

# Normen und Vorschriften für elektrische Maschinen – Teil 1

Dieser Beitrag beschäftigt sich mit wichtigen Normen und Vorschriften elektrischer Maschinen. Zunächst wird auf den so genannten Berührungsschutz eingegangen, der durch den IP-Code angegeben wird. Als nächstes wird der IM-Code besprochen, der Aufschluss über die Bauform und die Art der Aufstellung einer elektrischen Maschine gibt. Zuletzt wird noch gezeigt, wie das Leistungsschild aufgebaut ist, welche Daten angegeben werden und wie hoch die zulässigen Toleranzen sind.

In den vergangenen Beiträgen über Erwärmung elektrischer Maschinen haben wir bereits gezeigt, dass es einen IC-Code für die Kühlmethode gibt. Er gibt an, auf welche Art und mit welchen Kühlmitteln die Kühlung erfolgt. Wir wollen uns nun in diesem Beitrag mit einigen weiteren Normen und Vorschriften beschäftigen, die bei elektrischen Maschinen von besonderer Bedeutung sind. Als erstes befassen wir uns mit dem so genannten Berührungsschutz. Bei drehenden elektrischen Maschinen wird der Schutz gegen direktes Berühren üblicherweise durch ein Gehäuse verwirklicht, das den Zugang zu gefährlichen Teilen verhindert. Die Gefahr bezieht sich hierbei auf unter Spannung stehende und nicht isolierte Teile wie etwa Kommutatoren oder Schleifringe, aber auch auf sich drehende Teile, wie etwa den

Prof. Dr.-Ing. Helmut Biechl  
Werner-von-Siemens-Labor  
für Elektrische Antriebe  
und Mechatronik  
Fachhochschule Kempten

Läufer. Es darf sowohl für Menschen keine Gefahr entstehen, als auch für den Betrieb der Maschinen. Gekennzeichnet wird der Berührungsschutz durch den IP-Code (**Bild 1**), auf den wir nachfolgend näher eingehen wollen. Obwohl dieser in seiner Neufassung auch die Möglichkeit bietet, den Berührungsschutz durch Abstände oder Abdeckung zu realisieren (Zusatzbuchstaben A, B, C oder D), wird bei drehenden elektrischen Maschinen der Berüh-

rungsschutz in der Regel durch Einhaltung von kleinen Öffnungsweiten erreicht. Neben dem Berührungsschutz erfolgt auf diese Weise auch ein Schutz gegen Eindringen von festen und flüssigen Stoffen. Bei der Auswahl einer elektrischen Maschine ist es wichtig, dass sie für die jeweiligen Einsatz- und Umgebungsbedingungen geeignet ist, was den Schutz anbelangt. Die Wahl der richtigen Schutzart ist deshalb von großer Bedeutung. Die Schutzart durch ein Gehäuse wird durch einen alphanumerischen Code, den bereits erwähnten IP-Code, angegeben, der in der Norm EN 60529/DIN VDE 0470 Teil 1 detailliert beschrieben ist.

<b>IP</b>	<b>1. Ziffer</b>	<b>2. Ziffer</b>	<b>1. Buchstabe</b>	<b>2. Buchstabe</b>
-----------	------------------	------------------	---------------------	---------------------

**Bild 1: Allgemeiner Aufbau des IP-Codes. Bedeutung der Ziffern und Buchstaben siehe Tabelle 1**

Im Rahmen des Berührungsschutzes interessieren vor allem die ersten beiden Ziffern. Die erste Ziffer gibt den Schutz des Betriebsmittels gegen das Eindringen von festen Fremdkörpern an, wohingegen die zweite

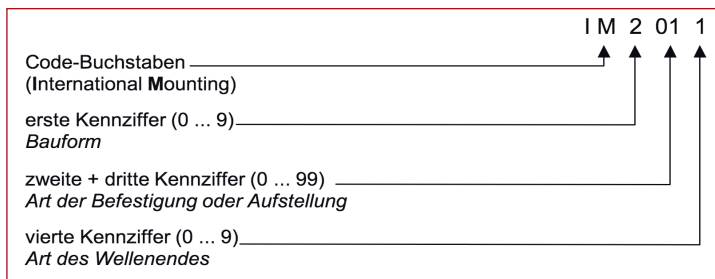
Ziffer eine Aussage über das Eindringen von Wasser trifft. Die genaue Bedeutung geht aus **Tabelle 1** hervor.

Betrachten wir als Beispiel die Schutzklasse IP54. Sie besagt,

dass die Maschine derart kleine Lüftungsöffnungen aufweist, dass Staub nur sehr erschwert eindringen kann (1. Ziffer). Ein vollständiger Staubschutz ist allerdings noch nicht gewährleistet. Die Öffnungen weisen

Bestandteil	Ziffern oder Buchstaben	Bedeutung für den Schutz des Betriebsmittel	Bedeutung für den Schutz von Personen
Erste Kennziffer	0	<b>gegen das Eindringen von festen Fremdkörpern</b> kein Schutz!	<b>gegen das Berühren von gefährlichen Teilen</b> kein Schutz!
	1	≥ 50mm Durchmesser	Handrücken
	2	≥ 12,5 mm Durchmesser	Finger
	3	≥ 2,5 mm Durchmesser	Werkzeug
	4	≥ 1 mm Durchmesser	Draht
	5	staubgeschützt	Draht
	6	staubdicht	Draht
Zweite Kennziffer	0	<b>gegen Eindringen von Wasser mit schädlichen Wirkungen</b> kein Schutz!	–
	1	senkrecht Tropfen	–
	2	Tropfen (15° Neigung)	–
	3	Sprühwasser	–
	4	Spritzwasser	–
	5	Strahlwasser	–
	6	starkes Strahlwasser	–
	7	zeitweiliges Untertauchen	–
	8	dauerndes Untertauchen	–
zusätzlicher Buchstabe (fakultativ)	A	–	<b>gegen das Berühren von gefährlichen Teilen</b> Handrücken
	B	–	Finger
	C	–	Werkzeug
	D	–	Draht
ergänzender Buchstabe	H	<b>ergänzende Information für</b> Hochspannungsgeräte	–
	M	Bewegung während der Wasserprüfung	–
	S	Stillstand während der Wasserprüfung	–
	W	Wetterbedingungen	–

**Tabelle 1: Bedeutung der Kennziffern und Buchstaben des IP-Codes**



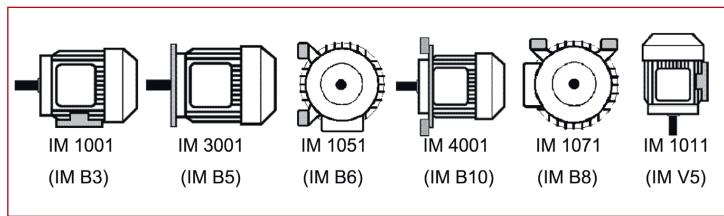
**Bild 2: Allgemeiner Aufbau des IM-Codes**

Bedeutung der ersten Kennziffer	Bedeutung der vierten Kennziffer
0 (nicht bestimmt)	0 kein Wellenende
1 Maschinen für Fußanbau, nur mit Schildlager(n)	1 ein zylindrisches Wellenende
2 Maschinen für Fuß- und Flanschanbau, nur mit Schildlager(n)	2 zwei zylindrische Wellenden
3 Maschinen für Flanschanbau, nur mit Schildlager(n), mit Flansch als Teil des Lagerschildes	3 ein konisches Wellenende
4 Maschinen für Flanschanbau, nur mit Schildlager(n), mit Flansch nicht als Teil des Lagerschildes, sondern als Teil des Gehäuses oder eines anderen Bauteils	4 zwei konische Wellenden
5 Maschinen ohne Lager	5 ein Flanschwellenende
6 Maschinen mit Schildlager(n) und Stehlager(n)	6 zwei Flanschwellenden
7 Maschinen nur mit Stehlager(n)	7 Flanschwellenende auf der Antriebsseite und zylindrisches Wellenende auf Nichtantriebsseite
8 Vertikale Maschinen deren Bauart nicht durch die ersten Ziffern 1 bis 4 abgedeckt ist	8 (nicht bestimmt)
9 Maschinen mit besonderer Aufstellung	9 andere Ausführungen

**Tabelle 2: Bedeutung der ersten und vierten Kennziffer des neuen IM-Codes II**

einen Durchmesser von < 1 mm auf. Der Schutz der Maschine gegen Eindringen von Wasser (2. Ziffer) ist bei der im Beispiel gegebenen Ziffer nur gegen Spritzwasser gegeben. Einem Wasserstrahl (zum Beispiel zu Reinigungszwecken) dürfte die Maschine also nicht ausgesetzt werden, ohne über kurz oder lang einen Schaden hervorzurufen. Der **Tabelle 1** ist zu entnehmen, dass Maschinen sogar für dauerhaftes Untertauchen gebaut werden können. Dies ist zum Beispiel bei speziellen Pumpen erforderlich. Die zweite Ziffer des IP-Codes wäre in diesem Fall dann mit der 8 belegt. In der ersten Fassung der IEC 60529 war die Einhaltung eines hohen Berührungsschutzgrades an eine entsprechend kleine Öffnungsweite des Lüftungsgitters (Maschenweite), also an einen hohen Fremdkörperschutzgrad (1. Ziffer), gekoppelt. Diese Festlegung bedeutet eine unnötige Erschwerung für in sauberen Räumen aufzustellende Betriebsmittel, die aus thermischen Gründen große Belüftungsöffnungen benötigen, jedoch bereits über entsprechende Abstände der inneren unter Spannung stehenden Teile berührungssicher sind. Die Neufassungen von IEC 60529 und EN 60529 gestatten, diesen „Berührungsschutz durch Abstände und Abdeckungen“ in Form der Zusatzbuchstaben A, B, C oder D auszuweisen. Der Zusatzbuchstabe ist wahlweise verwendbar, wenn der Berührungsschutz höher ist, als die erste Ziffer im IP-Code anzeigt.

Wenn eine Aussage über das Eindringen von festen Fremdkörpern oder Wasser nicht von Bedeutung ist, jedoch die Berührungssicherheit zum Ausdruck gebracht werden soll, dann kann man die ersten beiden Ziffern mit X belegen, zum Beispiel IPXXB. Diese Kennzeichnung besagt, dass man mit dem Finger keine spannungsführenden oder drehenden Teile der elektrischen Maschine berühren kann. In der Norm sind die Abmessungen des Fingers genau festgelegt (12 mm Durchmesser, 80 mm Länge). Übrigens ist beim Schutz gegen Eindringen von Wasser (2. Ziffer) in der Norm ebenfalls genau festgelegt, wie viel l/min bei der Prüfung durch eine bestimmte Düse zu fließen haben und wie lange sowie unter welchem Winkel die Maschine dem Wasserstrahl ausgesetzt werden muss. Auf Details hierzu wollen wir jedoch in diesem Rahmen nicht eingehen. Der letzte Buchstabe im IP-Code gibt noch an, ob die Prüfung auf Wassereintritt bei Stillstand (S) oder laufender Maschine (M) durchgeführt wurde. In diesem Fall ist die Schutzart für beide Betriebszustände der Maschine anzugeben, zum Beispiel IP55S oder



**Bild 3: Beispiele verschiedener Bauformen und Aufstellungsvarianten – neue und (alte) Code-Formen:**

IP20M. Eine derartige Unterscheidung erfolgt zum Beispiel bei Motoren an Deck von Schiffen, bei denen die Öffnungen für den Luftein- und austritt während des Stillstandes geschlossen werden. Der Buchstabe W kann bei offenen, durchzugbelüfteten Maschinen verwendet werden, wenn zum Ausdruck gebracht werden soll, dass trotz geringem Schutzgrad für Eindringen von Wasser konstruktiv ein Schutz gegen Eindringen von Regen und Schnee realisiert ist. Durch welche mechanischen Konstruktionen dies erreicht werden kann, soll ebenfalls nicht Gegenstand dieser Ausführungen sein. In der Elektromaschinenbauerpraxis kommen die IP-Schutzgrade IP12, IP21, IP22, IP23, IP44 und IP54 besonders häufig vor.

Als nächstes wollen wir auf den so genannten IM-Code einge-

hen, der den Aufschluss über die Bauform und die Art der Aufstellung einer elektrischen Maschine gibt. Der in Bild 2 dargestellte Code II hat sich bisher noch nicht allgemein durchgesetzt. Die Norm beruht auf IEC 60034-7 sowie EN 60034-7.

Die Bedeutung der ersten und der vierten Kennziffer zeigt die Auflistung in **Tabelle 2**. Die zweite und dritte Kennziffer muss man den Abbildungen in der Norm entnehmen. **Bild 3** zeigt hierfür einige Beispiele. Eine Auswahl der in der Praxis üblichen Ausführungen finden Sie auch im Jahrbuch „**Elektromaschinen und Antriebe 2008**“.

Im Folgenden wollen wir uns noch kurz mit dem so genannten IK-Code auseinandersetzen. Er gibt an, wie groß der Schutz der elektrischen Maschine gegenüber Stossbeanspruchung

IK-Code	IK00	IK01	IK02	IK03	IK04	IK05	IK06	IK07	IK08	IK09	IK10	IK11 <sup>3)</sup>
Beanspruchung (J)	1)	0,14 <sup>2)</sup>	0,2	0,35	0,5	0,7	1	2	5	10	20	(50)

Code-Buchstaben (internationaler mechanischer Schutz) \_\_\_\_\_ ↑ **IK**

Charakteristische Zifferngruppe (00 bis10) \_\_\_\_\_ ↑ **05**

<sup>1)</sup> nicht geschützt im Sinne der Norm; <sup>2)</sup> mit Änderung A1 von 0,15 auf 0,14J geändert;  
<sup>3)</sup> zeitweise in Diskussion

**Bild 4: Allgemeiner Aufbau und Bedeutung des IK-Codes**

Hersteller		
Typbezeichnung (evtl. inkl. Baugröße)		
Stromart/Arbeitsweise der Maschine	Fertigungsnummer	
Schaltungsart und Spannung	Strom	
Leistung	Betriebsart(S1 - S10)	Leistungsfaktor (cos φ)
Drehzahl	Drehrichtung	Frequenz
Läuferangaben bei Asyn. - Maschinen	oder Erregerdaten bei GS-Masch.	
Wärmeklasse(E,B,F,H,C)	Schutzart (IP-Code)	Bauform (IM-Code)
Zusatzangaben ( z.B. DIN VDE, IC - Code, Schmiermittel, Trägheitsmoment)		

**Bild 5: Muster für das Leistungsschild einer elektrischen Maschine mit Bemessungsdaten**

gewährleistet ist. Die zu Grunde liegende Norm heißt EN 50102. Den Aufbau des Codes zeigt **Bild 4**. Der Schlag, dem die Maschine bei der Prüfung an verschiedenen Stellen durch fallende Gewichte ausgesetzt wird, wird durch die entsprechende Schlagenergie in Joule angegeben. Sie entspricht der kinetischen Energie der Gewichte. Die Prüfeinrichtungen und die zulässigen Beschädigungen, wie zum Beispiel Deformationen, sind in der Norm genau angegeben.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass mechanische Beschädigungen aufgrund äußerer, nicht vom elektrischen Betriebsmittel selbst verursachter Einflüsse, in bestimmten

Einsatzbereichen verstärkt auftreten können. Dies ist zum Beispiel besonders im Bergbau, in der Holz- und Metallverarbeitung sowie auf Baustellen der Fall. Es ist deshalb dafür zu sorgen, dass einerseits das Betriebsmittel ein gewisses Maß an Stoßbeanspruchung unbeschadet aushält, andererseits ist durch zusätzliche Abdeckungen und Schutzvorrichtungen eine direkte Gewalteinwirkung fernzuhalten. Der IK-Code ist bisher nicht in die Produktnormen für elektrische Maschinen, die allgemein einzuhalten sind, aufgenommen worden. Er dient deshalb dazu, dem Käufer zu gewährleisten, dass die elektrische Maschine in einem bestimmten Ausmaß auf Stoßbeanspruchung geprüft wurde,

falls dieser eine entsprechende Prüfung verlangt. Zum Schluss wollen wir noch auf das Leistungsschild elektrischer Maschinen eingehen sowie auf zulässige Toleranzen von Betriebswerten. Auf dem Leistungsschild einer elektrischen Maschine, das früher als Typenschild bezeichnet wurde, sind die für den Einsatz wichtigsten Daten, insbesondere die für Bemessungsbetrieb angegeben. In erster Linie sind das die Werte für Leistung, Spannung, Strom und Drehzahl. Der Umfang der erforderlichen Angaben ist in VDE 0530 festgelegt. In DIN 42961 ist ein Muster für die Gestaltung des Leistungsschildes angegeben, das in **Bild 5** zu sehen ist.

Für einige der auf dem Typenschild angegebenen sowie weitere Daten sind Toleranzen erlaubt, die abhängig von der Leistung und Art unterschiedlicher Maschinen differiert. Im nächsten Beitrag werden wir noch auf den Explosionsschutz elektrischer Maschinen sowie auf Effizienzklassen eingehen. In den darauf folgenden Beiträgen werden dann der Aufbau, die Wirkungsweise sowie die mathematische Beschreibung der Gleichstrommaschine behandelt.