

**Zeitschrift:** Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft  
**Herausgeber:** Schweizerische Astronomische Gesellschaft  
**Band:** 36 (1978)  
**Heft:** 166

**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:** 04.04.2026

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

# DAS INSTRUMENT

## 4. Kapitel: «Die Messung der Steifigkeit» (Teil II)

### 4.3 Die Steifigkeitsminima als Qualitätskriterien von Teleskopmontierungen

Teleskopmontierungen sind bezüglich der Steifigkeit anisotrope Strukturen. Das besagt, dass sie in verschiedenen Richtungen und zudem in verschiedenen Rohrlagen eine unterschiedliche Steifigkeit aufweisen. Mit einer einzigen Messung kann daher die Steifigkeit einer Montierung nicht aussagekräftig erfasst werden. Dazu muss die Steifigkeit in verschiedenen Richtungen gemessen werden, denn an einer Montierung müssen in erster Linie die *Steifigkeitsminima* der Struktur erfasst werden, da diesen die grössten Auslenkungen zugeordnet sind, die nach dem *statischen Grundkriterium*<sup>1)</sup> einen vorgegebenen Wert  $\Delta_0$  nicht überschreiten dürfen. Demnach sind nicht die höchsten Steifigkeitswerte für eine Montierung charakteristisch, sondern die kleinsten. Mit anderen Worten:

*Die Steifigkeitsminima definieren die statische Qualität einer Montierung.*

Die Steifigkeit als Qualitätskriterium hat jedoch über die Statik hinaus eine viel umfassendere Bedeutung, da

sie auch bei den Teleskopschwingungen eine zentrale Rolle spielt.

Um die Steifigkeitsminima zu erfassen muss nach dem Gesagten der Vektor der Messkraft die ganze Messebene (Bildebene) überstreichen. Auf diese Weise erhält man für jede Rohrlage ein Polardiagramm der Auslenkungen wie es in der Abb. 4.2 dargestellt ist. Aus diesem Steifigkeitsdiagramm lassen sich die Richtungen mit den grössten Auslenkungen, bzw. mit den geringsten Steifigkeiten entnehmen. Es versteht sich, dass jedes Diagramm bezüglich der Montierung orientiert werden muss, denn nur so lassen sich später die Messwerte der Montierung zuordnen und Rückschlüsse auf jene Teile ziehen, die eine ungenügende Steifigkeit aufweisen. Man muss daher die Rohrlage und die Zählrichtung notieren. Als weitere Messkonvention wäre daher festzulegen:

*D. An Teleskopmontierungen hat die Steifigkeitsmessung die Steifigkeitsminima zu erfassen. Dazu muss die Steifigkeit in verschiedenen Rohrlagen und in jeder dieser Rohrlagen in verschiedenen Richtungen gemessen werden. Es ist dabei zweckmässig, die Messkraft in den Richtungen 1—12 anzusetzen. Gezählt wird im Uhrzeigersinn und Ausgangspunkt ist die Deklinationsebene (Schnittspur des Deklinationskreises in der Bildebene).*

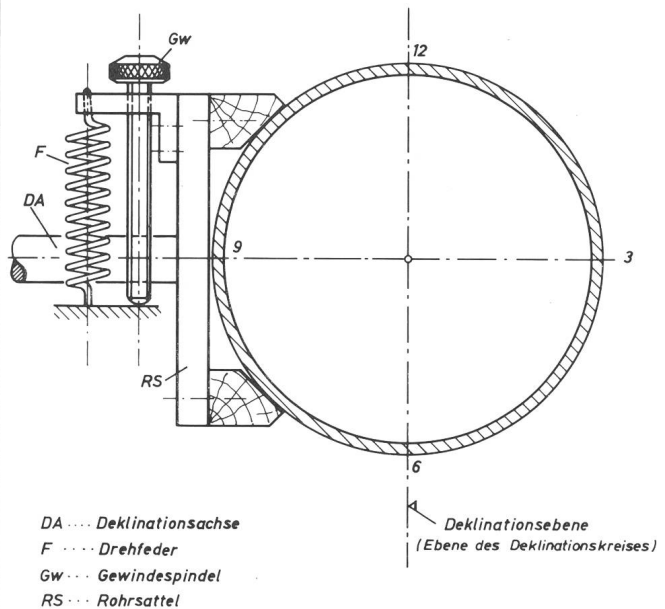
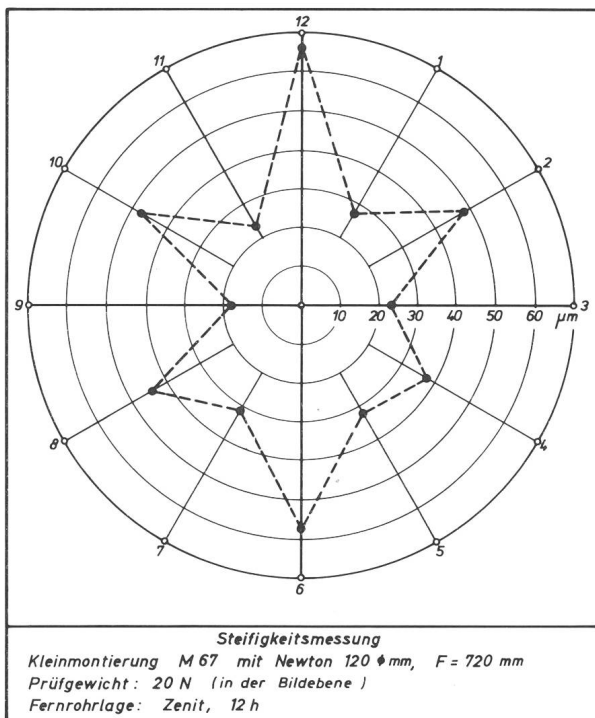


Abb. 4.2 Polardiagramm der Auslenkungen bei der Messung der Steifigkeit an einer Montierung

Das Diagramm zeigt die in Zenitlage an einer Montierung gemessenen Auslenkungen. Die Auslenkungen wurden in den Richtungen 1—12 gemessen. Die nebenstehende Skizze veranschaulicht die Orientierung des Diagrammes in Bezug auf die Montierung und stark vereinfacht den Deklinationsfeintrieb. Es ist ersichtlich, wie die grössten Auslenkungsspitzen (12 u. 6) in die Bewegungsrichtung des Triebes fallen. In den Richtungen 2, 6 und 10 waren die Justierschrauben am Säulenfuss angeordnet.

Aus diesem Abschnitt wird ersichtlich, dass ein einigermaßen umfassendes Bild von der Steifigkeit einer Montierung nur aus vielen Messpunkten abgeleitet werden kann. Es ist dies eine Folge des richtungsabhängigen Charakters des *Steifigkeitstensors* und daraus lässt sich der Schluss ziehen, dass die Messung der Steifigkeit zwar im Prinzip denkbar einfach ist und keine apparativen Hilfsmittel, hingegen einen grossen Zeitaufwand erfordert. Für den praxisbezogenen Hauptzweck der Steifigkeitsmessung, die *Schwachstellenanalyse*, lassen sich jedoch ausgeprägte Minima sehr rasch bestimmen. Mit *dosiertem* Druck des Fingers gegen das Rohr, bei gleichzeitigem Blick durch das Fadenkreuzokular, können recht schnell jene Richtungen grob bestimmt werden, in denen die Steifigkeit gering ist. In einem zweiten Schritt werden dann diese Richtungen nach der beschriebenen Methode genauer ausgemessen. Man sieht, dass hier ein wenig Fingerspitzengefühl sehr rasch zum Ziel führt. Hingegen ist der nächste Schritt, nämlich der Schluss von den Richtungen geringer Steifigkeit auf die Teile, die für die ungenügende Steifigkeit verantwortlich sind, nicht immer einfach und vielfach auch nicht eindeutig. Darüber wird in weiteren Kapiteln noch einiges zu sagen sein. Aber auch hier lassen sich in der Regel schwerwiegende Schwachstellen einfach aufspüren. So zeigt das Steifigkeitsdiagramm der Abb. 4.2 grosse asymmetrische Auslenkungen in der Deklinationsebene. Das Instrument hatte einen Deklinationsfeintrieb mit Tangentialspindel, bei dem das Rohr mit einer Schraubenfeder gegen die Gewindespindel gedrückt wurde. Ersichtlich ist die geringe Steifigkeit in Richtung der Feder und die etwas grössere, aber immer noch ungenügende Steifigkeit in Richtung der Spindel. Es ist evident, dass hier der Deklinationstrieb in bezug auf die Steifigkeit ungenügend ausgeführt wurde. Im Diagramm sind ferner zwei Auslenkungsspitzen unter  $120^\circ$  zu sehen. Von diesen kann auf die Justierschrauben an der Basis der Säule geschlossen werden, die bei diesem Instrument als ausgesprochene Schwachstellen einzustufen waren. Zweideutig in diesem Diagramm ist die Spitze in Richtung 6, die sowohl der Spindel mit Lagerung am Deklinationsfeintrieb, als auch der Süd-Justierschraube an der Säule zugeordnet werden kann und weitere Untersuchungen notwendig macht. Damit soll angedeutet werden, wie aus systematisch durchgeführten Steifigkeitsmessungen auf Schwachstellen geschlossen werden kann.

#### 4.4 Spiele in der Struktur

Eine Montierung vollständig spielfrei zu bauen ist für den Amateur ein grosses Problem. Besonders bei den Trieben ist ein spielfreier Lauf nur mit einigem Aufwand und mit grosser handwerklicher Geschicklichkeit zu erreichen. Bei der Steifigkeitsmessung täuschen Spiele eine kleinere Steifigkeit vor als der Struktur in Wirklichkeit zukommt, da sie ebenfalls einen Beitrag zur Auslenkung  $\Delta$  liefern. Die Auslenkung setzt sich demnach aus einem elastischen Anteil  $\Delta_e$  und aus einem Spielanteil  $\Delta_{sp}$  zusammen. Es ist wichtig diese beiden Anteile zu trennen, da mit Spiel behaftete Elemente ganz andere Massnahmen als Teile mit ungenügender Steifigkeit notwendig machen. Beide Komponenten können mit der *Vorlastmethode* sehr einfach getrennt werden. Durch ein genügend grosses *Vorlastgewicht*  $G_v$  werden die Teile an den Spielstellen miteinander in Kontakt gebracht. Wird nun

an das Vorlastgewicht ein zweites *Zusatzgewicht*, das eigentliche *Messgewicht*  $G_M$  angehängt, dann ist die durch dieses Gewicht verursachte Auslenkung rein elastischer Natur. Damit erhält man eine weitere wichtige Aussage über die Montierung, die gezielte Verbesserungen an den Schwachstellen und an den Spielstellen möglich macht.

#### 4.5 Zweck der Steifigkeitsmessung

Immer wenn in einem Gebiet oder in einer Disziplin eine *qualitative* Grösse (Stabilität) durch ein geeignetes Messverfahren in eine *quantitative* Grösse (Steifigkeit) übergeführt werden kann, muss dies als Fortschritt gewertet werden. Galileo Galilei fällt der grosse Verdienst zu dies als erster erkannt und konsequent auf die Physik angewandt zu haben. Der enorme Aufschwung der Naturwissenschaften seit Galilei ist in erster Linie auf das Prinzip, «*messen was messbar ist und messbar machen was noch nicht messbar ist*», zurückzuführen.

Mit der *Steifigkeit* hat der Amateur eine Grösse zur Hand, die denkbar einfach gemessen werden kann und den Montierungsbau auf eine neue Basis stellt. Sie liefert dem Konstrukteur die Gesetze um die Teile zu dimensionieren und die Messung dieser Grösse am fertigen Instrument zeigt ihm, was er am Reissbrett erreicht hat. Sie gestattet Montierungen objektiv zu bewerten und jeder Schritt der unternommen wird um ein gegebenes Instrument zu verbessern, kann gezielt durchgeführt werden. Gezielt lassen sich die zu verbessernden Schwachstellen eingrenzen und der Erfolg der ausgeführten Verbesserungen lässt sich erfassen.

Zuletzt wäre noch ein Punkt zu erwähnen, der mir schon lange am Herzen liegt; der kommerzielle Instrumentenbau. In den vergangenen Jahren haben eine ständig steigende Zahl halbprofessioneller und professioneller Teleskophersteller dem Amateur als interessanten Marktfaktor entdeckt. Der Amateur findet heute am Markt ein von Jahr zu Jahr wachsendes Angebot an Beobachtungsinstrumenten. Was hier allerdings unter dem nicht messbaren Werbeslogan: *sehr stabile Montierung*, dem Amateur angeboten wird, das entspricht in vielen Fällen nicht einmal den primitivsten Steifigkeitsanforderungen. Es wäre hoch an der Zeit, wenn auch in dieser kommerziellen Sparte durch klare und nachprüfbare Wertbegriffe Ordnung geschaffen würde. Der Begriff der Steifigkeit ist dazu wie geschaffen, da er ein messbares Qualitätskriterium für die statischen Eigenschaften einer Montierung und auch ein gutes Kriterium für ihr Schwingungsverhalten ist. Die in MN/m angegebene Systemsteifigkeit würde nicht nur jedem Amateur zeigen was er als Gegenwert für sein Geld erhält, sondern wäre auch für den seriösen Instrumentenhersteller ein zugkräftiges Werbeargument. Es sei daher hier die Frage aufgeworfen, welcher Hersteller von Amateurinstrumenten als erster die Steifigkeit in seine Prospekte und Werbeschriften aufnimmt? Auch der Amateur wird aufgerufen, an seinem Instrument die Steifigkeit zu messen und über seine Erfahrungen hier im Orion zu berichten.

<sup>1)</sup> Das statische Grundkriterium soll hier noch einmal in Erinnerung gerufen werden (siehe hierzu auch ORION 35 (1977) No. 163, S. 221):

Die durch statische und quasistatische Kräfte in der Bildebene verursachten Auslenkungen dürfen einen gegebenen Wert  $\Delta_e$  nicht überschreiten.

Zuschriften an den Verfasser:

Ing. H. ZIEGLER, Hertensteinstrasse 23, CH-5415 Nussbaumen.