

# Österreichische Präzisions-Fernrohrmontierung<sup>®</sup> (ÖPFM) neuere Version 2 mit Reibradantrieb nach Ing. Rudolf Pressberger



## Konstruktionsidee

Diese kommt nicht aus heiterem Himmel. **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. Seine Version 1 ist mit großem Schneckenradantrieb in Rektaszension ausgerüstet. Ursprünglich gab es beim 1m RC-Teleskop in Deklination noch einen Tangentialarm, der später auf Stirnradantrieb höchster Präzision umgerüstet worden ist. Version 1 enthält käufliche Wälzlager, allerdings in besonderer Anordnung.

Die neue Version 2 von 1995/96 ersetzt die Wälzlager durch selbst angefertigte spezielle Lager mit noch besseren Eigenschaften und hat einen Reibradantrieb in beiden Achsen. Sie berücksichtigt die Erfahrungen vom Bau der Version 1. Sie vereinfacht Fertigung und Justage und optimiert die Konstruktionprinzipien weiter, ohne faule Kompromisse einzugehen. Eine rundum ausgereifte Sache. Die wesentlichen Kriterien sind unter „Vorteile der Konstruktion“ angeführt.

## Inhaltsverzeichnis

Österreichische Präzisions-Fernrohrmontierung (ÖPFM) neuere Version 2 mit Reibradantrieb nach Ing. Rudolf Pressberger .....	1
Konstruktionsidee .....	1
Inhaltsverzeichnis.....	1
Vorteile der Konstruktion .....	1
15 Referenzen .....	3
Literatur.....	4
Links .....	5
Selbstbaukonzept .....	5
Voraussetzungen .....	6
Die Optik.....	6
RC, Cassegrain oder doch ein Newton?.....	6
Umrüstbar zwischen Cassegrain und Newton? .....	7
Handwerkliche Fähigkeiten.....	7
Werkstatterfordernisse .....	7
Psychologische Anforderungen.....	9

## Vorteile der Konstruktion

- Dem schlechten Ruf von Gabelmontierungen (bei den Amateuren) zum Trotz: Die ÖPFM ist eine Gabelmontierung mit offenem Cassegrain-Tubus, die jede Deutsche Montierung in den Schatten stellt.
- Die ÖPFM ist eigentlich nicht für einen Newton gedacht, da dieser auch nicht zu den professionellen Teleskopen gezählt werden kann (trotzdem wird sie erfolgreich auch mit konventionellem Newton-Tubus eingesetzt, siehe Referenzliste).
- 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 (bei Sternwarten-Teleskopen kann die Kohlefaser ihren Gewichtsvorteil nicht ausspielen).
- Elegante konstruktive Lösungen erlauben es, z.B. bei der Hauptspiegelzelle mit Stahlblechen geringer Wandstärke die gleiche Steifigkeit zu erzielen wo andere Konstruktionen zentimeterdicke Eisenplatten mit

aufgeschweissten Versteifungsrippen oder eine kronenartig verrippte Tragwerkskonstruktionen 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.
- Hauptspiegelseitig kommt eine dem Serrurier-Prinzip äquivalente Konstruktion zum Einsatz, die einen sehr geringen Abstand des Spiegels zur tragenden Struktur des Tubus und damit zur Deklinationsachse erlaubt.
- 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 ganze Sekundärspiegeleinheit wird über die auf Zug belasteten Spider-Bleche extrem stabil vom steifen Spiderring gehalten. Für eine RC-Optik wird das Vorausgesetzt.
- 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 bei Version 2 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. Das große Antriebsrad selbst ist ein Teil der Lagerung. Die sonst bei Gabelmontierungen nachteilige starke Kragbelastung der Stundenachslager fällt fast zur Gänze weg.
- Die Gewichtsverteilung von Montierung und Tubus ist auf geringe Schwingungsneigung optimiert.
- Der Antrieb bei Version 2 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 (zumindest bei der Anwendung digitaler Kameras).
- 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. Beide Achswinkelfehler der Montierung sind einfach durch Justage minimierbar (bei Version 2 einzigartig im Montierungsbau).
- 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 Orten 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 (keine Veränderung des Teleskop-Modells in der Software).
- 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.

## 15 Referenzen

14 Teleskope in Österreich, 1 Teleskop in Deutschland, davon 12 in Betrieb, 2 in Bau, 1 Ausbau geplant (Stand 2016): Die Referenzen beziehen sich auf Montierungen der Version 1 (Schneckenradantrieb mit Wälzlagern in unkonventioneller Anordnung) und der Version 2 (Reibradantrieb mit Teflon-Speziallagern). Oft wurde nur die Montierung für einen bereits vorhandenen (meist selbst konstruierten) optischen Tubus gebaut. Bei 7 Teleskopen wurde gleich ein Cassegrain-Tubus nach Pressberger gefertigt. Dreimal wurde der optische Tubus modifiziert: Einmal handelt es sich um eine Kamera im Primärfokus mit Korrektor. Bei zwei weiteren Teleskop kann ein Newton-Tubus später zum Cassegrain umgebaut werden. 6 dieser Geräte werden mit der professionellen GoTo-Teleskopsteuerung von Dr. Manfred Stoll \* betrieben. **Eine Referenzliste die sich sehen lassen kann:**

- **1m RC-Teleskop** \*\* von Rudolf Pressberger \*, (Schneckenradantrieb, Vorbild für alle anderen Teleskope, **Inbetriebnahme in Scheiblingstein 1978**, Übersiedelung in Pressberger's Purgathofer Sternwarte am Haschberg bei Klosterneuburg, errichtet 1982-1988, eingeweiht 1989, Teleskopkonstruktion Version1 veröffentlicht 1986 unter der Bezeichnung ÖPFM)
- **60cm RC-Teleskop** der Universität Innsbruck (Schneckenradantrieb, konventionelle Achslagerung auf Wunsch des Bauherrn Version 1, gebaut in der Werkstatt der Uni-Sternwarte in Wien von Wachtler \*, Müller \*, Pressberger \* 1993-1996)
- **60cm Deltagraph** \*\* der Sternwarte Davidschlag (Reibradantrieb, Tubus modifiziert für Primärfokuskamera, gebaut 1998-1999 von Erich Meyer \* und Erwin Obermair \*)
- Montierung für **60cm Cassegrain/Newton** für Sternwarte Brenntenriegel von Dr. Josef Pratl \*, gebaut 1994-1998, leider nur mit 40cm Optik bestückt, ab 2010 Sternwartenverein Sieggarten: Planung für Ausbau auf 60cm von Wolfgang Mandl \* und Johannes Puschtiz \*
- unser eigenes **50 cm RC-Teleskop** \*\* in Harpoint (Reibradantrieb, gebaut 1996-2000, dieser Konstruktionsplan definiert dieVersion2)
- **50cm Cassegrain-Teleskop** \*\* der Kepler Sternwarte Linz (Reibradantrieb, weitgehend baugleich mit unserem Teleskop, gebaut 1998-2000, verantwortlich Herbert Raab \*)
- Montierung für **50cm Newton-Teleskop**, gebaut von Michael Mross, Lüneburg BRD (Reibradantrieb)
- **50cm Cassegrain** \*\* von Erich Kowald \*, Privatsternwarte Posiberg (Reibradantrieb, seit 2009 in Bau, weitgehend baugleich mit unserem Teleskop)
- Montierung für 32cm Newton von Hans Heinrich Wenk \*, ausbaufähig auf **50cm Cassegrain** (Reibradantrieb, seit 2009 in Bau)
- **40cm Cassegrain** \*\* von Siegfried Müller \*, Krumbach (Schneckenradantrieb, fertiggestellt 1987)
- **40cm Cassegrain** von Gerhard Sickha (Sen) \*, Leitzersdorf (Schneckenradantrieb)
- **2 Montierungen für 40cm Newton**, gebaut von Erich Kowald \*, Markt Hartmannsdorf (Reibrad)
- **Montierung für 11“ SC-Teleskop** von Thomas Langthaler (Schneckenradantrieb)
- Montierung zu transportablen **10“ Cassegrain** von Wolfgang Neszmerak \*, Wien (Stirnrad-Schneckenantrieb, gebaut 1992)

Zu den in dieser Auflistung mit \* gekennzeichneten Personen, haben/hatten wir einen persönlichen Kontakt. Teleskope mit \*\* werden mit Goto-Steuerung von Dr. Stoll positioniert und nachgeführt.

Nach der Veröffentlichung dieser Artikelserie in deutscher Sprache vor über 10 Jahren hier im Internet, tauchen in Europa und besonders im deutschsprachigen Raum plötzlich vermehrt Reibradantriebe auf (sowohl bei kommerziellen Montierungsherstellern als auch bei Eigenbaumontierungen). Das ist uns freilich nicht verborgen geblieben. Für uns ist dies der Beweis, dass man sich hier zumindest einige Anregungen abgeschaut hat. Keiner hat auch nur erwähnt, dass er sich von der Pressberger'schen Konstruktion inspirieren hat lassen. Von den anderen konstruktiven Vorteilen haben die hier Angesprochenen nichts umgesetzt. Teilweise wurden Prinzipien angewendet, die von Pressberger abgelehnt worden sind. Aus diesem Grund sind diese Montierungen in unserer Referenzliste auch nicht aufgeführt.

## **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

- Purgathofer Sternwarte <http://www.astronomisches-buero-wien.or.at/ps.htm>  
<https://de.wikipedia.org/wiki/Purgathofer-Sternwarte>
- Zu Rudolf Pressberger [https://de.wikipedia.org/wiki/Rudolf\\_Pressberger](https://de.wikipedia.org/wiki/Rudolf_Pressberger)  
<http://www.astronomisches-buero-wien.or.at/pressberger.htm>
- Metallbau Madlmayr Gramastetten (bei dieser Firma wurde das Linzer Teleskop gebaut)  
<http://www.mametall.at/html/produkte/sonderanfertigungen.htm>
- Johannes Kepler Sternwarte Linz <http://www.sternwarte.at/sternwarte.html>
- [http://www.langthaler.de/littlebearobservatory/equipment/mount\\_assembly/contents.htm](http://www.langthaler.de/littlebearobservatory/equipment/mount_assembly/contents.htm)
- Sternwarte von Michael Mross <http://www.starmystery.de/>
- Sternwarte Davidschlag <http://www.astrometrica.at/POMOD/telescope.html>
- Neue Sternwarte Uni Innsbruck <https://www.uibk.ac.at/astro/observatory/60cm/telescope.html.de>  
Bild <https://www.uibk.ac.at/astro/observatory/images/60cm.jpg>
- Sternwarte Brenntenriegel [http://www.alrukaba.at/cms/front\\_content.php?idart=993](http://www.alrukaba.at/cms/front_content.php?idart=993)

## 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. Diese wenigen Teile könnte man auch anfertigen lassen.
- Die Pläne sind für ernsthafte Interessenten beim astronomischen Büro in Wien zum Selbstkostenpreis erhältlich. Soweit mir bekannt, werden nur die Pläne der Version 2 (also die Pläne von unserem Teleskop) ausgegeben.
- Abänderungen an der Konstruktion sollte man nur dann vornehmen, wenn man ganz sicher ist alle Details auch verstanden zu haben. Nur dann werden die Abänderungen auch zu einer sinnvollen Weiterentwicklung der Konstruktion führen. Beispiele für solche sinnvollen Weiterentwicklungen haben wir angeführt.
- Die Rechte an der Konstruktion liegen bei der Familie Pressberger.
- Der Bau ist auf unserer Homepage ausführlich dokumentiert. Sicherlich werden auch andere stolze Besitzer von ÖPFM-Montierungen und ÖPFM-Teleskopen gerne Auskünfte erteilen.
- Beim Antrieb des Teleskops sind mehrere Alternativen denkbar. Man kann sowohl eine bei Amateuren übliche Teleskopsteuerung mit Schrittmotoren einsetzen (ist bei vielen Teleskopen aus der Referenzliste der Fall), als auch eine professionelle Steuerung verwenden. Ein späteres Umrüsten auf letztere ist ohne große Änderungen bei der Teleskopmechanik möglich. Die Teleskopsteuerung nach M. Stoll ist so eine professionelle Steuerung, die man (so wie wir) sogar selbst weiterentwickeln kann.

*Jeder der sich das ultimative Teleskop für die eigene Sternwarte selbst bauen will und die unten angeführten Voraussetzungen erfüllen kann, ist selber schuld wenn er sich etwas anderes baut.*

## 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. Rudolf Pressberger hat seinen 1m-RC selbst geschliffen, und das mit unglaublicher Genauigkeit. Auch 50cm sind kein Pappenstiel. Bei einem Öffnungsverhältnis von 1:3 und weniger ist massig Glas abzutragen. Neben dem eigentlichen Schleifvorgang ist der häufig notwendige optische Test beim Cassegrain und erst recht beim RC keine leichte Aufgabe. Es bleibt die Tatsache dass (abgesehen von Rudolf Pressberger) noch kein Amateur ein RC-Spiegelsystem wirklich erfolgreich geschliffen hat. 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 ein 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?

Sicher kann man auch ein deutlich schlechteres Cassegrain-Design (zB. Dall-Kirkham) durch einen mehrlinsigen Korrektor vor dem Fokus von der Koma befreien, handelt sich dabei jedoch viele andere Bildfehler (Farbfehler) und Reflexionen ein. Eine weitgehend fehlerfreie Abbildung im Feld mit nur 2 optischen Reflexionsflächen hat schon seinen Reiz. Wenn schon eine Linse im Strahlengang, dann nur Eine zur Bildfeldebnung, welche die Bildfeldkrümmung des RC kompensiert, die übrigens nur unwesentlich größer ist als bei anderen Cassegrain-Typen.

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.

## Umrüstbar zwischen Cassegrain und Newton?

Ein derartiges Konzept liegt dem Konstruktionsentwurf bei der Sternwarte Brenntenriegel zu Grunde (60cm-Optik). Das auftretende Hauptproblem bei Multifokalinstrumenten, ist die notwendige Neujustierung der Optik nach einer Umrüstung. Kaum ein derartiges Teleskop ist so Justierstabil gebaut, dass darauf verzichtet werden kann. Abgesehen vom Aufwand, ändert Umrüstung und Neujustierung auch das Teleskopmodell einer rechnergestützten Goto-Steuerung und Nachführung. Wer will schon jedes Mal nach einer Umrüstung nicht nur die Optik neu justieren sondern auch das Modell neu einmessen. Die Folge: Es wird nur Einer der beiden Foci in der Praxis verwendet, der Andere erweist sich als Ballast. Weiteres sind deutliche Kompromisse zu machen: Eine Gabel mit kurzen Gabelarmen für den Newton steht einer Gabel mit langen Gabelarmen für den Cassegrain gegenüber. Der Newton erfordert ein möglichst niedrig gelegtes Teleskop für einen ergonomisch günstigen Einblick, der Cassegrain hingegen einen höher montierten Tubus. Bei der Sternwarte Brenntenriegel hat man versucht, das zuletzt genannte Problem mit einem konzipierten Tertiärspiegel in Nasmyth-Anordnung zu umgehen. Ein weiterer Spiegel, der Justiert werden müsste.

Fazit: Ich kann nur davon abraten.

## **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 Dünnschweißschweißen 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 selberrichten. 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.

- Gewindefrähsatz 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 entflammaren 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. Wir haben spezielle Schraubenschlüssel zur Befestigung der Hauptspiegelzelle und zur Justage des Hauptspiegels.



## **Psychologische Anforderungen**

Hier sind in erster Linie Geduld und Beharrlichkeit zu nennen. Wenn jemand so von Heute auf Morgen mal schnell eine eigene Sternwarte mit großem Teleskop haben will, dann soll er sich den Selbstbau aus dem Kopf schlagen. Mit dem Kauf der üblichen Deutschen Montierung und dem x-beliebigen Teleskop seiner Wahl dazu, kommt er schneller ans Ziel. Hat dieser Jemand aber erkannt, dass die Kaufware (und sei sie noch so teuer) nicht an die Pressberger-Montierung und den Pressberger-Tubus herankommt, dann hat er noch die Möglichkeit sich an jene zu wenden, die bereits ein solches Teleskop gefertigt haben. Möglicherweise kann man da ins Geschäft kommen und sich so was anfertigen lassen (wenn auch nicht durch uns). Dann muss er allerdings wieder zumindest die Geduld aufbringen. Nur bei der Firma Metallbau Madlmayr könnte es deutlich schneller gehen (gegen den Einwurf kleiner Münzen, versteht sich).

Den Geduldigen und Beharrlichen aber sei gesagt: Sie haben einen schönen Weg vor sich: Ohne Stolpersteine und ohne schwer lösbare Probleme bei der Fertigung wird ein schöner Einzelteil nach dem Anderen entstehen. Ohne die quälende Ungewissheit, ob es nach der Montage auch wirklich funktioniert. Eben weil es funktioniert, weil es bestens funktioniert. Mit dieser Erfolgsgewissheit kann man viel entspannter an die Sache herangehen. Man weiß von vorn herein: Man baut sich ein überlegenes Teleskop.

---

© Sternwarte Harpoint, 2001,2011 Autor: Dipl. Ing. Hans Robert Schäfer