

**Zeitschrift:** Bulletin de l'Association suisse des électriciens  
**Herausgeber:** Association suisse des électriciens  
**Band:** 25 (1934)  
**Heft:** 8

**Artikel:** Ueber die Beurteilung von Kurzschlussläufermotoren  
**Autor:** Voigt, Hanskarl  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1056548>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 24.12.2024

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

guérison des blessures assez sérieuses qu'il s'attira à trois doigts nécessita 6 semaines.

Deux accidents légers eurent lieu à des installations au gaz néon; dans les deux cas le courant avait été réenclenché trop tôt, avant que la réparation fut terminée.

Il ressort de l'énumération de ces différents cas qu'avec un peu plus de prudence d'une part de nombreux accidents auraient pu être évités et que d'autre part il y a lieu de poursuivre les efforts tendant à améliorer les appareils et les mises à terre.

## Ueber die Beurteilung von Kurzschlussläufermotoren<sup>1)</sup>.

Von Hanskarl Voigt, Hannover.

621.313.333

*Es wird gezeigt, dass «Anlaufoszillogramme» nicht geeignet sind, ein allgemein gültiges Bild von dem Verhalten eines Motors bei Stern-Dreieck-Anlauf zu geben. Es kann aus ihnen wohl der Einschaltstromstoss, nicht aber der Umschaltstromstoss ermittelt werden.*

*L'auteur montre que les «oscillogrammes de démarrage» ne suffisent pas pour donner une image complète de la manière dont se comporte un moteur lors du démarrage en étoile-triangle. Ils permettent de déterminer l'à coup de courant à l'enclenchement, mais non l'à coup au passage du couplage en étoile au couplage en triangle.*

Der beim Einschalten eines Drehstromasynchronmotors mit Kurzschlussläufer auftretende hohe Einschaltstromstoss hat einen entsprechenden Spannungsabfall in der Zuleitung und damit eine Schwankung der Helligkeit der an das gleiche Netz angeschlossenen Beleuchtungskörper zur Folge. Dieser Umstand vor allem hatte die öffentlichen Elektrizitätswerke veranlasst, den Anschluss dieser — sonst idealen — Motoren nur bis zu einer gewissen Höchstleistung zuzulassen; wie weit diese Massnahme tatsächlich berechtigt ist, soll hier nicht erörtert werden.

Neuerdings sind die Elektrizitätswerke in der Zulassung von Asynchronmotoren mit Kurzschlussläufern, insbesondere mit Stromverdrängungsläufern, etwas grosszügiger geworden; alle Werke machen aber wohl die Zulassung von solchen Motoren zum Anschluss an ihr Netz von gewissen Bedingungen abhängig. Diese erstrecken sich in erster Linie auf die Stromstösse, die beim Einschalten oder beim Umschalten von Stern- auf Dreieckschaltung auftreten. Es ist also nötig, die Höhe dieser Stromstösse zu ermitteln. Der Gedanke, eine Messung des Einschaltstromstosses durch Festbremsen des Motors bei voller Spannung vorzunehmen, liegt nahe; hierbei würde man aber leicht ungenaue Ergebnisse erhalten, da die schnelle Erwärmung des Motors bei der grossen Wärmeüberlastung die Messung sehr erschwert; ausserdem besteht die Gefahr, den Motor zu beschädigen<sup>2)</sup>. Eine Messung des meist noch wichtigeren Umschaltstromstosses wäre auf diese Weise auch gar nicht möglich.

Die Verwendung eines Instrumentes mit vorgeschobenem Zeiger zur Messung der Anlaßströme,

wie es im § 10 der alten VDE-«Anschlussbedingungen» noch verlangt wird, ist ebenfalls zu verwerfen; denn hierbei wird das Ergebnis je nach Bauart des gerade verwendeten Instrumentes mehr oder weniger stark vom Rush (siehe später) beeinflusst<sup>3)</sup>.

Oft wird heute von den Elektrizitätswerken die Aufnahme von Anlaufoszillogrammen verlangt, aus denen dann entnommen wird, ob der Ein- bzw. Umschaltstromstoss ein bestimmtes Vielfache des Nennstromes überschreitet oder nicht. Die Firmen, die Stromverdrängungsmotoren bauen — um solche handelt es sich in erster Linie —, sind daher fast allgemein dazu übergegangen, in ihren Prospekten solche Anlaufoszillogramme zu veröffentlichen. Es mag daher angezeigt sein, einmal darauf hinzuweisen, dass ein Anlaufoszillogramm nicht geeignet ist, ein *allgemein* gültiges Bild von dem Verhalten eines Motors zu geben; es kann wohl den Einschaltstromstoss, von einer eventuell übergelagerten Einschalterschwingung abgesehen (vergleiche Fig. 3 und 5 bis 7), eindeutig wiedergeben, aber in bezug auf den Umschaltstromstoss immer nur einen mehr oder weniger zufälligen Einzelfall darstellen.

Wird ein Drehstromasynchronmotor mit Kurzschlussläufer mit einem Stern-Dreieck-Schalter angelassen, so ist die Drehzahl, die er in der Stern-Schaltung erreicht, vom Gegendrehmoment abhängig; der beim Umschalten auf Dreieck auftretende Umschaltstromstoss ist also auch durch das Gegendrehmoment bedingt; dieser Umstand wird auch wohl immer berücksichtigt. Uebersehen wird aber oft, dass der Umschaltstromstoss auch von der Schnelligkeit des Umschaltens und vom Trägheitsmoment der umlaufenden Massen abhängt; denn beides bedingt die Höhe des Drehzahlabfalles während der Umschaltzeit. Ferner kann auf die Höhe des Stromstosses von Einfluss sein, in welchem Augenblicke die Wiedereinschaltung erfolgt, und

<sup>1)</sup> Die Arbeit ist ein Auszug aus der Dissertation des Verfassers (T. H. Hannover 1932).

<sup>2)</sup> M. Liwshitz, Siemens-Z. 1925, Nr. 3, S. 131; M. Liwshitz, ETZ 1930, Nr. 27, S. 962; M. Liwshitz, Vortrag, gehalten am 10. Sept. 1930 in Essen auf der 234. Vereinsversammlung des Elektrotechnischen Vereins des Rheinisch-Westfälischen Industriebezirkes zu Dortmund e. V.

<sup>3)</sup> M. Liwshitz, Siemens-Z. 1925, Nr. 3, S. 131.

ob alle drei Phasen genau gleichzeitig geschaltet werden; denn von diesen Zufälligkeiten, die sich einer Vorausbestimmung wohl meist entziehen, ist der «Rush» abhängig, der durch elektrische Ausgleichsvorgänge bedingte kurzzeitige Stromstoss. Dieser sollte bei Ermittlung des Ein- bzw. Umschaltstromstosses nicht mitgerechnet werden, da er wegen seiner ausserordentlich kurzen Dauer (vergleiche Fig. 6 und 7) von geringerer Bedeutung

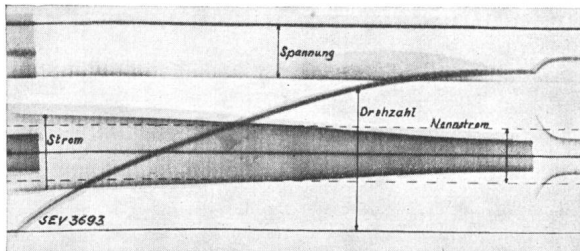


Fig. 1.  
Anlauf gegen grosse Schwungmassen. Kurze Umschaltzeit.  
Einschaltstromstoss  $\sim 1,4 \cdot$  Nennstrom.  
Umschaltstromstoss  $\sim 1,6 \cdot$  Nennstrom.

ist<sup>4)</sup>. Bei ungünstigem Auftreten kann er es aber schwierig oder gar unmöglich machen, eindeutig anzugeben, von wo ab der eigentliche Stromstoss zu rechnen ist (vergleiche Fig. 4).

Diese Verhältnisse sollen nachfolgend an einigen Anlaufoszillogrammen veranschaulicht werden. Die Oszillogramme Fig. 1 bis 5 wurden an einem Stromverdrängungsmotor von 3,7 kW, Fabrikat A, Fig. 6 und 7 an einem Stromverdrängungsmotor von 15 kW, Fabrikat B, aufgenommen.

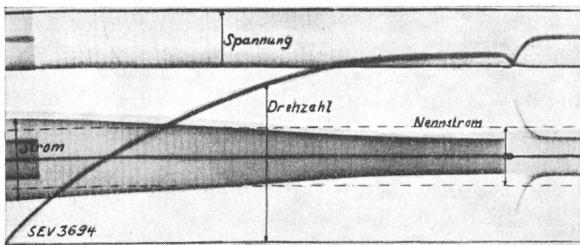


Fig. 2.  
Anlauf gegen grosse Schwungmassen. Lange Umschaltzeit.  
Einschaltstromstoss  $\sim 1,4 \cdot$  Nennstrom.  
Umschaltstromstoss  $\sim 2 \cdot$  Nennstrom.

Fig. 1 zeigt den Verlauf von Strom und Drehzahl während des Anlaufs gegen grosse Schwungmassen, aber ohne weitere Belastung. (Die Spannung wurde mitgeschrieben, um bei einer etwaigen Abweichung von der Nennspannung eine Umrechnung von Strom und Beschleunigungsdrehmoment auf Nennspannung zu ermöglichen.) Der Motor wurde mit einem modernen Stern-Dreieck-Schalter der Firma Siemens-Schuckert angelassen. Während der geringen Umschaltzeit, die der Schalter erfordert, konnte infolge der grossen Schwungmassen kein merkbarer Drehzahlabfall eintreten. Der Umschaltstromstoss wird daher verhältnismässig gering

4) Siehe Fussnote 2.

und nur unwesentlich grösser als der Einschaltstromstoss.

Den gleichen Anlauf zeigt Fig. 2; nur wurde hier ein Stern-Dreieck-Schalter älterer Bauart verwendet, der eine längere Umschaltzeit erfordert; daher tritt trotz der grossen Schwungmassen ein geringer Drehzahlabfall während des Umschaltens ein, der genügt, um den Umschaltstromstoss gegenüber Fig. 1 merkbar zu vergrössern.

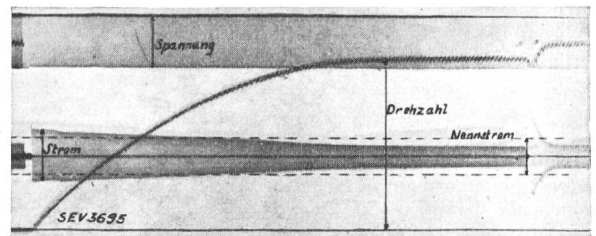


Fig. 3.  
Anlauf gegen kleine Schwungmassen. Kurze Umschaltzeit.  
Einschaltstromstoss  $\sim 1,4 \cdot$  Nennstrom.  
Umschaltstromstoss  $\sim 1,9 \cdot$  Nennstrom.

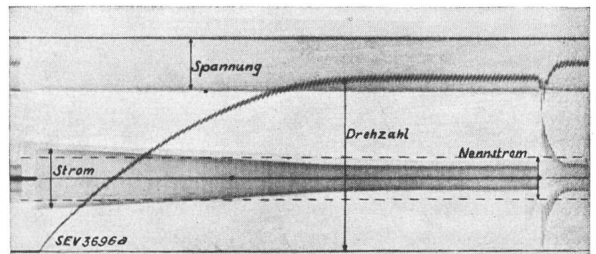


Fig. 4.  
Anlauf gegen kleine Schwungmassen. Kurze Umschaltzeit.  
Einschaltstromstoss  $\sim 1,4 \cdot$  Nennstrom.  
Umschaltstromstoss  $\sim 2,3 \cdot$  Nennstrom.

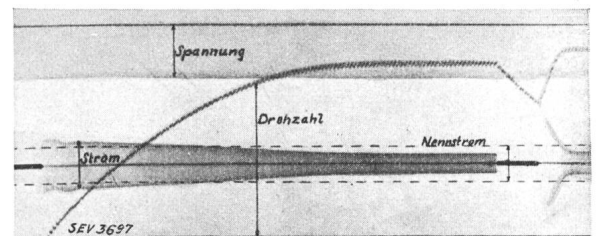


Fig. 5.  
Anlauf gegen kleine Schwungmassen. Lange Umschaltzeit.  
Einschaltstromstoss  $\sim 1,4 \cdot$  Nennstrom.  
Umschaltstromstoss  $\sim 2,8 \cdot$  Nennstrom.

Fig. 3 und 4 zeigen den Anlaufvorgang des gleichen Motors mit geringer Schwungmasse und mit schnellstmöglicher Umschaltung. Wegen des Fehlens nennenswerter Schwungmassen tritt trotz der kurzen Umschaltzeit ein geringer Drehzahlabfall und damit ein grösserer Umschaltstromstoss auf als in Fig. 1. Dieser ist aber in beiden Oszillogrammen, obgleich sie genau den gleichen Anlaufvorgang darstellen, noch sehr verschieden; er ist in Fig. 4 grösser als in Fig. 3, was durch den Rush zu erklären ist, der in Fig. 4 den Beginn des eigentlichen Stromstosses nicht sicher erkennen lässt.

Bei Aufnahme des Oszillogrammes Fig. 5 verursachte das Fehlen grösserer Schwungmassen und

die verhältnismässig langsame Umschaltung mit dem älteren Stern-Dreieck-Schalter einen grossen Drehzahlabfall und damit auch einen entsprechend grossen Umschaltstromstoss.

Fig. 6 und 7 zeigen den Leeranlauf eines anderen Stromverdrängungsmotors, der ebenfalls mit Stern-Dreieck-Schalter angelassen wurde. Der Unter-

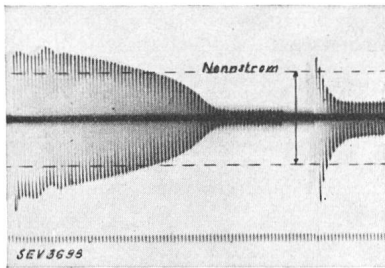


Fig. 6.  
 Leeranlauf gegen kleine Schwungmassen.  
 Einschaltstromstoss  $\sim 1,6 \cdot$  Nennstrom.  
 Umschaltstromstoss  $\sim 1,5 \cdot$  Nennstrom.

schied im Rush bei beiden Oszillogrammen ist deutlich zu erkennen und zeigt wieder dessen Abhängigkeit vom Augenblick des Einschaltens.

Angesichts der Unsicherheit, mit der aus einem Anlaufoszillogramm der beim Anlassen eines Kurzschlussläufermotors mit Stern-Dreieck-Schalter auftretende Umschaltstromstoss entnommen werden kann, erscheint es richtiger, diesen Stromstoss mit Hilfe des bekannten Gegendrehmomentes aus den Betriebskurven zu ermitteln; diese können für den erforderlichen Bereich (in Fig. 8 der ausgezogene

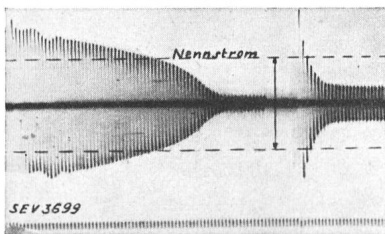


Fig. 7.  
 Leeranlauf gegen kleine Schwungmassen.  
 Einschaltstromstoss  $\sim 1,6 \cdot$  Nennstrom.  
 Umschaltstromstoss  $\sim 1,5 \cdot$  Nennstrom.

Teil der Kurven) dem indirekt zu ermittelnden Stromdiagramm entnommen werden.

Fig. 8 zeigt für den 3,7 kW-Motor, Fabrikat A, an dem auch die Oszillogramme Fig. 1 bis 5 aufgenommen wurden, den Verlauf des Drehmomentes  $M_{St}$  bei Stern- und  $M_D$  bei Dreieck-Schaltung, sowie den Strom  $I_D$  bei Dreieck-Schaltung abhängig vom Schlupf  $s$ , bzw. von der Drehzahl  $n$ . Ferner ist der Verlauf eines angenommenen Gegendrehmomentes  $M_G$  eingetragen. Der Schnittpunkt der Kurven  $M_G = f(n)$  und  $M_{St} = f(n)$  liefert die Drehzahl  $n_{St}$ , die der Motor in Stern-Schaltung erreichen kann. Erfolgt jetzt die Umschaltung auf Dreieck-Schaltung im theoretischen Grenzfall in unendlich kurzer Zeit, so ergibt sich aus der Kurve  $I_D = f(n)$  ein ganz bestimmter «Umschaltstromstoss»  $I_u$ , der bei gegebenem Gegendrehmoment nie unterschritten werden kann,

der aber bei Verwendung guter Schaltgeräte auch nicht wesentlich überschritten werden wird. Dieser «Umschaltstromstoss» gibt in Verbindung mit dem Gegendrehmoment — aber auch nur dann! — ein einwandfreies Bild von den Anlauf-eigenschaften des untersuchten Motors, soweit es sich um den Umschaltstromstoss handelt. Der Einschaltstromstoss dagegen ist nach wie vor dem Anlaufoszillogramm zu entnehmen, wenn man ihn nicht durch eine möglichst rasch durchzuführende Messung bei festgebremstem Läufer ermitteln kann.

Da der Umschaltstromstoss nicht allein vom Motor, sondern auch vom Gegendrehmoment abhängig ist, sollte man nicht vom Motor verlangen, dass sein Stromstoss beim Umschalten ein bestimmtes Mass nicht überschreitet, sondern lieber angeben, welches Gegendrehmoment noch zulässig ist, wenn ein bestimmter Umschaltstromstoss nicht überschritten werden soll, und die Anwendung des Stern-Dreieck-Anlaufs auf Antriebe mit bestimmten Eigenschaften beschränken.

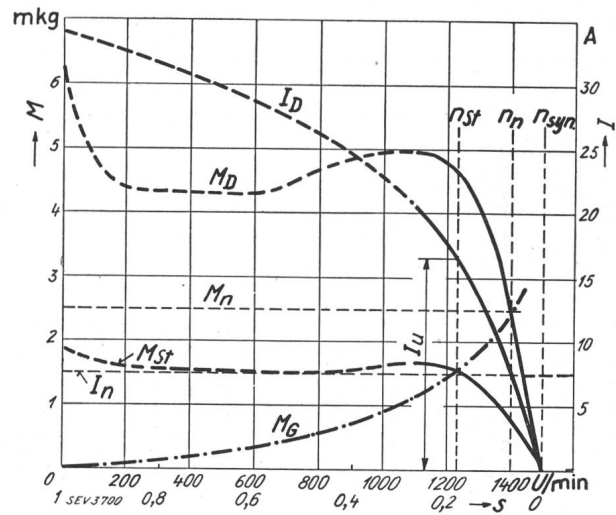


Fig. 8.

Will man beispielsweise verlangen, dass der Umschaltstromstoss nicht grösser als das 1,6fache des Nennstromes sein soll, so genügt es, festzusetzen, dass Stern-Dreieck-Anlauf nur für solche Antriebe zulässig ist, bei denen das Gegendrehmoment bei der in Stern-Schaltung erreichten Drehzahl nicht grösser ist, als etwa höchstens 50% des Nenndrehmomentes.

Vorstehende Ausführungen sollen keineswegs die Bedeutung der Anlaufoszillogramme für die Beurteilung von Stromverdrängungsmotoren vollkommen in Abrede stellen. Es soll lediglich davor gewarnt werden, aus ihnen irgendwelche Eigenschaften eines Motors herauszulesen, die er unter anderen Betriebsverhältnissen nicht mehr aufweisen kann. Damit würde auch ein Umstand fortfallen, der geeignet ist, die Anlaufoszillogramme ganz allgemein in Misskredit zu bringen. Ein Anlaufoszillogramm ist wohl geeignet, den Einschaltstromstoss eines Motors festzustellen; der Umschaltstromstoss dagegen darf nicht aus ihm entnommen werden.