

Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 12 (1967)
Heft: 103

Artikel: Synchromotoren für Teleskopnachführungen
Autor: Ziegler, H.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-900183>

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: 12.02.2026

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

Synchronmotoren für Teleskopnachführungen

von H. ZIEGLER, Nussbaumen

Der Synchronmotor hat sich heute für den Antrieb von Teleskopnachführungen weitgehend durchgesetzt. Er wird nicht nur an kleinen und mittleren Amateurinstrumenten mit Erfolg eingesetzt, sondern auch an den Nachführungen der grössten Spiegelteleskope. Diese Verbreitung als Antriebselement für Teleskopnachführungen verdankt er einer Eigenschaft, die er allen anderen Motortypen voraus hat: *die Drehzahl des Synchronmotors ist unabhängig von den Schwankungen der Speisespannung und*, was noch wichtiger ist, *von den Änderungen des Lastdrehmomentes*. Seine Drehzahl hängt einzig von der Frequenz des Netzstromes ab, die in allen europäischen Netzen auf etwa 1 Promille konstant ist. Wenn allerdings die Spannung zu stark absinkt, oder das Lastmoment einen gewissen Grenzwert, das Kippmoment, überschreitet, dann bleibt der Synchronmotor stehen. Wir wollen uns hier jedoch nicht mit den Eigenschaften der Synchronmotoren näher auseinandersetzen, sondern nur sehen, *wie man sie auswählt, welche Fabrikate* für unseren speziellen Anwendungsfall in Frage kommen und *welche Angaben für die Bestellung* unerlässlich sind.

Das wesentliche Charakteristikum für die Auswahl eines Motors ist das geforderte *Lastdrehmoment*, das wir an unserer Nachführungswelle aufbringen müssen. Es wäre verfehlt, über die Grösse dieses Drehmomentes Vermutungen oder Schätzungen anzustellen, richtig ist es vielmehr, eine eindeutige *Messung*

durchzuführen. Allerdings muss dazu die Montierung mit dem Rohr und dem Nachführgetriebe bereits fertig vorliegen. Dies ist der richtige Weg und nicht der umgekehrte, dass man zuerst den Motor kauft und dann erst die Montierung zu bauen beginnt.

Die *Messung des erforderlichen Drehmomentes* ist recht einfach. Auf der Welle, die vom Motor angetrieben werden soll, befestigen wir eine etwa 40 mm lange und 30 mm dicke *Walze*. Ein von einer gezogenen Rundstange aus Stahl oder Aluminium abgeschnittenes Stück ist vollkommen ausreichend. Die einzig notwendige Bearbeitung ist eine genau zentrische Bohrung mit dem Mass der Welle. Auf diese Walze wird nun ein *Bindfaden* Lage an Lage aufgewickelt. Zur Erfassung des Drehmomentes wird die zur Bewegung der Welle an diesem Faden nötige Zugkraft mit einer Federwaage gemessen. Das Drehmoment errechnet sich dann zu:

$$M = \frac{D}{2} \cdot F_z \text{ (in cmp)}$$

wenn D der Durchmesser der Walze in cm ist und Fz die Zugkraft am Faden in Pond*). Bei dieser Mes-

*) 1 Pond (p) ist die Kraft, mit der 1 g Masse durch die Erdbeschleunigung von 9,81 m/s² angezogen wird. Es ist eine technische Krafteinheit und ist identisch mit dem im täglichen Sprachgebrauch benützten Gewichtgramm, das aber vom physikalischen Massegramm wohl zu unterscheiden ist.

| FABRIKAT TYP | DIMEN- SION | A E G | | | PHILIPS | | | SAIA | | SIEMENS | | | |
|--|----------------|---|--------------|-------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|---|--------------------|--|-------|--------------|-------|
| | | SSLV | M007 | SSLK | AU5005 | AU5006 | AU5050 | AMY-4 | AMY-4K | SH2a | SH3d | SH4d | |
| ANLAUFDREHMOMENT | cmp | 1.6 | 8.2 | 31 | 15 | 25 | 100 | 12 | 12 | 2.0 | 3.5 | 7 | |
| SYNCHRONDREHMOMENT | cmp | 2.4 | 16.4 | 58 | 15 | 30 | 100 | 15 / 20 | 15 / 20 | 2.5 | 5.0 | 14 | |
| ANLAUFDREHMOMENT ① | cmp | 450 | 2000 | 8000 | 3750 | 5200 | 25000 | 2500 | 2500 | 750 | 11000 | 21000 | |
| SYNCHRONDREHMOMENT ① | cmp | 650 | 4000 | 15000 | 3750 | 6250 | 25000 | 2500 | 3500 | 940 | 15000 | 42000 | |
| MOTORDREHZAHl BEI 50 HZ | U / MIN | 375 | 375 | 375 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 375 | 3000 | 3000 | |
| LEISTUNGS-AUFNAHME | WATT | 2.9 | 1.2 | 2.0 | 1.1 | 1.6 | 1.2-1.7④ | 3.0 | 3.0 | 2.5 | 6.5 | 8 | |
| SCHEINLEISTUNG | VA | 3.6 | 1.4 | 2.6 | KEINE ANGABE | KEINE ANGABE | KEINE ANGABE | KEINE ANGABE | KEINE ANGABE | 3.6 | 14 | 17 | |
| WELLENLEISTUNG | WATT | 0.007 | 0.012 | 0.155 | KEINE ANGABE | KEINE ANGABE | KEINE ANGABE | KEINE ANGABE | KEINE ANGABE | 0.012 | 0.15 | 0.43 | |
| LISTENMÄSSIGE SPANNUNGEN BEI 50 HZ | VOLT | 100 - 110 - 127 - 220 AUF ANFRAGE: 8 ····· 270 | | | 24-48-110 -117-220 | 6.3-12-24 48-117-220 | 24-48-110 -117-220 | INDIVIDUELLE ANFER- TIGUNG 6 ··· 220 | | 24 - 42 - 100 - 110 - 125 - 220 - 380 - 500 | | | |
| PREIS DES MOTORS IN NORMALAUSFÜHRUNG ③ | FR. | 16.- | 11.- | 19.- | ⑥ 8.- | 9.- | 17.50 | 16.- | — | 13.- | 14.50 | 17.- | |
| GETRIEBE TYP | | R | A | H | NORMAL- GETRIEBE | | VERSTÄRKTES GETRIEBE | NORMAL- GETRIEBE | KRAFT- GETRIEBE | A | B | C | D |
| GETRIEBE VERWENDBAR MIT MOTOR TYP | | SSLV M 007 SSLK | M 007 | SSLK | AU 5005 AU 5006 | AU 5050 | | AMY-4 | AMY-4K | WAHLWEISE MIT ALLEN TYPEN | | | |
| MAXIMAL ZULÄSSIGES GETRIEBEDREHMOMENT | cmp | 2000 | 2000 | 8000 | 2000 | 6000 | | 1000 | 2500 | 3000 | | 15000 | |
| ANZAHL LISTENMÄSSIGE GETRIEBEUNTERSETZUNGEN | | 28 | 19 | 6 | 132 | 26 | | 41 | 38 | 59 | 78 | 26 | 75 |
| GETRIEBE - MIN | U / MIN | 60 | 30 | 6 | 600 | 50 | | 60 | 2.5 | 60 | 0.1 | 0.5 | 0.1 |
| UNTERSETZUNG MAX | U / STUNDE | 1/48 | 1/48 | 60 | 1/144 | 1 | | 1/24 | 1/96 | 6.25 | 1/806 | 6.25 | 1/806 |
| PREIS DES GETRIEBES ③ | FR. | 11.- 24.- | 6.50 13.- | 19.- | 13.- 16.80 | 18.60 24.50 | | 22.- 26.- | ⑤ 38.- ⑤ 42.- | 13.- 32.- | | 23.- 52.- | |

① DREHMOMENT BEZOGEN AUF EIN MIT DEM MOTOR GEKUPPELTES GETRIEBE MIT 1 U / MIN.

② SONDERSPANNUNGEN AUF ANFRAGE UND GEGEN AUFFREIS.

③ PREISE FÜR 1 STÜCK UND NORMALAUSFÜHRUNG UNVERBINDLICH. GETRIEBEPREISE JE NACH UNTERSETZUNGSVERHÄLTNIS.

④ HOCHLEISTUNGSMOTOR MIT HILFSKONDENSATOR UND HOHEM WIRKUNGSGRAD.

⑤ INKLUSIVE MOTOR.

⑥ TYP AU 5005 WIRD HEUTE DURCH TYP AU 5006 ERSETZT.

sung ist folgender Punkt zu beachten. Wie die Erfahrung zeigt, kann das Drehmoment über eine volle Umdrehung der Stundenachse stark schwanken. Dies kann seine Ursache in einem ungenügend ausbalancierten Instrument, oder Fehlern in den Lagern und Schneckenrieben haben. Man muss daher *einen ganzen Sterntag* von Hand durchdrehen und an jenen Stellen immer wieder messen, an denen man das Gefühl hat, dass der Trieb schwer geht. Zweckmässig wird man grobe Fehler durch Nacharbeit korrigieren, wird aber den verbleibenden grössten Messwert der Auswahl des Synchronmotors zu Grunde legen. Es wäre allerdings verfehlt, einen Motor auszuwählen, der nur gerade das gemessene Drehmoment abgibt. Das Drehmoment der Nachführung kann unter Umständen beträchtlich ansteigen. Bedenken wir, dass im Winter das Öl in den Lagern und den Schneckenrieben dickflüssig wird und die Antriebsleistung dadurch wesentlich heraufgesetzt wird. In derselben Richtung wirkt sich eine Verschmutzung der Schneckenräder aus, die bei nicht gekapselten Trieben nicht zu vermeiden ist. Da der Motor auch diesen Gegebenheiten gewachsen sein muss, soll sein *Drehmoment etwa um den Faktor 3 bis 5 grösser* gewählt werden.

In der *Tabelle* sind einige bewährte Fabrikate mit ihren typischen Daten zusammengestellt. Diese Daten erfordern noch einige Bemerkungen. Aus den ersten beiden Zeilen ist ersichtlich, dass bei einigen Typen zwei verschieden grosse Drehmomente angegeben sind. Es ist ein typisches Merkmal des Synchronmotors, dass sein Drehmoment beim Anlauf aus dem Stillstand kleiner ist als sein Nennmoment. Dieses Anlaufdrehmoment kann durch konstruktive Massnahmen angehoben werden. Bei Typen, bei denen dies nicht der Fall ist, ist natürlich das Anlaufdrehmoment in Rechnung zu stellen, ansonst bestünde die Gefahr, dass der Motor in kritischen Stellungen des Getriebes nicht anläuft.

Ein für den Amateur wesentlicher Vorteil dieser *Kleinsynchronmotoren* ist, dass sie von den Herstellern mit *Zahnradgetrieben* verschiedener Untersetzungsverhältnisse lieferbar sind. Bei den angeführten Fabrikaten sind Dutzende verschiedener Drehzahlen zwischen der Motordrehzahl und einer Umdrehung pro 48 Stunden listenmässig lieferbar. Sie alle hier anzuführen, würde einige Seiten erfordern. Zur Klärung dieser Frage wende man sich daher entweder direkt an die Lieferfirma oder an den Verfasser.

Das Drehmoment, mit dem die Getriebewelle belastet werden darf, richtet sich nicht nur nach dem antreibenden Motordrehmoment und dem Untersetzungsverhältnis, sondern auch nach der Dimensionierung der Zahnräder des Getriebes. Besonders bei hohen Untersetzungsverhältnissen begrenzt das Getriebe das verfügbare Drehmoment. Dieses maximale Getriebedrehmoment ist wohl zu beachten, wenn man nicht Getriebschäden in Kauf nehmen will.

Der nächste zu erörternde Punkt ist die Spannung.

Alle in der Liste angeführten Motoren werden für 220 V Normalspannung geliefert. Eine davon abweichende Spannung bedingt einen Mehrpreis von durchschnittlich Fr. 3.-. Trotzdem sollte sich der Amateur nur Geräte für 6 oder 12 Volt anschaffen; die Gründe dafür sind folgende:

- 220 Volt ist eine Spannung, die absolut tödlich wirken kann. Da der Amateur erfahrungsgemäss an seinen Einrichtungen oft wenig fachgerecht «herumbasteln» wird, ist diese Gefahr besonders gross. Man hüte sich, dies zu unterschätzen, da sich 80% der Todesfälle bei 220 V ereignen.
- Es ist für den Laien und selbst für den nicht konzessionierten Fachmann verboten, Installationen mit 220 V selbst auszuführen. Da der Amateur auf das Basteln angewiesen ist, bleibt ihm nur die Wahl von 6 oder 12 Volt Kleinspannung.
- Man benötigt für alle Beleuchtungseinrichtungen am Instrument sowieso 6 Volt, so dass es nicht sinnvoll wäre, für die Nachführung eine andere Spannung zu verwenden.
- Sind für alle Steuerzwecke und die modernen Transistorschaltungen gerade 6 bis 24 Volt erforderlich.

Die einmaligen Aufwendungen für die Anschaffung eines Transformators mit 6 bis 12 Volt Sekundärspannung fallen so wenig ins Gewicht, dass sich diese auf jeden Fall lohnen, zumal ein solcher Trafo vom Amateur für die verschiedensten anderen Aufgaben verwendet werden kann.

Speist man den Synchronmotor aus einem solchen Trafo, dann sind die in den Zeilen «Leistungsaufnahme» und «Scheinleistung» angegebenen Werte nicht kritisch. Wollen wir jedoch den Motor über einem frequenzregelbaren Transistoroszillator aus einer Batterie betreiben, dann fallen diese Leistungswerte sehr ins Gewicht. Wir müssen dann bei gegebenem Drehmoment auf möglichst kleine Scheinleistungswerte achten, was nicht bei allen Typen der Fall ist.

Ein wichtiger Punkt für die Bestellung ist die *Drehrichtung*. Die Drehrichtung dieser Kleinsynchronmotoren ist konstruktiv festgelegt und kann nachträglich nicht geändert werden. Wenn wir also nicht wünschen, dass die Sterne mit der doppelten Geschwindigkeit aus dem Gesichtsfeld wandern, dann müssen wir die richtige Drehrichtung bei der Bestellung vorschreiben. In der Technik ist die Drehrichtung folgendermassen definiert: Man blickt frontal auf die zu betrachtende Welle. Rechtslauf ist dann die Drehrichtung des Uhrzeigers, Linkslauf jene entgegen dem Uhrzeigersinn. Nach dieser Definition hat also der antreibende Motor immer die entgegengesetzte Drehrichtung als die von ihm anzutreibende Welle. Als Beispiel sei die Stundenachse gegeben, die von hinten in Richtung auf den Himmelspol betrachtet wird und in nördlichen Breiten «Linkslauf» aufweist.

Die in der Tabelle angegebenen Typen sollten bei einigermaßen sorgfältig gebauten Nachführungen für Spiegelteleskope bis zu 250 mm ausreichen. Für grössere Instrumente müsste auf leistungsfähigere Motoren mit entsprechend stärker dimensionierten Getrieben zurückgegriffen werden. Da jedoch die Zahl solcher Instrumente nicht gross ist, wurde auf die

Aufnahme dieser Typen in die Tabelle verzichtet. Der Verfasser gibt Amateuren für solche Anwendungsfälle gerne nähere Auskunft.

Zum Schluss sei noch ein fiktives Bestellungsbeispiel angegeben, aus dem ersichtlich ist, wie man einen Synchronmotor bei der Bestellung spezifiziert.

- 1 Stück Synchronmotor Typ XK 5
für 6 Volt 50 Hz
direkt gekuppelt mit Getriebe Typ G 2
für ein Maximaldrehmoment von 6500 cmp
Drehzahl der Getriebewelle: 1 Umdr. in 2 Min.
Drehrichtung der Getriebewelle: Rechtslauf.

Lieferanten:

AEG Elektron AG, Tel. 051/25 59 10
Seestrasse 31
8027 Zürich

Philips AG
Abt. Electronica, Tel. 051/44 22 11
Räffelstrasse 20
8045 Zürich

Saia AG
Fabrik elektrischer Apparate
3280 Murten Tel. 037/71 31 61

Siemens Elektrizitätserzeugnisse AG, Tel. 051/25 36 00
Löwenstrasse 35
8001 Zürich

Bibliographie

Astrophysics and Space-Science Library. – D. Reidel Publishing Company, Dordrecht, Holland.

Les derniers volumes de cette série de publications sont:

- Volume 4: An Introduction to the Study of the Moon. Z. KOPAL. 1966; 464 pages.
Volume 5: Radiation Trapped in the Earth's Magnetic Field. Proceedings of the Advanced Study Institute Bergen, August 1965. Edité par B. M. McCORMAG. 1966; 924 pages.
Volume 6: The Early Type Stars. ANNE B. UNDERHILL. 1966; 282 pages.
Volume 7: Introduction to Celestial Mechanics. J. KOVALEWSKI. 1967; 128 pages.
Volume 8: Measure of the Moon. Proceedings of the Second International Conference on Selenodesy and Lunar Topography, Manchester, May 1966. Edité par Z. KOPAL et C. L. GOUDAS. 1967; 480 pages.

Pour la première fois depuis la création de cette intéressante série de livres, des monographies (vol. 4, 6 et 7) ont été publiées à côté des relations de symposiums (vol. 5 et 8). (Pour les volumes 1 et 2 voir ORION 11 [1966], no. 93/94, p. 68, volume 3 id. no. 97, p. 156.)

Le volume 4 est une *Introduction à l'étude de la Lune*. «Après de nombreuses décennies passées dans la semi-obscurité astronomique, la Lune s'est brusquement révélée un objet d'étude d'un intérêt considérable pour les étudiants en astronomie et ceux des autres branches des sciences naturelles et de la technologie (...). La Lune est le premier corps céleste du voisinage de notre globe à être exploré de près à l'aide d'engins construits et lancés par l'homme.» L'auteur se propose donc de donner cette introduction à l'étude de la Lune «fondée sur nos connaissances en astronomie, en physique et en chimie, mettant l'accent plutôt sur les principes et les méthodes que sur une énumération des tout derniers exploits – qui se succèdent d'année en année.» La première partie, consacrée au mouvement de la Lune et à la dynamique du système Terre-Lune, est un chapitre de mécanique céleste (mouvement orbital, rotation de la Lune, conséquences optiques et photométriques, éclipses). La seconde

partie traite de la constitution intérieure du globe lunaire, fournissant une base solide à la troisième partie: Topographie de la surface lunaire. En effet, cette surface peut être considérée d'une part comme «condition limite» de tout ce qui se passe à l'intérieur et d'autre part comme «compteur d'impacts» d'événements extérieurs qui ont buriné la face lunaire depuis des temps immémoriaux. C'est cette dernière partie qui intéressera tout particulièrement l'observateur de la Lune; elle constitue une synthèse de nos connaissances accumulées depuis Galilée et, à la fois, une vaste perspective de ce qui reste à faire, non seulement à l'aide d'engins spatiaux mais également avec des moyens optiques à partir de la Terre. Une dernière partie est consacrée à la radiation et à la structure de la surface lunaire: sujet de première actualité puisqu'on y étudie toutes les sortes de radiation, propre et rediffusée et de toutes les longueurs d'onde.

Ce volume brosse un tableau très vivant et compréhensible de notre savoir sélénographique, sélénodétique, sélénophysique et sélénologique et peut être vivement recommandé à tous ceux qui aimeraient approfondir leurs connaissances; il leur fournira également des suggestions quant à des études à entreprendre et des observations à faire.

Le volume 8 de la série est également consacré à la *Lune*, mais son contenu est plus spécialisé: il est constitué par le texte des 38 exposés présentés lors de la seconde conférence sur la sélénodésie et la topographie lunaire en mai 1966 à Manchester (Angleterre). 42 chercheurs, venus de 13 pays, ont fait le point des connaissances acquises des dimension, forme, topographie et champ gravitationnel lunaires en vue de vols circumlunaires et d'atterrissages. Cet ouvrage est un heureux complément au volume 4.

Le volumineux ouvrage sur «*La radiation captée dans le champ magnétique de la Terre*» (vol. 5) est le compte rendu de deux semaines d'études en août 1965 à Bergen (Norvège). Les 59 conférences, communications et discussions reflètent, certainement d'une manière très complète, l'état de nos connaissances du voisinage immédiat de notre Terre et des phénomènes, loin d'être compris, qui s'y déroulent (p. ex. les ceintures van Allen), phénomènes qui revêtent une importance vitale pour la recherche spatiale et pour les vols lunaires, mais aussi pour la vie sur Terre.

Citons, pour terminer, le volume 6 consacré aux «*Etoiles des premiers types spectraux*» et édité pour honorer l'astronome américain OTTO STRUVE († 1963). L'auteur, astronome à l'Observatoire «Sonnenborgh» à Utrecht (Pays-Bas), réussit à donner sur moins de 300 pages une vue d'ensemble des recherches et des résultats de l'observation des étoiles chaudes (types W, O et B) en ne négligeant ni la théorie ni les méthodes d'investigation. Ces étoiles lumineuses, jeunes mais relativement peu nombreuses, jouent un rôle important dans l'étude des structures galactique et stellaire. Une bibliographie d'une douzaine de pages complète l'ouvrage.

Il nous paraît que les éditeurs ont, avec cette série, trouvé une formule très heureuse qui permet aux astronomes et à ceux qui aiment à se tenir au courant de suivre de près l'évolution rapide de l'astrophysique et de la recherche spatiale.

F. EGGER

B. HUGHES: *Regiomontanus on Triangles*. American University Publishers Group Ltd., 26–28 Hallam St., London W. 1.

Pour qui s'intéresse à l'histoire des sciences, ce livre est d'un grand attrait car il reproduit le texte latin de la première édition originale du livre de JOHANN MÜLLER, dit REGIOMONTANUS, sur la page de gauche, tandis que le page de droite en donne la traduction. Dans les cinq livres de «*De triangulis omnimodis*», REGIOMONTANUS ne se contenta pas seulement d'unifier et d'organiser les connaissances trigonométriques de son temps, mais y ajouta sa propre contribution: solutions algébriques, établissement des premières formules concernant la surface des triangles, et début de la trigonométrie sphérique. Le traducteur, le Père HUGHES, directeur du Saint Mary's High School de Stockton, en Californie, est à la fois latiniste et mathématicien, ce qui est rare mais aussi très précieux en pareil cas.

E. ANTONINI