

Motor über Stern dreieckschalter angelassen wird. Zweckmäßig ist es, darauf hinzuweisen, daß der Motor in der Landwirtschaft eingesetzt wird und daß mit Spannungsabsenkungen bis zu 20 % gerechnet werden muß.

### 3.4 Drehzahl des Motors

Drehstrommotoren können nur für ganz bestimmte Drehzahlen ausgelegt werden. Diese sind abhängig von der Netzfrequenz und der Polzahl im Motor. Es sind theoretische Drehzahlen von 3000, 1500, 1000, 750 U/min usw. möglich. Die tatsächlichen Drehzahlen liegen um 3 bis 10 % - abhängig von dem Betriebszustand und der Bauart des Motors - unter den o. a. Werten. Sonderbauarten gestatten, zwei oder drei der genannten Drehzahlen einzustellen.

Die Motordrehzahl wird so gewählt, daß möglichst geringe Drehzahlunterschiede zwischen Motor und angetriebener Maschine auftreten. Am einfachsten ist es, Motor und anzutreibende Maschine direkt miteinander zu kuppeln. Von dieser Möglichkeit sollte viel mehr als bisher Gebrauch gemacht werden. Motoren mit der theoretischen Drehzahl von 1500 U/min sind am weitesten verbreitet. Da aber Schnellläufer (3000 U/min) bessere elektrische Eigenschaften haben, daneben auch kleiner, leichter und billiger sind, sollten diese viel mehr als bisher eingesetzt werden. Langsamläufer (1000 U/min und weniger) sind nur in Ausnahmefällen zu verwenden.

### 3.5 Bauformen der Motoren

Entsprechend den Einbaumöglichkeiten der Motoren werden verschiedene Bauformen gefertigt (Bild 12), und man sollte immer die für den vorliegenden Fall geeignetste Form bestellen. Dadurch sind oft bauliche Vereinfachungen und Einsparungen möglich. Neben den in Bild 12 gezeigten Ausführungen werden auch sogenannte Einbaumotoren ohne Gehäuse angefertigt.

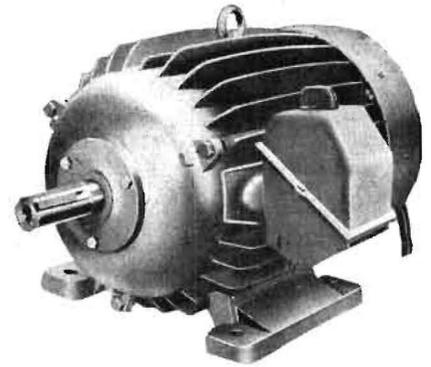
Oft ist es zweckmäßig, Motoren mit angebautem Stern dreieckschalter einzusetzen, solche Sonderwünsche sind ausdrücklich anzugeben.

### 3.6 Schutzarten der Motoren

Die unterschiedlichen Einsatzbedingungen erfordern mehr oder weniger vollkommenen Schutz vor Feuchtigkeit, groben Verunreinigungen oder Staub. Ungeschützte Motoren sind für den landwirtschaftlichen Betrieb ungeeignet. Geschützte Motoren (Schutzart P 22) kann man dort einsetzen, wo nur wenig Staub auftritt. Überwiegend sollten jedoch geschlossene Motoren (Schutzart P 33) verwendet werden (Bild 13). Sie sind zwar etwas schwerer und teurer als gleich leistungsfähige geschützte Motoren, für den rauen Betrieb der Landwirtschaft aber am geeignetsten.

Alle die unter 3.1 bis 3.6 aufgeführten Punkte müssen bei Bestellung beachtet werden. Aus dem Dargelegten ist außerdem zu erkennen, daß es einen universellen Landwirtschaftsmotor nicht geben kann. Um die Elektroenergie zweckmäßig verwenden zu können, muß also jede Maschine mit einem eigenen,

Bild 13. 7 kW-Motor, B 3, P 33, Sonderausführung mit angebautem Stern dreieck-Schalter



genau bemessenen und in den Betriebseigenschaften sorgfältig angepaßten Motor ausgerüstet sein. Dagegen wird nun oft eingewendet, die Motoren seien dann schlecht ausgenutzt, die Landmaschinen würden sich dadurch immer mehr verteuern usw. Dem ist zu entgegen, daß die Großmaschinen auf den MTS bedeutend besser ausgelastet sind als in den bäuerlichen Familienbetrieben. Wir können es uns zeit- und arbeitskräftemäßig nicht mehr leisten, vor jedem Einsatz einer Maschine stundenlange Vorbereitungen zu treffen, bis sie läuft. Oft ist es doch auch jetzt noch so, daß es sich nicht lohnt, Maschinen einzusetzen, nur weil der Motor erst irgendwo abgebaut und herangeholt werden muß. Damit sind die Vorbereitungen zur Inbetriebsetzung der Maschine aber noch nicht beendet. Der Motor muß wieder aufgebaut, ausgerichtet und verankert werden, ein Riemen in der geeigneten Länge muß vorhanden sein, der Riemenscheibendurchmesser und die Drehrichtung des Motors müssen übereinstimmen u. a. m. Solche lange Rüstzeiten, die durch die sogenannten Wandermotoren entstehen, sind unwirtschaftlich, deshalb ist der Einzelantrieb vorzuziehen.

### Zusammenfassung

Elektromotoren wird man in Zukunft in weit größerer Zahl als bisher in der Landwirtschaft einsetzen müssen. Bei großen Motoren treten dabei Schwierigkeiten durch hohe Einschaltströme auf. Stern dreieckschalter und Kupplungen vermeiden die hohen Einschaltströme bzw. schwächen ihre Wirkungen - unangenehme Spannungsabfälle - ab. Es ist zweckmäßig und auch wirtschaftlich, große Elektromotoren ganz zu vermeiden. Jede Arbeitsmaschine sollte man mit einem eigenen, genau bemessenen und abgestimmten Motor ausrüsten. Die Projektierung elektrischer Antriebe ist sorgfältig vorzunehmen.

### Literatur

- [1] Statistisches Jahrbuch der DDR. Berlin 1956.1
- [2] Ländliche Elektrifizierung. Bericht Nr. 43 des Instituts für Energetik. Halle 1955.
- [3] Gesetzblatt der DDR Nr. 18, S. 93 vom 17. Februar 1951.
- [4] NEBGEN, G: Erkenntnisse mit Mehrmotorenantrieben an Dreschmaschinen. Die Landarbeiter (1955) H. 3, S. 23 bis 28.
- [5] VEB-Elektromotorenwerk Wernigerode: Projektierung von Drehstromantrieben. Wernigerode 1956. A 3239

Dipl.-Ing. W. BALKIN  
(KdT), Dresden

## Der Motorschutz in der Landwirtschaft

Unter Motorschutz versteht man

1. Schutz des Motors gegen gefährliche Überlastungen;
2. Schutz des Motors gegen äußere Einflüsse, wie Staub, Feuchtigkeit, Spritzwasser, ätzende Dämpfe, explosive Gase usw.

### 1 Schutz des Motors gegen gefährliche Überlastungen

Jeder Elektromotor wird mit einem Schalter oder Anlasser angelassen, vor denen sich meist Schmelzsicherungen befinden.

Diese Sicherungen sind an allen Stellen vorgeschrieben, an denen sich der Querschnitt der Leitung nach der Verbraucherseite hin vermindert, z. B. an der Hauptverteilungstafel.

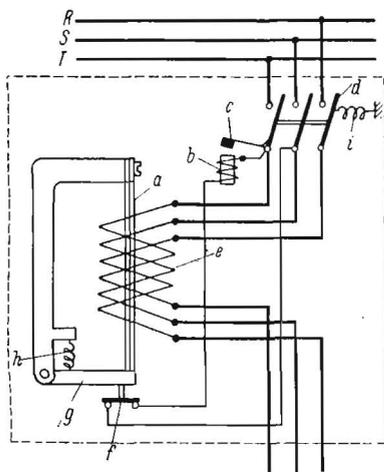
Obleich sich demnach vor jedem Motor Schmelzsicherungen befinden, ist dadurch keinesfalls jeder Motor „abgesichert“, d. h. geschützt. Die Schmelzsicherung dient in erster Linie dem Schutz der nach der Stromquelle zu liegenden Leitung. Diese Leitung soll von der Schmelzsicherung vor unzulässigem Erwärmen durch Überlastung geschützt werden. Daneben

schützt diese Sicherung aber auch den Motor vor sehr hohen Überlastungsströmen, die z. B. dann eintreten, wenn der Motor von der angetriebenen Maschine abgebremst wird. Gegen eine geringere, z. B. 1,5fache Überlastung, die im normalen Betrieb leicht längere Zeit eintreten kann, schützt die Schmelzsicherung den Motor jedoch aus folgenden Gründen nicht:

Ein Motor kann nicht mit seiner Betriebsstromstärke abgesichert werden, weil sein Anlaßstrom um ein Mehrfaches stärker ist als der Betriebsstrom. Wollte man das tun, so könnte der Motor nicht angelassen werden, weil die Sicherungen beim Anlassen jedesmal durchbrennen würden. Sichert man den Motor höher ab, z. B. mit dem zweifachen Nennstrom, so kann man ihn im Leerlauf über die Sterndreieckschaltung in der Regel bereits einschalten; diesen Strom hält ein Motor in betriebswarmem Zustand jedoch nur kurze Zeit aus, ohne Schaden zu nehmen. Als Überlastungsschutz richtig bemessene Sicherungen schmelzen also beim Einschalten des Motors durch, während für den Anlaßstrom bemessene Sicherungen nicht gegen Überlastung schützen. Überlastungsschutz bieten allein die sogenannten Motorschutzschalter.

#### Motorschutzschalter

sind selbsttätige Leistungsschalter, d. h. sie schalten bei gewissen Betriebszuständen selbsttätig unter Leistung ab. Diese Betriebszustände sind a) Ausbleiben der Spannung, b) Spannungsrückgang, c) Überstrom und d) Kurzschluß.



**Bild 1.** Prinzipskizze eines Motorschutzschalters mit indirekt geheiztem Bimetallstreifen und Spannungsrückgangsauslösung  
*a* Bimetallstreifen,  
*b* Spannungsrückgangsauslösespule, *c* Anker,  
*d* Schalter, *e* Heizwicklungen, *f* Unterbrecherkontakt für Spannungsrückgangsauslösespule, *g* Kontakthebel, *h* und *i* Federn

Beim Ausbleiben der Spannung muß der Motor abgeschaltet werden, damit er nicht selbsttätig beim Wiederkehren der Spannung ohne Anlasser bzw. Sterndreieckschalter anläuft, wodurch Maschinen und Menschen gefährdet werden können. Auch die mit einem größeren Spannungsrückgang verbundenen Erscheinungen (Ansteigen des Stroms, Abfallen des Drehmoments, Änderungen der Drehzahl) erfordern das Abschalten des Motors.

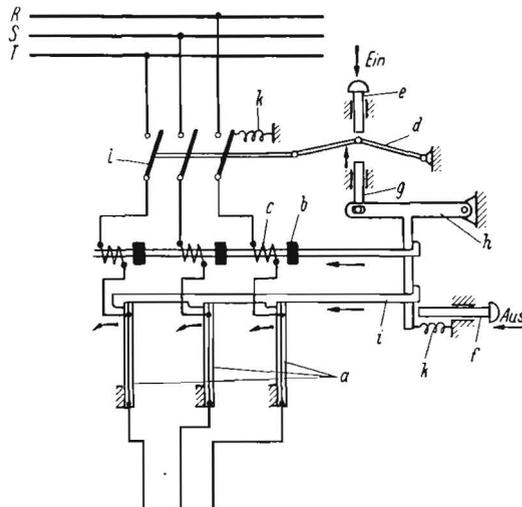
Diesem Zweck dient die Spannungsrückgangsspule *b*, die mit Ruhestrom arbeitet (Bild 1)<sup>1)</sup>. Solange die erforderliche Spannung vorhanden ist, wird von ihr ein Anker *c* in angezogener Stellung gehalten. Sinkt die Spannung unzulässig ab oder bleibt sie aus, so fällt der Anker ab, und der mit ihm verbundene Schalter *d* öffnet unter dem Einfluß der Feder *i* die Kontakte.

Zum Abschalten bei Überstrom enthält der Motorschutzschalter Bimetallstreifen oder Schmelzlotverbindungen, die als Wärmeauslöser wirken, d. h. auf die vom Strom erzeugte Wärme reagieren.

Bimetallstreifen bestehen aus zwei aufeinander gelöteten Streifen zweier Metalle mit unterschiedlicher Wärmeausdehnungszahl und verbiegen sich bei Erwärmung. In Bild 1 ist *a* der

<sup>1)</sup> Die Schaltbilder sollen nur das Wirkungsprinzip erläutern und sind daher stark vereinfacht. In der Praxis sind die Motorschutzschalter anders und nicht so einfach ausgeführt und geschaltet. Auch die Kennlinien von Bild 3 entsprechen nicht streng den wirklichen Kennlinien, deren Darstellung schwieriger ist.

Bimetallstreifen, der von den stromdurchflossenen Heizwicklungen *e* erwärmt wird. Bei einer bestimmten, dem Quadrat der Stromstärke proportionalen Erwärmung hat er sich mit seinem unteren freien Ende so weit nach rechts verbogen, daß er den Hebel *g* freigibt, der nun unter dem Einfluß der Feder *h* zurückschnellt. Der Hebel *g* trägt die Kontaktbrücke *f*, die dabei den Stromkreis der Spannungsrückgangsspule *b* unterbricht, wodurch der Schalter ebenfalls die Kontakte öffnet.



**Bild 2.** Prinzipskizze eines Motorschutzschalters mit direkt geheiztem Überstrom-Bimetallstreifen und magnetischer Kurzschlußauslösung  
*a* Bimetallstreifen, *b* Anker, *c* magnetische Auslösespule, *d* Kniegelenk, *e* Einschaltknopf, *f* Ausschaltknopf, *g* Auslösestift, *h* Auslösehebel, *i* Zugstab, *k* Hebelfeder, *l* Schalter

Der im Bild 2 abgebildete Motorschutzschalter besitzt drei Bimetallstreifen *a*, die keine Heizwicklungen haben, sondern direkt vom Strom durchflossen werden.

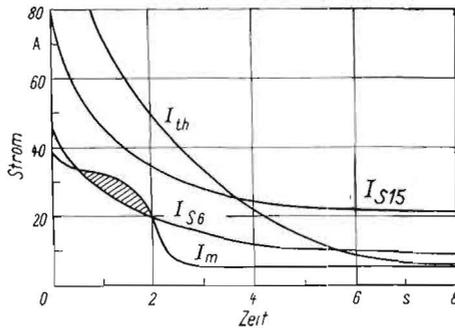
Eingeschaltet wird der Schalter durch Druck auf den Knopf *e*, der das Kniegelenk *d* nach unten durchdrückt, das sich dann gegen den Auslösestift *g* legt und den Schalter *l* dabei einschaltet. Wenn sich die Bimetallstreifen *a* über Gebühr erwärmen, drehen sie über den Zugstab *i* den Auslösehebel *h* im Uhrzeigersinn, der das Kniegelenk *d* nach oben über den Totpunkt drückt, wodurch es unter dem Einfluß der den Schalter *l* aus der Einschaltstellung ziehenden Feder *k* nach oben schnellt.

Nach Erkalten nimmt der Bimetallstreifen die alte Form an, und die Schalter können dann wieder eingeschaltet werden.

An Stelle der Bimetallstreifen können auch Schmelzlotverbindungen verwendet werden, die sich bei übermäßiger Erwärmung lösen. Die durch das Schmelzlot verbundenen Teile können sich dann gegeneinander bewegen und geben den Schalter frei, der nun wieder ausschaltet. Nach Erstarren der Schmelzlotverbindung kann der Schalter wieder eingeschaltet werden.

Diese thermischen Auslöser arbeiten mit Verzögerung und sprechen auf die hohen kurzzeitigen Einschaltströme nicht an. Sie werden daher auf den Motornennstrom oder einen etwas höheren Wert eingestellt.

Bei einem Kurzschluß würden die Bimetallstreifen oder Schmelzlotverbindungen aber zu spät abschalten, weil sie eine gewisse Zeit zur Erwärmung brauchen. Für den Anlaßvorgang war das erforderlich, da während der kurzzeitig auftretenden Anlaßströme nicht abgeschaltet werden darf. Bei Kurzschlüssen muß man aber augenblicklich abschalten, wozu die magnetischen Auslösespulen dienen, die bei 10- bis 15fachem Betriebsstrom unverzüglich ansprechen. In Bild 2 ziehen die Magnetspulen *c* Anker *b* an, die den Auslösehebel *h* ebenfalls im Uhrzeigersinn drehen. Das gleiche geschieht, wenn auf den Ausschaltknopf *f* gedrückt wird.



**Bild 3.** Ansprechkennlinien eines Motorschutzschalters mit vorgeschalteter Sicherung und Anlaufkennlinie eines Asynchronmotors.  $I_{S6}$  Ansprechkennlinie einer Schmelzsicherung für 6 A,  $I_{S15}$  Ansprechkennlinie einer Schmelzsicherung für 15 A,  $I_{th}$  Ansprechkennlinie eines auf 5,15 A eingestellten Bimetallstreifens,  $I_m$  Anlaufstromkennlinie eines 1,5-kW-Motors bei direkter Einschaltung

Können in der Anlage sehr starke Kurzschlußströme auftreten (z. B. bei geringer Entfernung vom Transformator), so schaltet man der magnetischen Auslösung als zusätzlichen Schutz noch Schmelzsicherungen vor.

Motorschutzschalter für Nennströme bis 10 A erhalten meist nur Wärmeauslöser, denen ebenfalls Schmelzsicherungen vorgeschaltet werden.

Bild 3 zeigt graphisch die Vorgänge in einem Motorschutzschalter mit Bimetallrelais und vorgeschalteten Sicherungen.  $I_m$  ist der Motorstrom. Im eingelaufenen Zustand des Motors beträgt er in der Darstellung  $I_{m_{nenn}} = 5,0$  A.

Das entspricht einem 1,5-kW-Motor.  $I_{S6}$  ist die Ansprechkurve einer 6-A-Sicherung. Ihr Ansprechbereich liegt zwischen dem 1,5- und 1,9fachen dieses Wertes, demnach schmilzt sie erst bei 9 A, also beim 1,8fachen Nennstrom durch, bietet also auch bei Dauerüberlastung keinen Schutz, weil Motoren bereits eine Dauerüberlastung durch den 1,2fachen Nennstrom nicht vertragen. Das Anlassen des Motors hält sie jedoch nicht aus, da ihre Ansprechkennlinie etwa 0,5 bis 2 s unterhalb der Motorkennlinie liegt (gestrichelte Fläche).

$I_{th}$  ist die Ansprechkennlinie einer Bimetallauslösung, die auf 5,05 bis 5,15 A eingestellt ist. Bei dieser Kennlinie ist der Motor vor Überlastung geschützt. Vor Kurzschlüssen schützen ihn Schmelzsicherungen für 15 A, deren Kennlinie oberhalb der Anlaufstromkennlinie liegt.

In der Landwirtschaft hat der Motorschutzschalter noch längst nicht die Verbreitung gefunden, die er verdient. Vielerorts ist man der bereits oben widerlegten irrigen Meinung, daß vorschriftsmäßige Sicherungen einen genügenden Schutz darstellen. Um Überlastungen der Motoren auf jeden Fall zu vermeiden, wählt man die Motoren sehr häufig stärker als erforderlich. Wird dem Motor ein Motorschutzschalter vorgeschaltet, so kann man ihn so dimensionieren, daß er bis an die Grenze seiner Leistungsfähigkeit ausgelastet ist. Das ergibt höhere Wirkungsgrade, geringere Blindleistungen, geringere Anlaufströme und günstigere Stromtarife.

Sind Motoren durch Motorschutzschalter geschützt, so kann man die Motoren sogar kürzere Zeit fast bis zum Kippmoment überlasten. Wird es für den Motor zu gefährlich, schaltet der Motorschutzschalter ab, was bei stoßbelasteten Landmaschinen, z. B. Dreschmaschinen, besonders wichtig ist. Es entfällt dann das besorgte Befühlen des Motorgehäuses mit der Hand, um festzustellen, ob der Motor nicht bereits zu warm ist. Dieses Befühlen dient im übrigen einer Illusion, weil es in keinem Falle eine einwandfreie Beurteilung des Belastungszustands ermöglicht.

Die Kosten eines Motorschutzschalters rentieren sich immer. Sie sind als eine einmalige Versicherungsgebühr anzusehen,

die man zu entrichten hat, um den Motor während seiner jahrzehntelangen Betriebsdauer zu schützen und sich unnötiger Besorgnisse zu entledigen.

## 2 Schutz des Motors gegen äußere Einflüsse

Die Art des Schutzes elektrischer Maschinen gegen äußere Einflüsse hängt von den Betriebsverhältnissen ab. Die Einteilung der Schutzarten wird im Normblatt DIN 40050 geregelt. Die Schutzart wird durch einen Buchstaben und zwei Ziffern gekennzeichnet. Die erste Ziffer bezieht sich auf den Schutz gegen Fremdkörper, die zweite auf den Schutz gegen Wasser. DIN 40050 enthält untenstehende Einteilung.

Die inneren bewegten und die spannungführenden Teile des Motors sind beim Tropfwasserschutz gegen senkrecht fallende Wassertropfen, beim Spritzwasserschutz gegen schräg (senkrecht bis waagrecht) fallende Tropfen (Regen), beim Schwallwasserschutz gegen Wasser aus beliebiger Richtung geschützt.

Berührungsschutz	Fremdkörperschutz	Wasserschutz			
		ohne	Tropf-wasser	Spritz-wasser	Schwall-wasser
ohne . . . . .	ohne . . . . .	P 00	—	—	—
gegen großflächige Berührung . .	gegen große Fremdkörper . .	P 10	P 11	P 12	—
gegen Berührung mit den Fingern	gegen mittelgroße Fremdkörper	P 20	P 21	P 22	—
gegen Berührung mit Werkzeugen	gegen kleine Fremdkörper . .	—	—	—	P 33

Die Schutzart P 00 darf nur in abgeschlossenen Maschinenbetriebsräumen verwendet werden und kommt für Antriebe in der Landwirtschaft nicht in Betracht. Die Schutzart P 21 kann man in geschlossenen trockenen Räumen und die Schutzart P 22 im Freien verwenden. Will man einen Universalmotor haben, der unter allen Bedingungen (in feuchten Kelleräumen, in Ställen usw.) verwendet werden kann, so muß man die Schutzart P 33 wählen.

Bei der Wahl der Schutzart ist zu bedenken, daß der Motor um so größer und teurer wird, je vollkommener sein Schutz ist. Das hängt damit zusammen, daß die Abkühlung des Motors bei besserem Schutz schwieriger ist und Kupfer- und Eisenquerschnitte daher größer sein müssen. Das zeigt folgender Vergleich der Leistungen bei gleicher Type:

- P 00, P 10, P 20, P 11, P 21 . . . 100 %
- P 12, P 22 . . . . . 95 %
- P 33 (mit Rohranschlüssen) . . . . . 80 %
- P 33 (vollständig gekapselt) . . . . . 35 %

Wählt man die Motorschutzart zweckentsprechend und schützt den Motor durch einen richtig gewählten und richtig eingestellten Motorschutzschalter, so erhält der Motor dadurch eine praktisch unbegrenzte Lebensdauer. Bei den in der Landwirtschaft verwendeten Kurzschlußläufermotoren verschleiben einzig die Lager, die nach jahrelangem Betrieb leicht ausgewechselt oder ausgebucht werden können.

A 3075

## Leserkonferenz bei BBG in Leipzig

Am 14. November 1958 beraten wir in einer Leserkonferenz, die im Kurt-Kresse-Saal des VFB Bodenbearbeitungsgeräte, Leipzig, Karl-Heine-Str. 90, ab 15.30 Uhr abgehalten wird, mit den Lesern und Freunden unserer Zeitschrift über Möglichkeiten und Wege, die sich für die Arbeit der Zeitschrift in der Frage

„Moderne Instandhaltungstechnik und Ersatzteilversorgung“

eröffnen.

Wir verbinden damit den Wunsch, von einem größeren Leserkreis eine Beurteilung der Zeitschrift, ihres Inhalts und ihrer Gestaltung zu erhalten und dadurch Anregungen für eine weitere Verbesserung der Deutschen Agrartechnik zu empfangen.

Alle Leser, die Gelegenheit haben, an dieser Aussprache teilzunehmen, sind hierdurch herzlich eingeladen.

AZ 3312 Die Redaktion