

# Ein Hufeisen für den Dobson

## Eine motorisch nachgeführte parallaktische Hufeisenmontierung aus Holz für einen Meade 12“ LightBridge Gitterrohr-Tubus

Von Norbert Lichte

Ein LightBridge Gitterrohr-Dobson bietet viel Öffnung für wenig Geld, attraktives Design und bei akzeptablem Gewicht ein hohes Maß an Mobilität. Er hat jedoch, wie alle preiswerten Dobsons, den Nachteil einer azimutalen Montierung ohne Nachführung. Dem Autor ist es mit seiner selbst konstruierten und gebauten parallaktischen Hufeisenmontierung gelungen, diesen Nachteil zu beseitigen, ohne dabei die Vorteile einzubüßen. Herausgekommen ist ein bezahlbares, Aufsehen erregendes Teleskop (Abb. 1), das alle Voraussetzungen für ungetrübten Beobachtungsgenuss mitbringt und auf dem ITV 2009 prämiert wurde (Abb. 2).



Abb. 1: Viel Teleskop für wenig Geld



Abb. 2: Prämierung beim ITV 2009 (Bild: Jasper Stein)

Mit der hier vorgestellten Montierung habe ich mir den lange gehegten Wunsch erfüllt, ein Teleskop wie das NGT 12,5 von JMI zu besitzen, jedoch zu einem Bruchteil der Kosten. Dank eines gebraucht erworbenen neuwertigen 12“ LightBridge Deluxe und eines vorhandenen Nachführmotors mit Steuerung von einer EQ-3 Montierung, musste ich für das Teleskop mit Montierung nicht mehr ausgeben, als ein neuer 12“ LightBridge Deluxe Dobson gekostet hätte. Der Preis für ein neues NGT 12,5 beträgt mehr als das 5- Fache.

Angefangen hat alles mit einem Modell im Maßstab 1:10 (Abb. 3). Daran konnten Prinzip und Verhalten einer Hufeisenmontierung anschaulich studiert werden. Es war die Basis für die später mit AutoSketch 7 erstellte CAD-Konstruktion.

Bei der Konstruktion standen die Aspekte „so einfach wie möglich“ und „so kostengünstig wie möglich“ im Vordergrund. Professionelles CNC-Fräsen bzw. Wasserstrahlschneiden schied deshalb aus Kostengründen ebenso aus wie elektronische Suchhilfen. Nicht zuletzt musste auch dem bescheidenen Maschinenpark eines Heimwerkers Rechnung getragen werden.

Das Ergebnis kann sich gleichwohl sehen lassen. Beim First Light im April 2009 war bei 250-facher Vergrößerung ein wunderschöner Saturn zu sehen, der sich trotz noch ungenauer Polausrichtung nach 30 Minuten nur wenig aus dem Zentrum des Okulars heraus bewegt hat. Das zum Einnorden erforderliche Polsucher-Fernrohr (Abb. 13) ist am Ende dieses Beitrags aufgeführt. Das Teleskop ist für die visuelle Beobachtung konzipiert. Erfahrungen bezüglich Astrofotografie existieren momentan noch nicht. Bei genauer Polausrichtung müssten aber Belichtungszeiten bis zu 30 Sekunden möglich sein.



Abb. 3: Modell im Maßstab 1:10



Abb. 4: Die Montierung ohne Werkzeug in 2 Teile zerlegt

## Ein leichtgewichtiger Herkules

Keine andere parallaktische Montierung kann es bezüglich Tragfähigkeit zu Eigengewicht mit der Hufeisenmontierung (Engl. Horseshoe Mount, Split-Ring Mount) aufnehmen. Im Gegensatz zur parallaktischen Gabelmontierung übt hier das Gewicht des Teleskops keinerlei Hebelwirkung auf die Polachse aus. Das Material wird überwiegend auf Druck beansprucht und erlaubt eine Konstruktion aus dem für Heimwerker gut bearbeitbaren Werkstoff Holz. Die aus 24 mm starkem, nahezu verzugsfreiem Multiplex Birke (Baumarkt) gebaute und wasserfest lackierte Hufeisenmontierung benötigt keine Ausgleichsgewichte und wiegt nur den Bruchteil einer schweren deutschen Montierung mit gleicher Tragfähigkeit. Sie ist mit einem Gewicht von unter 20 kg nicht viel schwerer als die Rockerbox und, in 2 Teile zerlegt (Abb. 4), leicht zu transportieren. Konstruktionsbedingt werden Schwingungen extrem gedämpft.

Angesichts der bestehenden Vorzüge dieser Montierungsart ist es verwunderlich, dass sie hierzulande als mehr oder wenig exotisch gilt und im Gegensatz zum Ausland als Selbstbau aus Holz so gut wie nicht vorkommt. Gebaut werden hier meist motorisch nachgeführte Äquatorial- Plattformen für Dobsons mit den bekannten Einschränkungen oder gar für viel Geld in beiden Achsen nachgeführte Dobsons mit GoTo Funktion.

## Das Hufeisen als Polachse

Die Hufeisenmontierung entspricht einer parallaktisch aufgestellten Gabelmontierung, deren Gabelenden durch einen kreisrunden offenen Ring verbunden sind, der einem Hufeisen ähnelt. Der Hufeisendurchmesser wird faktisch zum oberen Außendurchmesser der Polachse. Nur Newton-Reflektoren mit rundem Gitterrohr- Tubus ermöglichen besonders kleine Hufeisendurchmesser. Deshalb sind Newtons mit quadratischen Spiegelkästen weniger geeignet. Der Schwerpunkt des Teleskops befindet sich im Kreuzungspunkt von Polachse und Deklinationsachse auf Hufeisenebene.

Gabel und Hufeisen sind durch 2 Dübel lagerichtig zueinander fixiert und verleimt. Stabilisiert wird die Baugruppe durch 2 groß dimensionierte Winkelstücke, die einseitig in den rechten Winkel zwischen der Unterseite des Hufeisens und den Gabelenden geleimt sind. Die konstruktive Gestaltung der Gabel verleiht dem Hufeisen größtmögliche Steifigkeit. Sie schließt mit der Bodenplatte einen Winkel von ca. 48° ein (geografische Breite meines Wohnorts).

Gelagert ist das Hufeisen auf 2 Rollen aus Holz, die, im Winkel von 90° symmetrisch zur Hufeisenmitte angeordnet, das *Nordlager* bilden. Sie werden entsprechend der Krafrichtung schräg unterstützt (Abb. 5). Eine der beiden Rollen dient zusätzlich als Antriebsrolle für die Nachführung.

Die Holzrollen sind aus einer 27 mm starken, dreischichtigen Fichtenholzplatte (Baumarkt) ausgesägt und rund bearbeitet. Sie besitzen einen aufgeleimten Spurkranz aus 6,5 mm starkem Multiplex Birke. Der Spurkranz hält das Hufeisen in der Spur und verhindert ein Durchrutschen nach unten. Dass die Kraft auf die Rolle nicht nur radial wirkt, sondern auch eine Komponente senkrecht zur Hufeisenebene hat, lässt sich leicht mit Zirkel und Lineal auf einem Blatt Papier nachweisen.



Abb. 5: 2 Holzrollen bilden das *Nordlager* der Polachse



Abb. 6: Stützlager mit Rolle und Stütze

Die beiden Holzrollen stecken auf zwei Edelstahlwellen mit  $\varnothing 10$  mm (wie alle Metallteile kostenlos vom Schrotthändler), die sich, zueinander parallel, in U-förmig gestalteten Stützlager (Gleitlager fettgeschmiert) drehen. Die Antriebsrolle darf nicht fest auf der Welle sitzen, sondern muss auf dieser drehbar sein. Die Stützlager sind aus einem Alu- Winkelprofil 100x100x10 mm hergestellt. Stellringe nach DIN 705 A (GHW Modellbauversand), fixieren zusammen mit Alu- Distanzröhrchen und Unterlegscheiben aus Stahl und Teflon die axiale Lage von Wellen und Holzrollen. Die beiden Stützlager sind, mittels Langlöchern verschiebbar, mit jeweils 2 Sechskantschrauben M8x30 und Unterlegscheiben auf massive,

biegestabile Stützen geschraubt, die aus 3 zusammengeleimten Multiplexplatten bestehen und ihrerseits mit der oberen Bodenplatte verleimt und zusätzlich von unten her verschraubt sind (Abb. 6). Die Stützen müssen sowohl auf der Lagerseite als auch auf der Unterseite spiegelbildlich zueinander abgeschrägt sein, einmal um eine exakte Linienberührung zwischen Hufeisen und Rollen zu erreichen, zum andern um sie der Richtung des Kraftverlaufs anzupassen. Die Bestimmung der beiden Abschrägungswinkel war für mich das kniffligste konstruktive Problem.

Das untere Ende der Polachse besteht aus einem Gewindebolzen mit Schaft, hergestellt aus einer Sechskantschraube M10x80. Dieser ist, mittels Kontermutter axial justierbar, in einen Alu- Befestigungswinkel (Material wie oben) eingeschraubt, welcher durch 2 Sechskantschrauben M8x50, Unterlegscheiben und Muttern mittig mit der Gabel verbunden ist. Der Schaft des Gewindebolzens hat eine polierte Linsenkuppe und steckt in der einseitig offenen Nut eines Drucklagers, das wie die Stützen aus 3 verleimten Multiplex-Platten hergestellt ist. Das Drucklager ist über eine mit ihm verleimte Grundplatte aus 9 mm starkem Multiplex, durch Langlöcher verschiebbar, mittels 2 Sechskantschrauben M8x30 und Unterlegscheiben mit der oberen Bodenplatte verschraubt und bildet das *Südlager* der Polachse (Abb. 7).

Allein durch Einsetzen der Hufeisen-Baugruppe entsteht durch ihr Eigengewicht eine stabile Dreipunktlagerung der Polachse. Die Demontage erfolgt durch einfaches Herausheben. Die beiden Hörner an den Enden des Hufeisens dienen als Anschlag für die Rollen. Der Schwenkwinkel um die Polachse beträgt ca. 185°.

Auf den Innenseiten von Hufeisen und Gabel sind die Auflageflächen für die Höhenräder ausgearbeitet, die dem Radius der Räder angepasst und mit hartem Filz (Filzuntersetzer) belegt sind. Zur Vergrößerung der Auflageflächen wurden vorher auf Hufeisen und Gabel an den entsprechenden Stellen Holzklötzchen aufgeleimt und damit die Materialstärke in diesen Bereichen jeweils verdoppelt. Mit dieser Maßnahme konnte der Flächendruck auf ein für den Filz erträgliches Maß reduziert werden (Abb. 8).

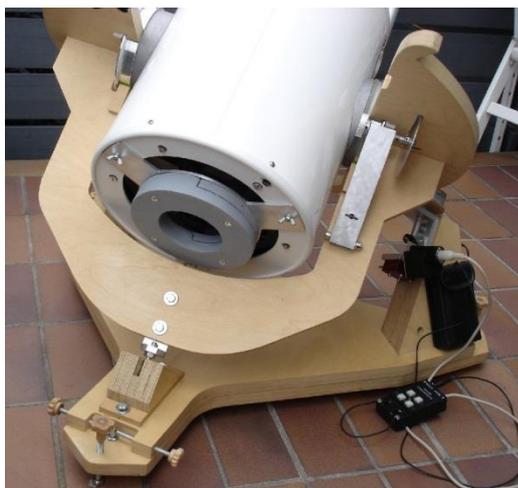


Abb. 7: Tubus mit Gegengewicht, *Südlager* und Feinverstellung für Azimut und Höhe

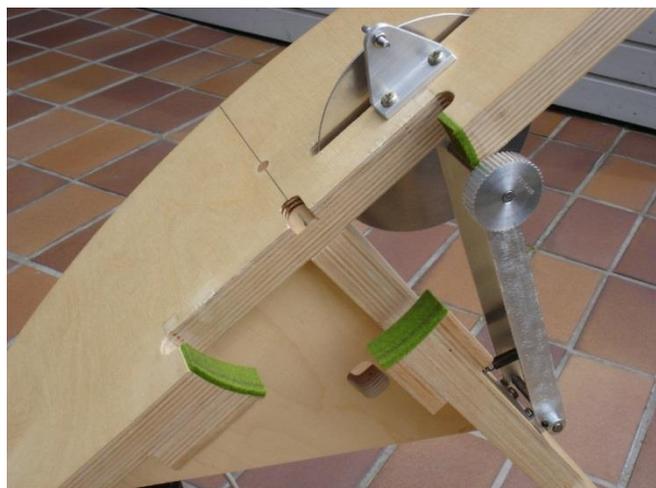


Abb. 8: Die Filzlagerung der Höhenräder und die Schwinge mit Zahnriemenscheibe und Zugfeder

Je zwei, seitlich vor die Höhenräder geschobene und durch Rändelschrauben gesicherte, U-förmige Abstandshalter aus Kunststoff (Abb. 9) stützen beim Schwenken des Tubus um die Polachse die Höhenräder stirnseitig ab und verhindern ein Verrutschen des Tubus auf der Deklinationsachse.



Abb. 9: U-förmige Abstandshalter stützen die Höhenräder seitlich ab.



Abb. 10: Die Nachführung mit Getriebe-Schrittmotor, Schneckengetriebe und Antriebsrolle mit Klemmhebel.

## Die Feinverstellung für Azimut und Höhe

Der doppelte Boden ist zusammengesetzt aus zwei aufeinander drehbaren Multiplex-Platten. Im Drehpunkt senkrecht unter dem Hufeisenzentrum hält eine Inbus-Senkschraube M10x60 mit selbstsichernder Mutter die beiden Platten zusammen. Die bei anderen Hufeisenmontierungen selten anzutreffende azimutale Feinverstellung funktioniert wie bei der deutschen Montierung. Durch gegenläufiges Betätigen der waagerechten, 95 mm langen M8 Stellschrauben kann die obere Bodenplatte zur unteren um einen Winkel von max.  $\pm 5^\circ$  verdreht werden. Mit den drei senkrechten Stellschrauben in der unteren Bodenplatte, angefertigt aus 120 mm langen Gewindestangen M10 und selbst gemachten Sterngriffen aus Holz, kann man die Montierung waagrecht stellen und die Polhöhe fein einstellen (Abb. 7). Sie sind von unten mit Flügelmuttern gekontert. Größere Veränderungen der Polhöhe (für Mitteleuropa) sind durch entsprechendes Unterlegen der Montierung möglich.

## Die Nachführung

Nachgeführt wird die Montierung mit dem Nachführmotor einer alten EQ-3 Montierung (Abb. 10), der am Ausgang eine Drehzahl  $n = 5,432$  U/h hat. Dieser ist über eine Stegkupplung mit einem präzisen Schneckengetriebe P20-12 von Ondrives mit  $i = 12:1$  verbunden, welches über eine Welle die Antriebsrolle dreht. Bei einem mit Oberfräse und Fräszirkel hergestellten Hufeisendurchmesser von 752 mm, ergibt sich ein Außendurchmesser der Antriebsrolle von 69,4 mm.

Auf die Antriebsrolle ist zentrisch eine 2 mm dicke Alu-Scheibe mit  $\varnothing 40$  mm mit einem mittig aufgeklebten und verstiftetem Stelling geschraubt. Über eine M5 Messingschraube mit Alu-Klemmhebel kann der Stelling und mit ihm die Antriebsrolle mit der Antriebswelle kraftschlüssig verklemmt und wieder gelöst bzw. die Nachführung ein- und ausgekuppelt werden (analog zur deutschen Montierung).

Antriebsrolle und Hufeisen bilden zusammen ein Reibradgetriebe, welches prinzipiell einen großen Nachteil hat: Schlupf. Daran ändert auch die relativ große Anpresskraft durch das Gewicht des Tubus nur wenig. Als Ei des Kolumbus erwies sich Nassschleifpapier (Körnung 600), das um die Antriebsrolle geklebt (Abb. 10), den Schlupf vollkommen beseitigte (Mikroverzahnung). Darüber hinaus ist es unempfindlich gegen Feuchtigkeit und leicht auswechselbar.

## Der gespreizte Deklinationsteilkreis

Neben dem mitgelieferten Leuchtpunktsucher bietet das Teleskop als besonderen Gag einen gespreizten Deklinationsteilkreis, mit dem die Deklination eines Objekts mit einer Genauigkeit von weniger als 15 Bogenminuten eingestellt werden kann. Nach Einnorden der Montierung und Eichung des Teilkreises an einem Stern, kann jedes im Teleskop sichtbare Objekt, dessen Deklinationswinkel und ungefähre Sternbildposition bekannt sind (Cartes du Ciel), bei schwacher Vergrößerung leicht gefunden werden. Realisiert wird dies durch Winkelübersetzung 1:4.

Auf dem abgesetzten, kleineren Durchmesser des antriebseitigen Höhenrades ist rutschsicher ein gewendeter, 6 mm breiter Zahnriemen mit 192 Zähnen und Teilung 2,5 mm aufgezogen. Das so auf einfachste Weise realisierte Zahnrad treibt eine Alu- Zahnriemenscheibe mit 48 Zähnen und Teilung 2,5 mm (beide Teile von GHW Modellbauversand) an, die mittels Inbus-Stiftschraube M4 auf einen Ende einer Stahlwelle mit  $\varnothing$  6 mm befestigt ist (Abb. 11). Da die Zahnlücken des Zahnriemens durch das Wenden größer werden, wurde die Zahnhöhe bei der zum Zahnrad umfunktionierten Zahnriemenscheibe um ca. 0,2 mm verkleinert und damit Spielfreiheit erzielt.

Die Welle ist in einer federnden Schwinge aus Alu- U-Profil 40x20x2 mm unterhalb des Hufeisens gelagert und trägt auf dem andern Ende eine 1,5 mm starke Alu- Scheibe mit  $\varnothing$  124 mm, die aus einem Schlitz im Hufeisen etwa 25 mm oben herausragt. Das Lager der Scheibe besteht aus 2 beidseitig zentrisch aufgeklebten Stellringen nach DIN 705A, aus denen die Stiftschrauben entfernt wurden. In den äußeren Stellring ist eine Inbus-Stiftschraube M4 eingeschraubt, in die als Klemmhebel ein entsprechend gekürzter Inbusschlüssel eingeklebt ist. Ein weiterer Stellring fixiert die Welle axial und Unterlegscheiben dienen als Abstandshalter. Im Drehpunkt am unteren Ende ist die Schwinge in einem mit der Gabel verschraubten U-förmigen Lagerbock aus dem selben Material entsprechend gelagert. Erst mit dem Einsetzen des Tubus in die Montierung werden die beiden Zahnräder zum Getriebe (Abb. 11). Für die notwendige Anpresskraft sorgt eine Zugfeder zwischen Schwinge und Gabel (Abb. 8).



Abb. 11: Das Deklinationsgetriebe  $i = 1:4$

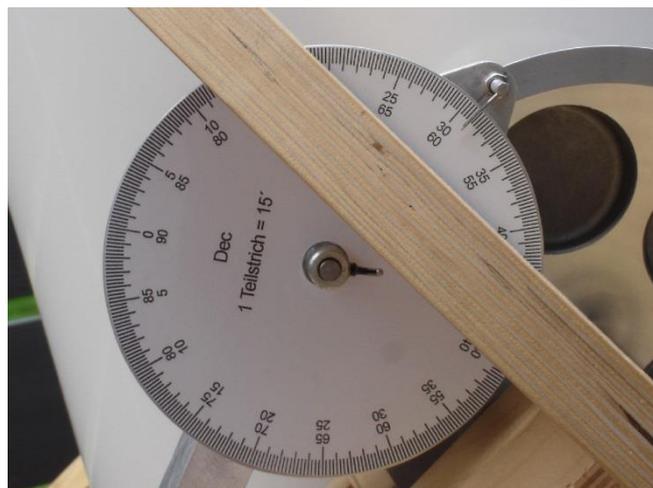


Abb. 12: Der gespreizte Deklinationsteilkreis

Auf die Alu-Scheibe ist zentrisch die Skalenscheibe mit Teilung 15 Bogenminuten aus selbstklebender Kunststofffolie blasenfrei aufgeklebt. Abgelesen wird die Deklination an einer Nadel in der Querbohrung eines Gewindebolzens M4, der in einem, mit dem Hufeisen verschraubten, Alu- Befestigungswinkel mit 2 Muttern axial justierbar ist (Abb. 12).

Durch Lösen und Festziehen der Klemmschraube auf der Unterseite des Hufeisens kann die Skalenscheibe auf den Deklinationswinkel des Eichsterns eingestellt werden.

Ohne Winkelübersetzung hätte der Deklinationsteilkreis bei gleicher Auflösung einen Durchmesser von rund einem halben Meter!

## Der modifizierte Tubus

Die ausgewogenen Abmessungen des Hufeisens hatten aufwändige Änderungen am Tubus zur Folge: Die Höhenräder mussten um ca. 100 mm in Richtung Hauptspiegel versetzt werden. Dies hätte bei dem ohnehin kopflastigen LightBridge ein zusätzliches Gegengewicht von mehr als 10 kg bedeutet. Die einzige Möglichkeit, dieses Gewicht deutlich zu reduzieren bestand darin, den Hut leichter zu machen. Deshalb wurde das Stahlblechrohr des Huts ersetzt durch ein Rohr aus 1 mm starkem Aluminiumblech, vom Flaschner gebogen und verschweißt und anschließend selbst bearbeitet und lackiert. Mit dieser Maßnahme konnte das Gegengewicht (gegossen aus Dachdeckerblei- Abfall) inklusive Halterung auf ca. 6,5 kg ermäßigt werden (Abb. 7).

Um das Okular immer in eine bequem zugängliche Einblickposition zu bringen, muss der Hut (OT) in der Nut seiner unteren Einfassung drehbar sein. Mit drei, im Winkel von  $120^\circ$  angeordneten, Spannverschlüssen mit Federbügelhaken (Kaiser Fasteners) anstelle der 6 Befestigungsschrauben konnte diese Anforderung optimal realisiert werden (Abb. 1). Weil die Optik nicht absolut rotationssymmetrisch justiert werden kann, bewirkt das Drehen des Huts immer auch eine leichte Dejustierung, die aber in der Regel toleriert werden kann, wenn man nicht nachjustieren will. Beim NGT soll laut FAQ das gleiche Problem auftreten.

## Das Polsucher-Fernrohr

Soll der gespreizte Deklinationsteilkreis zum Aufsuchen von Himmelsobjekten verwendet werden, ist das genaue Einnorden des Teleskops zwingend erforderlich. Dazu wird ein beleuchtbares Polsucher-Fernrohr mittels eines Adapters aus 3mm Alu-Blech am Hufeisen festgeklemmt (Abb. 13). Der Einblick ist dabei äußerst unbequem. Deshalb habe ich den



Polsucher auf einen Winkel  $58 \times 22 \times 750$  mm aus 2 mm dickem Alublech montiert und am Hufeisen entsprechend festgeklemmt. Dadurch kommt das Okular in eine Höhe, die einen bequemeren Einblick erlaubt (ist nicht abgebildet). Neuerdings gibt es im Handel auch Zenitspiegel für Polsucher. Vor dem genauen Einnorden muss die Polachse nach Norden zeigen (Kompass) und das Hufeisen symmetrisch in der Montierung stehen.

Abb. 13: Das beleuchtbare Polsucher-Fernrohr