

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 29 (1938)
Heft: 14

Artikel: Mehr Kurzschlussankermotoren!
Autor: Hopferwieser, St.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1059388>

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: 28.04.2025

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

Tableau IV.

Chiffres établis par MM. Marshall & Snow		Chiffres établis par "The New York Power Authority"		
Consommation annuelle par abonné ménager	Prix de revient du kWh chez l'abonné ménager	Consommation annuelle par abonné ménager	Prix de revient du kWh chez l'abonné ménager	
			total	part des frais de distribution B. T.
kWh	cents	kWh	cents	cents
200	10,47	600	3,5	2,5
350	6,94	1 200	2,7	1,7
550	5,28	2 400	2,1	1,1
3 000	2,21	4 800	1,7	0,7

Il va sans dire que les chiffres susmentionnés sont basés sur des estimations. Toutefois, ils ne diffèrent pas beaucoup de ceux du tableau V qui se rapportent aux consommations enregistrées à Winnipeg (ville du Canada d'env. 250 000 habitants).

Tableau V.

Année	Nombre d'abonnés	Consommation annuelle par abonné ménager		Prix de vente moyen du kWh chez l'abonné ménager
		kWh	h	
1917	?	618	?	?
1925	35 467	2436	(3200)	1,11
1927	37 053	3064	(3400)	1,01
1931	40 014	4169	(3600)	0,88
1935	40 444	4616	(3800)	0,83
1936	40 551	4700	?	0,83
1936				
Eclairage	40 551	700		2,35
Cuisson	25 481	2040		0,945
Chauffe-eau	20 375	5400		0,389

Les chiffres entre parenthèses indiquent l'utilisation annuelle (en heures) de la puissance installée se rapportant aux ventes pour les applications domestiques.

D'autres citent en faveur de la possibilité de baisser progressivement les tarifs pour les applications domestiques de l'électricité le fait que depuis le début du siècle les frais de distribution ont baissé de plus de 40 %.

Sur la base des théories précitées, M. Ross entrevoit la possibilité de porter les consommations annuelles moyennes par abonné ménager à 10 000 kWh. Actuellement sur certains secteurs de son entreprise sur lesquels sont branchés une centaine

de ménages exclusivement, la consommation annuelle moyenne enregistrée se monte à 7746 kWh par abonné.

4° Conclusions.

Il est évident qu'il ne pourrait être question de généraliser les théories précitées qui se rapportent aux conditions particulières des Etats-Unis. En particulier celles qui ont trait aux possibilités d'augmentation de la consommation moyenne par abonné domestique semblent être subordonnées aux conditions spéciales de la ville de Seattle.

Toutefois, il convient de signaler qu'à Seattle, pour les deux entreprises combinées, le nombre d'abonnés qui cuisent à l'électricité est égal à la moitié du nombre de ménages et que les consommations moyennes annuelles par abonné ménager enregistrées dans cette ville comptent parmi les plus élevées des moyennes atteintes dans les diverses localités des Etats-Unis. Ceci est d'autant plus remarquable que des mines de charbon se trouvent aux portes de Seattle et que grâce à son port de mer, cette ville peut être alimentée à des conditions avantageuses en combustibles liquides. Cependant, il est permis de douter que l'entreprise municipale de Seattle eût obtenu les mêmes résultats si cette ville était alimentée en gaz naturel ou si l'entreprise municipale devait supporter les charges fiscales dont les entreprises privées sont grevées aux Etats-Unis.

En ce qui concerne les consommations spécifiques extraordinaires enregistrées à Winnipeg, auxquelles il est fait allusion sous 3° ci-dessus, il n'y a pas de doute que ces consommations élevées ont été atteintes avant tout grâce aux tarifs très bas pour les applications thermiques (cuisson et chauffe-eau) et que ces tarifs n'auraient jamais pu être abaissés au niveau actuel si l'entreprise municipale était soumise au même régime fiscal que les entreprises privées au Canada.

Les expériences faites à Seattle montrent entre autres que *propagande et tarification marchent de pair*, et que cette question est extrêmement importante. Par contre, il semble qu'à Seattle, comme aux Etats-Unis en général, on attache beaucoup moins d'importance aux questions relatives à l'équivalence de prix entre les divers agents de chaleur et l'énergie électrique pour la cuisson, les chauffe-eau et d'autres applications ménagères.

Mehr Kurzschlussankermotoren!

Von St. Hopferwieser, Baden.

621.313.333.2

Die Vorzüge des Motors mit Kurzschlussanker rechtfertigen die vermehrte Verwendung dieses Motors. Es wird angeregt, in den Bestimmungen für den Anschluss von Motoren mit Kurzschlussanker an öffentliche Werke bestehende Hemmungen, soweit sie nicht durch objektive Tatsachen gerechtfertigt sind, zu beseitigen.

Les avantages du moteur à induit en court-circuit justifient son emploi toujours croissant. L'auteur suggère d'éliminer des prescriptions pour le raccordement de ces moteurs toutes les dispositions qui ne supportent pas un examen critique objectif.

Vor allem: Der Motor mit Kurzschlussanker ist nicht nur die billigste und wirtschaftlichste, sondern für die allgemeine Verwendung auch die beste und

betriebstüchtigste Antriebsmaschine. Ein einziger Nachteil, die grössere Stromaufnahme im Anlauf, hat diesen vorzüglichen Motor so in Verruf ge-

bracht, dass er oft selbst dort abgelehnt wird, wo andere Motoren mit gleichen oder grösseren Anlaufströmen unbedenklich zugelassen werden.

Und doch verfügt die Elektro-Industrie über genügend Mittel, um auch diesen einen Mangel teilweise oder ganz zu beseitigen. Sie lassen sich in zwei Gruppen unterscheiden:

- a) solche, die in einer besonderen Ausführung oder Auslegung des Motors bestehen, und
- b) solche, die nur auf den Anlauf Einfluss nehmen und die Ausführung des Motors selbst nicht berühren.

a) Kurzschlussankermotoren mit verringertem Anlaufstrom.

Schon vor nahezu 50 Jahren wurde in dem Bemühen, den Anlaufstrom zu verkleinern, der Motor mit Doppelstabanker erfunden. Man spricht daher von diesen und ähnlich bezeichneten Motoren (Doppelnut- oder Doppelkäfigankermotoren) zu Unrecht als von der modernsten Ausführungsform. Tatsache ist lediglich, dass diese Motoren erst seit 1 bis 2 Jahrzehnten vermehrtes Interesse finden. Durch verschiedene Ausführung des Rotors solcher Motoren können die Anlaufeigenschaften — Strom und Drehmoment — in weiten Grenzen verändert werden, so dass sie sich selbst strengen Anschlussbedingungen anpassen lassen. Man darf allerdings nicht übersehen, dass die radikale Verbesserung der Anlaufeigenschaften, zumal bei kleineren Motoren, nur auf Kosten anderer Eigenschaften (Wirkungsgrad, $\cos \varphi$ und Ueberlastbarkeit) und insbesondere auf Kosten des Preises möglich ist. Es ist daher durchaus berechtigt, wenn gegen die *allgemeine* Verwendung dieser Motoren Stellung genommen wird.

Es ist aber auch ein Irrtum, auf die Anlauf-Eigenschaften ausschliesslich nach der Ausführung des Rotors zu schliessen, denn diese Eigenschaften werden nicht nur durch die Rotor-Bauart, sondern auch durch Typen-Grösse und noch mehr durch die Polzahl wesentlich beeinflusst. Der Motor mit Vielnutanker, den man heute ganz allgemein als sogenannten «Normal-Motor» für kleinere und mittlere Leistungen bevorzugt, vereinigt die guten Betriebs-Eigenschaften des alten Kurzschlussankermotors (Wirkungsgrad, $\cos \varphi$ und Ueberlastbarkeit) mit den von einem modernen Motor verlangten verbesserten Anlauf-Eigenschaften. Für Leistungen von etwa 1 bis 25 kW wird er in 4poliger Ausführung gebaut für ein relatives Anzugsmoment von etwa 180 bis 200 % beim unmittelbaren Einschalten, wobei ein relativer Einschaltstrom von etwa 500 bis 550 % auftritt. In 3poliger Ausführung und gleicher Leistung nimmt er bei gleichem Anzugsdrehmoment dagegen nur etwa 350 bis 400 % relativen Einschaltstrom auf.

Man sieht, dass man auch mit dieser einfachen Rotor-Bauart Anlaufströme erreicht, die ganz gut den Werten entsprechen, die man sonst bei Motoren mit Spezialanker erwartet. Es lassen sich aber sowohl mit der einen als auch der andern Rotor-Aus-

führung auch noch kleinere Anlaufströme erzielen. Es liegt somit kein Anlass vor, mit dem Begriff eines kleineren Anlaufstromes ausschliesslich den Motor mit Spezialanker zu identifizieren. Wo wegen der Belastung des Netzes der Anlaufstrom begrenzt werden muss, sollte man sich daher darauf beschränken, die Bedingungen verzuschreiben, die in bezug auf den Stromstoss oder die Leistungsaufnahme beim Einschalten gestellt werden, nicht aber einfach einen Motor mit Spezialanker verlangen, wie dies unter dem Einfluss von Propaganda-Schlagworten manchmal geschieht.

Aber auch die Forderung nach einem bestimmten höchstzulässigen Vielfachen des Nennstromes als Anlaufstrom ist reichlich unklar. Wie leicht ist es, ein kleines relatives Vielfaches des Stromes vorzutäuschen: Man braucht nur den Nennstrom um 10 % höher anzusetzen, so erhält man beispielsweise statt dem 5fachen den 4,5fachen Anlaufstrom. Mit Recht hat daher in der Diskussionsversammlung des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins vom 7. April 1934 über das Thema «Anlauf und Betriebsverhältnisse der Induktionsmotoren bei Verwendung verschiedener Rotorarten» der damalige Referent, Prof. E. Dünner, Zürich, betont (siehe Bull. SEV 1934, Nr. 20):

«Anschlussbedingungen, die den Einschaltstrom berühren, sollen von einer *Anschluss-Scheinleistung* sprechen, die dann in Beziehung zur Nennleistung gebracht werden kann; jede Vorschrift über einen x-fachen Strom wirkt falsch oder für den Fortschritt hemmend.»

Eine Regelung nach diesem Vorschlag würde in der Tat mit einem Schlage alle Unklarheiten beseitigen. Sie hätte ausserdem den Vorteil, dass sie die Verpflichtung des Lieferanten streng umschreibt, ihm aber gleichzeitig die Freiheit in der Wahl der Mittel lässt, die er anwenden will, um in gleicher Weise der Forderung des energieliefernden Werkes als auch den durch den Antrieb selbst gestellten Bedingungen zu entsprechen.

Leider ist diese Anregung bis jetzt, von wenigen Ausnahmen abgesehen, ohne Erfolg geblieben. Dass sie aber den Interessen der Werke entspräche, bestätigen vereinzelte bekannt gewordene Sonderfälle von Regelungen der Anschlussbedingungen. So hatte z. B., als anfangs 1935 in Pratteln die Fabrik für Firestone-Produkte A.-G. erstellt wurde, das energieliefernde Werk die Bedingungen für das Einschalten eines 440-kW-Synchronmotors zu prüfen, der unter Entwicklung eines hohen Anzugsdrehmomentes mit einem einstufigen Anlasstransformator eingeschaltet werden musste. Das Werk kam zu der Forderung, dass beim Einschalten dieses Motors und von drei Kurzschlussankermotoren von je 110 kW höchstens eine Scheinleistung von 1650 kVA auftreten dürfe ¹⁾, eine Bedingung, die auch streng eingehalten wurde. Der Fall ist nebenbei auch bemerkenswert wegen der für schweizerische Netzverhältnisse ungewöhnlichen Einschaltleistung, die keinerlei Nachteile für das energieliefernde Netz zur Folge hatte.

¹⁾ Brown-Boveri-Mitteilungen, März 1937.

b) Verringerter Anlaufstrom durch besondere Anlaufverfahren.

Der beim unmittelbaren Einschalten eines Kurzschlussankermotors auftretende Anlaufstrom ist stark induktiv. Durch Kompensation seiner wattenlosen Komponente, z. B. durch einen statischen Kondensator, liesse sich der vom Netz aufgenommene Strom auf einen zwischen dem 2- bis 3-fachen Nennstrom liegenden Wert ermässigen. Das Verfahren wäre einfach, scheitert aber vorläufig noch an den Kosten, weil der Preis eines, wenn auch nur für kurzzeitige Belastung ausgelegten Kondensators der erforderlichen Scheinleistung in keinem Verhältnis zum Preis des Motors selbst steht.

In den USA wird die Verwendung von *Anlass-
transformatoren* als Mittel zur Verminderung der Netzbeanspruchung beim Anlauf von Kurzschlussankermotoren stark bevorzugt. Dabei gehen Anlaufstrom und Anlaufdrehmoment ungefähr mit dem Quadrat des Verhältnisses von Netz- zu Klemmenspannung zurück. Bei einer Anlaßspannung von 70 % ergeben sich also rund 50 % des bei voller Netzspannung auftretenden Anlaufstromes und Anlaufdrehmomentes. In Europa, besonders auch in der Schweiz, hat man Anlasstransformatoren bisher verhältnismässig wenig verwendet, in erster Linie wegen der erhöhten Kosten, und weil dort, wo es auf wirklich starke Verminderung des Anlaufstromes ankommt, mit einem anderen und viel einfacheren Verfahren dasselbe erreicht wird. Dieses Verfahren ist der bekannte *Stern-Dreieck-Anlauf*.

Bei diesem Anlaufverfahren nimmt der Motor im Augenblick des Einschaltens nur etwa $\frac{1}{3}$ des Kurzschlußstromes, also in der Regel weniger als den 2fachen Nennstrom auf. Gleichzeitig sinkt allerdings auch das im Anlauf entwickelte Drehmoment, das je nach der Auslegung des Motors etwa innerhalb der Grenzwerte von 50 bis 80 % des Nenndrehmomentes liegt. Es muss aber betont werden, dass dieses Drehmoment für weitaus die meisten Maschinen genügt, so dass der vermehrten Verwendung des Kurzschlussankermotors mit Stern-Dreieck-Anlauf nichts im Wege stehen sollte. Zentrifugalpumpen, Ventilatoren, fast alle Werkzeugmaschinen, Motorgeneratoren, leer anlaufende Transmissionen, entlastet anlaufende Kolbenpumpen und Gebläse sind Beispiele von Antrieben, für die Stern-Dreieck-Anlauf gut verwendbar ist.

Voraussetzung für die korrekte Durchführung des Stern-Dreieck-Anlaufes ist, dass von der Stern- auf die Dreieckschaltung *nicht zu früh und nicht zu langsam* umgeschaltet wird. Ein zu frühes Umschalten, wenn der Motor noch nicht seine volle Drehzahl erreicht hat, verursacht einen Stromstoss, der den Wert des Verfahrens aufhebt. Ebenso verfehlt ist langsames Umschalten, weil der belastete Motor in der Zeit, während der er abgeschaltet ist, stark in seiner Drehzahl abfällt und beim Einschalten auf die Dreieckschaltung wieder ein grosser Stromstoss auftreten würde. Da man sich auf richtige Bedienung des Stern-Dreieckschalters im allgemeinen nicht verlassen kann, ist die Verwendung

eines Apparates geboten, der selbsttätig und somit unabhängig von der Bedienung stets korrekt umschaltet. Solche selbsttätig umschaltende Stern-Dreieck-Schalter sind in letzter Zeit für Hand- und Magnetbetätigung auf den Markt gekommen. Da ihr Preis so mässig ist, dass die Anschaffungskosten des Antriebes mit Kurzschlussanker beträchtlich unter jenen des Motors mit Schleifringanker oder Zentrifugalanlasser liegen, sind alle Voraussetzungen gegeben, die überall dort, wo das erzielte Anlaufdrehmoment genügt, für die Verwendung des Kurzschlussankermotors mit Stern-Dreieck-Anlauf sprechen:

Erfüllung der von den Werken gestellten Anschlussbedingungen,
Grösste Einfachheit und Zuverlässigkeit des Antriebes,
Niedrigste Anschaffungskosten.

Die Vorschriften der schweizerischen Elektrizitätswerke beschränken die Verwendung von Kurzschlussankermotoren in Verbindung mit Stern-Dreieck-Anlauf im allgemeinen auf verhältnismässig kleine Motorleistungen. Da aber bei korrekt ausgeführtem Stern-Dreieck-Anlauf Stromspitzen auftreten, die kleiner sind als beispielsweise beim Anlauf von Motoren mit Zentrifugalanlasser, deren Anschluss keiner Beschränkung unterliegt, besteht eine Ungleichheit, die sich heute kaum mehr rechtfertigen lässt. Zweifellos läge es im Interesse der Werke, den Anschluss von Motoren mit Kurzschlussanker zu erleichtern und solche Möglichkeiten bereits in den Werkvorschriften zu verankern. Man würde damit dem Beispiel mancher ausländischer Elektrizitätsversorgungsnetze folgen, die ähnliche Vorschriften erlassen haben. So enthalten die «Bestimmungen für die Ausführung von Starkstromanlagen, welche an Niederspannungsnetze der NEWAG, Nieder-Oesterreichische Elektrizitätswirtschaft-Aktiengesellschaft angeschlossen werden sollen» (Ausgabe vom 1. Juli 1934) folgenden Passus:

«Kurzschlussankermotoren mit Stern-Dreieck-Schaltern sollen auch bei grösserer Leistung wegen ihrer besonderen Vorteile im Betrieb dort bevorzugt werden, wo das erforderliche Lastdrehmoment ein Anlaufen mit Sternschaltung gestattet, was in der *überwiegenden Mehrzahl* der Fälle zutrifft. Die Verwendung von Kurzschlussankermotoren ist bei Zutreffen vorstehender Bedingungen dort überall zulässig, wo der Anschluss von Schleifringankermotoren vom EW genehmigt würde...»

Es unterliegt keinem Zweifel — und alles Suchen in der letzten Zeit nach einem den Anschlussbestimmungen der Werke entsprechenden Kurzschlussankermotor bestätigt dies — dass die vermehrte Verwendung dieses in jeder Hinsicht so vorzüglichen Motors durchaus im Interesse der Wirtschaft gelegen ist. Mit der formellen Zustimmung der öffentlichen Werke zur Verwendung solcher Motoren in Verbindung mit Apparaten, die einen korrekten Stern-Dreieck-Anlauf gewährleisten, würde ein Fortschritt erzielt werden, der um so leichter durchführbar wäre, als er an den bestehenden Vorschriften für den Anschluss von Motoren nichts ändern und somit keine Konzessionen an den geltenden Anschlussbedingungen bedeuten würde.