



Positionsdetektor zur Bestimmung von Sterndurchgangszeiten

G. Prochaska ¹, R. Weilguny ²

¹ *Institut für Werkstoffe der Elektrotechnik, Technische Universität Wien, Gußhausstraße 27-29, 1040 Wien*

² *Institut für Werkstoffe der Elektrotechnik, Technische Universität Wien, Gußhausstraße 27-29, 1040 Wien*

Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen und Photogrammetrie **75** (1), S. 22–24

1987

Bib_TE_X:

```
@ARTICLE{Prochaska_VGI_198704,  
  Title = {Positionsdetektor zur Bestimmung von Sterndurchgangszeiten},  
  Author = {Prochaska, G. and Weilguny, R.},  
  Journal = {{\0}sterreichische Zeitschrift f{\u}r Vermessungswesen und  
    Photogrammetrie},  
  Pages = {22--24},  
  Number = {1},  
  Year = {1987},  
  Volume = {75}  
}
```



Positionsdetektor zur Bestimmung von Sterndurchgangszeiten*

Von G. Prochaska und R. Weilguny, Wien

1. Einleitung

Bei der Durchführung astronomischer Ortsbestimmungen war man bisher zumeist auf die manuelle Registrierung von Sterndurchgangszeiten durch einen Beobachter angewiesen. Auf Grund des großen apparativen Aufwandes wurden bisher automatische Astrolabien nur als stationäre Geräte höchster Genauigkeit eingesetzt. Die Verwendung moderner Technologien und Bauelemente erlaubte die Entwicklung und den Aufbau eines universell verwendbaren transportablen elektronischen Positionsdetektors mit kleinen Abmessungen [1], [2].

Kombiniert mit einem beliebigen Fernrohr, wird durch diesen Detektor die automatische Registrierung von Sterndurchgangszeiten ermöglicht. Als Hauptanwendungsgebiet dieses neuen Gerätes bietet sich die Automatisierung von astronomischen Orts- und Zeitbestimmungsverfahren an. Die mit einem Prismenastrolabium und dem Positionsdetektor durchgeführten Testbeobachtungen lieferten vielversprechende Ergebnisse.

2. Bestimmung der Sterndurchgangszeiten

Durch die „Methode der gleichen Höhen“, einem gängigen Verfahren zur astronomischen Ortsbestimmung, wurden an ausgewählten Sternen bei einer konstanten Zenitdistanz von 30° Messungen der Sterndurchgangszeiten durchgeführt. Solche Messungen dienen beispielsweise der Bestimmung von Lotrichtungen und zur Richtungskontrolle in räumlich ausgedehnten Dreiecksnetzen.

Der Stern wird üblicherweise durch ein Meßfernrohr beobachtet, das im Gesichtsfeld eine Strichplatte mit horizontalen Strichen besitzt. Während das Bild des Sterns über die Strichplatte wandert, registriert der Beobachter jene Zeitpunkte, zu denen der Stern durch einen Strich biseziert wird, manuell mit Hilfe einer Stoppuhr. Dieser Methode haftet der von der Person des Beobachters abhängige Fehler der sogenannten ‚Persönlichen Gleichung‘ an.

Dieser Fehler ist von der Reaktionszeit, Übung, Tagesverfassung und der Ermüdung des Beobachters abhängig.

Als neue Methode zur Bestimmung der Sterndurchgangszeiten bietet sich die vollautomatisierte Zeitregistrierung durch einen elektronischen Positionsdetektor an. Dieser besteht aus einem Strichgitter mit Positionsmarken und einem Lichtsensor. Die sich in einer Bildebene der Meßeinrichtung befindenden Positionsmarken unterbrechen den Strahlengang vom Stern zum Lichtsensor, wenn sich der Stern in bestimmten Positionen befindet.

3. Aufbau des Positionsdetektors

Der Positionsdetektor besteht aus einem Lichtzerhacker, der die Positionsmarken trägt, und aus einem Lichtsensor hoher Empfindlichkeit (Photodiode). Eine elektronische Baugruppe wertet das vom Lichtsensor gelieferte Signal aus. Durchläuft ein Stern das Gesichtsfeld des an einem Fernrohr montierten Positionsdetektors, so wird der Stern auf das Strichgitter

* Mitteilung aus dem Institut für Werkstoffe der Elektrotechnik Universität Wien.

ter des Zerhackers abgebildet. Der Zerhacker schwingt periodisch um seine Ruhelage. Der Lichtweg zur Photodiode wird periodisch unterbrochen, wenn das Bild des Sterns die Kante einer der Schwärzungen (Positionsmarken) des Strichgitters erreicht. Dadurch wird in der Photodiode ein Wechselstromsignal hervorgerufen, während die gleichbleibende Umgebungshelligkeit des Sterns im Lichtsensor ein Gleichstromsignal liefert. Diese beiden Signale werden durch schaltungstechnische Maßnahmen voneinander getrennt. Nur das Wechselstromsignal, das die Anwesenheit des Sterns an einer Strichkante anzeigt, wird weiterverarbeitet. Wird der Stern durch eine Positionsmarke biseziert, so erreicht das Wechselsignal ein Maximum seiner Amplitude, da nur dann die periodisch abgedeckte Fläche der näherungsweise kreisscheibchenförmigen Abbildung des Sterns am größten ist. Der exakte Zeitpunkt, zu dem das maximale Wechselstromsignal auftritt, wird durch die elektronische Auswerteschaltung ermittelt.

Ausschlaggebend für die universelle Anwendbarkeit des Positionsdetektors war dessen Miniaturisierung, die unter Verwendung moderner Bauelemente und neuer Technologien erfolgreich durchgeführt werden konnte. In Geräten, die geringe Lichtleistungen in elektrische Signale umwandeln, werden üblicherweise Photomultiplier verwendet. Diese Lichtvervielfacherröhren benötigen jedoch eine hohe Betriebsspannung und sind empfindlich gegen den Einfall von Tageslicht und durch ihre Abmessungen nicht für eine Miniaturisierung geeignet.

Im Gegensatz dazu wird im hier vorgestellten Photodetektor eine extrem rauscharme Lawinenphotodiode mit einer Quantenausbeute von 70% eingesetzt. Hierbei handelt es sich um ein modernes Halbleiterbauelement kleinster Abmessung.

4. Die Auswerteschaltung

Abb. 1 zeigt den Signallaufplan der Auswerteschaltung. Ein Signalgenerator (1) regt den Zerhacker (2) zu mechanischen Schwingungen an. Dadurch wird der Strahlengang des vom Stern einfallenden Lichtes periodisch unterbrochen. In der Photodiode (3) entsteht ein Wechselstromsignal, das die Information über die Durchgangszeitpunkte trägt (Nutzsignal), und ein informationsloser Anteil (Störsignal).

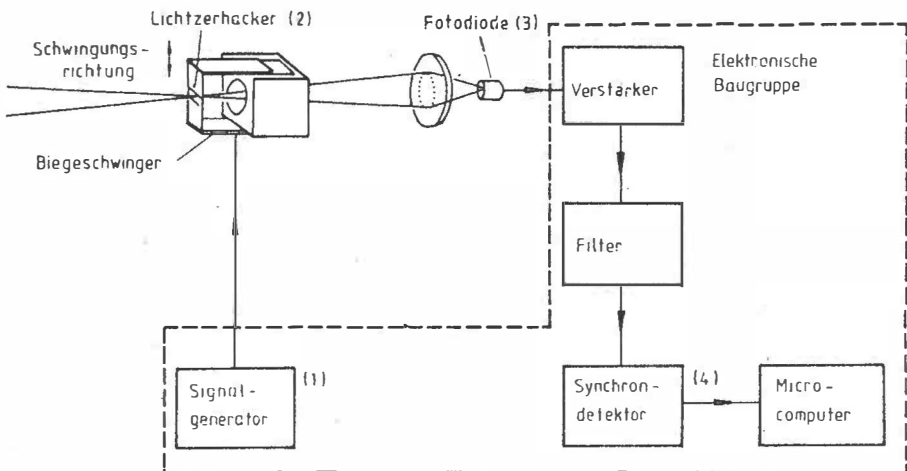


Abb. 1

Dieser Störanteil beinhaltet das thermische Rauschen, das Verstärkerrauschen und Schwankungen der Hintergrundhelligkeit. Die Amplitude des Störsignals kann weit größer als die des Nutzsignals werden. Die Hauptaufgabe der Auswerteschaltung besteht darin, das Nutzsignal vom Störsignal zu trennen.

Der Synchrondetektor (4) ist eine Baugruppe, die nur das Nutzsignal ungeschwächt verarbeitet. Signale anderer Frequenz und Phasenlage werden unterdrückt.

Störungen, die auf Helligkeits- und Ortsszintillationen des beobachteten Sterns zurückzuführen sind, werden durch ein Korrelationsverfahren im Verlauf der rechnerischen Signalauswertung ausgeschieden. Um die digitale Verarbeitung des Signals durchführen zu können, wurde ein Mikrocomputer entwickelt, der sich durch den Einsatz der stromsparenden MoS-Technologie besonders für den Einsatz in tragbaren Geräten eignet.

5. Meßanordnung und Meßergebnisse

Die Meßanordnung besteht aus dem Positionsdetektor, der auf ein Zeiss-Nivellier Ni-2 mit 60° Umlenkprisma montiert ist, einer Auswertelektronik, einer elektronischen Stoppuhr und einem Zeitzeichenempfänger (DCF 77) zur Kontrolle der Zeitabweichung der Uhr [3].

Die ersten Testbeobachtungen wurden auf dem Dach des elektrotechnischen Institutsgebäudes der TU-Wien durchgeführt. Bei Messungen in drei Beobachtungsnächten im Frühsommer 1985 konnten bei ausgezeichneten atmosphärischen Bedingungen der Stern Nr. 672 (FK4) δ Herculis mit der Helligkeit $m_{\text{vis}} = 3.99$ registriert werden. Zuverlässige Registrierungen für Sterndurchgangszeiten waren bis zu $m_{\text{vis}} = 3.5$ möglich. Die Messungen wurden mit Hilfe eines am Institut für Theoretische Geodäsie und Geophysik vorhandenen Programmes ausgewertet. Mit siebzehn beobachteten Sternen ergab sich ein mittlerer Fehler von $\pm 0.73''$ für die astronomische Breite φ und von $\pm 0.46''$ für die astronomische Länge λ . Die relativ große mittlere Unsicherheit der Zeitmessung von 46 ms ist auf die geringe Zahl von sechs gemessenen Zeitpunkten pro Stern zurückzuführen.

Literatur

- [1] *Weilguny, R.*: Aufbau eines piezoelektrischen Positionsdetektors zur automatischen Registrierung von Sterndurchgängen. Dissertation, Institut für Werkstoffe der Elektrotechnik, Technische Universität Wien, 1986.
- [2] *Weilguny, R., Fasching, G.*: Ein piezoelektrischer Positionsdetektor. *Feinwerktechnik und Meßtechnik*, im Druck.
- [3] *Weilguny, R.*: Zeitmeßeinheit mit integriertem Zeit- und Frequenznormal. Diplomarbeit. Wien 1981.

Manuskript eingelangt im Jänner 1987.