

Getriebemotor kontra Motoranbau über Kupplung

Zunehmend stellt der Markt die Forderung nach „trocken abbaubaren Motoren“. Dazu müssen Motor und Getriebe über eine Kupplung verbunden werden. Im Falle eines Schadens gelingt eine schnelle und einfache Reparatur durch Motortausch unmittelbar vor Ort. Zum Austausch soll ein Standardmotor „aus dem Regal“ verwendet werden können. Ein vom Herstellerwerk gelieferter, auf den Anwendungsfall „Getriebemotor“ optimierter Elektromotor wird abgelehnt. Zu diesem Problem nimmt der Beitrag Stellung.

Ausfallursachen von Getriebemotoren (Bild 1)

Schäden an Elektromotoren gehen meist auf unzulässig hohe Wicklungstemperatur zurück. Die Ausfallursachen, z. B. mechanische Überlast, Überspannung, Unterspannung, Schalthäufigkeit (unzulässige Betriebsart), Blockierung, Zwei-Leiter-Netzlauf, führen zur erhöhten Stromaufnahme, die Wicklungstemperatur steigt, ihre Isolation nimmt Schaden, und es kommt zum Wicklungsdefekt. Diese Fehler lassen sich jedoch durch Bimetallschalter weitestgehend abfangen. In anderen Fällen gefährdet selbst die normale Stromaufnahme die Wicklung. Solche Effekte treten ein bei überhöhter Raumtemperatur, verminderter Kühlluftzufuhr oder Umrichterbetrieb bei niedriger Frequenz. Der Einsatz von Temperaturfühlern in der Motorwicklung (Thermistoren, Thermostate, temperaturabhängige Widerstände) erfasst auch diese Fehlerquellen zuverlässig. Wenn der Motor zusätzlich in einer möglichst hohen mechanischen Schutzart gefertigt wurde (z. B. IP 65) und damit das Eindringen von Staub oder Wasser weitgehend ausgeschlossen werden kann, ist eine Zerstörung der Wicklung durch äußere Fehler sehr unwahrscheinlich.

Leider sind die Schutzmöglichkeiten des Getriebes weitaus begrenzter. Bei stationärem Betrieb besteht ein fester Zusammenhang zwischen mechanischer Leistungsabgabe und elektrischer Leistungsaufnahme. Damit wird das Getriebe ebenfalls von Bimetallschalter und/oder Thermistoren weitgehend mitgeschützt. Bei stoßartigen Vorgängen versagt diese einfache Lösung. Bei raschem Abbremsen der Arbeitswelle kommt die Rotationsenergie des Motorläufers mit angeschlossener Arbeitsmaschine zur Wirkung und erzeugt Drehmomente, welche die

im stationären Betrieb auftretenden um ein Vielfaches übertreffen können. Entscheidend ist dabei nicht nur die Größe des Motors, sondern vor allem die Höhe der Verzögerung. Zusammen mit radialen und axialen Belastungen der Arbeitswelle wirken sich solche Effekte äußerst negativ auf die Lebensdauer von Lagern und Wellen aus. Sie lassen sich jedoch nicht mit einfachen Mitteln erkennen.

Eine weitere häufige Schadensursache ist Schmierstoffmangel. Da die regelmäßige Inspektion häufig unterbleibt, führt diese Ursache mit Abstand am häufigsten zum Ausfall. Je nach Branche und Einsatzfall der Antriebe schwankt der Anteil Schäden an mechanischen Teilen zwischen 66 bis 90 %. Motorlager sind gelegentlich ebenfalls davon betroffen, Motorwellen oder -gehäuse dagegen praktisch nie.

Da nur ca. 6 % aller Ausfälle primär auf einen Wicklungsschaden zurückzuführen sind, stellt sich die Frage nach dem Nutzen eines „trocken abbaubaren Motors“. Offenbar können alle wesentlichen Ausfallursachen damit gar nicht behoben werden.

Optimierung eines Elektromotors auf den Anwendungsfall „Getriebemotor“

Nur der vom Herstellerwerk gefertigte und gelieferte Motor ist elektrisch und mechanisch optimal auf das Zusammenspiel mit dem Getriebe abgestimmt. Bei größeren Antrieben wird zusätzlich darauf geachtet, dass Kipp- und Anzugsmomente nicht zu hoch werden, um das Getriebe nicht unnötig zu belasten. Das Beispiel, eine 4-polige Maschine 30 kW, verdeutlicht das:

- Normmotor IEC 180: Kippmoment/Nennmoment = 3,2, Trägheitsmoment $J = 0,32 \text{ kgm}^2$

- Bauer-Motor D18: Kippmoment/Nennmoment = 2,3, Trägheitsmoment $J = 0,195 \text{ kgm}^2$

Kipp- und Anzugsmoment müssen natürlich bei kleinen Motoren ausreichend groß sein, um selbst bei schweren Bedingungen (Schneckengetriebe, hohe Untersetzung, Frost) einen sicheren Anlauf zu gewährleisten. Beispiel 0,06 kW, 4-polig:

- Normmotor IEC 56: 1,9-faches Anzugs-, 2,0-faches Kippmoment
 - Bauer-Motor D04: 2,8-faches Anzugs-, 2,8-faches Kippmoment.
- Zusätzlich bieten Getriebemotoren mechanische Anbaumöglichkeiten, die bei Normmotoren nicht verfügbar sind. Dazu zählen:
- Servicefreundliche, außen angebaute Bremsen in vielen Varianten (Bremsmomente, Scheibenzahl, Handlüftung)
 - Motor- und Bremsenstecker in mehreren Ausführungen.

Sofern der „Normmotor“ ebenfalls mit diesen Optionen lieferbar ist, handelt es sich eben nicht mehr um einen „Standardmotor“, der kurzfristig von jedem Händler ab Lager geliefert werden kann. Dieser einzelnen anzufertigende Spezialmotor besitzt dann gleichfalls eine entsprechend längere Lieferzeit.

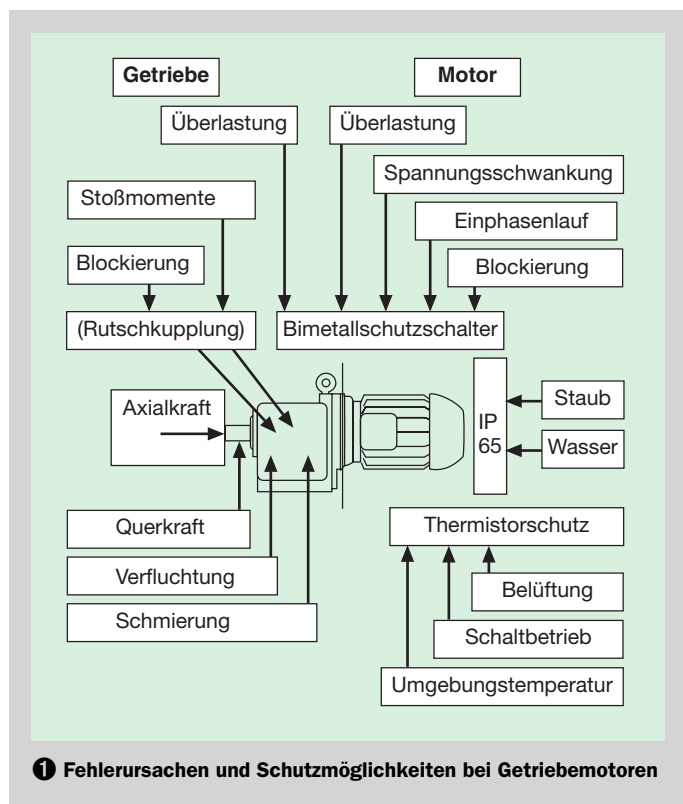
Häufig ist die Schutzart von Getriebe-Motoren (z. B. bei Bauer IP 65) höher als die von Normmotoren (IP 54 oder IP 55). In der Praxis hat sich nämlich gezeigt, dass diese zusätzliche Abdichtung

bei den üblichen, oft sehr rauen Einsatzbedingungen der Getriebemotoren die Lebensdauer von Lagern und Wicklung verlängert. Die Getriebestufen erzeugen zusätzliche Verluste. Der Getriebemotorenhersteller berücksichtigt sie bei der Motorauslegung.

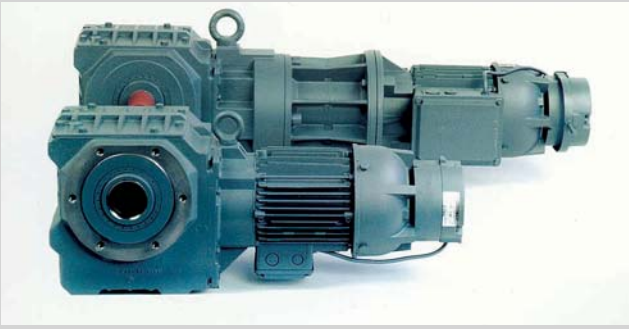
Mechanische Vorteile des integralen Motoranbaus

In vielen Anlagenkonstruktionen ist das Volumen des Getriebemotors und dann insbesondere die Baulänge eine kritische Größe. Hier besteht ein erheblicher Vorteil beim integralen Anbau, weil das Kupplungsgehäuse entfällt. Bei Verwendung eines IEC-Standardmotors sind nicht nur die B-seitige Wand des Getriebegehäuses sowie der A-seitige Flansch des Motors beide vorhanden, sie müssen auch noch um die Länge des gesamten Wellenzapfens auseinander gerückt werden. Sowohl Durchmesser als auch Länge des Wellenstumpfes eines IEC Flanschmotors sind aber auf die Kraftübertragung durch Riemen zugeschnitten und daher für den Abtrieb über Kupplung viel zu groß. Parallel zur Abmessung vergrößert sich natürlich auch das Gewicht, was bei manchen Konstruktionen ebenfalls eine negative Rolle spielen kann.

Vergleicht man beide Varianten



1 Fehlerursachen und Schutzmöglichkeiten bei Getriebemotoren



② Normmotor mit Kupplung (im Hintergrund) im Vergleich zum Getriebemotor
(Foto: Danfoss)

eines großen Herstellers (Bild ②), so ergeben sich folgende, weitgehend repräsentative Beispiele:

- Getriebe Größe 4, Motor Größe 71: 25% Mehrlänge mit Kupplung
- Getriebe Größe 6, Motor Größe 90: 23% Mehrlänge mit Kupplung
- Getriebe Größe 8, Motor Größe 160: 33% Mehrlänge mit Kupplung.

Bei Kupplungen sind zusätzliche Lager einzusetzen (zwei Lager bei Klauenkupplung, mindestens ein Lager bei Klemmkupplung oder Schrumpfverbindung). Da diese Verschleißteile sind, wirken sie sich nachteilig auf die Verfügbarkeit aus.

Außerdem ist die sehr eingeschränkte Reversierfähigkeit von Klauenkupplungen zu beachten.

Ökonomische Vorteile des integralen Motoranbaus

Beim Kupplungsanbau entstehen durch zusätzliche Bauteile (zwei Lager bei Klauenkupplung, ein Lager bei Ringspannkupplung, Welle für Getriebeeintrieb, Gehäuse) er-

höhte Materialkosten sowie der Arbeitslohn für ihre aufwendige Montage. Die Mehrpreise für Kupplungsanbau sind somit ganz erheblich. Bei kleinen Antrieben übersteigt bereits der Preis von Getriebe und Kupplung (also ohne Motor) den vom integralen Getriebemotor bis zu 30 %.

Zusammenfassung

Die Argumente für den Kupplungsanbau von Normmotoren können weitgehend entkräftet werden, der integrale Anbau erweist sich als die technisch und ökonomisch bessere Lösung. Nicht zuletzt aus diesen Gründen wird er von nahezu allen Getriebemotor-Herstellern favorisiert. Die elektrische und mechanische Anpassung des Motors an die Betriebsbedingungen beim Zusammenwirken mit einem Getriebe kann ausschließlich vom Spezialisten optimal vorgenommen werden. Nur wenn beide Komponenten samt Zubehör (Bremse, Rücklaufsperre) aus einer Hand kommen, ist die Zuständigkeit klar umrissen und das Antriebsproblem am günstigsten gelöst. ■