

Die elektrische Sicherheitsprüfung

Als ein in der Prüftechnik, insbesondere elektrische Sicherheitsprüfung, seit Jahrzehnten tätiges Unternehmen werden wir täglich mit Fragen bezüglich Normen, Unterschied zwischen Stück- und Typenprüfung und nicht zuletzt auch hinsichtlich Produkthaftung konfrontiert. Dabei stellen wir sehr oft eine sehr grosse Unsicherheit fest, welche wir an dieser Stelle zum Anlass nehmen möchten, um etwas Licht in diese Materie zu bringen sowie den Sinn einer lückenlosen Sicherheitsprüfung zu erläutern.

Typen- und Stückprüfung

Unter einer Typenprüfung versteht man eine einmalige Baumusterprüfung von einem Produkt bevor das Erzeugnis in die Serienfertigung einfliesst. Diese Prüfungen sind in der Regel sehr umfangreich und werden deshalb sinnvollerweise durch eine akkreditierte Prüfstelle durchgeführt. Dabei werden Prüfungen bezüglich mechanischer- und elektrischer Sicherheit, elektromagnetischer Verträglichkeit (EMV) und vieles mehr durchgeführt.

Eine Stückprüfung ist wie der Name sagt eine 100%ige Prüfung, die jedes Erzeugnis zu durchlaufen hat. Dabei ist gerade bei elektrischen Produkten eine Sicherheitsprüfung ein absolutes Muss um eine allfällige Gefährdung durch einen elektrischen Schlag ausschliessen zu können.

Typenprüfung	Stückprüfung
<ul style="list-style-type: none"> • Intensivere Prüfungen als bei Stückprüfung • Längere Prüfzeiten (~ 60s) • Härtere Anforderungen (U, t ...) • Zusätzliche Prüfungen sind notwendig • Prüfung von wenigen Stücken z.B. Prototyp • Durchführung durch akkreditierte Prüfstelle 	<ul style="list-style-type: none"> • EOL = End of Line Prüfungen • Kürzere Prüfzeiten • Gewisse Prüfung müssen nicht durchgeführt werden • Geringere Spannungen bei der HV-Prüfung • Prüfung von jedem Produkt (100%) • Durchführung am Ende der Produktion

Normen & Produkthaftpflicht

Für elektrische Produkte bestehen nationale- und internationale Normen, deren vorrangiger Zweck die Sicherheit der Erzeugnisse garantieren soll. Nebst länderspezifischen Prüfzeichen wie z.B. VDE, SEV, UL, CSA usw. hat sich insbesondere das CE Zeichen durchgesetzt. Die CE Kennzeichnung unterscheidet sich von den offiziellen Länderzeichen indem der Hersteller das Prüfzeichen in eigener Verantwortung vergeben kann und in der Regel auch nicht von den akkreditierten Prüfstellen überprüft wird. Für die Anbringung des CE Zeichens müssen die entsprechenden Normen selbstverständlich exakt eingehalten werden.

Im Hinblick auf die Vorschriften in den [gängigen Normen](#), sowie auch auf das Produkthaftpflichtgesetz ist jeder Hersteller gut beraten eine lückenlose Sicherheitsprüfung mit entsprechender Protokollierung durchzuführen.

Für die verschiedenen elektrischen Erzeugnisse bestehen diverse Normen, die je nach Land oder Ländergemeinschaften trotz internationalen Bemühungen für eine Harmonisierung unterschiedlich sind. Für die Sicherheitsprüfung im Allgemeinen sind die Abweichungen jedoch eher in Details zu finden und somit von nicht allzu grosser Bedeutung. Das gleiche gilt auch für die Unterschiede in den diversen Geltungsbereichen.

Die Vorschriftenwerke sind überaus umfangreich und schwierig zu lesen. Sehr oft werden juristische Formulierungen verwendet und viele Hinweise auf andere Paragraphen und Absätze erschweren zusätzlich das Verständnis. Die Normen beziehen sich im Wesentlichen darauf, wie ein Produkt sicher entwickelt und gebaut werden muss. Ein Hinweis auf die Stückprüfung, die im Gegensatz zur Typenprüfung am fertigen Produkt 100%ig durchzuführen ist, wird zur Zeit bei vielen Normen noch gar nicht, oder nur am Rande beschrieben. Zusatznormen wie z.B. „*Besondere Anforderungen für die Stückprüfung von Geräten im Anwendungsfall der EN 60335*“ wie sie für Geräte für den Hausgebrauch bereits bestehen, sind auch bei anderen Vorschriftenwerken bereits Existent oder in Vorbereitung.

Was beinhaltet eine elektrische Sicherheitsprüfung

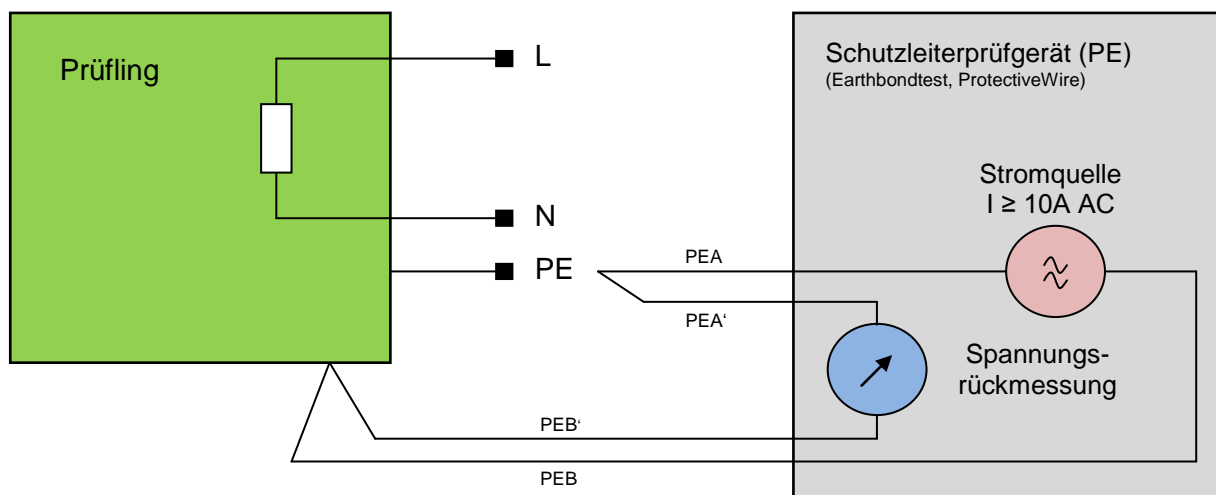
Die Sicherheitsprüfung dient in erster Linie der sicheren Handhabung des fertigen Erzeugnisses. Dabei sind die durchzuführenden Prüfungen in den Normen so festgelegt, dass ein bestandener Test der Maschine resp. des Gerätes für dessen Lebensdauer, sofern im Originalzustand belassen und ordnungsgemäss eingesetzt, als sicher gelten kann. Nach Reparaturen und Wartungsarbeiten, sowie periodischen Überprüfungen an empfindlichen Produkten z.B. medizinische Geräte, ist eine vereinfachte Sicherheitsprüfung wie beschrieben u.a. in VDE 0701 durchzuführen.

Eine Sicherheitsprüfung an Produkten der Schutzklasse II beinhaltet im einfachsten Fall eine Hochspannungsprüfung, für alle anderen Schutzklassen sind in der Regel folgende Tests durchzuführen:

- Schutzleiterprüfung
- Isolationsmessung
- Hochspannungsprüfung
- Ableitstrommessung (nicht in allen Normen)

Schutzleiterprüfung (PE)

Bei Geräten mit Schutzleiteranschluss, also Schutzklasse I, wird von einer Wechselspannungsquelle mit einer Leerlaufspannung von max. 12V ein Strom von mindestens 10A (andere Normen verlangen bis zu 30A) über die Schutzleiterklemme oder den Schutzkontakt zu jedem berührbaren Metallteil geleitet, welches aus Gründen der Sicherheit mit dem Schutzleiter verbunden sein muss.



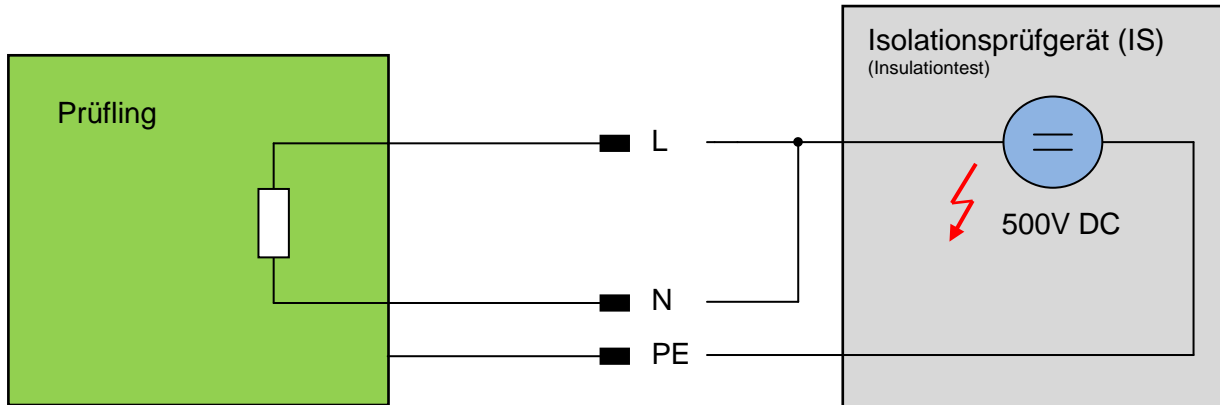
Der Spannungsabfall zwischen der Schutzleiterklemme des Gerätes oder dem Schutzkontakt des Gerätesteckers und dem berührbaren Metallteil wird gemessen und aus Strom und Spannung der Widerstand bestimmt. Der Widerstand darf in keinem Fall grösser als 200mΩ sein. In etlichen Normen beträgt der Widerstand $\leq 100\text{m}\Omega$ und in anderen wiederum ist der Spannungsabfall im Abhängigkeit mit dem Kabelquerschnitt definiert.

Das Wichtigste in Kürze:

- Der Widerstand sollte kleiner als 100mΩ sein
- Benutzung von hohem Strom (10–30A), bei kleiner Spannung (6-12 VAC)
→ **harmlos für Benutzer!**
- Der PE Test sollte als erster Prüfschritt durchgeführt werden, da alle weiteren Prüfungen einen korrekten Schutzleiter voraussetzen.(HV, ISO, LC)
- Alle berührbaren Metallteile des Prüflings müssen abgetastet werden : z.B. mit Prüfstift, Krokodilklemme, Adapter o.ä.

Isolationsmessung (IS)

Der Isolationswiderstand, der bei einer Gleichspannung von 500V zwischen den Leitern der Leistungskreise, also Phase und Neutralleiter gegen den Schutzleiter gemessen wird, darf in der Regel nicht kleiner als 2MΩ sein.

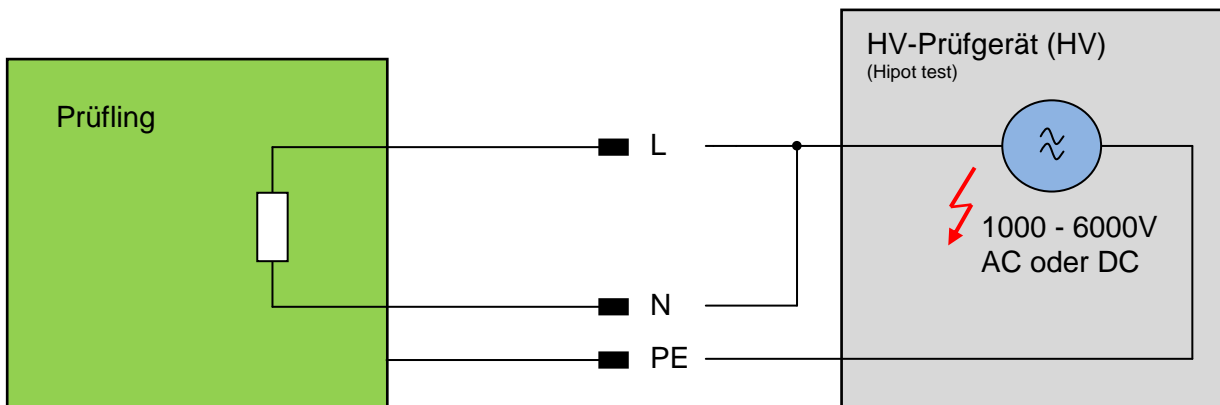


Das Wichtigste in Kürze:

- Die Isolationsprüfung wird üblicherweise bei 500 V DC durchgeführt
- Ziel: Messung der Qualität der Isolierung des Prüflings
- Widerstand sollte größer als 2 MΩ sein (je nach Norm)

Hochspannungsprüfung (HV)

Ein Hochspannungstest ist im Gegensatz zur Isolationsmessung eine Spannungs-Festigkeitsprüfung, welche die vorgeschriebenen Isolationsabstände überprüft. In der Regel wird eine Hochspannungsprüfung von dem kurzgeschlossenen Hauptstromkreis (Phase und Neutralleiter) gegenüber dem Schutzleiter durchgeführt. In gewissen Fällen ist zudem eine Hochspannungsprüfung zwischen Haupt- und Nebenstromkreis durchzuführen.



Die Prüfzeit und die Prüfspannung sind je nach Norm und Schutzklasse verschieden definiert und können sich zwischen 1000V bis 6000V AC oder DC bewegen. Während der Prüfung darf kein Überschlag oder Durchschlag auftreten. Bei fast allen neu überarbeiteten Normen ist anstelle der klassischen Wechselspannungsprüfung auch eine Gleichspannungsprüfung zulässig, wobei dann die Spannungswerte das 1,5fache der Wechselspannungswerte betragen müssen.

Gleichspannungsprüfungen sind gegenüber AC Prüfungen wenn immer möglich vorzuziehen, da bei DC Prüfungen keine grossen kapazitiven Scheinströme erzeugt werden können. Aus diesem Grund können DC Prüfungen mit sehr viel geringerer Energie durchgeführt werden, was einerseits eine schonende Wirkung für den Prüfling und andererseits ein positiver Sicherheitsaspekt für den Prüfer darstellt.

Das Wichtigste in Kürze:

- Das Prüfergebnis ist entweder: GUT oder SCHLECHT
- Prüfling muss während der Prüfung eingeschaltet sein
- Es sind AC oder DC Spannungen zugelassen (je nach Norm)
- Die Höhe der Prüfspannung wird durch die entsprechende Norm definiert
- Bei Verwendung von DC Spannungen gilt: $U_{DC} = U_{AC} * 1.5 (\sqrt{2})$

Spezielles zur Hochspannungsprüfung:

- Strombegrenzte Hochspannungsquellen → daher keine Lebensgefahr
- 4-Leiter-Technik: Diese Messtechnik wird genutzt, um die am Prüfling anliegende Spannung zu kontrollieren und zu überwachen.
- Hochspannungstest unter Betriebsbedingungen: Dieses Verfahren ist notwendig, wenn ein Prüfling während der Hochspannungsprüfung in Betrieb sein muss. D.h. die Hochspannung wird der Betriebsspannung überlagert.

Sicherheitsstrombegrenzte Hochspannung:

Das Verwenden von strombegrenzten Hochspannungsquellen hat hinsichtlich des Personenschutzes nur Vorteile:

- Es sind keine Abschränkungen gem. EN 50191 notwendig. D.h. kein aufwendiges 2-Hand-Bedienung, Prüfhauben, Lichtvorhänge etc.
- Keine Lebensgefahr bei zufälligem Kontakt mit der Hochspannung
- Wesentlich geringere Leckströme
- Schonendere Prüfung
- Möglichkeit der stressfreien Prüfung durch Spannungsrampen
- Gleichzeitiges Durchführen von IS und HV Prüfungen in einem Schritt

Sicherheitsstrombegrenzt heisst:

- DC-Hochspannungsquelle: Max. Kurzschlussstrom = $I_{Kmax} < 12 \text{ mA}$
- AC-Hochspannungsquelle: Max. Kurzschlussstrom = $I_{Kmax} < 3 \text{ mA}$
- Die elektrische Energie an der Arbeitsstelle ist $\leq 350 \text{ mJ}$

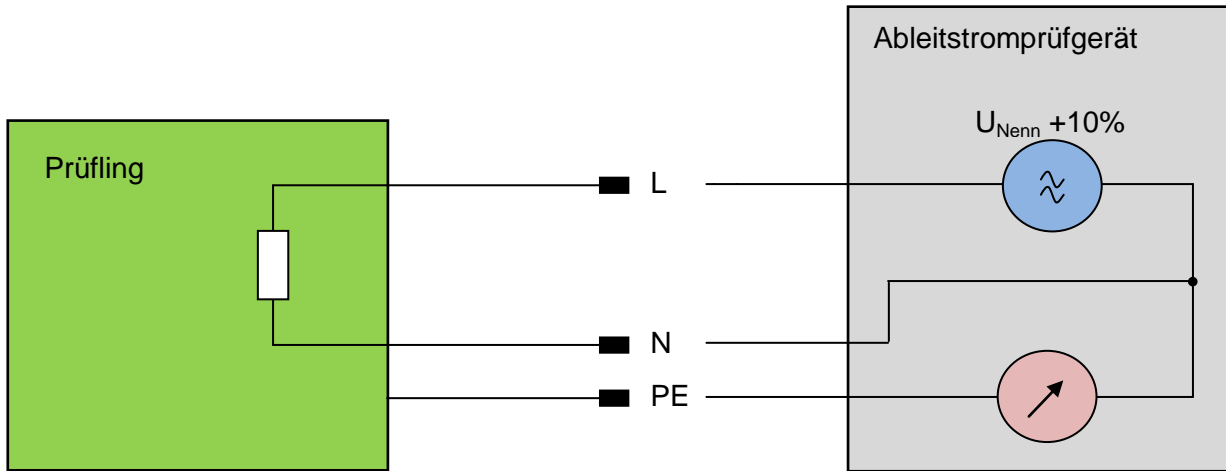
!! ACHTUNG !!
Auch bei Verwendung von sicherheitsbegrenzten Hochspannungsquellen ist Vorsicht geboten!

Ableitstrommessung

Im Gegensatz zu den drei vorhergegangenen Prüfungen wird die Ableitstrommessung unter Betriebsbedingungen durchgeführt, wobei per Definition die Betriebsspannung 10% höher als die Nennspannung sein muss. Bei einphasigen Prüflingen sind mit Ausnahme der Medizingeräte bis zu drei Betriebsarten durchzuführen, die wie folgt zu nennen sind:

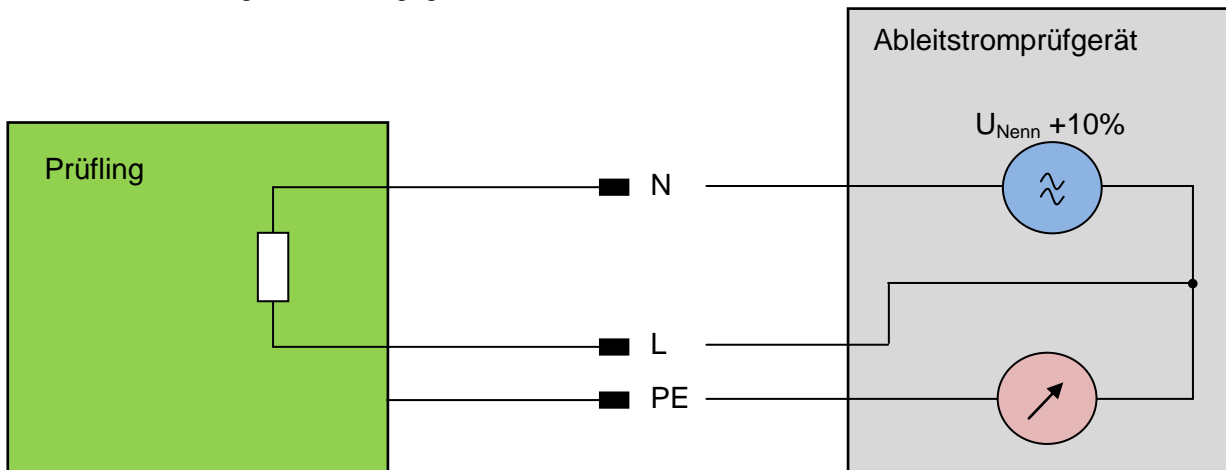
Verfahren A1:

Ableitstrommessung von Neutraleiter gegen PE



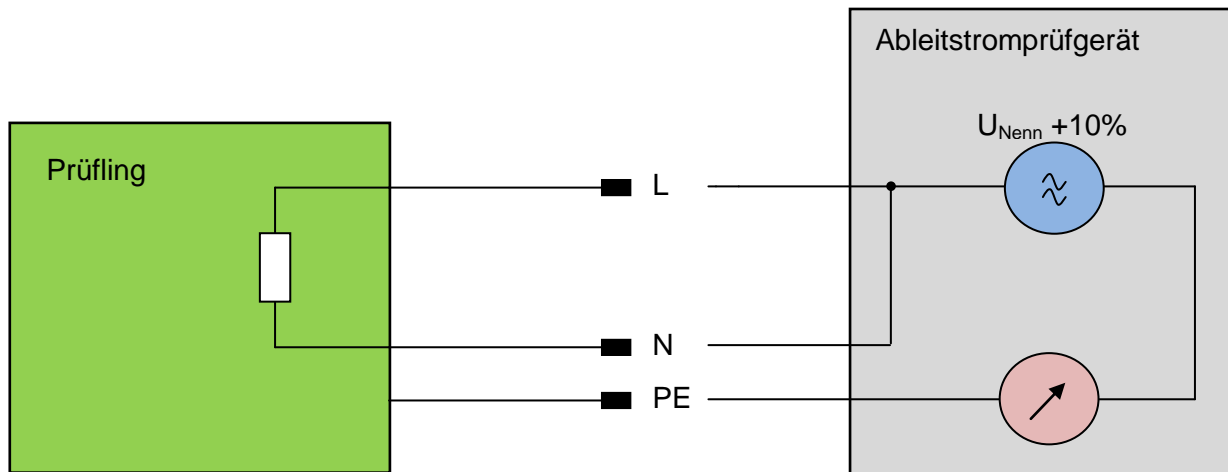
Verfahren A2:

Ableitstrommessung von Phase gegen PE



Verfahren B:

Ersatzableitstrommessung Phase und Neutralleiter gegen PE



Bei Medizingeräten werden nebst den beschriebenen Verfahren noch Fehlersimulationen (erster und früher auch zweiter Fehler) verlangt. Zudem wird auch noch zwischen Erd- und Gehäuseableitstrom unterschieden.

Im Dreiphasennetz wird der Ableitstrom vom Sternpunkt gegen PE gemessen, wobei die Unterbrechung der einzelnen Phasen vorzusehen ist. Die zulässigen Grenzwerte sind je nach Norm verschieden definiert und betragen wenige μA (medizinische Geräte) bis einige mA.