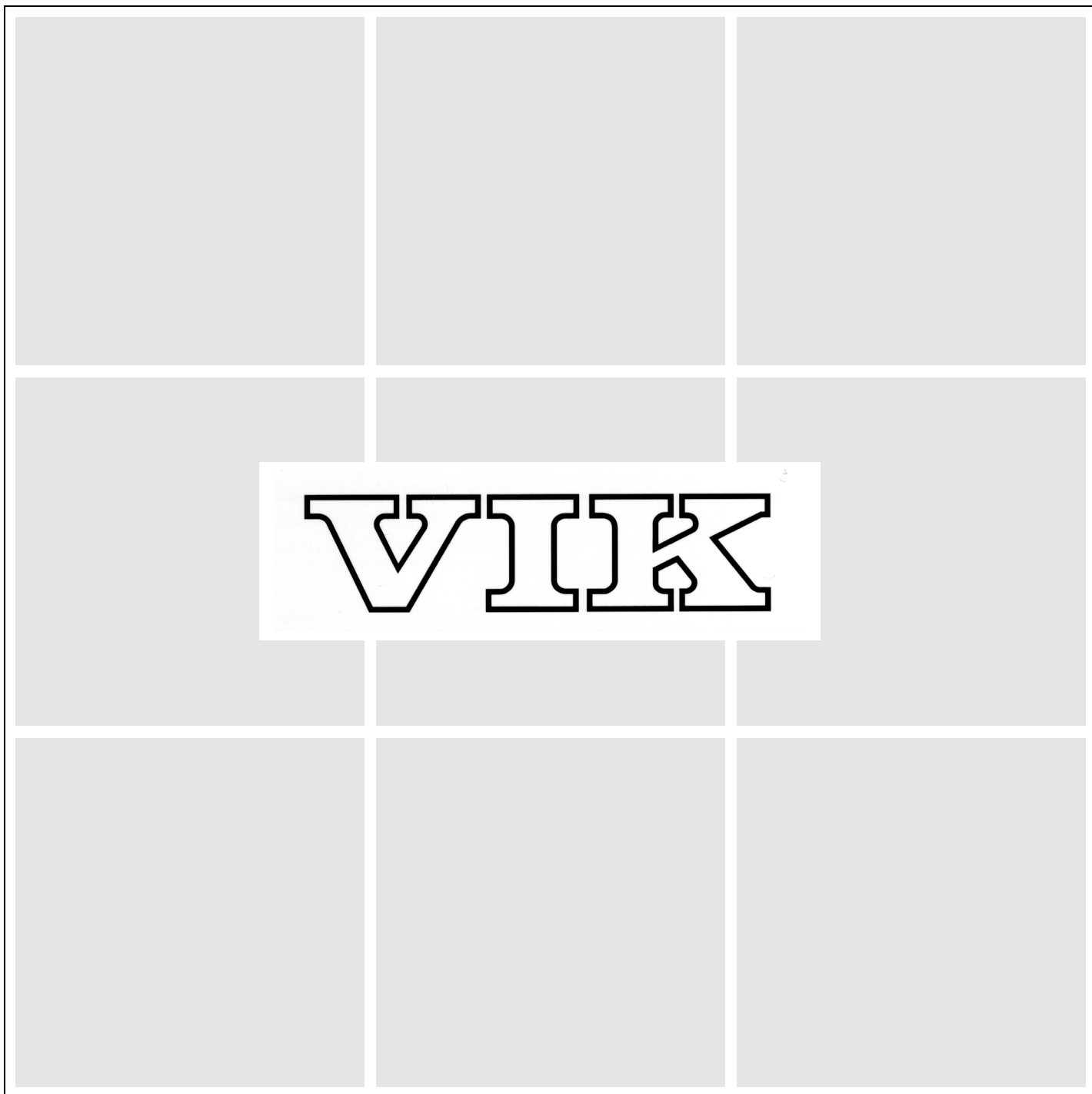


VIK-Motoren  
für Anwendungen in der Chemie und Petrochemie



# VIK-Motoren für Anwendungen in der Chemie und Petrochemie

Obering. H. Greiner

Die 1975 eingeführte »VIK-Empfehlung für die technischen Anforderungen an Drehstrom-Asynchronmotoren« wurde jetzt mit Geltungsbeginn ab März 1999 zum zweitenmal revidiert. Dies gibt Veranlassung, die Besonderheiten des »**VIK-Motors**« zu beschreiben und auf eine für VIK (Verband der Industriellen Energie- und Kraftwirtschaft), Chemie und Petrochemie entwickelte Alternative – den »**Chemie-Motor**« – hinzuweisen

## Vorbemerkungen

Zunächst ein Zitat aus den »Technischen Anforderungen« des VIK an Drehstrom-Asynchronmotoren in der Fassung vom Januar 1999 [1] :

*Die handelsüblichen Drehstrom-Asynchronmotoren für Niederspannung erfüllen in vielen Fällen nicht die Anforderungen des Marktes, auch wenn sie robust und wartungsarm konzipiert sind. Besondere Einsatzbedingungen – wie sie z.B. in der Grundstoffindustrie, in Kraftwerksanlagen oder in Raffinerien vorliegen – sowie die zunehmende Bedeutung der Verfügbarkeit und damit der Qualität dieser Motoren infolge des Wettbewerbsdrucks der immer globaler ausgerichteten Märkte, erfordern zusätzliche Maßnahmen bei ihrer Konstruktion und Auslegung.*

*Um eine rationelle Abwicklung bei Bestellung, Lagerhaltung und betrieblichem Einsatz zu ermöglichen, ist es – nach Auffassung der hiermit befaßten Fachleute aus den VIK-Mitgliedsunternehmen darüber hinaus notwendig, die Ausführung der Motoren weitgehend zu vereinheitlichen. Daher wurden die Anforderungen der Betreiber an die Niederspannungs-Asynchronmotoren für die genannten Einsatzbedingungen bereits im Jahre 1975 in einer VIK-Empfehlung "Drehstrom-Asynchronmotoren; Technische Anforderungen" zusammengefaßt.*

*Die vorliegende aktualisierte Ausgabe dieser VIK-Empfehlung wurde im VIK-Ausschuß "Antriebstechnik" an den derzeitigen Stand der Technik sowie der Normung angepaßt und um aktuelle Erfahrungen der industriellen Anwender aus dem Kreis der VIK-Mitglieder erweitert. Sie wendet sich vor allem an die Verantwortlichen der Elektrotechnik in den Unternehmen der Industrie und gewerblichen Wirtschaft und soll dazu beitragen, die technisch und wirtschaftlich jeweils optimale Lösung zu finden.*

Einige VIK-Anforderungen wurden im Laufe der letzten 20 Jahre in die allgemeinen Normen oder in die serienmäßige Ausführung einiger Hersteller übernommen – die meisten Anforderungen weichen so stark vom allgemeinen Bedarf ab, daß sie nur durch eine Sonderausführung mit entsprechendem Mehrpreis zu erfüllen sind.

Dieser Beitrag befaßt sich mit den wichtigsten Abweichungen von der Normalausführung; er kann das Studium der 16-seitigen Anforderungen nicht ersetzen [1].

## Typen- und Leistungsbereich

Die VIK-Anforderungen gelten für Drehstrom-Asynchronmotoren

- in normaler, nicht explosionsgeschützter Ausführung nach DIN 42273 Teil 1 und DIN 42677 Teil 1
- in Zündschutzart Erhöhte Sicherheit »e« nach DIN 42273 Teil 2 und DIN 42277 Teil 2, T1 ... T3
- in Zündschutzart Druckfeste Kapselung »d« nach DIN 42273 Teil 3 und DIN 42277 Teil 3, T1 ... T4
- mit Achshöhen oberhalb des Normbereichs bis 400 mm
- in polumschaltbarer Ausführung
- als Getriebe-Motoren
- für Schweranlauf, Schaltbetrieb oder Drehzahlverstellung (z.B. am Umrichter).

## IP-Schutzart

Die Schutzart nach DIN VDE 0530 Teil 5 muß mindestens IP55 entsprechen. Diese Anforderung ist gegenüber der Ausgabe von 1992 und der üblichen Katalogausführung der meisten Hersteller – nämlich IP54 – verschärft.

## Ständerwicklung

Die Isolierung muß mindestens der Wärmeklasse F entsprechen und die Übertemperatur im Dauerbetrieb darf die Grenzen der Klasse B nicht überschreiten.

Alle sechs Wicklungsenden sind einzeln zum Klemmenkasten zu führen. Die Spannungsfestigkeit muß der Spannung für Sternschaltung entsprechen.

Als Auswirkung der in DIN IEC 38 festgelegten, sogenannten »Europaspannung« werden nun folgende Bemessungsspannungen oder Bemessungsspannungsbereiche festgelegt:

220-240/380-420 V

380-420/660-725 V

290/500 V.

Die zulässige Erwärmung der Motoren muß bei einer Spannungstoleranz von  $\pm 5\%$  auf die Bemessungsspannung bzw. den Bereich eingehalten werden. An den Grenzen des Toleranzbereichs darf die Motorerwärmung die zulässige Grenztemperatur bis 10 K überschreiten.

Zur Einhaltung dieser Erwärmungsgrenzen muß der Motor entweder schon serienmäßig oder speziell durch entsprechenden Mehraufwand des aktiven Materials vorbereitet sein.

## Anschluß

Für den Anschluß von Hauptleiter und Schutzleiter sind folgende Klemmenarten zugelassen:

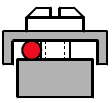
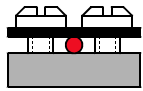
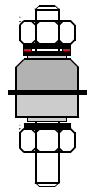
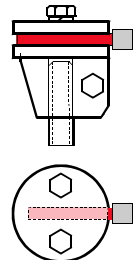
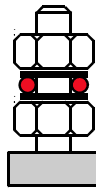
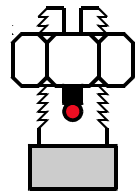
					
zulässig	zulässig	zulässig	zulässig	nicht zulässig	nicht zulässig
Flachklemme mit Klemmbügel DIN 46282	Laschenklemme	Durchführungs-Bolzenklemme DIN 46260	Rundklemme DIN 46223	Bolzen-Klemmenplatte DIN 46294	Schlitzbolzen-Klemmenplatte DIN 46295

Abb. 1 Klemmenarten und ihre Verwendbarkeit nach den VIK-Anforderungen

Bei Motoren ab Achshöhe 160 muß auch ein Anschluß mit Kabelschuhen möglich sein.

Schlitzklemmen sind nicht erlaubt.

Diese Vorschrift bedeutet für die Reparaturpraxis, daß beschädigte Klemmenplatten nicht durch genormte und handelsübliche Klemmenplatten nach DIN 46 294 und DIN 46 295 Teil1 ersetzt werden können. Es muß – auch mit Rücksicht auf die Verantwortung aus der CE-Kennzeichnung [2] – auf Original-Ersatzteile des Herstellers zurückgegriffen werden.

Diese Anforderung des VIK hat u.a. folgende Hintergründe:

- Nach DIN VDE 0609 müssen Klemmstellen für Leiter bis zu einem Querschnitt von 10 mm<sup>2</sup> das Klemmen ohne besonderes Herrichten des Leiters ermöglichen. Das beim üblichen Bolzen-Klemmenbrett nach DIN 46294 notwendige Biegen einer Öse ist aber bereits ein »besonderes Herrichten«.
- Schlitzklemmen, die kein besonderes Herrichten erfordern würden und die früher bei der Zündschutzart »e« geradezu zum Erkennungszeichen der Ex-Ausführung gehört haben, wurden verboten, weil bei der kleinsten Klemmenplatte mit Gewinde KS 7 die Schenkel des Messingbolzens abbrechen konnten. Obwohl DIN 46295 und Lieferpraxis inzwischen Bolzen aus nichtrostendem Stahl vorsehen, wurde das Verbot der Schlitzklemmen in den VIK-Anforderungen nicht aufgehoben.

	<p>Abb. 2          Beispiel für eine herstellerspezifische Umsetzung der VIK-Anforderungen bei normaler, nicht explosionsgeschützter Ausführung          Anschlußklemme für Motoren bis Baugröße 200 erlaubt Anschluß ohne Herrichten bei Leiterquerschnitt bis zu 25 mm<sup>2</sup></p> <p>1 - Kunststoff-Sockel der Klemmenplatte          2 - Vierkant am Messingbolzen als Verdrehschutz          3 - Wicklungsende mit geschlossenem Kabelschuh          4 - Z-Bügel aus Messing als Verdrehschutz (unten) und zur Aufnahme des Netzleiters (oben)          5 - Netzleiter          6 - Anschlußscheibe nach DIN 46 288 als Druckstück und als Lockerungsschutz</p>
	<p>Abb. 3          Beispiel bei Ausführung in Zündschutzart »e«</p> <p>Klemmenteile wie oben, jedoch Teil 4 durch PTB als H-Bügel vorgeschrieben, um die Gefahr einer falschen Anwendung auszuschließen</p> <p>Bilder : Bauer Antriebstechnik GmbH</p>

Für den Erdungsanschluss wird eine korrosionsbeständige Klemme außen am Motorgehäuse, Fuß oder Flansch gefordert. Diese zusätzliche Klemme gehört bei explosionsgeschützten Maschinen zur Normalausstattung; bei den übrigen Maschinen ist sie eine Sonderausführung.

## Klemmenkasten

Der Klemmenkasten in Mindestschutzart IP55 soll vorzugsweise »oben« angeordnet werden und muß bei Maschinen ab Achshöhe 90 um 4x90° drehbar sein, ohne die Klemmen mitzudrehen. Bei Ex-d-Motoren muss er die Zündschutzart »e« haben. Die Verbindung vom Anschlußraum zum Motor-Inneren muß so gestaltet sein, daß Anschlußteile nicht in den Innenraum gelangen können.

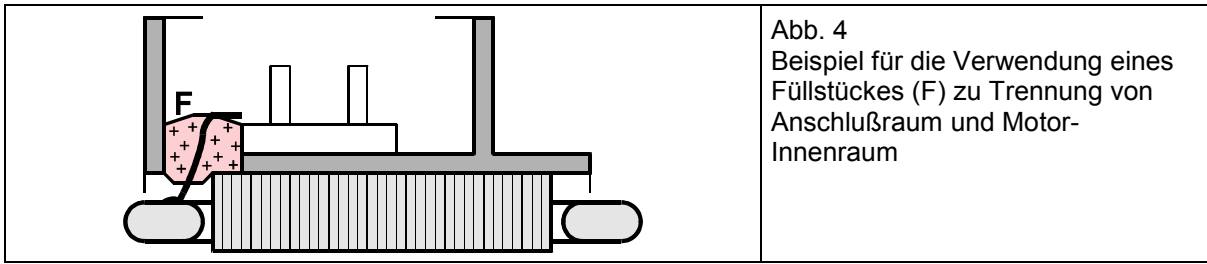


Abb. 4  
Beispiel für die Verwendung eines Füllstückes (F) zu Trennung von Anschlußraum und Motor-Innenraum

In den nach DIN 42925 abgestuften **metrischen** Einführungsgewinde sind bei Motoren bis zur Achshöhe 80 Stopfbuchsverschraubungen M 25 vorzusehen. Öffnungen müssen bei Lieferung dicht verschlossen sein; z.B. durch Stopfbuchsverschraubungen DIN 46319 oder Ex-Verschlussstopfen.

Ab Achshöhe 315 müssen die Klemmenkästen so ausgeführt sein, daß das Anschlußkabel abgehoben werden kann, ohne es durch die Öffnung zu ziehen.

Falls Dichtungen verwendet werden, müssen diese ölbeständig und fest mit einem Teil des Klemmenkastens verbunden sein. Die Deckelschrauben müssen gegen Korrosion geschützt und unverlierbar montiert sein.

Zuordnung der metrischen Einführungsgewinde zur Achshöhe von Normmotoren nach DIN 42925:

Achshöhe	90	100	112	132	160	180	200	225	250	280	315
Einführung	M 25	M 32	M 32	M 32	M 40	M 40	M 50	M 50	M 63	M 63	M 63

## Konstruktion und Werkstoffe

Für Gehäuse, Lagerschilde, Klemmenkasten, Lüfter, Lüfterhaube und Schutzdach sind Grauguß oder Werkstoffe zu verwenden, die hinsichtlich Korrosionsbeständigkeit und Festigkeit für den Einsatz in gleicher Weise geeignet sind.

Ab Achshöhe 315 ist die Verwendung von Stahl zulässig.

Für Lüfterhaube und Schutzdach ist Stahlblech zulässig, wenn die Blechdicke den Anforderungen der Stoßprüfung für explosionsgeschützte Betriebsmittel nach DIN EN 50014, Tabelle 4 entspricht [4] und wenn es korrosionsschutz ist. Die maximale Gittergröße (12 mm bei IP2X) darf nicht wesentlich unterschritten werden. Im allgemeinen sind die nach früherer Vorschrift üblichen Einlass-Öffnungen von 8 mm x 8 mm akzeptabel.

Die Lüfterhaube muß angeschraubt sein.

Etwa vorhandene Entwässerungslöcher müssen bei Lieferung dicht verschlossen sein.

An Motoren mit Gewichten  $\geq 30$  kg ist ein, ab Achshöhe 250 und Aufstellung IM V1 sind mindestens zwei Transporthilfsmittel in Form von Transportösen (DIN 580) oder Einhängelöchern (DIN 7540) vorzusehen.

## Lagerung

Für die grundsätzlich verlangte Freiluft-Aufstellung und Schutzart IP 55 reichen abgedeckte Lager (z.B. Ausführung RS oder Z) nicht aus. Es ist eine zusätzliche Abdichtung vorzusehen, so daß weder im Stillstand noch im Lauf Wasser eindringen kann.

Mindestens bis zur Achshöhe 280 mm sind angestellte Rillenkugellager vorgeschrieben, deren nominelle Lebensdauer bei reinem Kupplungsabtrieb mindestens 40 000 Betriebsstunden beträgt.

Bohrungs- und Wellenmaße am Motor müssen den Einsatz von Wälzlagern mit Normaltoleranz (Toleranzklasse 0) erlauben. Lediglich bei 2poligen Maschinen ab Achshöhe 180 darf die Lagerluft C3 und bei 4poligen Maschinen ab Achshöhe 315 Lagerluft C4 verwendet werden.

## Lagerschmierung

Es sind Wälzlager mit Lebensdauerschmierung vorzusehen, die bei einer Kühlmitteltemperatur von 40 °C mindestens folgende Gebrauchsdauer erlauben:

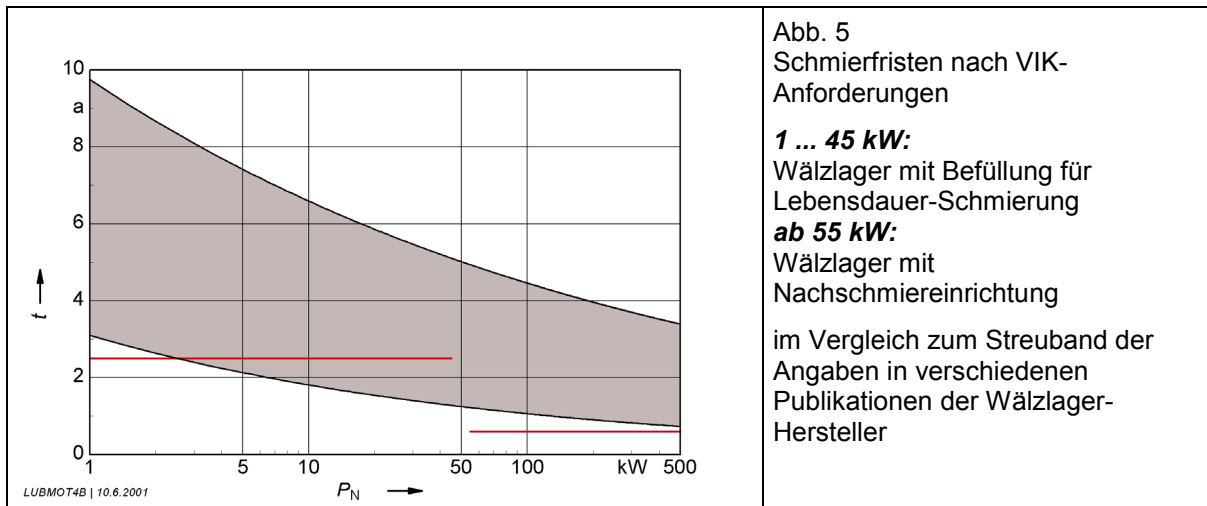
4- und mehrpolig      20 000 Betriebsstunden  
 2-polig                    10 000 Betriebsstunden.

Motoren ab Achshöhe 250 können Nachschmiereinrichtungen mit Fettmengenregler erhalten; für die Erstbefüllung ist ein lithiumverseiftes Fett zu verwenden.

Nachschmierfrist bezogen auf Kühlmitteltemperatur 40 °C:

4- und mehrpolig      mindestens 4 000 / möglichst 5 000 Betriebsstunden  
 2-polig                    mindestens 2 000 / möglichst 2 500 Betriebsstunden

Abb.5 zeigt, daß die von VIK geforderten Schmierfristen an der unteren Grenze des breiten Streubandes liegen, das sich nach verschiedenen Publikationen der Wälzlagerhersteller ergibt.



Beim Nachschmieren darf kein Fett in das Motorinnere eindringen. Es sind Flachschniernippel nach DIN 3404 mit Gewinde M 10x1 zu verwenden.

Die VIK-Anforderungen lassen Nachschmiereinrichtungen nach einer praxisgerechten Abgrenzung der Baugröße zu.

	A c h s h ö h e				
Fabrikat ↓	200	225	250	280	315
A	0	0	0	■	■
B	0	0	■	■	■
C	0	0	0	■	■
D	0	0	0	0	■
E	0	■	■	■	■
F	0	0	0	0	■
G	0	0	■	■	■

Nachschmiereinrichtung als serienmäßige Ausführung nach Katalogangaben von sieben deutschen Herstellern von Normmotoren

## Welle und Wuchtung

In Wellenenden mit Durchmessern über 21 mm sind Zentrierbohrungen mit Gewinden nach DIN 332 Teil 2 einzubringen. Bei der Lieferung ist eine volle Paßfeder einzusetzen, die gegen Verlust gesichert ist. Es ist nach der seit 01. 06. 98 allgemein verbindlichen »Halbkeilwuchtung« dynamisch auszuwuchten [3], [4].

Die Art der Wuchtung muß in jedem Fall auf der Welle und auf dem Typenschild gekennzeichnet werden. Es ist nicht zulässig, beim Wuchten aktives Material zu reduzieren.

Die Grenzwerte der Schwingstärke müssen der Stufe »N« nach DIN ISO 2373 entsprechen [4].

Für Maschinen der Achshöhen 56 bis 71 gelten die Grenzwerte der Achshöhe 80.

## Geräusche

Die Grenzwerte der Schalleistungspegel nach DIN VDE 0530 Teil 9 sind einzuhalten; jedoch darf der maximale Schall**druck**pegel bei Nennlast 77 dB(A) plus 3 dB(A) Toleranz nicht überschreiten.

Der Grenzwert ist bei beiden Drehrichtungen einzuhalten.

Bei der Bewertung dieser nicht leicht zu verstehenden und zu realisierenden Forderung ist neben den ausführliche Hinweisen in [5] zu beachten:

- Tabelle 2 in DIN EN 60034-9/VDE 0530 Teil 9: 1997 enthält Schalleistungspegel bei **Leerlauf**.
- Die Bestimmung des Meßflächenmaßes nach DIN EN 21680 ergibt etwa 3 dB höhere Werte als früher.
- In Tabelle 3 von DIN EN 60034-9/VDE 0530 Teil 9 sind Richtwerte für den Lastzuschlag genannt.

## Verhalten beim Anlauf und bei Schaltvorgängen

Das Anlaufverhalten muß die Anforderungen für die Grundausführung »N« gemäß DIN VDE 0530 Teil 12 erfüllen (für Motoren der Zündschutzart »e« z. Zt. Entwurf).

Die Motoren müssen geeignet sein, bei Schaltvorgängen in Phasenopposition zugeschaltet zu werden.

Dieser neue Punkt stellt extreme Anforderungen an die mechanischen Übertragungsmittel (Wellen, Paßfedern, Getriebe); siehe [4].

## Motorschutz

Die Motoren müssen mit handelsüblichen Überstrom-Schutzorganen zu schützen sein (analog thermisch verzögerte Überlastrelais nach DIN VDE 0660; Teil 102).

Wenn der thermische Schutz der Motoren mit Kaltleitern nach DIN VDE 0660 Teil 302 und Teil 303 erfolgt, so soll dieser als alleiniger Schutz ausreichen und ist auf dem Typenschild zu kennzeichnen. Die Kaltleiter sind nach DIN 44081 auszuführen.

Grenzen für einen »Alleinschutz« ergeben sich bei sehr hohen Kurzschluss-Stromdichten. Ausführliche Angaben zu diesem Thema sind in [3] zu finden.

## Explosionsschutz

Drehstrom-Asynchronmotoren in Normalausführung müssen auch für den Einsatz in Zone 2; Temperaturklasse T3 nach VDE 0165 geeignet sein.

Bei einer "undatierten Verweisung" auf eine Norm gilt die jeweils neueste, gültige Ausgabe. Die seit August 1998 gültige, neue DIN EN 60079-14 / VDE 0165 Teil 2 enthält für den Einsatz von Motoren in Zone 2 die folgenden Bestimmungen:

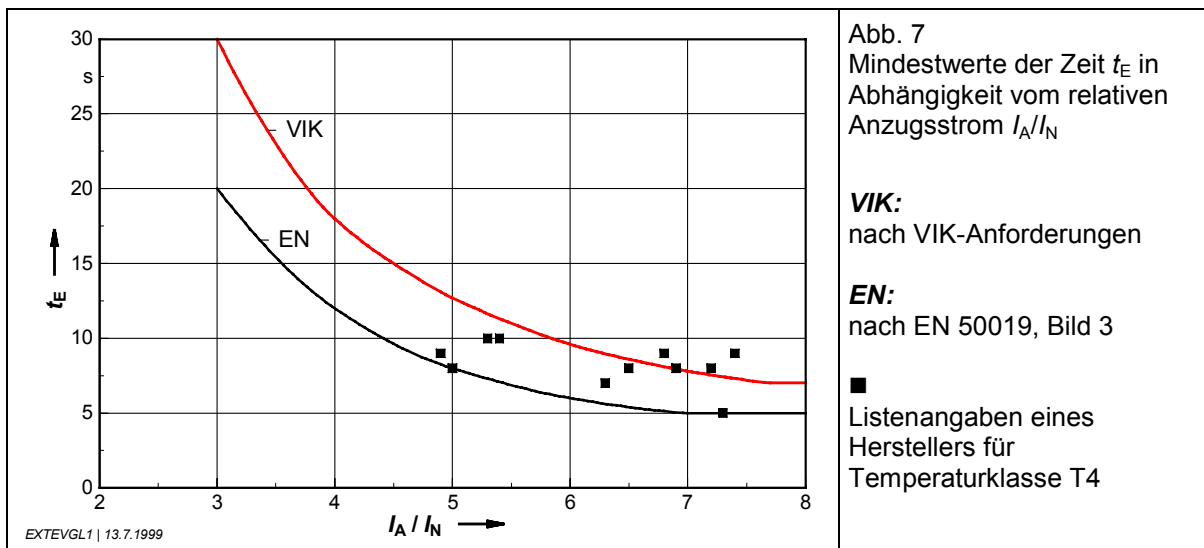
Käfigläufermotoren sind geeignet, wenn nach 5.2.3

- die Oberflächentemperatur aller Bauteile (z.B. Gehäuse, Wicklung, Rotor) im ungestörten Betrieb 200 °C nicht übersteigt;
- das Betriebsmittel durch eine Person beurteilt worden ist, die mit den Anforderungen aller einschlägigen Normen und anerkannten Regeln der Technik und ihrer aktuellen Auslegung vertraut ist und Zugang zu allen Informationen hat, die zur Durchführung einer Beurteilung erforderlich sind;
- zündfähige Funken während der Anlaufphase nicht auftreten, es sei denn, es sind Maßnahmen getroffen worden, um sicherzustellen, daß zu diesem Zeitpunkt keine explosionsfähige Atmosphäre vorhanden ist.

Für Anwendungen in der Zone 1 sind folgende Festlegungen getroffen:

Sind für eine Leistung mehrere Temperaturklassen vorgesehen, so sind für jede Temperaturklasse die zugehörigen Zeiten  $t_E$  auf dem Prüfschild anzugeben. Die Motoren sind in der »Einheitsausführung« EEx e II T1 bis T3 zu liefern. Wenn bei einem Typ unterschiedliche Nennleistungen für T1/T2 und T3 genormt sind, so müssen diese Motoren mit einem Doppelleistungsschild für T1/T2 und T3 versehen sein. Ab Baugröße 225 M ist bei 2poligen Motoren die »Einheitsausführung« nicht erforderlich.

Die Zeit  $t_E$  (Erwärmungszeit) muß in Abhängigkeit vom Anzugsstrom einen Wert haben, der auf oder oberhalb der Kurve gemäß Diagramm liegt; die Zeit  $t_E$  muß mindestens 7s, sollte jedoch möglichst nicht kleiner als 10 s sein. Der Größtwert für  $I_A/I_N$  wurde in der Neufassung von 7,7 auf 8 erweitert.



Diese VIK-Anforderung hat folgenden Hintergrund: Die Auslösekennlinien gelten für den kalten Zustand des Relais. Die Auslösezeiten können in betriebswarmem Zustand auf etwa 1/3 der Kennlinienwerte zurückgehen, also zum Beispiel auf etwa 1,7 Sekunden. Dies ist im Sinne des Explosionsschutzes positiv zu bewerten – kann aber einen sicheren Hochlauf unter schwierigen Lastverhältnissen (Schweranlauf) unterbinden. Deshalb wurden in den VIK-Anforderungen die Mindestwerte für die Auslösezeit  $t_E$  gegenüber der Norm etwa um den Faktor 1,5 verlängert.

Die VIK-Grenzlinie ist bei Motoren in Auslegung für Temperaturklasse T3 i. allg. einhaltbar. Wenn die Forderung jedoch über den Geltungsbereich der VIK-Empfehlung hinaus auch bei Motoren für die Temperaturklasse T4 erhoben wird, ergeben sich erhebliche Auslegungsprobleme. Die im Diagramm eingetragenen listenmäßigen Zeiten  $t_E$  eines führenden Herstellers von T4-Motoren erfüllen durchweg die normalen Grenzwerte EN, aber nur in wenigen Fällen die erhöhten Grenzwerte VIK.

Ähnliche Probleme ergeben sich auch bei Motoren für den Weit Spannungsbereich 380 ... 420 V bei T3, wenn dort zur Vereinfachung der Motorschutzeinstellung die kürzeste Zeit  $t_E$  und das niedrigste Verhältnis  $I_A / I_N$  kombiniert werden.



## Beschilderung

Jeder Motor muß eine eigene Fertigungsnummer erhalten. Motoren, die nach den VIK-Empfehlungen ausgeführt sind, müssen durch die Stempelung »VIK« auf dem Leistungsschild gekennzeichnet sein. Auf dem Gehäuse ist, möglichst in der Nähe des Klemmenkastens, eine Fläche von etwa 60 mm x 20 mm bis Achshöhe 132, darüber 60 mm x 28 mm zur Anbringung eines Erkennungsschildes des Betreibers vorzusehen; darin mittig 2 Bohrungen für Kerbnägel 3 x 6 mit Lochabstand 50 mm. Wenn bei kleinen Motoren (unterhalb Achshöhe 100) in der Nähe des Klemmenkastens kein Platz für das Anbringen eines Erkennungsschildes des Betreibers vorhanden ist, kann das Schild auch auf der Lüfterhaube befestigt werden. Um die Zusammengehörigkeit von Haube und Gehäuse festzuhalten, ist dann auf dem Leistungsschild die Inventar-Nummer - soweit bekannt - einzustempeln.

Leistungsschild und Prüfschild sind nach Möglichkeit zu einem Schild zu vereinigen; das äußere Schild ist in der Nähe des Klemmenkastens am Gehäuse zu befestigen.

Das Schild bzw. zusätzliche Hinweisschilder und die Befestigungsstifte sind aus nichtrostendem Stahl, z. B. Werkstoff-Nr. 1.4301 nach DIN 17440, oder ähnlichem korrosionsbeständigem Werkstoff vorzusehen.

Ein zweites Leistungsschild und ggf. Prüfschild sollen im Anschlußkasten angebracht sein.

Bei Wicklungen für einen Weitspannungsbereich ist in jedem Fall der Strom anzugeben, mit dem der Motor in diesem Bereich durch einen Überstromschutz auslöser geschützt werden kann.

Ab Achshöhe 225 sind die Lagertypen auf dem Leistungsschild anzugeben.

## Der Chemie-Motor – eine Alternative

Obwohl die VIK-Anforderungen vor allem von Betreibern der chemischen Großindustrie entwickelt und angewandt werden, ist man von einer **einheitlichen** »Chemie-Ausführung« noch weit entfernt: Teils werden – auch bei Normmotoren – anwendungsspezifische Modifikationen verlangt, teils erstellen Planer und Anwender vor allem aus dem Bereich der Petrochemie oft technisch weitgehende und formal umfangreiche Spezifikationen, die der Motorhersteller nicht nur mit großem fertigungstechnischem Aufwand erfüllen, sondern auch detailliert dokumentieren muß.

Ein Motorenhersteller versucht deshalb mit der Entwicklung des »**Chemie-Motors**« die vielen Varianten einschließlich der VIK-Ausführung bei optimalen Kosten zu vereinigen [6].

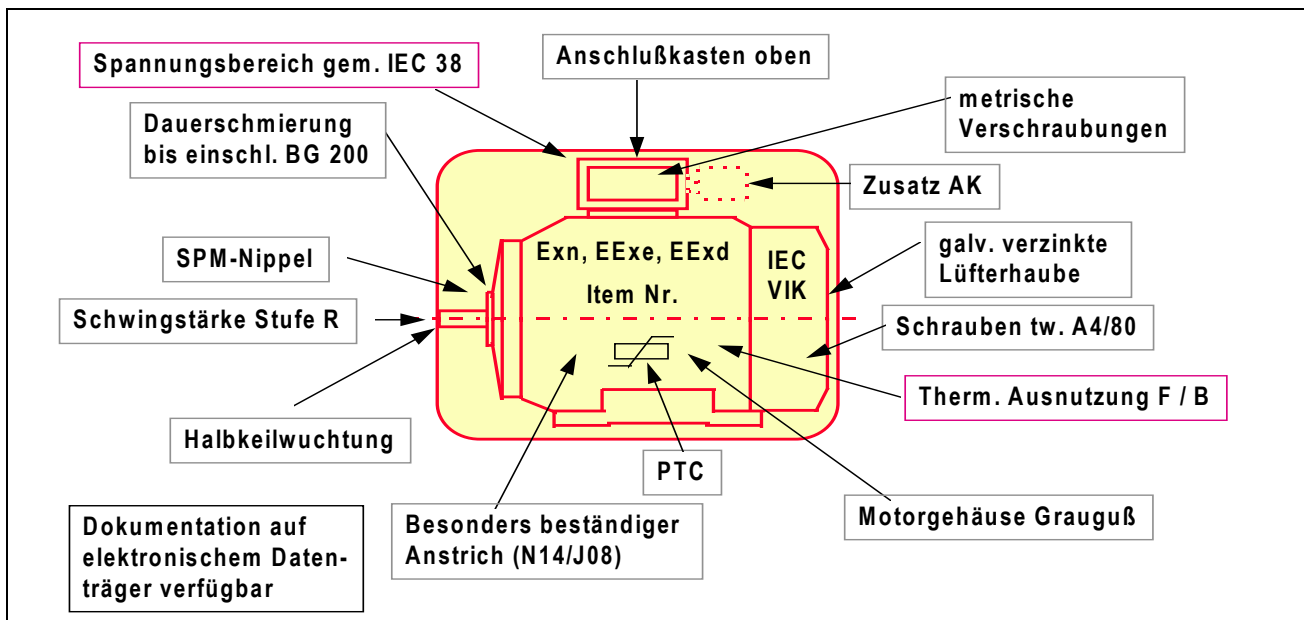


Abb. 8 Technische Besonderheiten des Chemie-Motors (Werksbild LOHER AG)

## Literaturhinweise:

- 1 VIK-Empfehlung :  
Drehstrom-Asynchronmotoren - Technische Anforderungen; Stand Januar 1999  
Verband der Industriellen Energie- und Kraftwirtschaft e.V.  
Richard-Wagner-Straße 41, 45128 ESSEN
- 2 *Doppelbauer, M.:*  
EG-Richtlinien und CE-Kennzeichnung in der elektrischen Antriebstechnik  
Sonderdruck SD 3396 der Fa. Bauer Antriebstechnik GmbH, D-73726 Esslingen
- 3 *Greiner, H.:*  
Halbkeilwuchtung bei Elektromotoren  
»de« Heft 18/1998
- 4 *Greiner, H.:*  
Schutzmaßnahmen bei Drehstromantrieben  
Hüthig Verlag, Heidelberg, 1999
- 5 *Greiner, H.:*  
Neue IEC 60034-9 für die Geräuschgrenzwerte von drehenden elektrischen Maschinen  
»ema« Heft 3/1998
- 6 LOHER-Chemie-Motor  
Dokumentation der Fa. Loher AG, D-94095 Ruhstorf