

IP-SCHUTZARTPRÜFUNG- MEHR ALS STAUB UND WASSER

Joachim Cäsar, Fraunhofer ICT

Ute Pohsner, Fraunhofer ICT

Zusammenfassung

Um die Resistenz von Geräten oder Gehäusen gegenüber dem Zugang zu gefährlichen Teilen, dem Eindringen von festen Fremdstoffen und dem Eindringen von Wasser nachzuweisen, werden in den Prüflaboratorien spezielle Prüfungen durchgeführt.

Im Allgemeinen werden die Prüftätigkeiten fälschlicherweise auf Staub- und Wasserprüfungen beschränkt, oder die falschen Normen als Grundlage gewählt.

Einleitung

IP-Schutzarten, International Protection, wurden in Deutschland [1] erstmals 1934 in der DIN VDE 50 als Norm niedergeschrieben. Einflüsse der Überarbeitungen von nationalen und internationalen Normen führten über die IEC 529 und die DIN 40050 zur jetzigen EN 60529 bzw. DIN VDE 0470 Teil 1 mit dem Titel "Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code)".

Problemstellung

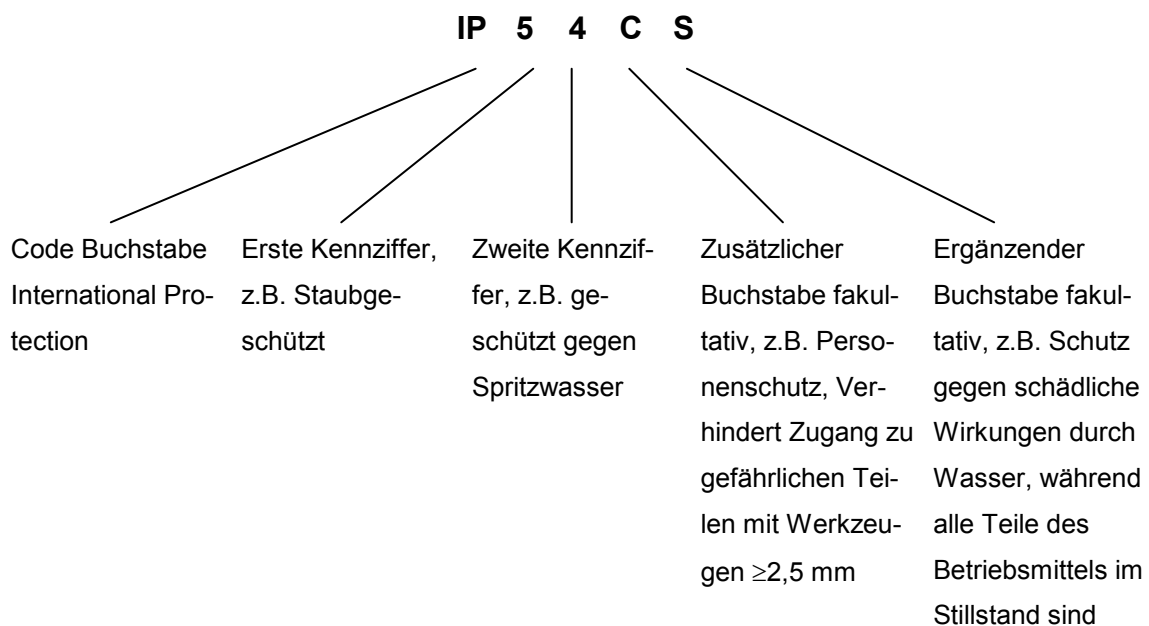
In der Industrie müssen immer wieder Prüfungen durchgeführt werden, um den Staub-, Wasser- und Berührungsschutz von Geräten, Gehäusen, Baugruppen usw. nachzuweisen. Das Eindringen von Staub und Wasser beeinträchtigt nicht immer sofort die Funktion eines Teiles, sondern die entstehenden Mikroklimata

durch Feuchtigkeit und Staub können die Lebensdauer erheblich beeinträchtigen. Daher erfordert die Auswahl der IP-Schutzklasse hohe Anforderungen.

Prüfforderungen sind im allgemeinen vom Kunden vorgegeben oder werden im Rahmen der Produkthaftung in Form eines eigenen Pflichtenheftes erstellt.

Die erste Schwierigkeit ist die Wahl der geeigneten Norm zur Festlegung der IP-Schutzklasse. In den verschiedensten Normen sind Hinweise über die Schutzklassen zu finden. Ebenso finden verschiedene Symbole zur Kennzeichnung des Schutzgrades Anwendung (siehe Anhang).

Die IP-Schutzklassen sind in den Normen im IP-Code mit Ziffern und Buchstaben eingeteilt.



Schutzgrad gegen feste Fremdkörper und der Zugang zu gefährlichen Teilen

1. Kennziffer	Schutzgrad gegen das Eindringen von Fremdkörpern	Schutzgrad gegen den Zugang zu gefährlichen Teilen
0	Nicht geschützt	Nicht geschützt
1	$\geq 50 \text{ mm } \varnothing$	Handrücken
2	$\geq 12,5 \text{ mm } \varnothing$	Finger
3	$\geq 2,5 \text{ mm } \varnothing$	Werkzeug
4	$\geq 1,0 \text{ mm } \varnothing$	Draht
5	Staubgeschützt	Draht
6	Staubdicht	Draht

Schutzgrad gegen Wasser

2. Kennziffer	EN 60529	DIN 40050 Teil 9
0	Nicht geschützt	Nicht geschützt
1	Tropfwasser	Tropfwasser
2	Tropfwasser, Neigung 15° des Prüflings	Tropfwasser, Neigung 15° des Prüflings
3	Sprühwasser bis zu einem Winkel 60°	Sprühwasser bis zu einem Winkel 60°
4	Spritzwasser	Spritzwasser
4K	entfällt	Spritzwasser mit erhöhtem Druck
5	Strahlwasser	Strahlwasser
6	Starkes Strahlwasser	Starkes Strahlwasser
6K	Entfällt	Starkes Strahlwasser m. erh. Druck
7	Zeitweiliges Untertauchen in Wasser	Zeitweiliges Untertauchen in Wasser
8	Dauerndes Untertauchen in wasser	Dauerndes Untertauchen in wasser
9K	entfällt	Hochdruck- / Dampfstrahlreiniger

Zusätzlicher und ergänzender Buchstabe

		Bedeutung für den Schutz des Betriebsmittels	Bedeutung für den Schutz von Personen
Zusätzlicher Buchstabe (fakultativ)	A B C D		Gegen Zugang zu gefährlichen Teilen Handrücken Finger Werkzeug Draht
Ergänzender Buchstabe (fakultativ)	H M S W	Ergänzende Information speziell für Hochspannungsgeräte Bewegung während Wasserprüfung Stillstand während Wasserprüfung Wetterbedingungen	

Um die Problematik der IP-Schutzartprüfung darzustellen, möchte ich mich auf die Normen EN 60529 bzw. DIN VDE 0470 Teil 1 und DIN 40050 Teil 9 beschränken.

Bevor der Einstieg in die Normen vollzogen werden kann, muss geklärt werden, ob das Prüfobjekt der allgemeinen Industrie (EN 60529) oder der Automobilindustrie (DIN 40050 Teil 9) zugeordnet werden kann, wobei nachfolgend die Hauptunterschiede aufgeführt sind:

EN 60529 [2]	DIN 40050 Teil 9 [3]
Staubprüfung mit und ohne Unterdruck	keine Unterscheidung
Staubmedium Talkum	Staubmedium Portlandzement / Flugasche
8 Wasserkategorien	11 Wasserkategorien mit Hochdruckgerät
Staubkammer Strömung vertikal	Staubkammer Strömung vertikal und horizontal
Staubprüfung kontinuierlich	Staubprüfung zyklisch
Prüfdauer 8 h (im Allgemeinen)	Prüfdauer 5 h

Nach Wahl der geeigneten Norm und den damit verbundenen Wasser- und Staubtests sind die Randbedingungen der Prüfung abzuklären:

- Lage des Prüflings in der Kammer
- Elektrischer / mechanischer Betrieb ja oder nein

- Wassertemperatur, da (außer bei der Dampfstrahlprüfung IPX9K) der Temperaturunterschied zwischen Prüfling und Wassermedium max. 5 K betragen darf, um Kondensatbildung und Unterdruck im Prüfling zu vermeiden.
- Kabelöffnungen mit Originalleitungen versehen

Wenn auch diese Punkte geklärt und die Staub- und Wassertests erfolgreich abgeschlossen wurden, hat der Prüfling noch nicht z. B. die Bezeichnung IP54 erreicht. Um ein Gerät, Gehäuse oder eine Baugruppe usw. mit dem IP-Code versehen zu können, müssen auch die Berührungsschutzprüfungen mit dem Prüffinger, Draht usw. durchgeführt werden. Es ist nicht auszuschließen, dass Prüflinge die Staub- und Wasserprüfungen zwar bestehen, z. B. aber mit dem Stahldraht stromführende oder gefährliche Teile berührt werden können. Die einzelnen Bedingungen für die Berührungsschutzprüfungen und welche Kräfte bei den Sonden anzuwenden sind, entnehmen Sie bitte aus den entsprechenden Normen. Zu bedenken ist, dass bei Druckmembranen, Dichtungen oder Filterfliesen, ein Durchstoßen mit den Sonden möglich ist und der Schutzgrad daher nicht mehr eingehalten wird.

Aufgrund der Komplexität des Themengebietes der Schutzarten ist es ratsam, in der Entwicklungsphase einen Fachmann oder Fachberater hinzuzuziehen, um eventuell zu schwache oder zu übertriebene Konstruktionen im Vorfeld zu vermeiden. Fachleute können häufig schon aufgrund ihrer Erfahrung Aussagen z. B. über die Eignung verschiedener Dichtungssysteme oder über die Sicherheit eines Gerätes bezüglich des Berührungsschutze machen.

Für die Durchführung der Staubprüfungen werden unterschiedliche Stäube gefordert. Nun möchte ich noch einige dieser Staubarten und ihre Verwendung aufführen.

Talkumstaub ist sehr fein ($<75 \mu\text{m}$) und hat eher schmierende Eigenschaften. Er ist relativ preiswert und eignet sich für die Aussage, ob ein Gehäuse / Gerät

staubdicht ist oder nicht. Durch die homogene Struktur des Staubes dringt er in kleinste Fugen, besonders wenn zusätzlich noch Unterdruck angelegt wird.

Portlandzement / Flugasche mit jeweils 50 % Gewichtsanteil wird bei der Norm für Straßenfahrzeuge verwendet. Die Korngrößenverteilung beträgt hier 33 Gewichtsanteile $\leq 32 \mu\text{m}$, 67 Gewichtsanteile $> 32 \mu\text{m}$, aber $\leq 250 \mu\text{m}$. Diese Staubmischung hat einen abrasiven Charakter durch den Portlandzement. In der Norm ist ein "ungebrannter Portlandzement" aufgeführt, der aber nicht erhältlich ist. Da der Straßenschmutz Abrieb von Gestein und Flugasche vom Kaminausstoß von Hochöfen enthält, findet diese Staubmischung für Prüflinge aus dem Bereich der Straßenfahrzeuge Anwendung. Besonders für Prüfungen mit bewegenden Teilen eignet sich diese Prüfstaubmischung, da z. B. Kugellager, Dichtungen an Wellen usw. entsprechend stark beansprucht werden, wenn der Prüfling während des Tests sich in Betrieb befindet.

Arizonastaub fein nach SAE J 726b [4] ist ein synthetischer Staub mit folgender Zusammensetzung:

Zusammensetzung	Gewichtsanteil
SiO ₂	67 -69
Fe ₂ O ₃	3 - 5
Al ₂ O ₃	15 - 17
CaO	2 - 4
MgO	0,5 – 1,5
Total Alkalis	3 – 5
Ignition Loss	2 - 3
Korngröße $\geq 5,5 \mu\text{m}$ / $< 125 \mu\text{m}$	

Dieser Staub ist sehr abrasiv durch den hohen Anteil an Oxyden und findet Anwendung in der Automobiltechnik und Industrie mit bewegenden Teilen. Zur Prüfung von Dichtungen und der Nachweis des Verschleißschutzes werden Tests mit Arizonastaub durchgeführt. Auch hier gilt die besondere Eignung für Prüfungen mit bewegenden Teilen, da z. B. Kugellager, Dichtungen an Wellen

usw. entsprechend stark beansprucht werden, wenn der Prüfling während des Tests sich in Betrieb befindet.

Die Verwendung von Arizonastaub stammt aus den USA, da in Prüfvorschriften des Militärs und der Luft-/Raumfahrt der Staub der Wüste von Arizona als Grundlage galt. Heute wird dieser Prüfstaub synthetisch hergestellt.

Weiterhin werden in anderen Normen und Prüfvorschriften Stäube aus reinem Portlandzement, Arizonastaub mit geänderten Zusammensetzungen, Quarzsand, Staubmischungen mit einem Anteil an Baumwollfussel usw. aufgeführt.

Ziel aller Prüfvorschriften sollte nicht die Nachbildung der Umweltstäube sein, sondern deren Auswirkung auf die Prüflinge.

In letzter Zeit werden immer häufiger im Bereich der IP-Schutzarten Prüfvorschriften generiert, die weit über die Anforderungen der gebräuchlichen Normen hinausgehen. Da werden zyklische Spritzwasserprüfungen über die Dauer von 48 h durchgeführt, wobei der Prüfling elektrisch zeitweise betrieben und beregnet wird.

Das gleiche gilt für Staubprüfungen, die ebenfalls zyklisch mit und ohne Betrieb des Prüflings durchgeführt werden müssen.

Die Durchführung der IP-Schutzartprüfung nach den verschiedenen Normen berücksichtigt leider nicht die Alterung der Prüflinge. Das bedeutet, dass Kunststoffe, Gehäusedichtungen, Membranen, Wellendichtungen usw. durch Temperaturwechsel, Sonnenstrahlung, Schadgaseinflüssen usw. über die Lebensdauer einem Alterungsprozess unterliegen, der den IP-Schutzgrad beeinflusst. Außerdem können die kurzen Prüfzeiten der IP-Schutzartprüfung die Beanspruchungen durch Wasser und Staub über den Zeitraum von z. B. 10 Jahren nicht nachbilden. Aus diesem Grund sollten Prüfungen mit neuen und anschließend mit gealterten Teilen oder Geräten durchgeführt werden. Geeignete Alterungen sind Temperatur-Schockprüfungen, Klima-Wechseltests mit überlagerten Temperaturprofilen oder Hochtemperaturlagerungen.

Bei den gesamten Recherchen zum Thema IP-Schutzarten stellt sich heraus, dass es so viele verschiedene Normen zum Thema IP-Schutz gibt, wie es verschiedene Prüflinge gibt. Keine Norm klärt erschöpfend den gesamten Themenkomplex. Es wäre für alle Anwender wünschenswert, wenn in den verschiedenen Normen einen Hinweis auf "Die IP-Schutzartnorm" gäbe.

Im Anschluss sind verschiedene Kurzzeichen des IP-Codes aufgelistet.

Literatur

[1] H. Greiner: IP-Schutzarten nun als Europeanorm, elektro-anzeiger 46.Jg. Nr.2 Febr. 1993

[2] EN 60529 bzw. DIN VDE 0470 Teil 1 (Nov. 1992) Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code)

[3] DIN 40050 Teil 9(Mai 1993) Straßenfahrzeuge IP-Schutzarten, Schutz gegen Fremdkörper, Wasser und Berühren elektrischer Ausrüstung

[4] SAE J726 (Juni 1987) AIR CLEANER TEST CODE, HIGHWAY VEHICLE PRACTICE