

**Zeitschrift:** Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft  
**Herausgeber:** Schweizerische Astronomische Gesellschaft  
**Band:** 39 (1981)  
**Heft:** 183

**Artikel:** Elektrische Rektaszensionsantriebe  
**Autor:** Ziegler, H.G.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-899366>

### **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:** 12.01.2026

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

# Elektrische Rektaszensionsantriebe

H. G. ZIEGLER

Heute wird wohl kaum ein Amateur sein Teleskop mit einem Gewichtsantrieb und Fliehkraftregulator nachführen, da elektrische Nachführsysteme zu erschwinglichen Preisen verfügbar sind. Dies ist in erster Linie dem Umstand zuzuschreiben, dass von zahlreichen Firmen Synchron-Kleinstmotoren mit angebautem Untersetzungsgetriebe auf den Markt gebracht wurden. Ihr breites Anwendungsspektrum in vielen Geräten und Massengütern liess eine rationelle Fertigung zu und ergab niedrige Preise. Hinzu kam, dass die Eigenschaften dieser kleinen Synchron-Getriebemotoren sehr gut den Anforderungen entsprechen, die die Nachführung kleiner Teleskope an ihren Antrieb stellt:

- Leistung und Drehmoment dieser Motoren entsprechen den Werten, die für solche Rektaszensionsantriebe erforderlich sind.
- Die verfügbaren Anbaugesetze sind mit verschiedenen Untersetzungsverhältnissen lieferbar und entheben den Amateur vom Selbstbau komplizierter Getriebeanordnungen.
- Die Drehzahl ist nicht von der Spannung abhängig und wird auch nicht durch das Drehmoment beeinflusst<sup>1)</sup>. Die Drehzahl eines Synchronmotors ist einzig von der Frequenz und von der Polzahl abhängig.

Durch den letzten Punkt ist Gewähr gegeben, dass die Nachführgenauigkeit durch die praktisch immer gegebenen Spannungsschwankungen und durch das bei solchen Nachführantrieben nie konstante Drehmoment nicht beeinträchtigt wird. Die Nachführgenauigkeit hängt damit nicht mehr von der Drehmomentcharakteristik des Motors, sondern nur noch von den kinematischen Fehlern des Antriebes, von der Aufstellungsgenauigkeit des Teleskopes und der Speisefrequenz ab. Wird der Motor aus dem Lichtnetz gespeist, dann ist bereits eine hinreichende Frequenzgenauigkeit gegeben. Die Frequenzgenauigkeit des europäischen Verbundnetzes würde sogar für anspruchsvolle Langzeitaufnahmen ausreichen und kann gar nicht ausgenutzt werden, denn ein Teleskop muss gar nicht mit konstanter Winkelgeschwindigkeit nachgeführt werden. Die Refraktion, die kinematischen Fehler in den Antriebs-elementen (Schnecke, Schneckenrad) und die begrenzte Aufstellungsgenauigkeit des Instrumentes zwingen zu manuellen Nachführkorrekturen. Man hat bei einem Synchronantrieb zwei Möglichkeiten um solche Korrekturen auszuführen:

1. Der mit konstanter Winkelgeschwindigkeit drehenden Nachführung kann über mechanische Getriebe die Korrekturbewegung überlagert werden. Von den verschiedenen dafür geeigneten Antriebsanordnungen seien hier nur das Differentialgetriebe und das Planetengetriebe erwähnt. Allen diesen mechanischen Getriebeanord-

nungen gemeinsam ist, dass der Aufwand an feinmechanischen Komponenten grösser ist. Nun ist für viele Amateure gerade die Herstellung präziser mechanischer Getriebeteile schwieriger als der Bau elektronischer Schaltungen, die für die zweite Anordnung erforderlich sind.

2. Die Drehzahl eines Synchronmotors lässt sich über die Frequenz regeln. Dazu benötigt man eine Speisequelle mit variabler Frequenz. Solche frequenzvariable Oszillatoren wurden bereits im ORION, in «Sterne und Welt» und in «Sky & Telescope» beschrieben und dürften heute wohl den meisten Amateuren bekannt sein. Nicht wenige Amateure arbeiten schon seit Jahren erfolgreich mit diesen sehr komfortablen Nachführeinrichtungen.

Man kann sich nun fragen ob es, für einen Antrieb mit variabler Geschwindigkeit, nicht sinnvoller ist einen Motor zu wählen, dessen Drehzahl über die Spannung reguliert werden kann, wie dies bei Gleichstrommotoren (DC-Motoren) der Fall ist? Eine wesentliche Eigenschaft der DC-Motoren ist, dass die Drehzahl nicht nur eine Funktion der Spannung ist, sondern auch vom Drehmoment beeinflusst wird. Man hätte daher bei einem durch einen DC-Motor angetriebenen Rektaszensionsantrieb stark störende Nachführschwankungen, weil das Drehmoment an der Schnecke eines solchen Antriebes keine konstante Grösse ist. Die Rundlauffehler von Rad und Schnecke, Verzahnungsungenauigkeiten ein nicht gleichmässiger Schmierfilm und Schmutzteilchen in der Verzahnung haben ein in beträchtlichen Grenzen schwankendes Drehmoment zur Folge. Eine durch einen Gleichstrommotor angetriebene Nachführung wäre daher kaum brauchbar. Es gibt jedoch auch hier Möglichkeiten, um diese unerwünschten Effekte auszuschalten. Es sind dies Schaltungen, durch die die drehmomentbedingten Drehzahlschwankungen in einem geschlossenen Regelkreis ausgeregelt werden. Der elektrische Aufwand für einen hochwertigen Gleichstromregelantrieb ist jedoch beträchtlich grösser als für einen frequenzvariablen Oszillator. Die stürmische Entwicklung der Elektronik und IC-Technik macht heute solche Regelschaltungen auch dem Amateur technisch und preislich zugänglich, da dafür integrierte Module und Regelbausteine erhältlich sind. Sie reduzieren den externen Schaltungsaufwand sehr stark und ihr Preis sinkt von Jahr zu Jahr.

Im folgenden Beitrag von G. MÜLLER werden zwei Regelschaltungen für DC-Motoren beschrieben. Selbstverständlich sind dies nicht die einzig möglichen Schaltungen. Wird z.B. bei leicht transportablen Montierungen die Nachführung aus einer Batterie gespeist und ein möglichst kleiner Stromverbrauch gefordert, dann sind Regelkreise mit einer Impulsweitenregelung der Motorspannung vorzuziehen. Bei einem Serietransistor als Stellglied wird viel Energie nutzlos in Wärme umgesetzt, während bei einer Impulsweitenregelung dies nicht der Fall ist.

Hier mag sich für den Leser vielleicht die Frage stellen ob dem Gleichstrommotor oder dem Synchronmotor, als Antriebselement für Nachführungen, der Vorzug zu geben ist. In der Regel lässt sich eine solche Frage erst an Hand konkreter Rahmenbedingungen und einer eingehenden

1) Selbstverständlich gilt dies nur in gewissen Grenzen. Übersteigt das dem Motor abverlangte Drehmoment einen gewissen Wert, das Kippmoment, dann bleibt er stehen. Auch bei Absinken der Spannung unter einen gewissen Wert arbeitet der Synchronmotor nicht mehr einwandfrei oder bleibt stehen. Bei zu hoher Spannung hingegen riskiert man, dass der Motor wegen Überhitzung durchbrennt.

Analyse beantworten. Gewisse Aspekte sprechen für das eine, gewisse für das andere System. Ich persönlich gebe dem Synchronmotor und frequenzvariablen Oszillator den Vorzug. Wichtiger als diese Stellungnahme scheint mir jedoch, dass dem Amateur, der Freude am Bau elektronischer Ein-

richtungen hat, hier zwei interessante Schaltungen für eine komfortable Nachführung vorgestellt werden.

Adresse des Autors:

H. G. Ziegler, Ringstrasse 1a, 5415 Nussbaumen.

## Fernrohrantrieb mit Gleichstrommotoren

GÜNTHER MÜLLER

Es sollen hier zwei Verfahren für den Antrieb eines Fernrohres mit Gleichstrommotoren beschrieben werden. Beide Verfahren haben eines gemeinsam: Die Information über den Lauf des Gleichstrommotors wird direkt am Motor oder Getriebe abgenommen. Somit wissen wir zu jeder Zeit, wie sich unser Motor verhält. Denn bei einer Korrektur des RA-Antriebes soll unser Motor gewollt auch schneller oder langsamer und nach der Korrektur wieder in dem eingestellten Drehzahlbereich mit konstanter Drehzahl laufen. Abb. 1 zeigt uns ein Prinzip der Drehzahlregelung für

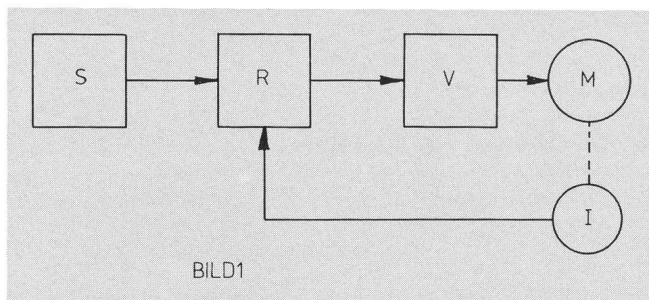


Abb. 1: Prinzip einer Drehzahlregelung für Gleichstrommotoren

S = Sollwertgeber

R = Regelung

V = Verstärker

M = Motor

I = Istwertgeber (Generator oder Lichtschranke)

Gleichstrommotoren. Wir sehen hier den Motor, den Informationsgeber (Istwertgeber) und die Regelung. Der Istwertgeber ist fest mit der Motorachse verbunden. Für den Fernrohrantrieb benötigen wir noch ein weiteres Glied, den Sollwertgeber, denn wir wollen auch den Motor für Korrekturen schneller oder langsamer laufen lassen. In der eigentlichen Regelung wird ständig der Sollwert mit dem Istwert verglichen und entsprechend dem Motor mehr oder weniger Strom geliefert.

### 1. Digitale Drehzahlregelung

Nun zum ersten Verfahren, einer Digitalen Drehzahlsteuerung für einen Gleichstrommotor. Das Herz der Steuerelektronik ist der binäre Vor-/Rückwärtszähler 74193. Durch Eingabe von Impulsen an die Eingänge 5 (T+) oder 4 (T-) wird der Zähler um 1 hoch oder zurück gesetzt. Der an den Ausgängen 2, 3, 6 und 7 in binärer Form vorliegende Zählerinhalt wird, nach Verstärkung durch die vier Schaltverstärker G 1 bis G 4, durch das angeschlossene

Widerstandsnetzwerk dezimal decodiert, so dass am Eingang des aus drei Transistoren bestehende Gleichstromverstärkers eine zwischen 0 V und 12 V in 15 Stufen veränderbare Gleichspannung zur Verfügung steht. In der Schaltung (Abb. 2) sind neben den 74193 und 7407 noch zwei Monoflops 74121, welche die vom Sollwertgeber NE 555 und vom Istwertgeber (hier Lichtschranke) kommenden Impulse in die zum Ansteuern des Zählers 74193 benötigte Form bringen. Diese Monoflops werden durch L/H-Flanken mit einer Steilheit bis herab zu 1 V/S getriggert, wenn diese an den positiven Triggereingang (Anschluss 5) gelegt werden. Die Impulsdauer beträgt hier 5  $\mu$ s. Die negierten Ausgänge  $\bar{Q}$  der Monoflops sind mit den Fakteingängen T+ beziehungsweise T- des Zählers verbunden. Impulse am Eingang T+ lassen den Zähler vorwärts zählen, wenn zu dieser Zeit der andere Takteingang, T-, High ist.

Entsprechend werden Impulse am Eingang T- rückwärts gezählt, wenn zu dieser Zeit der andere Takteingang, T+, High ist. Der Istwert (Lauf des Motors) wird über einen Optokoppler und eine Lochscheibe, die fest mit der Motor- oder Getriebeachse verbunden ist, erzeugt. Der Optokoppler besitzt eine Leuchtdiode (im UV) und einen Transistor. der Lichtstrahl wird nun von der Lochscheibe zerhackt – hier ist es pro 1 Umdrehung der Getriebeachse 1 Impuls, der dann dem Monoflop und dann dem Eingang des Zählers (T-) zugeführt wird. Die Abnahme des Istwertes durch den Optokoppler sollte da erfolgen, wo die Achse etwa 10 U/sec. macht. Das sind 10 Impulse/Sec. Der Sollwertgeber NE 555 erzeugt eine einstellbare Frequenz, die durch 10 geteilt wird und über das Monoflop dem Eingang des Zählers (T+) zugeführt wird. Bei Synchronlauf muss dann auch die Frequenz nach dem Teiler 7490 10 Hz betragen. Somit muss am Ausgang des NE 555 eine Frequenz von 100 Hz sein.

Regelung: Kommt nun eine Abweichung zwischen Sollwert und Istwert, sei es gewollt durch Ändern der Frequenz am Sollwertgeber oder Änderung am Istwertgeber (durch Spannungsschwankungen oder Belastungsänderungen) zustande, so erscheint die Abweichung im Dualcode an den Zählerausgängen 2, 3, 6 und 7 und wird nach Verstärkung durch die Schaltverstärker G 1 bis G 4 dem Gleichspannungsverstärker zugeführt, der dann den Motor mit mehr oder weniger Strom versorgt. Somit tritt eine gute Regelung ein. Angenommen der Zähler steht auf 8, dann sind die Ausgänge 2, 3 und 6 Low und 7 High; das entspricht etwa 53% der Versorgungsspannung. Das Getriebe zwischen Motor und Stundenachse sollte so ausgelegt sein, dass nun hier etwa Sternzeit erreicht wird. Würden jetzt nur Impulse