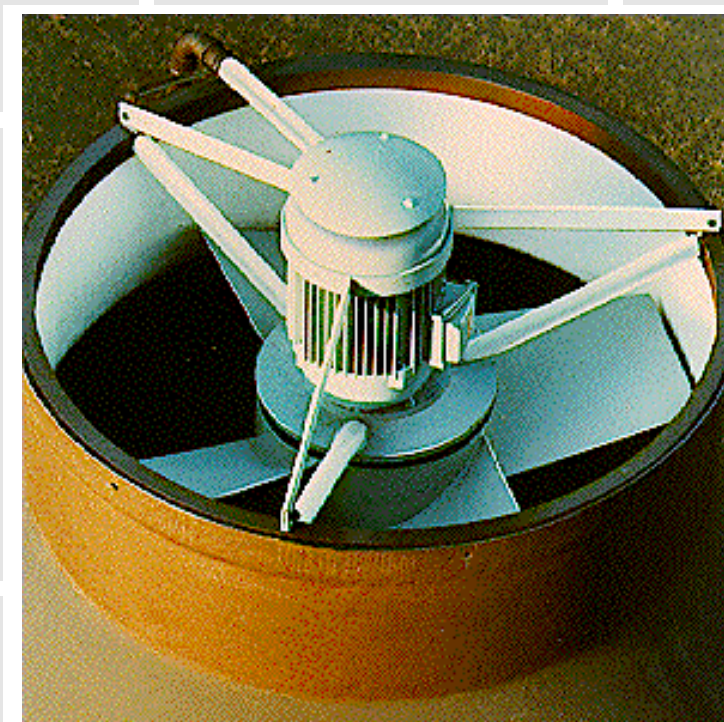


## Kühlturmventilatoren – ein Sonderfall für Getriebemotoren



## Kühlturmventilatoren – ein Sonderfall für Getriebemotoren

Obering. H. Greiner

Beim Stichwort »Getriebemotoren« denkt der Konstrukteur zunächst an langsam laufende Maschinen und Anlagen – zum Beispiel in der Fördertechnik. Tatsächlich liegt ein ausgeprägtes Maximum der verlangten Drehzahlen bei etwa 40 ... 50 r/min.

Getriebemotoren bieten aber auch beim Antrieb grosser Ventilatoren (z.B. für Kühltürme) eine technisch und wirtschaftlich interessante Lösung, wenn sie an die besonderen Anforderungen dieser Anwendung angepasst werden.

Kühltürme dienen zur Rückkühlung von Industrierwasser, das sich bei einem Produktionsprozeß erwärmt hat und das aus ökonomischen und ökologischen Gründen in den Kreislauf zurückgebracht wird.

Die hier behandelten Kühltürme werden in der Industrie und in grossen Wohn- oder Bürogebäuden eingesetzt; die antriebstechnischen Kenndaten liegen etwa in folgenden Bereichen:

Ventilator-Durchmesser:	1 ... 3,5 m
Ventilator-Drehzahl:	750 ... 250 r/min
Motorleistung:	2,2 ... 37 kW

Es lässt sich nicht vermeiden, daß ein geringer Prozentsatz des Wassers von der Kühlluft mitgerissen wird und nach oben entweicht – bei bestimmten Wetterlagen deutlich erkennbar an der "Wolke" über dem Kühlturm.

Dieses Wasser benetzt den Antrieb des Ventilators und beansprucht die Dichtstellen ständig.

Der Dauerbetrieb unter diesen Bedingungen macht Kühlturmantriebe zu einem der schwierigsten Antriebsfälle und zu einem klassischen Anwendungsbeispiel für die Sonderschutzart IP66.

Um den Schutzgrad IPX6 richtig einordnen zu können, müssen die Grundelemente der Schutzartbezeichnungen nach EN 60529 und DIN VDE 0530, Teil 5 / EN 60034, Teil 5 verglichen werden:

Der in diesem Zusammenhang interessante Teil des IP-Code (z.B. IP65) besteht aus den **Code** Buchstaben IP (International Protection); einer ersten Kennziffer für den Fremdkörperschutz (von 0 bis 6) und einer zweiten Kennziffer für den Wasserschutz (von 0 bis 8).

Wo eine Kennziffer nicht angegeben werden muß, ist sie durch den Buchstaben "X" zu ersetzen.

Im Rahmen dieser Abhandlung interessieren vor allem die Unterschiede bei den Schutzgraden IPX4, IPX5 und IPX6.

Für die Beurteilung sind die Prüfbedingungen wichtig:

Die Prüfung auf Spritzwasserschutz IPX4 wird mit einem Schwenkrohr durchgeführt mit Spritzöffnungen über die gesamten 180° des Halbkreises. Der gesamte Volumenstrom wird auf den genormten Wert von 0,07 l/min pro Düse eingestellt. Das Rohr lässt sich um einen Winkel von nahezu 360° schwenken, 180° auf beiden Seiten der Senkrechten. Die Zeit für eine vollständige Periode (2 x 360°) beträgt ungefähr 12 s.

Die Prüfdauer beträgt 10 min.

Die Prüfung auf Strahlwasserschutz IPX5 wird durch Bespritzen des Gehäuses aus allen möglichen Richtungen mit einem Wasserstrahl aus einer genormten Strahldüse ausgeführt.

Folgende Bedingungen sind einzuhalten:

- Innendurchmesser der Düse: 6,3 mm
- Volumenstrom: 12,5 l/min  $\pm$  5%
- Wasserdruck: so einzustellen, dass der festgelegte Volumenstrom erreicht wird
- Kern des Hauptwasserstrahls: Kreis von etwa 40 mm Durchmesser in 2,5 m Abstand von der Strahldüse
- Prüfdauer je m<sup>2</sup> der zu bespritzenden Gehäuse-Oberfläche: 1 min
- Mindestprüfdauer: 3 min
- Abstand von der Strahldüse zur Gehäuse-Oberfläche: zwischen 2,5 m und 3 m.

Bei der Prüfung auf Schutz gegen starkes Strahlwasser IPX6 sind die Bedingungen gegenüber IPX5 in folgenden Punkten verschärft:

- Innendurchmesser der Düse: 12,5 mm
- Volumenstrom: 100 l/min  $\pm$  5%
- Kern des Hauptwasserstrahls: Kreis von etwa 120 mm Durchmesser in 2,5 m Abstand von der Strahldüse

Die genormten Bedingungen für die Prüfung und Beurteilung des Wasserschutzes reichen bei üblichen Beanspruchungen aus und haben sich in der Praxis bewährt. Bei hohen und vor allem langzeitigen Beanspruchungen wird der Anwender jedoch vorsorglich seine eigenen Erfahrungen bei der Auswahl der Betriebsmittel einbringen. Der Hersteller ist gut beraten, wenn er das Bestehen einer genormten Prüfung nicht als Garantie für die Langzeitbewährung betrachtet:

Die meisten Wasserprüfungen für den IP-Code dauern 10 Minuten - ein Jahr hat 8760 Stunden !

Bei werksspezifische Prüfmethode werden gegenüber der Norm vor allem Wasserdruck, Wassermenge und Zeit erhöht. Die Erfahrung zeigt, daß eine ausreichend lange Prüfzeit durch keinen anderen Schärfegrad ersetzt werden kann !

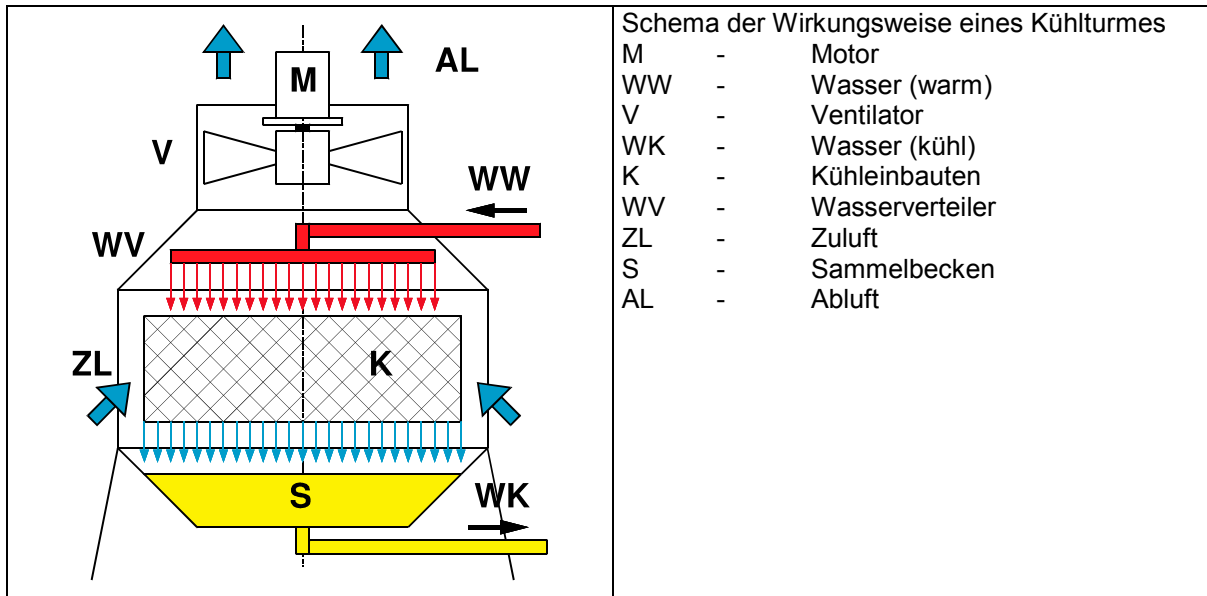
Mehraufwand für die Sonderschutzart IP66 empfiehlt sich auch bei anderen Anwendungen, z.B. bei kurzzeitiger Überflutung (zum Beispiel an Deck von Schiffen oder in hochwassergefährdeten Kellern), oder bei häufiger Reinigung mit einem Wasserstrahl (zum Beispiel bei Autowaschanlagen, in Brauereien, Molkereibetrieben oder Transportanlagen für Seefische). Der hohe Schutzgrad macht eine Vielzahl von Maßnahmen erforderlich, die im Herstellerwerk nach genauer Fertigungsanweisung auszuführen sind.

Die zunehmende Bewertung der Geräuschbelastung im Rahmen des Umweltschutzes führte in den letzten Jahren in zunehmendem Maße zu konkreten Anforderungen an das Geräuschniveau von Getriebemotoren. Während früher noch vorwiegend der Schalldruckpegel mit Frequenzbewertung »A« als Maßstab verwendet wurde, findet unter internationalem Einfluß verstärkt auch der Schalleistungspegel Anwendung. Da die Lästigkeit eines Geräusches nicht nur vom Schalldruck, sondern in hohem Maße auch von Stärke und Frequenz herausragender Einzeltöne bestimmt wird, stellt sich beim Bau von Getriebemotoren die Aufgabe, den Zahneingriff optimal zu gestalten, so daß sich eine möglichst niedrige „Noise Rating“ (NR) nach ISO R 1996 ergibt.

Das Streuband mit Richtwerten für den A-Schalldruckpegel 4poliger Drehstrom-Stirnrad-Getriebemotoren schließt neben den Einflüssen von Getriebegröße und Untersetzung auch den Belastungsgrad und Toleranzen ein. Die Grenzlinie nach DIN VDE 0530 Teil 9, Tabelle 1, gilt für alle Arten von umlaufenden elektrischen Maschinen. In Tabelle 2 dieser Norm sind für Normmotoren niedrigere Grenzwerte festgelegt. Es ist bemerkenswert und kann als Beweis für den hohen Stand von Entwicklung und Fertigung betrachtet werden, daß die Geräuschrictwerte der Getriebemotoren teilweise deutlich unter den Grenzwerten liegen, die für Elektromotoren ohne Getriebe festgelegt wurden. In das Diagramm wurde zusätzlich eingezeichnet, was nach VDI 2159 »Emissionskennwerte technischer Schallquellen« den Stand der Technik bei Stirnrad-Untersetzungsgetrieben (ohne Motor) darstellt. Das gesamte Streuband der hier behandelten Getriebemotoren liegt demnach deutlich unter den Werten, die nach Aussage der VDI-Richtlinie für 80 % aller Stirnrad-Getriebe (ohne Motor) als Geräuschemissionswerte erwartet werden können. Es wurden A-Schalldruckpegel angegeben, weil in der Praxis immer noch diese Größe bevorzugt wird. Der in der Norm genannte Schalleistungspegel liegt je nach Baugröße der Antriebseinheit um etwa 12 bis 14 dB höher, sofern er nach EN 21680/11.91 bestimmt wird. Gegenüber früheren Festlegungen in DIN 45635 Teil 1 bestehen Unterschiede von ca. 2 ... 3 dB.

Bei Getriebemotoren ist die Zahl der möglichen Typen oder »Baugrößen« wesentlich höher als bei Normmotoren; und selbst innerhalb einer bestimmten Typenkombination können neben den durch Fertigung und Meßfehler bedingten Toleranzen auch noch erhebliche auslegungsbedingte Unterschiede auftreten. Wenn daher im Projektstadium ein relativ niedriger Geräuschpegel verbindlich festzulegen ist, empfiehlt sich in jedem Einzelfall ein rechtzeitiger Kontakt mit dem Hersteller.

Bei der Bewertung von Emissionsangaben für elektrische Antriebe ist zu beachten, daß sich diese Werte in der Regel auf den in DIN 45635 festgelegten Abstand von 1 m beziehen. Eine Umwertung auf die in der Praxis vorkommenden, weit größeren Abstände der betroffenen Anlieger ist mit gewissen Einschränkungen möglich. Aufgrund der vorhandenen Ausbreitungsdämpfung, Abmessungen und Form der Strahler, können stark unterschiedliche Werte erreicht werden. Die Rechenergebnisse aus dem nachstehend beschriebenen Verfahren können daher nur als grobe Richtwerte betrachtet werden: Ausgehend von einer punktförmigen Schallquelle können Richtwerte für die Schallpegelabnahme aus einem Diagramm entnommen werden. Als Ausgangswert dient der Schallpegel mit dem Meßradius  $r = 1$  m. Bei Getriebemotoren kann der nach DIN 45635 gemessene Schalldruckpegel, der in 1 m Abstand ermittelt wurde, mit ausreichender Genauigkeit zugrunde gelegt werden.



Richtwerte für den A-Schalldruckpegel  $L_{pA}$  von 4poligen Drehstrom-Stirnrad-Getriebemotoren (GM) in 1 m Abstand) im Vergleich zu

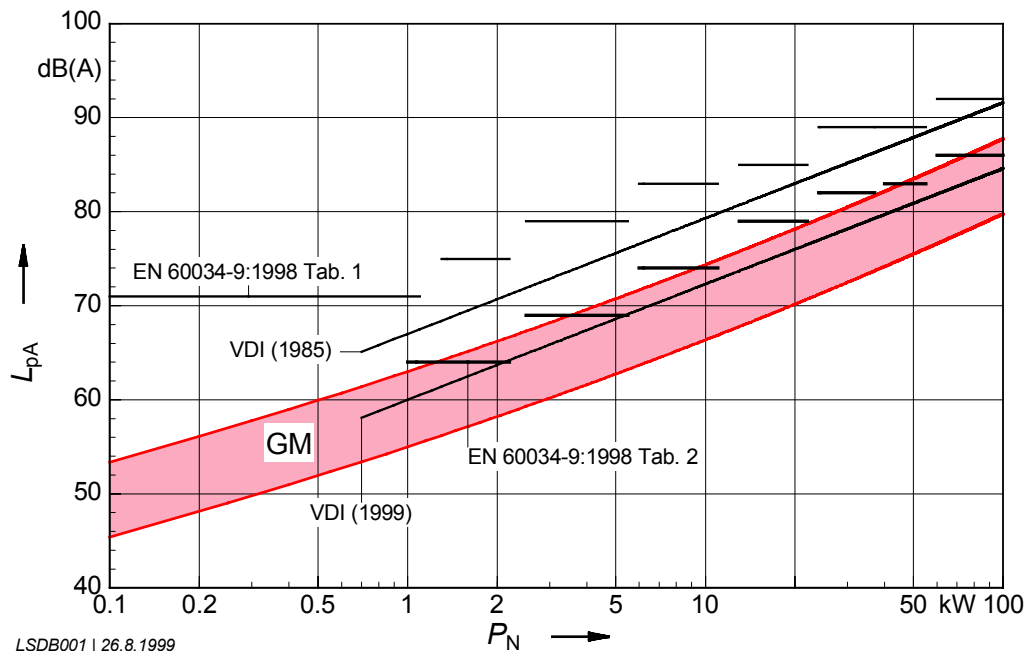
**EN 60034-9:1998 Tab. 1** gültig für alle Arten von drehenden elektrischen Maschinen mit ca. 1500 r/min, umgewertet von Leistungspegel auf Druckpegel und mit dem in Tabelle 3 der Norm festgelegten Lastzuschlag

**EN 60034-9:1998 Tab. 2** gültig für 4polige Drehstrom-Käfigläufermotoren 50 Hz, IP44 ...IP55, IC411; mit max. Zuschlag für Vollast nach Tabelle 3 identisch mit IEC 60034-9:1997, Tabellen 2 und 3

**VDI (1985)** Richtlinie VDI 2159, gültig für 80 % aller Industrie-Stirnradgetriebe (ohne Motor), Stand '85

**VDI (1999)** Richtlinie VDI 2159, gültig für 80 % aller Industrie-Stirnradgetriebe (ohne Motor), Stand '99

**GM** Streuband der Getriebemotoren Reihe 2000 von Danfoss Bauer



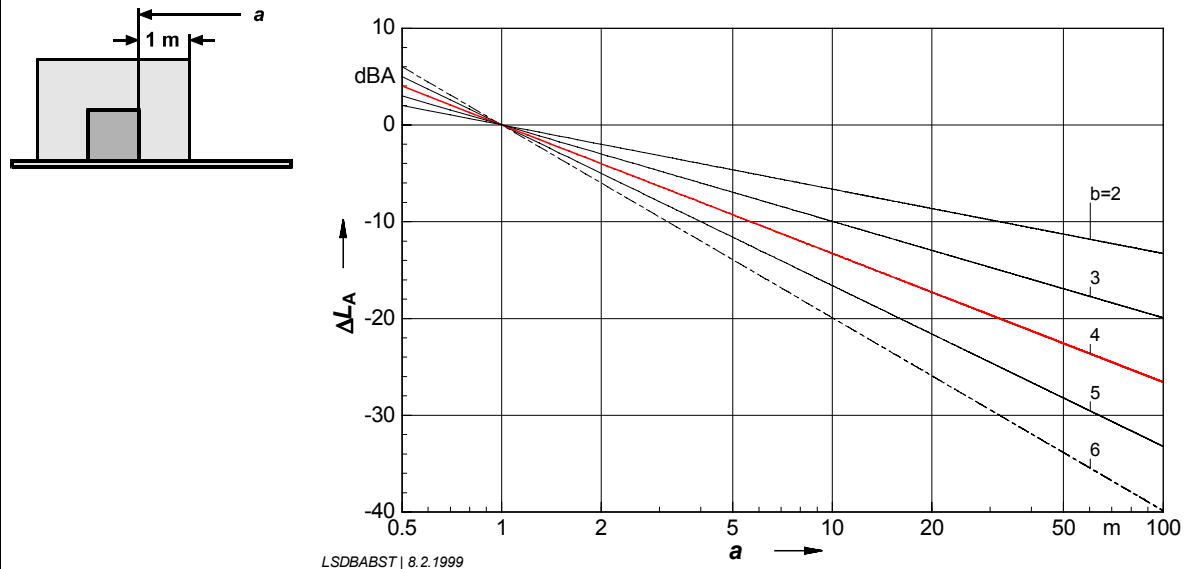
Abnahme des A-Schalldruckpegels  $\Delta L_A$  mit dem Abstand  $a$  vom Umriß auf Meßradius 1 m einer punktförmigen Schallquelle

$b$  = Abnahme bei Verdoppelung des Abstandes

Ungestörtes Schallfeld:  $b = 6$  (in der Praxis kaum erreichbar)

Gestörtes Schallfeld im Freien:  $b = 4 \dots 6$

Gestörtes Schallfeld in Räumen:  $b = 2 \dots 4$



LSDBABST | 8.2.1999



Kühltürme in Gruppenbauweise bei den Vereinigten Glaswerken in Stolberg  
GEA - Luftkühler GmbH)

(Quelle :

Literaturhinweise:

- H. Greiner:* IP-Schutzarten  
Sonderdruck SD 197 der Fa. Danfoss Bauer GmbH, D-73726 Esslingen
- H. Greiner:* Messung und Beurteilung von Maschinengeräuschen  
Sonderdruck SD 1800 der Fa. Danfoss Bauer GmbH, D-73726 Esslingen
- H. Greiner:* Schutzmaßnahmen bei Drehstrom-Getriebemotoren  
Publikation der Fa. Danfoss Bauer GmbH, D-73726 Esslingen