Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 35 (1977)
Heft: 163

Rubrik: Das Instrument [Fortsetzung]

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: 10.07.2025

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

DAS INSTRUMENT

2. Kapitel: «Grundkriterien des Montierungsbaues»[1])

Wenn anstelle der für die Konstruktion und den Bau von Teleskopmontierungen wertlosen Begriffe «stabil» und «massiv» neue treten sollen, dann werden diese schon in begrifflicher Hinsicht gewissen Anforderungen genügen müssen. Diese Anforderungen lassen sich leicht formulieren, wenn man von den Unzulänglichkeiten ausgeht, die den genannten Begriffen anhaften.

1. Die Begriffe müssen sich auf jene Eigenschaften der Montierungen beziehen, die für die Funktion und Anwendung des Instrumentes wichtig sind.
2. Die Begriffe müssen einwandfrei definiert sein und sich in das bestehende Gebäude der technischen Mechanik einordnen lassen.
3. Die Begriffe müssen messbare Grössen sein, das heisst, es müssen ihnen Zahlenwerte zugeordnet werden können.
4. Die Grössen müssen eine für die Konstruktion signifikante Aussage enthalten. Damit soll zum Ausdruck gebracht werden, dass sie eindeutig den Weg weisen müssen, wie die Teile der Montierung zu dimensionieren und zu konstruieren sind. Dazu müssen zwischen diesen Grössen und den charakteristischen Konstruktionsgrössen in Formeln fassbare Zusammenhänge bestehen. Unter charakteristischen Konstruktionsgrössen sollen die geometrischen Abmessungen der Teile, ihre Konfiguration und die Werkstoffeigenschaften verstanden werden.

Zu diesen Punkten sollen noch zwei weitere hinzugefügt werden, die in erster Linie für den Amateur wichtig sind.

5. Die grundlegenden Kenngrössen einer Montierung sollten mit einfachen technischen Mitteln an jedem Instrument erfasst werden können. Dem Amateur wäre wenig gedient, wenn für die Messung dieser wichtigen Grössen teure Messeinrichtungen erforderlich wären. Der Amateur sollte die Möglichkeit haben, seine selbst gebaute oder erworbene Montierung kritisch zu bewerten, und er sollte feststellen können, wie sich gegebenenfalls Verbesserungen an seinem Instrument auswirken.
6. Die Begriffe sollten anschaulich und in theoretischer Hinsicht nicht zu kompliziert sein, so dass der Amateur damit arbeiten kann. Es wäre wenig sinnvoll, hier Begriffe einzuführen, die beträchtliche mathematische Kenntnisse voraussetzen, und mit denen nur der Fachmann operieren kann.[2])

Wieweit diese beiden Punkte erfüllt werden können, wird sich noch zeigen. Auf keinen Fall darf ihnen die physikalische Exaktheit geopfert werden.

In einem ersten Schritt sollen nun drei Grundkriterien formuliert werden, die dem Punkt 1 genügen. Aus diesen Grundkriterien werden dann in einem zweiten Schritt mechanische Grössen abgeleitet, die die Basis für die Konstruktion bilden. Zuerst fragen wir, was eine Teleskopmontierung überhaupt ist, welche primären Funktionen sie hat und welche Eigenschaften sie besitzen muss?

1. Eine Teleskopmontierung ist eine «Tragstruktur» für ein astronomisches Fernrohrsystem.
2. Mit dieser Tragstruktur muss das optische System auf die Beobachtungsobjekte am Himmel eingestellt werden können.
3. Zudem muss die Tragstruktur das optische System den Bewegungen der Objekte am Himmel «nachführen».

Diese Sätze sind die mechanische Definition des Begriffes «Teleskopmontierung». In der Terminologie der Mechanik erfasst der erste Satz die statistischen, und im erweiterten Sinne auch die kinetischen Aspekte einer Montierung, während die beiden anderen Sätze ihre kinematische Funktion zum Ausdruck bringen. Diese Sätze enthalten jedoch noch keine Aussage über die notwendigen Eigenschaften, die eine Montierung besitzen muss, um ihrer Aufgabe gerecht zu werden. Diese Eigenschaften wird man zweckmässigerweise aus den praktischen Gegebenheiten beim Beobachten und bei der Arbeit am Instrument ableiten:

Visiert man mit einem Teleskop ein ruhendes terrestisches Ziel, z. B. eine Kirchturmspitze, an, dann wird dieses unverrückbar und beliebig lange im Fadenkreuz bleiben, vorausgesetzt, dass keine Kräfte auf das Instrument einwirken. In Wirklichkeit werden jedoch immer Kräfte auf das Instrument einwirken. Selbst wenn man äussere Kräfte vollständig ausschliesst, würde sich beim Nachführen die Lage der Teile relativ zum Schwerkraftvektor ständig ändern. Wenn man daher mit einem nicht vollkommenen Teleskop einen Stern anvisiert, die Optik der Sternbewegung nachführt und wenn zudem verschiedene

[1]) Dies ist die Fortsetzung des Beitrages «Sprachkritische Betrachtungen zur Stabilität von Teleskopmontierungen» im ORION-Heft Nr. 162. Alle Beiträge zum Thema Teleskopmontierungen werden als Kapitel fortlaufend numeriert, damit einfach auf sie verwiesen werden kann.

[2]) Die «Stabilität» im Sinne der Regeltechnik und Systemtheorie ist ein mathematisch recht komplexer Begriff. Wenn dieser Begriff von jedermann auf Montierungen angewendet wird, dann zeigt dies, dass sich kaum jemand Gedanken darüber gemacht hat, was er wirklich bedeutet und ob es überhaupt sinnvoll ist, ihn auf Teleskopmontierungen anzuwenden.

Kräfte auf das Instrument einwirken, dann wird der Stern vom Faden abwandern, kurz oder langperiodische Schwankungen ausführen, tanzen, zittern und alle nur möglichen Bewegungen ausführen. Diese Erscheinungen sind wohl jedem Amateur nur zu gut bekannt. Da sie bei den meisten Beobachtungen in gravierender Weise stören, kann man ihre Grösse als Kriterium für die Qualität einer Montierung ansehen. Der Konstrukteur wird daher in erster Linie ihnen sein Augenmerk schenken müssen, damit sie am fertigen Instrument in tolerierbaren Grenzen bleiben. Diese Bedingung lässt sich mit einem einzigen Satz ausdrücken:

«Eine Montierung muss so konstruiert und ausgeführt sein, dass die durch äussere und innere Kräfte und die Nachführung verursachten Auslenkungen und Drifteffekte vorgegebene Grenzen nicht überschreiten.»

Damit diese sehr allgemeine Aussage für die Konstruktion brauchbar wird, muss sie aufgegliedert und genauer formuliert werden. Dazu ist es zweckmässig die Störerscheinungen systematisch zu ordnen, wozu die Mechanik mit ihren Unterdisziplinen den Rahmen geben soll. Man wird sie ihrer Art entsprechend der Statik, Kinetik oder Kinematik zuordnen. Diese Unterdisziplinen der Mechanik geben dann auch die formalen Grundlagen, um sie zu analysieren und zu beschreiben. Sie liefern aber auch die Beziehungen zu den Konstruktionsgrössen. Die Grundkriterien des Montierungsbaues lassen sich damit wie folgt formulieren:

1. *Statisches Grundkriterium*
Die durch statische und quasistatische Kräfte in der Bildebene verursachten Auslenkungen dürfen einen gewissen vorgegebenen Wert χ_0 nicht überschreiten.

2. *Kinetisches Grundkriterium*
Die durch definierte Anregungsmechanismen angeregten Schwingungen dürfen in der Bildebene keine grössere Amplitude $X_{max} = \frac{1}{2} \cdot \chi_0$ aufweisen und müssen so rasch wie nur möglich abklingen.

3. *Kinematisches Grundkriterium*
Die durch kinematische Effekte verursachten Drifterscheinungen dürfen während einer gegebenen Beobachtungszeit t einen gewissen Wert χ_0 nicht überschreiten.

Diese drei Grundkriterien legen den «Bildstand» des Teleskopes in mechanischer Hinsicht fest und schaffen eine einwandfreie Ausgangslage für die weiteren Betrachtungen. Die beiden ersten Kriterien sind nichts anderes als das auf Montierungen angewandte «Newtonsche Reaktionsprinzip». Betrachtet man eine Teleskopmontierung als eine elastische und mit Masse behaftete Struktur, die zudem an ihrer Basis festgehalten wird, dann lautet das Reaktionsprinzip für statische Kräfte:

Wirken auf eine elastische und «gefesselte» Struktur statische Kräfte ein, dann treten an der Struktur als Reaktion elastische Deformationen auf.

Und für den allgemeineren kinetischen Fall:

Wirken auf eine elastische, mit Masse behaftete und «gefesselte» Struktur Kräfte ein, die nach Grösse und/oder Richtung veränderlich sind, dann reagiert die Struktur darauf mit Schwingungen.

Bei Schwingungen treten elastische Deformationen auf, und gleichzeitig ändert sich laufend der Bewegungszustand der Struktur. In jedem beliebigen Zeitmoment besteht Gleichgewicht zwischen den anregenden Kräften F_A, den elastischen Kräften F_e und den «Trägheitskräften» F_t. In den beiden ersten Grundkriterien werden Grenzen für die Auslenkung und die Schwingungsamplitude am optisch wichtigen Ort, der Bildebene, gesetzt.

Wenn bei Teleskopmontierungen nur Schwingungen betrachtet werden und von einer «gefesselten» Struktur gesprochen wird, dann hat dies einen wichtigen Grund. Eine Teleskopmontierung darf sich ja bei den üblicherweise auf sie einwirkenden Kräften weder verschieben (Translation) noch verdrehen (Rotation). Wäre dies nicht der Fall, dann müsste das im Raum präzis ausgerichtete Achssystem ständig nachjustiert werden. Es ist daher sinnlos, auf Montierungen die Kinetik der Translation und der Rotation anzuwenden, da im äussersten Fall Bewegungen um eine definierte Ruhelage, das heisst, Schwingungen auftreten dürfen. Daraus ergibt sich ein weiterer wichtiger Grundsatz:

4. *Grundkriterium der Raumorientierung*
Eine Montierung muss so konstruiert und ausgelegt werden, dass sich bei den üblicherweise auf sie einwirkenden Kräften, ihre Orientierung im Raum nicht verändert.

In der Schwingungslehre wird eine Struktur, die dem entspricht, sehr treffend als «gefesseltes System» bezeichnet. Eine Montierung darf daher unter keinen Umständen als isolierter, frei beweglicher Massepunkt betrachtet werden. Gerade dies wird jedoch von vielen gemacht, wobei man dann aus dem Trägheitsprinzip oder dem Impulssatz den Schluss zieht, dass eine Montierung «schwer» sein und eine grosse Masse besitzen muss. Kinetische Aussagen sind an einer Montierung nur sinnvoll, wenn sie als gefesseltes Schwingungssystem durch die vollständigen «Schwingungs-Differenzialgleichungen» beschrieben wird. Auch bei einem «Ballonteleskop» treten Schwingungen auf. Ein Ballonteleskop ist jedoch ein Schwinger ohne «Fessel». Um bei einem solchen System die Orientierung im Raum sicherzustellen und die Schwingungsamplituden in engen Grenzen zu halten, sind geschlossene Regelkreise erforderlich. Auf eine solche Struktur lässt sich der Begriff der Stabilität sinnvoll anwenden. Damit sind wir zum Ausgangspunkt unserer Betrachtungen, nämlich dem Gebrauch des Begriffes «stabil», zurückgekehrt.

Zuschriften an den Verfasser:
Ing. H. G. Ziegler, Hertensteinstrasse 23, CH-5415 Nussbaumen.