

Grundsätze für die Prüfung und Zertifizierung von Spannungswarnsystemen für Mittelspannungsanlagen

Stand: 2025-07

DGUV Test
Prüf- und Zertifizierungsstelle Elektrotechnik
Fachbereich Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse
Gustav-Heinemann-Ufer 130
50968 Köln

Wir prüfen für Sie. Mit Sicherheit.

GS-ET-44

Vorwort

Bei Einhaltung der Anforderungen dieses Prüfgrundsatzes ist davon auszugehen, dass eine Übereinstimmung mit den wesentlichen Anforderungen des Produktsicherheitsgesetzes (ProdSG) und des Gesetzes über die elektromagnetische Verträglichkeit von Betriebsmitteln (EMVG) gegeben ist.

Der Prüfgrundsatz ist ab sofort anzuwenden.

Dieser Prüfgrundsatz wird, den neuesten Erkenntnissen auf dem Gebiet der Arbeitssicherheit und dem technischen Fortschritt folgend, von Zeit zu Zeit überarbeitet und ergänzt. Für die Prüfung durch die Prüf- und Zertifizierungsstelle Elektrotechnik im Fachbereich Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse ist stets die neueste Ausgabe verbindlich.

Dieser Prüfgrundsatz enthält wesentliche Anforderungen und Prüfungen für den Nachweis, dass Spannungswarnsysteme für Mittelspannungsanlagen (MS-Anlagen) zuverlässig funktionieren und zur Sicherheit der Anwender beitragen, vorausgesetzt, sie werden entsprechend der Anweisung des Herstellers eingebaut und die Funktion überprüft.

Die elektrische, elektronische und programmierbare elektronische Ausrüstung eines Spannungswarnsystems für MS-Anlagen sollte der Hersteller so gestalten und beurteilen, dass das Risiko von Fehlfunktionen/Ausfällen durch vernünftigerweise vorhersehbare Einzelfehlerbedingungen reduziert wird. Die Wahrscheinlichkeit eines Ausfalls bzw. einer Fehlfunktion der elektrischen, elektronischen und programmierbaren elektronischen Ausrüstung eines Spannungswarners für MS-Anlagen hängt von mehreren Faktoren ab, einschließlich der Hardware- und Softwarestruktur, dem Umfang von Fehler-Detektionsmechanismen, der Zuverlässigkeit von Bauteilen, den Ausfällen infolge gemeinsamer Ursache, dem Gestaltungsprozess, der Belastung im Betrieb, den Umgebungsbedingungen und den betrieblichen Einsatzbedingungen.

Spannungswarnsysteme für MS-Anlagen nach diesem Prüfgrundsatz sind keine Messgeräte oder Prüfgeräte. Sie sind auch nicht zulässig zur Feststellung der Spannungsfreiheit im Rahmen der Durchführung der 5 Sicherheitsregeln.

	Vorwort	2
1	Allgemeines	5
1.1	Vorbemerkungen	5
1.2	Anwendungsbereich	5
1.3	Technische Regelwerke	5
2	Begriffe	7
2.1	Mittelspannungsanlage (MS-Anlage)	7
2.2	Spannungswarnsystem	7
2.3	Bauarten	7
2.4	Basisisolierung	7
2.5	Zusätzliche Isolierung	8
2.6	Doppelte Isolierung	8
2.7	Verstärkte Isolierung	8
2.8	Eindeutige Anzeige	8
2.9	Zweifelsfreie Wahrnehmbarkeit	8
2.10	Betriebsspannung	8
2.11	Anzeigeteil	8
2.12	Normalbedingung/Betriebszustand	8
2.13	Bestimmungsgemäße Verwendung	8
2.14	Vorhersehbare Verwendung	9
2.15	Gesamtansprechzeit	9
2.16	Eigenzeit	9
2.17	Einzelfehlerbedingung (single fault condition)	9
2.18	Eigenprüfeinrichtung	9
2.19	Ansprechspannung U_t	9
2.20	Transiente Überspannung	9
2.21	Stückprüfung	9
3	Einzureichende Prüfunterlagen	10
4	Anforderungen und Prüfungen	10
4.1	Allgemeine Anforderungen	10
4.1.1	Anzeige	13
4.1.2	Akustische Anzeige	13
4.1.3	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	13
4.2	Anforderungen und Prüfungen der Funktion	13
4.2.1	Eindeutige Anzeige	13
4.2.2	Eindeutige Wahrnehmbarkeit der akustischen Anzeige	14
4.2.3	Temperaturabhängigkeit	16

4.2.4	Frequenzabhängigkeit im Wechselspannungsbereich	16
4.2.5	Eigenzeit/Gesamtansprechzeit	17
4.2.6	Zustandsüberprüfung	17
4.3	Elektrische Anforderungen	18
4.3.1	Allgemeines	18
4.3.2	Isolierung gegen die Bemessungsspannung der MS-Anlage	18
4.3.3	Schutz gegen elektrische Durchströmung	19
4.3.4	Mindestluftstrecken und Mindestkriechstrecken	20
4.3.5	Verbindungsleitung(en)	23
4.4	Mechanische Anforderungen	23
4.4.1	Konstruktion	23
4.4.2	Schutzart des Gehäuses	23
4.4.3	Beständigkeit gegen Erschütterung	23
4.4.4	Beständigkeit gegen Schlag	24
4.4.5	Nachweis von Manipulation	25
4.4.6	Beständigkeit gegen Wärme	25
4.5	Aufschriften	25
4.5.1	Allgemeines	25
4.5.2	Aufschriften auf der Auswerteeinheit	25
4.5.3	Haltbarkeit der Aufschriften	26
4.6	Gebrauchsanleitung	26
4.7	Äußere Materialien und Beschaffenheit	27
4.7.1	Beschaffenheit	27
5	Stückprüfungen	28
5.1	Nachweis der Übereinstimmung der konstruktiven Vorgaben	28
5.2	Funktionsprüfung	28

1 Allgemeines

1.1 Vorbemerkungen

Ein Spannungswarnsystem für Mittelspannungsanlagen (MS-Anlagen) soll warnen, bevor in die Annäherungszone einer unter Betriebsspannung stehenden MS-Anlage eingedrungen wird.

Ein Spannungswarnsystem für MS-Anlagen erkennt Betriebsspannungen innerhalb der MS-Anlage und signalisiert dies durch akustische und ggf. auch optische Anzeigen sobald z. B. eine Schaltschranktür geöffnet wird.

1.2 Anwendungsbereich

Dieser Prüfgrundsatz gilt für Spannungswarnsysteme für die Verwendung in MS-Anlagen mit Wechselspannungen größer 1 kV bis 36 kV mit Bemessungsfrequenzen von 50 Hz und 60 Hz.

Spannungswarnsysteme für MS-Anlagen nach diesem Prüfgrundsatz sind für die Verwendung bei trockener Umgebung in Innenräumen, bis 2.000 m über Seehöhe, vorgesehen.

Andere Zusatzfunktionen sind von diesem Prüfgrundsatz nicht abgedeckt.

Dieser Prüfgrundsatz enthält Prüfanforderungen, um die Übereinstimmung des Produktes mit den Anforderungen des Abschnittes 4 dieses Prüfgrundsatzes nachzuweisen. Diese Prüfanforderungen sind hauptsächlich als Typprüfungen für die Bewertung der Konstruktion vorgesehen.

1.3 Technische Regelwerke

DIN EN 60068-2-1 (VDE 0468-2-1):2008-01	Umgebungseinflüsse – Teil 2-1: Prüfverfahren – Prüfung A: Kälte
DIN EN 60068-2-2 (VDE 0468-2-2):2008-05	Umgebungseinflüsse – Teil 2-2: Prüfverfahren – Prüfung B: Trockene Wärme
DIN EN 60068-2-6 (VDE 0468-2-6):2008-10	Umgebungseinflüsse – Teil 2-6: Prüfverfahren – Prüfung Fc: Schwingen (sinusförmig)
DIN EN 60068-2-27 (VDE 0468-2-27): 2010-02	Umgebungseinflüsse – Teil 2-27: Prüfverfahren – Prüfung Ea und Leitfaden: Schocken
DIN EN 60068-2-75 (VDE 0468-2-75):2015-08	Umgebungseinflüsse – Teil 2-75: Prüfungen – Prüfung Eh: Hammerprüfungen

DIN EN IEC 60112 (VDE 0303-11):2022-11-05	Verfahren zur Bestimmung der Prüfzahl und der Vergleichszahl der Kriechwegbildung von festen, isolierenden Werkstoffen
IEC 60417:2002-10	Graphische Symbole für Betriebsmittel
DIN EN 60529 (VDE 0470-1):2014-09	Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code)
DIN EN 60664-1 (VDE 0110-1):2022-07	Isulationskoordination für elektrische Betriebsmittel in Niederspannungsanlagen – Teil 1: Grundsätze, Anforderungen und Prüfungen
DIN EN 60664-3 (VDE 0110-3):2017-11	Isulationskoordination für elektrische Betriebsmittel in Niederspannungsanlagen – Teil 3: Anwendung von Beschichtungen, Eingießen oder Vergießen zum Schutz gegen Verschmutzung
DIN EN 60695-10-2 (VDE 0471-10-2):2016-01	Prüfungen zur Beurteilung der Brandgefahr Teil 10-2: Unübliche Wärme – Kugeldruckprüfung
DIN EN 61010-1 (VDE 0411-1):2020-03	Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte – Teil 1: Allgemeine Anforderungen
DIN EN 61010-031 (VDE 0411-031):2023-02	Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte –Teil 031: Sicherheitsbestimmungen für handgehaltenes Messzubehör zum elektrischen Messen und Prüfen
DIN EN 61140 (VDE 0140-1):2016-11	Schutz gegen elektrischen Schlag – Gemeinsame Anforderungen für Anlagen und Betriebsmittel
DIN EN 61180 (VDE 0432-10):2017-04	Hochspannungs-Prüftechnik für Niederspannungsgeräte – Begriffe, Prüfung und Prüfbedingungen, Prüfgeräte
DIN EN 61260-1:2014-10	Elektroakustik – Bandfilter für Oktaven und Bruchteile von Oktaven – Teil 1: Anforderungen
DIN EN 61326-1 (VDE 0843-20-1):2013-07	Elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte – EMV-Anforderungen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen
DIN EN 61672-1:2014-07	Elektroakustik – Schallpegelmesser – Teil 1: Anforderungen

DIN EN ISO 3744:2011-02

Akustik – Bestimmung der Schallleistungs- und Schallenergiepegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen – Hüllflächenverfahren der Genauigkeitsklasse 2 für ein im Wesentlichen freies Schallfeld über einer reflektierenden Ebene

DIN ISO 7000:2008-12

Graphische Symbole auf Einrichtungen

2 Begriffe

2.1 Mittelspannungsanlage (MS-Anlage)

Wechselstromanlage, die für den Betrieb in Innenraumanlagen bei Frequenzen bis einschließlich 60 Hz und mit Bemessungsspannungen über 1 kV bis einschließlich 36 kV ausgelegt sind.

2.2 Spannungswarnsystem

Gerät für die Anwendung zur Warnung vor Betriebsspannungen in MS-Anlagen.

Ein Spannungswarnsystem besteht aus einer Spannungserfassung, einer Auswerteeinheit und einer Anzeige (akustisch und ggf. zusätzlich optisch).

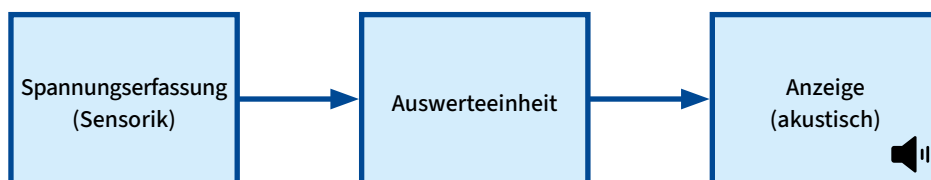


Bild 1: Blockschaltbild eines Spannungswarnsystems

2.3 Bauarten

Ein Spannungswarnsystem wird fest in einer MS-Anlage nach Vorgaben des Herstellers des Spannungswarnsystems eingebaut.

2.4 Basisisolierung

Isolierung zum grundlegenden Schutz von unter gefährlichen Spannungen stehenden Teilen.

ANMERKUNG Dies schließt nicht die Isolierungen mit ein, die ausschließlich für Funktionszwecke verwendet werden.

2.5 Zusätzliche Isolierung

Unabhängige Isolierung zusätzlich zur Basisisolierung, die den Schutz im Fehlerfall sicherstellt.

2.6 Doppelte Isolierung

Isolierung, die aus Basisisolierung und zusätzlicher Isolierung besteht.

2.7 Verstärkte Isolierung

Isolierung unter Spannung stehender Teile, die den gleichen Schutz gegen gefährliche Körperströme wie eine doppelte Isolierung bietet.

ANMERKUNG Die verstärkte Isolierung darf aus mehreren Lagen bestehen, die nicht einzeln als Basisisolierung oder zusätzliche Isolierung geprüft werden können.

2.8 Eindeutige Anzeige

Eindeutige Anzeige des Vorhandenseins einer Betriebsspannung innerhalb einer MS-Anlage.

2.9 Zweifelsfreie Wahrnehmbarkeit

Fall der fehlerfreien Wahrnehmung der Anzeige durch den Anwender unter bestimmten Umgebungsbedingungen mit dem Spannungswarnsystem in Betriebsposition.

2.10 Betriebsspannung

Spannungswert bei Normalbetrieb zu einem bestimmten Zeitpunkt an einer bestimmten Stelle des Netzes oder elektrischen Anlage.
(aus VDE 0105-1, 3.6.4)

2.11 Anzeigeteil

Teil des Spannungswarners, der das Vorhandensein einer Betriebsspannung in einer MS-Anlage anzeigt.

2.12 Normalbedingung/Betriebszustand

Zustand, bei dem alle Schutzmittel (z. B. Schutzimpedanz) intakt sind.

2.13 Bestimmungsgemäße Verwendung

Ist die Verwendung, für die ein Produkt nach den Angaben derjenigen Person, die es in den Verkehr bringt, vorgesehen ist oder die übliche Verwendung, die sich aus der Bauart und Ausführung des Produktes ergibt.

2.14 Vorhersehbare Verwendung

Ist die Verwendung eines Produktes in einer Weise, die von derjenigen Person, die es in Verkehr bringt, nicht vorgesehen, jedoch nach vernünftigem Ermessen vorhersehbar ist.

2.15 Gesamtansprechzeit

Zeit zwischen Erkennen der Zutrittsabsicht (z. B. Öffnung der Schutzeinrichtung/ Tür) einer unter Betriebsspannung stehenden MS-Anlage und Anzeige (Warnung).

2.16 Eigenzeit

Zeit zwischen dem Startsignal am Eingang der Auswerteeinheit und der Anzeige (Warnung). Die Eigenzeit ist ein Teil der Gesamtansprechzeit.

2.17 Einzelfehlerbedingung (single fault condition)

Zustand, bei dem eine Schutzmaßnahme gegen Gefährdung fehlerhaft ist oder ein Fehler vorliegt, der eine Gefährdung verursachen könnte.

ANMERKUNG: Wenn eine Einzelfehlerbedingung unvermeidbar eine oder mehrere Fehlerbedingungen verursacht, sind alle als eine Einzelfehlerbedingung einzustufen.

2.18 Eigenprüfeinrichtung

Eingebautes Bauteil, mit dem die Funktion des Spannungswarnsystems geprüft werden kann.

2.19 Ansprechspannung U_t

Erforderliche Mindestspannung für eine eindeutige Anzeige.

2.20 Transiente Überspannung

Schwingende oder nicht schwingende, in der Regel stark gedämpfte Überspannung mit einer Dauer von einigen Millisekunden oder weniger.

2.21 Stückprüfung

Prüfung, der jede Einheit während oder nach der Herstellung unterzogen wird, um zu überprüfen, ob diese Einheit bestimmte Kriterien erfüllt.

3 Einzureichende Prüfunterlagen

Für die technische Prüfung des Spannungswarners müssen mindestens nachfolgend aufgeführte Unterlagen eingereicht werden:

- Gebrauchsanleitung, ggf. Kurzanleitung und Montageanleitung
- EU-Konformitätserklärung (ggf. EMV)
- technische Zeichnungen, z. B. Konstruktionszeichnung, Stromlaufplan, Leiterplattenlayout, Funktionsblockschaltplan etc.
- Stück- bzw. Bauteilliste

Außerdem kann es notwendig sein, dass nachfolgend aufgeführte Unterlagen eingereicht werden müssen, wenn diese vorhanden und/oder zutreffend sind:

- Verkaufsprospekt
- Datenblätter, Prüfbescheinigungen und Zertifikate für verwendete Bauteile

Die Prüfstelle kann bei Bedarf weitere Unterlagen anfordern.

4 Anforderungen und Prüfungen

4.1 Allgemeine Anforderungen

Spannungswarnsysteme müssen allen nachfolgenden Anforderungen genügen. Die Reihenfolge der Prüfungen muss so gewählt werden, dass vorangegangene Prüfungen nicht das Ergebnis der nachfolgenden Prüfung beeinflussen. Im Zweifelsfall ist ein gesonderter Prüfling einzusetzen.

Die Anzahl der einzureichenden Prüfmuster wird von der Prüfstelle festgelegt. In der Regel sind mindestens drei Baumuster zur Verfügung zu stellen.

Wenn in den einzelnen Prüfabschnitten nichts anderes angegeben ist, so ist die ordnungsgemäße Funktion der Spannungswarnsysteme vor der ersten und nach jeder Einzelprüfung festzustellen.

Sofern in den einzelnen Prüfabschnitten nicht anders festgelegt ist, gilt Folgendes:

- Es ist ein Prüfaufbau gemäß der Darstellung in Bild 2a oder Bild 2b zu verwenden.
 - Prüfaufbau gemäß Bild 2a:
 - ▷ Eine geerdete Grundplatte mit Traversen zur Aufnahme der Stützer muss die Schienen zu allen Seiten um mind. 50 mm überragen.

- Prüfaufbau gemäß Bild 2b:
 - ▷ Zuleitungen zum Spannungswarnsystem dürfen die Feldverhältnisse nicht nennenswert beeinflussen.
 - ▷ Der Tisch muss nichtleitend sein und mindestens die Maße der Hauptelektrode abbilden.
 - ▷ Die geerdete Tischoberfläche, sowie eine weitere Platte parallel darüber angeordnet, bilden den Prüfaufbau.
 - ▷ Die Feldverhältnisse der späteren Anwendung sind durch die Wahl des Elektrodenabstandes s und der Prüfspannung U_p nachzubilden.
- Die Funktionsprüfungen müssen bei Bemessungsfrequenz des Spannungswarnsystems durchgeführt werden. Bei Spannungswarnsystemen mit mehr als einer Bemessungsfrequenz oder einem Bemessungsfrequenzbereich müssen die Prüfungen mit der niedrigsten und der höchsten Bemessungsfrequenz durchgeführt werden.
- Die Prüfungen sind bei einer Umgebungstemperatur von $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$ und einer relativen Luftfeuchte zwischen 30 % und 75 % durchzuführen.
- Die Spannungswarnsystem für Typprüfungen müssen bei einer Umgebungstemperatur von $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$ mindestens 5 h gelagert werden, bevor das Prüfverfahren beginnt.
- Die für die Prüfungen festgelegten Wechselströme und Wechselspannungen sind Effektivwerte.
- Die Messgenauigkeit der nachstehenden Parameter ist wie folgt:
 - Prüfspannung (Wechselspannung/Gleichspannung): $\pm 3 \%$
 - Prüfspannung (Stoß): $\pm 5 \%$
 - Strom: $\pm 1,5 \%$
 - Frequenz: $\pm 0,2 \%$
 - Temperatur: $\pm 2 \text{ K}$
 - relative Luftfeuchte: $\pm 3 \%$
 - Dauer der Stoßspannung: $\pm 20 \%$; Zeit (Prüfdauer): $\pm 1 \%$

Maße des Spannungswarnsystems werden mit $\pm 0,1 \text{ mm}$ toleriert.

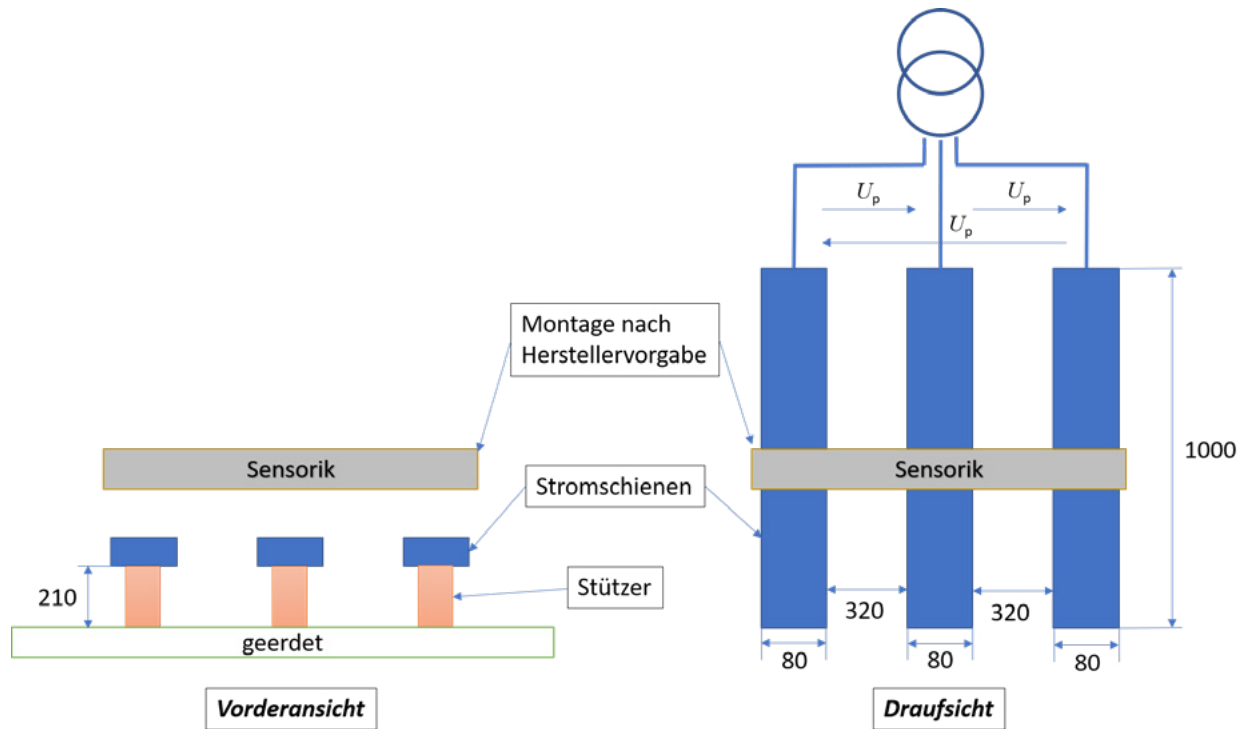


Bild 2a: Prüfaufbau (Beispielhaft, reale Spannungsverhältnisse)

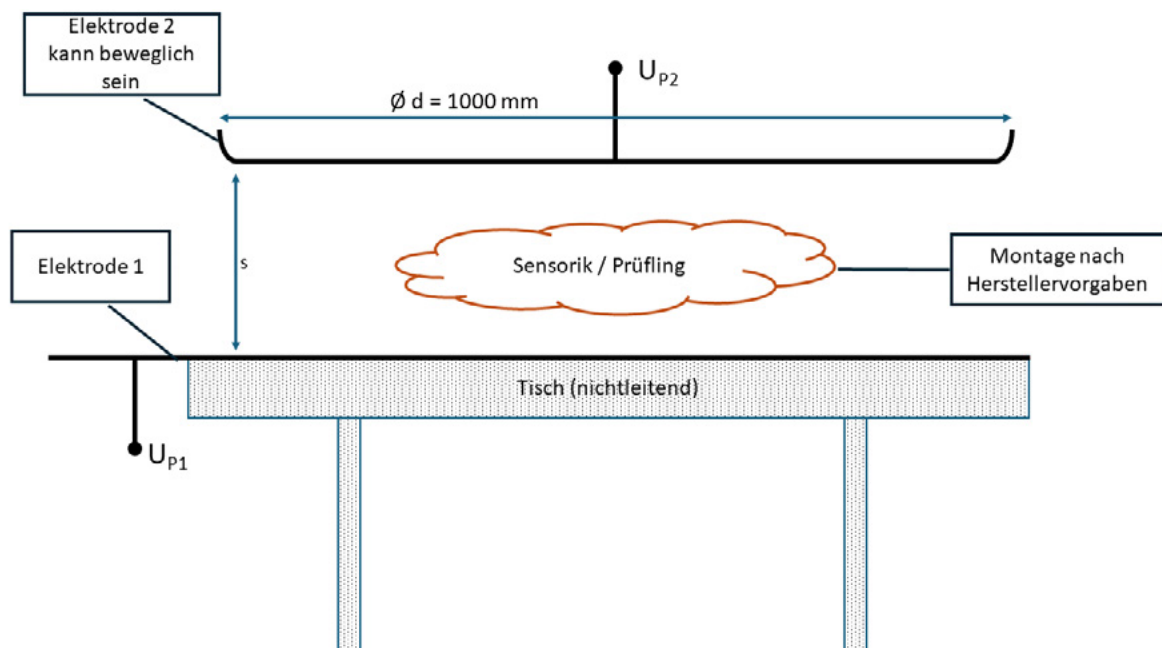


Bild 2b: Prüfaufbau (Beispielhaft, E-Feld Nachbildung)

4.1.1 Anzeige

Das Spannungswarnsystem muss den Zustand „Spannung vorhanden“ eindeutig anzeigen. Die Anzeige muss mindestens akustisch erfolgen.

Prüfung: Durch Funktionsprüfung muss die Zustandsanzeige „Spannung vorhanden“ aller Anzeigen nachgewiesen werden.

4.1.2 Akustische Anzeige

Die Anzeige muss für den Anwender in der Gebrauchslage zweifelsfrei wahrnehmbar sein und sich deutlich von den zu erwartenden Umgebungsgeräuschen unterscheiden.

Prüfung: Durch Funktionsprüfung muss die Zustandsanzeige „Spannung vorhanden“ eines jeden akustischen Signals nachgewiesen werden.

4.1.3 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

Prüfung nach DIN EN IEC 61326-1:2022-11

4.2 Anforderungen und Prüfungen der Funktion

4.2.1 Eindeutige Anzeige

4.2.1.1 Eindeutige Anzeige der Ansprechspannung

Unter einer Leiter-Erde-Spannung bis zu 10 % der Nennspannung U_n darf das Spannungswarnsystem nicht alarmieren. Ab 45 % muss eine Alarmierung erfolgen. ($0,1 U_n < U_t \leq 0,45 U_n$)

Bei der Prüfung sind die vom Hersteller festgelegten Frequenzen zu beachten.

- Prüfung:
- a) Einstellungen
Es ist durch Inspektion zu prüfen, dass im Betrieb kein Zugang zur Einstellung der Ansprechspannung U_t ohne Verwendung von Hilfsmitteln oder ohne Nutzung eines Zugangscode möglich ist.
 - b) Nicht-Anzeigen bei 10 % U_n
Das Spannungswarnsystem muss bei einer Prüfspannung von 10 % der Nennspannung, oder einem entsprechenden äquivalenten Wert der elektrischen Feldstärke, der vom Hersteller anzugeben ist, geprüft werden. Diese Prüfung muss bei allen vom Hersteller festgelegten Frequenzen durchgeführt werden.
Die Prüfung gilt als bestanden, wenn keine Meldung „Spannung vorhanden“ durch die akustische Anzeige und ggf. zusätzlich durch eine optische Anzeige erfolgt.

- c) Anzeige „Spannung vorhanden“ bei 45 % U_n
Das Spannungswarnsystem muss bei einer Prüfspannung von 45 % der Nennspannung oder einem entsprechenden äquivalenten Wert der elektrischen Feldstärke, der vom Hersteller anzugeben ist, geprüft werden. Diese Prüfung muss bei allen vom Hersteller festgelegten Frequenzen durchgeführt werden.
Die Prüfung gilt als bestanden, wenn die Meldung „Spannung vorhanden“ durch die akustische Anzeige und ggf. zusätzlich durch eine optische Anzeige erfolgt.

ANMERKUNG: Der vom Hersteller anzugebende Wert der elektrischen Feldstärke muss mindestens die Nennspannung und die bestimmungsgemäße Montage des Sensors berücksichtigen.

4.2.1.2 Stetige Anzeige

Das Spannungswarnsystem muss bei Aktivierung (z. B. Öffnen der Türe des Schaltfeldes) und Vorhandensein der Betriebsspannung kontinuierlich mindestens für 5 Sekunden akustisch anzeigen.

Prüfung: Beeinflussung durch das elektromagnetische Feld
Die Prüfung der Beeinflussung durch das elektromagnetische Feld ist in den Prüfungen der elektromagnetischen Verträglichkeit nach Abschnitt 4.1.6 dieses Prüfgrundsatzes enthalten.

4.2.2 Eindeutige Wahrnehmbarkeit der akustischen Anzeige

Es gelten die Anforderungen gemäß Abschnitt 4.1.2 dieses Prüfgrundsatzes.

Prüfung: Die akustische Anzeige des Zustandes „Spannung vorhanden“ ist zu prüfen.

Die Schalldruckpegel sind nach DIN EN ISO 3744:2011-02 entsprechend den Anforderungen zu messen. Die Messumgebung kann gemäß DIN EN ISO 3744:2011-02, Abschnitt 4 ausgewählt werden, wobei die Kriterien für das Fremdgeräusch nicht unterschritten werden dürfen.

Die Fremdgeräusche im Raum in dem interessierenden Frequenzbereich sollen mindestens 6 dB, bevorzugt werden mehr als 15 dB, unter dem Geräusch des zu prüfenden Spannungswarnsystems sein.

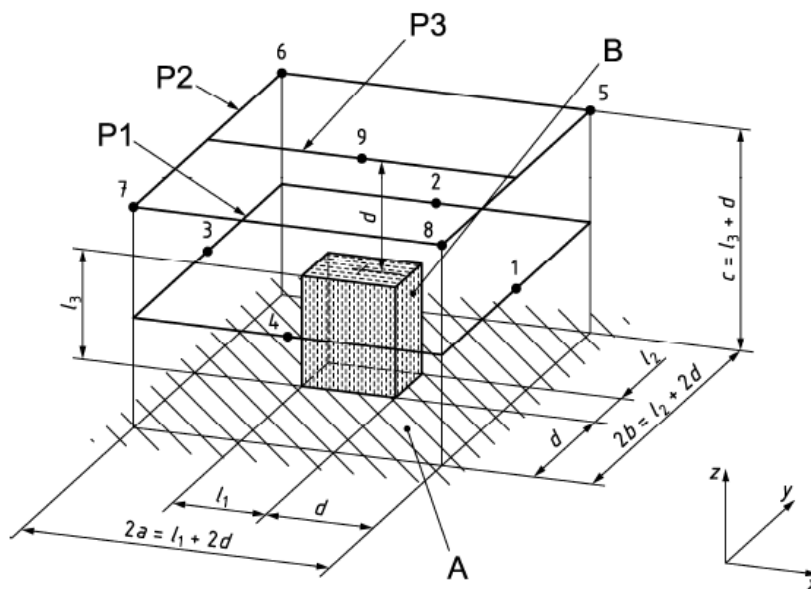
Die Messstellen sind gemäß DIN EN ISO 3744:2011-02, Anhang C anzuordnen, wobei die Anordnungen für mehr als eine reflektierende Ebene C.12 und C.13 nicht verwendet werden dürfen.

Der Prüfling muss während der Prüfung auf einer nichtreflektierenden Bodenfläche aufgestellt/gelegt werden. Über einem reflektierenden Boden kann die Absorption des reflektierenden Bodens, üblicherweise durch Belegen der Oberfläche mit einem Schall absorbierenden Material (Schalldämmmatte) von ungefähr 5 cm Dicke erfolgen, wobei die äußeren Ränder des Prüflings mindestens einen Abstand von 20 cm zu den äußeren Rändern des absorbierenden Materials haben sollen.

Für die Messung ist ein Schallpegelmessgerät mit der Genauigkeitsklasse I gemäß DIN EN 61672-1:2014-07 zu verwenden. Die verwendeten Filter müssen die Anforderungen nach DIN EN 61260-1:2014-10 der Klasse 1 erfüllen.

Der Schalldruckpegel ist im Frequenzbereich von 1.000 Hz bis 4.000 Hz mit dem A-Filter zu messen. Vor Beginn der Messungen ist festzustellen, ob das zu prüfende Spannungswarnsystem vorzugsweise in diesem Frequenzbereich abstrahlt. Der mit dem A-Filter über die Zeit gemittelte Schalldruckpegel muss bei intermittierendem Ton oder bei Dauerton für jede Mikrofonposition gemessen werden. Falls der Unterschied zwischen dem mit dem zu prüfenden Spannungswarnsystem gemessenen Schalldruckpegel und dem Hintergrundgeräusch zwischen 6 dB und 15 dB ist, müssen nach DIN EN ISO 3744:2011-02, Abschnitt 8.3 die Messwerte korrigiert werden. Danach werden die mit dem A-Filter gemessenen Schalldruckpegel über die Messfläche nach DIN EN ISO 3744:2011-02, Abschnitt 8.1 gemittelt.

Die Prüfung gilt als bestanden, wenn die Werte der A-bewerteten, über die Zeit gemittelten Schalldruckpegel für die Messstelle 9 und für den Mittelwert aus den Messstellen 1 bis 9 gleich oder größer sind als 65 dB(A).



Legende

- | | |
|---------------------------|--------------------------------|
| • Hauptmikrofonpositionen | d Messabstand |
| A reflektierende Ebene | l_1 Länge des Bezugsquaders |
| B Bezugsquader | l_2 Breite des Bezugsquaders |
| 2a Länge der Messfläche | l_3 Höhe des Bezugsquaders |
| 2b Breite der Messfläche | P1 bis P3 Bahn 1 bis Bahn 3 |
| c Höhe der Messfläche | |

Bild 3: Messfläche mit Mikrofonpositionen und -bahnen
 (mit den Abmessungen $l_1 \leq d$, $l_2 \leq d$, $l_3 \leq 2d$)

4.2.3 Temperaturabhängigkeit

Der Spannungswarner muss bei den vom Hersteller angegebenen Temperaturbedingungen einwandfrei funktionieren.

Es kann bei extrem niedrigen Temperaturen zur Beeinflussung der akustischen Anzeige kommen, aber in allen Fällen muss die akustische Anzeige wahrnehmbar bleiben.

Alle die Anzeige beeinflussenden Bauteile und Geräte müssen vorhanden sein. Die Prüftemperaturen müssen dieselben sein wie sie vom Hersteller angegeben werden.

Der Prüfling muss in eine Klimakammer gelegt werden und

- muss im ersten Prüfgang auf eine Temperatur bei Beharrung der minimal zulässigen Umgebungstemperatur des festgelegten Temperaturbereichs für eine Dauer von 16 Stunden abkühlen (nach DIN EN 60068-2-1:2008-01, Abschnitt 6.6);
- muss im zweiten Prüfgang auf eine Temperatur bei Beharrung der maximal zulässigen Umgebungstemperatur des festgelegten Temperaturbereichs für eine Dauer von 16 Stunden erwärmt werden (nach DIN EN 60068-2-2:2008-05, Abschnitt 6.5).

Die nachfolgenden Prüfungen müssen innerhalb von 3 min nach der Entnahme aus der Klimakammer durchgeführt werden.

Prüfung: a) Nachweis der Ansprechspannungen
Die Ansprechspannungen des Spannungswarnsystems sind nach Abschnitt 4.2.1.1 dieses Prüfgrundsatzes pro Prüfgang zu prüfen.

Die Prüfung gilt als bestanden, wenn die Kriterien des Abschnitts 4.2.1.1 dieses Prüfgrundsatzes erfüllt werden.

b) Nachweis der Wahrnehmbarkeit der akustischen Anzeige
Diese Prüfung darf mit der Prüfung nach Abschnitt 4.2.1.1 dieses Prüfgrundsatzes kombiniert werden.

Die Prüfung der Wahrnehmbarkeit der akustischen Anzeige gilt als bestanden, wenn das akustische Signal wahrgenommen wird.

4.2.4 Frequenzabhängigkeit im Wechselspannungsbereich

Ein Spannungswarnsystem muss bei 97 % der niedrigsten Bemessungsfrequenz und bei 103 % der höchsten Bemessungsfrequenz einwandfrei funktionieren.

Prüfung: Bei Spannungswarnsystemen müssen die Prüfungen nach Abschnitt 4.2.1.1 dieses Prüfgrundsatzes bei 97 % der niedrigsten Bemessungsfrequenz und bei 103 % der höchsten Bemessungsfrequenz wiederholt werden.

4.2.5 Eigenzeit/Gesamtansprechzeit

Der Hersteller muss je nach Bauart entweder die Eigenzeit oder die Gesamtansprechzeit des Spannungswarnsystems in der Gebrauchsanleitung angeben. Ebenso muss er das Startsignal definieren. Die Eigenzeit/ Gesamtansprechzeit darf 1 Sekunde nicht überschreiten.

Prüfung Eigenzeit:

Das Spannungswarnsystem wird an eine Bemessungsspannung angelegt. Anschließend wird der Spannungswarner aktiviert und die Zeit bis zum Ansprechen der akustischen Anzeige gemessen.

Die Prüfung gilt als bestanden, wenn die Anzeige „Spannung vorhanden“ innerhalb der vom Hersteller angegebenen Eigenzeit nach Aktivierung des Spannungswarnsystems erscheint.

Prüfung Gesamtansprechzeit:

Das Startsignal wird am Spannungswarnsystem angelegt. Es wird die Zeit bis zum Ansprechen der akustischen Anzeige gemessen.

Die Prüfung gilt als bestanden, wenn die Anzeige „Spannung vorhanden“ innerhalb der vom Hersteller angegebenen Gesamtansprechzeit nach dem Startsignal erscheint.

4.2.6 Zustandsüberprüfung

Es muss möglich sein, den Zustand des Systems zu überprüfen. (z.B. über Eigenprüfeinrichtung, Selbstüberwachung, Zustandsabfrage)

Es müssen alle relevanten Einrichtungen, die für die Warnung notwendig sind, überprüft werden können. Die Durchführung der Zustandsüberprüfung bzw. Bauform und Anwendung von Eigenprüfeinrichtungen müssen in der Gebrauchsanleitung erklärt werden (siehe Abschnitt 4.6 dieses Prüfgrundsatzes).

Prüfung: a) Anzeige

Die Prüfung gilt als bestanden, wenn alle akustischen Anzeigeelemente Funktionsbereitschaft signalisieren.

b) Verbindungsleitung zur Sensorik (falls vorhanden)

Die Prüfung gilt als bestanden, wenn die ordnungsgemäße Verbindung der Sensorik zur Auswerteeinheit eindeutig erkannt wird.

c) Batteriezustand (falls Batterie vorhanden)

Die Prüfung gilt als bestanden, wenn bei erschöpfter Energiequelle keine Betriebsbereitschaft angezeigt wird.

d) Software (falls vorhanden)

Die Prüfung gilt als bestanden, wenn unter Einzelfehlerbedingung keine Betriebsbereitschaft angezeigt wird. Durch Dokumentation der Software (z. B. kurze textliche Funktionsbeschreibung, Flussdiagramm und Darstellung relevanter Softwarepassagen) ist die Wirksamkeit der Eigenprüfung nachzuweisen.

4.3 Elektrische Anforderungen

4.3.1 Allgemeines

Die Isolierfähigkeit des Spannungswarnsystems gegenüber der Bemessungsspannung wird nicht geprüft. Die Isolationskoordination zwischen dem Spannungswarnsystem und den aktiven Teilen der MS-Anlage muss berücksichtigt werden.

Wird die Bemessungsspannung über kapazitive Abgriffe gemessen, gelten für diese die Anforderungen der DIN EN 62271:2023-08.

4.3.2 Isolierung gegen die Bemessungsspannung der MS-Anlage

Das isolierende Material muss ausreichend bemessen sein (Art des Materials, Maße), damit es den elektrischen Beanspruchungen widerstehen kann, die üblicherweise im Betrieb auftreten.

Nach DIN EN 61140:2016-11, Abschnitt 7.4.1 für Betriebsmittel der Schutzklasse II muss das Spannungswarnsystem so ausgelegt sein, dass zugängliche leitfähige Teile und zugängliche Oberflächen von Teilen aus isolierendem Material entweder

- von gefährlichen unter Spannung stehenden Anlagenteilen durch doppelte oder verstärkte Isolierung getrennt sind oder
- durch konstruktive Maßnahmen, die vergleichbaren Schutz bieten, z. B. durch eine Schutzimpedanz, ausgeführt sind.

Für den Fall, dass Teile des Spannungswarnsystems in der Gefahrenzone installiert werden, muss eine ausreichende Isolierung für die Bemessungsspannung der Mittelspannungsanlage vorhanden sein.

- Prüfung:
- a) Sofern es nicht zulässig ist das Spannungswarnsystem in die Gefahrenzone zu installieren, erfolgt eine Überprüfung der Montageanleitung.
 - b) Sofern es zulässig ist das Spannungswarnsystem in die Gefahrenzone zu installieren, muss eine Prüfung nach DIN EN 62271:2023-08 erfolgen.

Konditionierung und Vorbereitung

Das Spannungswarnsystem ist nach DIN EN 60664-1:2022-07, Abschnitt 6.1.3.2 und Tabelle F.6 zu konditionieren (93 % relative Luftfeuchte, 40° C während 96 h).

Eine elektrische leitfähige Umhüllung ist um alle im Betrieb berührbaren Teile des Spannungswarnsystems anzubringen. Die Umhüllung ist so nahe an den nicht isolierten Teilen anzubringen, dass der Kriechweg zwischen Umhüllung und nicht isolierten Teilen 25 mm beträgt.

Ein Pol der Prüfspannung ist an die nicht isolierten Teile des Spannungswarnsystems und der andere Pol an die leitfähige Umhüllung zu legen.

Die Prüfungen der Isolierung des vollständigen Gerätes müssen innerhalb von 10 min nach der Konditionierung durchgeführt sein.

Stoßspannungsprüfung

Spannungswarnsysteme müssen der Überspannungskategorie IV nach DIN EN 60664-1:2022-07 entsprechen.

Die Pegel für die Stoßspannungsprüfung sind nach Tabelle 1 oder Tabelle 2 dieses Prüfgrundsatzes zu wählen.

Entsprechend DIN EN 60664-1:2022-07, Abschnitt 6.1.3.3.1 müssen bei der Stoßprüfung 5 Stöße jeder Polarität mit einer Pause von mindestens 1 s zwischen den Stößen ausgeführt werden. Die Wellenform eines jeden Stoßes ist aufzuzeichnen.

An Bereichen mit Basisisolierung, z. B. nicht zugängliche Teile, ist die Stoßspannungsprüfung für Basisisolierung zuerst durchzuführen, dann ist die leitfähige Umhüllung von den Bereichen mit Basisisolierung zu entfernen und die Prüfung mit den Werten von Tabelle 1 zu wiederholen. Die Prüffolge für Basisisolierung oder verstärkte Isolierung darf geändert werden.

Die Prüfung gilt als bestanden, wenn weder Durchschlag noch teilweiser Durchbruch des festen Isoliermaterials eintritt. Die Verwendbarkeit des Spannungswarnsystems darf beeinträchtigt sein.

Wechselspannungsprüfung

Die Prüfspannungen 2.200 V (Effektivwert) ist für die Prüfung der Basisisolierung und zusätzliche Isolierung sowie 4.400 V (Effektivwert) für die verstärkte Isolierung zu wählen.

Die Spannung ist von 0 V gleichmäßig bis zur Prüfspannung in nicht mehr als 5 s zu erhöhen und 3 min zu halten.

Die Prüfung gilt als bestanden, wenn kein Durchbruch der festen Isolierung eintritt. Die Verwendbarkeit des Spannungswarnsystems darf beeinträchtigt sein.

4.3.3 Schutz gegen elektrische Durchströmung

Berührbare Teile dürfen nicht gefährlich aktiv sein. Das Innere des Batteriefachs (falls vorhanden) wird als nicht berührbar eingestuft, wenn ein Werkzeug zum Öffnen erforderlich ist.

Diese Prüfung entfällt für Spannungswarnsysteme, die mit Schutzkleinspannung versorgt werden.

Nichtmetallische Gehäuse, die dem Schutz gegen Gefährdung durch elektrische Durchströmung dienen, müssen einen CTI-Wert des Materials von mindestens 400 entsprechend DIN EN IEC 60112:2022-11 haben.

Die Isolierung des Spannungswarnsystems muss so bemessen sein, dass Ableitströme bei trockenen Bedingungen auf

- 0,5 mA AC (Effektivwert) oder 2 mA DC bei Normalbedingungen (Betriebszustand)
- 3,5 mA AC (Effektivwert) oder 10 mA DC im Fall der Einzelfehlerbedingung

begrenzt werden.

Aus Sicherheitsgründen dürfen folgende Materialien nicht für die Isolierung verwendet werden (siehe DIN EN 61010-031:2023-02, Abschnitt 6.7.2):

- Materialien, die leicht beschädigt werden können, z. B. Lack, (Lack-) Beschichtung, Oxidisolierung, anodischer Film
- nicht imprägnierte hygroskopische Materialien, z. B. Papier, Fasern, faseriges Material

Prüfung: a) Isolierendes Material

Es ist durch Inspektion der Datenblätter festzustellen, ob die nichtmetallischen Gehäuse, die Schutz gegen Gefahr durch elektrische Durchströmung bieten, eine CTI-Bemessung von mindestens 400 entsprechend DIN EN 60112 haben.

Es muss durch Inspektion festgestellt werden, dass die Konstruktion der zugänglichen leitfähigen Teile und der zugänglichen Oberflächen von Teilen aus isolierendem Material die Anforderungen der Schutzklasse II genügt.

b) Die Ermittlung berührbarer Teile des Spannungswarnsystems muss entsprechend DIN EN 61010-1:2020-03, Abschnitt 6.2 erfolgen.

Eine elektrische leitfähige Umhüllung ist um alle im Betrieb berührbaren Teile des Spannungswarnsystems anzubringen.

Für die Prüfung müssen alle nicht isolierten Teile miteinander verbunden werden. Ein Pol der Prüfspannung ist an die nicht isolierten Teile des Spannungswarnsystems anzulegen, der andere Pol ist über ein Strommessgerät in Reihe mit der leitfähigen Umhüllung zu verbinden.

Der Ableitstrom muss ununterbrochen gemessen werden, solange die Prüfspannung anliegt.

Die Prüfspannung ist entweder 690 V AC (Effektivwert) oder 1.800 V DC und muss mindestens 5 s anliegen.

Die Prüfung gilt als bestanden, wenn weder Überschlag noch Durchbruch eintritt und der Wert des Ableitstromes 0,5 mA AC (Effektivwert) oder 2 mA DC nicht überschreitet.

4.3.4 Mindestluftstrecken und Mindestkriechstrecken

4.3.4.1 Luftstrecken

Spannungswarnsysteme müssen die Festlegungen der Überspannungskategorie IV nach DIN EN 60664-1:2022-07 erfüllen.

Luftstrecken für die Basisisolierung und zusätzliche Isolierung müssen die Anforderungen nach Tabelle 1 entsprechend den Nennspannungen und den Überspannungskategorien der Spannungswarnsysteme erfüllen. Diese Tabelle basiert auf DIN EN 60664-1:2022-07, Tabelle F.2 – Mindestluftstrecken (Bedingung A: inhomogenes Feld).

Tabelle 1: Mindestluftstrecken für Basisisolierung und zusätzliche Isolierung

Spannung Leiter-Erde, abgeleitet von den Nenn-Wechselspannungen oder -Gleichspannungen bis einschließlich V	Bemessungs-Stoßspannung für Kategorie IV V	Mindestluftstrecke mm
50	1 500	0,5
100	2 500	1,5
150	4 000	3,0
300	6 000	5,5
600	8 000	8,0
1 000	12 000	14,0

Luftstrecken für verstärkte Isolierung müssen die Anforderungen der Tabelle 2 entsprechend den Nennspannungen und den Überspannungskategorien der Spannungswarnsysteme erfüllen.

Tabelle 2: Mindestluftstrecken für verstärkte Isolierung

Spannung Leiter-Erde, abgeleitet von den Nenn-Wechselspannungen oder -Gleichspannungen bis einschließlich V	Bemessungs-Stoßspannung für Kategorie IV V	Mindestluftstrecke mm
50	2 500	1,5
100	4 000	3,0
150	6 000	5,5
300	8 000	8,0
600	12 000	14,0
1 000	19 200 ^a	24,0

ANMERKUNG Nach DIN EN 60664-1:2022-07, Abschnitt 5.1.6: „Die Luftstrecken der verstärkten Isolierung sind nach DIN EN 60664-1:2022-07, Tabelle F.2, entsprechend der Bemessungs-Stoßspannung auszuwählen, jedoch um eine Stufe höher in der Reihe der Vorzugswerte von DIN EN 60664-1:2022-07, Abschnitt 4.2.3, gegenüber den für die Basisisolierung festgelegten.“

^a Nach DIN EN 60664-1:2022-07, Abschnitt 5.1.6: „Wenn die geforderte Steh-Stoßspannung für Basisisolierung nicht einen Wert aus der Reihe der Vorzugswerte hat, muss die verstärkte Isolierung so bemessen werden, dass sie 160 % der Steh-Stoßspannung für Basisisolierung standhält“ (19.200 V = 160 % von 12.000 V).

4.3.4.2 Kriechstrecken

Kriechstrecken für Basisisolierung und zusätzliche Isolierung müssen DIN EN 60664-1:2022-07, Tabelle F.4 entsprechen. Die Werte der verstärkten Isolierung entsprechen dem doppelten Wert der Basisisolierung.

Die Kriechstrecke muss mindestens so groß sein, wie der für die Luftstrecke festgelegte Wert. Wenn die bestimmte Kriechstrecke kürzer als die Luftstrecke ist, muss die Kriechstrecke auf den Wert der Luftstrecke vergrößert werden.

Es gilt Verschmutzungsgrad 2 innerhalb des Gehäuses. Der Wert kann entsprechend DIN EN 60664-3:2017-11 bei der Verwendung von Mehrschicht-Leiterplatten, beschichteten oder vergossenen Kreisen verringert werden.

Es gilt mindestens Verschmutzungsgrad 2 auf den äußeren Oberflächen.

Prüfung: a) Mindestluftstrecken und Mindestkriechstrecken
Die Luft- und Kriechstrecken sind durch Inspektion und Messung festzustellen. DIN EN 60664-1:2022-07, Abschnitt 6.2 enthält die Verfahren zur Messung von Luft- und Kriechstrecken.

b) Schutz gegen elektrische Beanspruchung – Schutz gegen transiente Überspannungen
Eine zusammengesetzte Prüfung (Kombination einer Stoßspannungsprüfung mit einer Stoßstromprüfung) ist an dem Spannungswarnsystem durchzuführen, um die Ausführung seiner Spannungsbegrenzung zu prüfen.

Ein Stoßgenerator muss eine genormte Stoßspannung entsprechend DIN EN 61180:2017-04, Abschnitt 7.1.2.1 erzeugen. Die Stoßspannung mit einer Frontzeit von 1,2 µs und einer Rückenhalbwertzeit von 50 µs wird als ein 1,2/50-Impuls bezeichnet.

Zehn Stöße einer jeden Polarität sind mit einer Pause von bis zu 1 min zwischen den Anschlüssen des Spannungswarnsystems anzulegen. Der Spitzenwert der Leerlaufspannung des Stoßgenerators muss entsprechend der Bemessungsspannung des Spannungswarnsystems und seiner Überspannungskategorie nach Tabelle 1 gewählt werden.

Die Prüfung gilt als bestanden, wenn nach 20 Stößen die Betriebsbereitschaft einschließlich der Anzeige „Spannung vorhanden“ des Spannungswarnsystems nicht beeinträchtigt ist.

c) Schutz gegen elektrische Beanspruchung – Schutz gegen zeitweilige Überspannung
Mit Bezug auf DIN EN 61180:2017-04 muss eine Prüfung unter zeitweiliger Wechselspannungserhöhung durchgeführt werden, wenn das Spannungswarnsystem mit Anschluss an das Niederspannungsnetz (230 V bzw. 400 V AC) betrieben werden kann. Nach DIN EN 60664-1:2022-07 muss als Prüfspannung 2.200 V AC (Effektivwert) für die Dauer der Prüfung angelegt werden. Diese Spannung ist 1 s anzulegen.

Die Prüfung gilt als bestanden, wenn kein Ereignis eintritt, von dem eine Gefährdung für den Anwender ausgehen kann, z. B. elektrische Durchströmung, Explosion, Flammen außerhalb des Gehäuses.

Die Betriebsbereitschaft des Spannungswarnsystems darf beeinträchtigt sein.

4.3.5 Verbindungsleitung(en)

Die Verbindungsleitungen müssen für die höchste Spannung (Spannungsversorgung) und den höchsten Strom bei üblicher Verwendung des Spannungswarnsystems bemessen sein.

Prüfung: Inspektion der Datenblätter der Verbindungsleitung

4.4 Mechanische Anforderungen

4.4.1 Konstruktion

Das Spannungswarnsystem besteht aus Spannungssensoren, Auswerteeinheit, Anzeige (akustisch; optional optisch), Spannungsversorgung und Zutrittsabsichtserkennung.

Prüfung: Inspektion

4.4.2 Schutzart des Gehäuses

Die Schutzart des/der Gehäuses/Gehäuse des Spannungswarnsystems muss mindestens die Anforderungen für IP2X für Betriebsmittel der Kategorie 2 erfüllen (siehe DIN EN 60529:2014-09).

Prüfung: Die vom Hersteller angegebene Schutzart des Spannungswarnsystems muss nach DIN EN 60529:2014-09 geprüft werden.
 Die Prüfung gilt als bestanden, wenn die Betriebsbereitschaft des Spannungswarnsystems nicht beeinträchtigt ist.

4.4.3 Beständigkeit gegen Erschütterung

4.4.3.1 Schwingprüfung

Die Schwingprüfung erfolgt gemäß DIN EN 60068-2-6 mit folgenden Prüfparametern:

Tabelle 3: Prüfparameter Schwingprüfung

Frequenzbereich/Amplitude	$5 \text{ Hz} \leq f < 8,4 \text{ Hz}$ / 3,5 mm
Frequenzbereich/Beschleunigung	$8,4 \text{ Hz} \leq f \leq 150 \text{ Hz}$ / 10 m/s ²
Beanspruchungsdauer	10 Frequenzdurchläufe in jeder von drei senkrecht zueinander stehenden Achsen
Durchstimmgeschwindigkeit	1 Oktave/min

Prüfung: Der Prüfling befindet sich in der aktivierten Sicherheitsfunktion, d. h. der oder die Ausgänge sind geöffnet. Während der Prüfung darf sich der Schaltzustand des Ausgangs bzw. der Ausgänge nicht ändern. Dies wird durch ein Messsystem überwacht, das in der Lage sein muss, Schaltzustandsänderungen für mehr als 0,2 ms zu erkennen. Es genügt eine optische Überwachung per Oszilloskop.

Nach der Prüfung muss der angegebene Schutzgrad (IP-Code) weiterhin gegeben sein, Luft- und Kriechstrecken müssen weiterhin eingehalten werden.

Bauelemente dürfen ihre Lage nicht verändert haben. Das Gerät muss nach der Prüfung bestimmungsgemäß arbeiten.

4.4.3.2 Schockprüfung

Die Schockprüfung erfolgt gemäß DIN EN 60068-2-27 mit folgenden Prüfparametern:

Tabelle 4: Prüfparameter Schockprüfung

Schockform	Halbsinus
Schockamplitude	150 m/s ²
Schockdauer	11 ms
Anzahl der Schocks	3 ^{*)}

**) Es müssen in beiden Richtungen der 3 senkrecht zueinanderstehenden Achsen des Prüflings je 3 aufeinander folgende Schocks aufgebracht werden, also insgesamt 18 Schocks.*

Prüfung: Der Prüfling befindet sich in der aktivierten Sicherheitsfunktion, d. h. der oder die Ausgänge sind geöffnet. Während der Prüfung darf sich der Schaltzustand des Ausgangs bzw. der Ausgänge nicht ändern. Dies wird durch ein Messsystem überwacht, das in der Lage sein muss, Schaltzustandsänderungen für mehr als 0,2 ms zu erkennen. Es genügt eine optische Überwachung per Oszilloskop.

Nach der Prüfung muss der angegebene Schutzgrad (IP-Code) weiterhin gegeben sein, Luft- und Kriechstrecken müssen weiterhin eingehalten werden.

Bauelemente dürfen ihre Lage nicht verändert haben. Das Gerät muss nach der Prüfung bestimmungsgemäß arbeiten.

4.4.4 Beständigkeit gegen Schlag

Die Auswerteeinheit und die Anzeige des Spannungswarnsystems müssen gegen mechanische Schläge beständig sein.

Prüfung: Vor der folgenden mechanischen Schlagprüfung muss die Auswerteeinheit und die Anzeige in einer Klimakammer bei der unteren Temperatur seiner Klimakategorie mindestens 2 h gelagert werden. Die Prüfung muss innerhalb 3 min nach der Entnahme des Auswertegerätes aus der Klimakammer durchgeführt werden.

Die Auswerteeinheit und die Anzeige müssen fest auf einer starren Unterlage gehalten werden und mit einem in DIN EN 60068-2-75:2015-08, Abschnitt 4 festgelegten Schlaghammer geprüft werden.

Als zu beaufschlagende Stellen müssen alle äußeren Teile identifiziert werden, die bei üblichem Gebrauch zugänglich sind und von denen wahrscheinlich bei gebrochenem Zustand eine Gefährdung ausgeht.

Drei Schläge mit der Energie von 1 J müssen auf jede identifizierte Schlagstelle erfolgen.

Die Prüfung gilt als bestanden, wenn die Funktion des Spannungswarnsystems nicht beeinträchtigt wird und das Spannungswarnsystem keine Änderungen in der Sicherheit für den weiteren Gebrauch zeigt.

4.4.5 Nachweis von Manipulation

Es sind Vorkehrungen zu treffen, damit eine ungewollte Manipulation entdeckt wird. (z.B. Plombe, Prüfetikett, Schutzlack)

Prüfung: Inspektion

4.4.6 Beständigkeit gegen Wärme

Gehäuseteile des Spannungswarnsystems aus isolierendem Material müssen ausreichend gegen Wärme beständig sein.

Prüfung: Isolierende Teile der Gehäuse, ausgenommen Verbindungsleitungen und elastische Gehäuseteile, die besonders der Wärmebeanspruchung ausgesetzten Stellen benachbart sind, müssen einer Kugeldruckprüfung nach DIN EN 60695-10-2:2016-1 bei einer Temperatur von 80 °C unterzogen werden.
Die Prüfung gilt als bestanden, wenn der Durchmesser d des Kugeleindrucks 2,0 mm nicht überschreitet.

4.5 Aufschriften

4.5.1 Allgemeines

Aufschriften müssen für eine Person mit üblichem oder korrigiertem Sehvermögen ohne zusätzliche Vergrößerung eindeutig lesbar sein.

4.5.2 Aufschriften auf der Auswerteeinheit

Auf der Auswerteeinheit müssen die folgenden Aufschriften eine Buchstabenhöhe von mindestens 3 mm haben:

- Detektionsbereich:
 - Nennspannungen
 - „Wechselspannung“ oder Bildzeichen IEC 60417-5032 – Wechselstrom einschließlich der (den) Bemessungsfrequenz(en)
- Mögliche Spannungssensoren (falls zutreffend)

Zusätzlich muss jedes Anzeigeteil mindestens folgende Aufschriften haben, die zu vorstehenden Aufschriften im Verhältnis 1 : 2 stehen, aber mindestens mit einer Buchstabenhöhe von 1,5 mm:

- Angabe der Nennspannung/en oder der/s Nennspannungsbereiche/s
- Name oder Warenzeichen und Postanschrift des Herstellers
- Jahr der Herstellung
- Temperaturbereich, optional die Klimakategorie
- Typbezeichnung
- Schutzart des Gehäuses (IP-Code)
- Angabe des zu verwendenden Batterietyps auf dem oder im Batteriefach, wenn vorhanden
- Bildzeichen DIN ISO 7000-0434 – Warnung
- Bildzeichen DIN ISO 7000-0419 – Gebrauchsanleitung

Prüfung: Sichtprüfung und Messung

4.5.3 Haltbarkeit der Aufschriften

Die Aufschriften und Kennzeichnungen müssen dauerhaft und gut lesbar sein.

Prüfung: Die Haltbarkeit der Aufschriften ist durch Reiben der Aufschriften mindestens 1 min lang mit einem wassergetränkten fusselfreien Lappen und anschließendes Reiben von mindestens 1 min mit einem anderen, mit Isopropanol [$\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{-CH}_3$] getränkten fusselfreien Lappen zu prüfen.

Die Prüfung gilt als bestanden, wenn die Aufschriften lesbar bleiben, die Schriftzeichen nicht verschmiert sind und die Aufkleber (z. B. Typschild, Warnhinweise) befestigt bleiben.

Eine Veränderung der Oberfläche des Spannungswarnsystems ist zulässig. Es dürfen keine Anzeichen vorhanden sein, dass sich die Aufkleber lösen.

Durch Spritzgießen oder Prägung hergestellte Aufschriften müssen nicht geprüft werden.

4.6 Gebrauchsanleitung

Jedem Spannungswarnsystem muss die Gebrauchsanleitung des Herstellers beigelegt sein. Sie muss mindestens die für die Anwendung, die Instandhaltung und die Vermeidung von Unfällen erforderlichen Informationen enthalten und in einer Sprache verfasst sein, die vom Verwender leicht verstanden werden kann. Die folgenden Erläuterungen und Angaben müssen enthalten sein:

1. Beschreibung der bestimmungsgemäßen Verwendung und Angaben zur Vermeidung der vorhersehbaren fehlerhaften Verwendung.
2. Deutlicher Hinweis darauf, dass das Spannungswarnsystem einen zusätzlichen Schutz darstellt und kein Ersatz für die 3. Sicherheitsregel (Spannungsfreiheit feststellen) ist.

3. Beschreibung der ordnungsgemäßen Montage, Inbetriebnahme und Verifizierung vor Gebrauch. (ggf. in separater Montageanleitung). Dabei ist insbesondere die ordnungsgemäße Positionierung und Befestigung der Spannungssensoren sowie der Anzeigen zu beschreiben.
4. Information über die Funktion der Anzeigen und die Bedeutung der anzeigenden Signale
5. Angabe und Erläuterung der Eigenzeit oder der Gesamtansprechzeit; Definition des Startsignals (Erkennen der Zutrittsabsicht)
6. Erläuterungen einzelner Aufschriften
7. Information, dass das Spannungswarnsystem nur in vom Hersteller festgelegten Detektionsbereichen mit den festgelegten Nennspannungen oder Nennspannungsbereichen und Frequenzen oder Frequenzbereichen zu verwenden ist. Zum Beispiel:
 - ▷ Wechselspannungen bis 36 kV mit Bemessungsfrequenzen von 50 Hz bis 60 Hz
8. Hinweis, dass vor der Installation des Spannungswarnsystems an Orten mit starkem Hintergrundgeräusch festgestellt werden muss, ob das akustische Signal wahrnehmbar ist
9. Anleitung für die einwandfreie Installation des Spannungswarnsystems, z. B.
 - ▷ die Anwendung des Gerätes entsprechend der geeigneten Klimakategorie
 - ▷ genaue Information für Spannungswarnsysteme mit austauschbarer innerer Energiequelle über den zu verwendenden Typ der Energiequelle
 - ▷ dass das Spannungswarnsystem nicht bei geöffnetem Batteriefach verwendet werden darf
 - ▷ erstmalige und wiederholte Aufladung der Energiequelle (fest eingebauter Akkumulator) und Informationen zum Austausch/Ersatz
10. Erläuterung der Bauform und der Anwendung der Eigenprüfeinrichtung (falls vorhanden)
11. Bedeutung der Prüfung des Zustandes der Energiequelle vor der Installation und des Austauschs, wenn erforderlich
12. Angabe, dass das Spannungswarnsystem nur durch den Hersteller oder durch ihn autorisierte Personen zerlegt, repariert, instandgesetzt oder baulich verändert werden darf
13. Anleitung für die Inspektion vor der Installation, Reinigung/Pflege, Lagerung, Transport, Instandhaltung und Wiederholungsprüfungen
14. sicherheitsbezogene Informationen (Sicherheitshinweise, Warnhinweise und Sicherheitszeichen), z. B. in Bezug auf elektrische Gefährdungen, müssen in der Gebrauchsanleitung vorhanden sein
15. wird eine Kurzanleitung mitgeliefert, muss diese für übliche Einsatzbedingungen geeignet und gegenüber dem Inhalt der Gebrauchsanleitung widerspruchsfrei sein
16. Angabe über Auswahl und Anbringung von Positionsschaltern (falls vorhanden) (siehe DGUV Information 203-079)

Prüfung: Sichtprüfung und Prüfung auf Vollständigkeit und Widerspruchsfreiheit

4.7 Äußere Materialien und Beschaffenheit

4.7.1 Beschaffenheit

Von Hand zugängliche Geräteteile dürfen, soweit ihre Funktion es zulässt, keine scharfen Ecken, Kanten und rauen Oberflächen aufweisen, die zu Verletzungen führen können. Ecken, Kanten müssen entgratet und Oberflächen fühlbar glatt sein.

Prüfung: Handhaben und Besichtigen

5 Stückprüfungen

Mindestens die nachfolgenden Stückprüfungen sind durchzuführen:

5.1 Nachweis der Übereinstimmung der konstruktiven Vorgaben

Prüfung: Überprüfung des gefertigten Produktes auf Übereinstimmung mit den Fertigungsunterlagen einschließlich Arbeits- und Prüfanweisungen durch Besichtigung

5.2 Funktionsprüfung

Prüfung: Die Funktion des Spannungswarnsystems ist durch nachfolgende Prüfungen nachzuweisen:

- Funktion aller Anzeigen, z. B. optische und akustische Anzeigen, wie in der Gebrauchsanleitung beschrieben
- Funktionsprüfung:
 1. Eigenprüfeinrichtung (falls vorhanden) gemäß den Abschnitten 4.2.10 a) und b) dieses Prüfgrundsatzes
 2. Prüfung der Ansprechspannung gemäß den Abschnitten 4.2.1.1 b) und c) dieses Prüfgrundsatzes