). Er ist mit einer Ausblaspistole auch sonst ganz nützlich
 - Qualitativ hochwertige Druckluft-Spritzpistole.
 - Ein geeigneter Raum (z.B. Garage) welcher gut gelüftet werden kann. Bei kaltem Wetter muß der Raum heizbar sein.

- Transport und Hebezeuge:
 - Kleiner Flaschenzug oder Seilwinde, sowohl am Montageplatz (z.B. Garage) als auch in der Sternwartenkuppel montierbar.
 - Transportwagerl mit Rollen (Wird bei uns auch für die Spiegelmontage verwendet)

Es gibt sicher noch viele sinnvolle Ergänzungsmöglichkeiten zu dieser Grundausrüstung. Wir haben z.B. auch eine kleine Stand-Fräsmaschine mit Teilapparat, eine Metallhobelmaschine, eine zweite größere Drehbank etc. doch das alles braucht man nicht mehr unbedingt wenn man einige Teile anfertigen lässt.

Nebenbei bemerkt: Einige für die Teleskop- und Spiegelmontage notwendigen Spezialwerkzeuge werden im Zuge des Teleskopbaues selbst angefertigt.