

Reihenklemmen

Geprüfte Qualität und Expertise in der Verbindungstechnik

Klippon® Connect Reihenklemmen im Labor



Weidmüller 

Klippon® Connect - Vom Pionier der Verbindungstechnik

Jahrzehnte an Erfahrungen in der Verbindungstechnik und mehrere Milliarden hergestellte Anschlüsse und unzählige Entwicklungsstunden machen Weidmüllers Klippon® Connect Reihenklemmen zu den sichersten und leistungsstärksten auf dem Markt.

„Unsere Experten haben im Laufe der Jahre ständig an der Entwicklung und Verbesserung von Reihenklemmen und Anschlusstechnologien gearbeitet, um die Bedürfnisse unserer Kunden und die Anforderungen der modernen Industrie zu erfüllen. Von der Konzeption bis zur Fertigung und Prüfung werden unsere Reihenklemmen von erfahrenen Spezialisten begleitet und unterliegen strengen Qualitätskontrollen, um sicherzustellen, dass sie den höchsten weltweiten Standards entsprechen.“



Dr. Christian Dülme, Head of Business Unit Terminals

Expertise und Verantwortung

Durch unsere globale Präsenz ermöglichen wir eine nahtlose standortübergreifende Zusammenarbeit in Forschung, Entwicklung und im Labor, um Innovationen und Lösungskonzepte von der Idee bis zur Marktreife voranzutreiben. Zahlreiche Pionierleistungen auf dem Gebiet der Verbindungstechnik, wie zum Beispiel die erste kunststoffbasierte Reihenklemme auf dem Markt im Jahre 1938 oder die weltweit erste vorgespannte und selbstauslösende Anschlusstechnologie (SNAP IN) im Jahre 2021, konnten so realisiert werden. Qualität ist dabei eines unserer Markenzeichen, das durch ein stringentes Qualitätsmanagementsystem und eine fortschrittliche Automatisierung in der Fertigung garantiert wird.

Gleichzeitig folgen wir einem klaren Umweltfokus, bei dem wir schon bei der Auswahl der Materialien auf Nachhaltigkeit achten und Produkte gemäß ökologischen Maßstäben entwickeln. An unseren Standorten setzen wir konsequent auf Energieeffizienz und nutzen dabei eigenständig hergestellten Strom durch Photovoltaik und Geothermie.

Das Labor

- Akkreditiertes Labor
- Weltweite Standorte
- Über 70 Jahre Erfahrung

Forschung & Entwicklung

- 8 Forschungsstandorte
- Weltweite Zusammenarbeit der Standorte
- Globale Netzwerke und Partnerschaften

Umweltschutz

- Produktbezogener Umweltschutz
- Sorgfältige Auswahl der Materialien
- Energieeffiziente Standorte

Qualität

- Qualitätsmanagementsystem
- Hoher Automatisierungsgrad in den Fertigungen
- Stetige Kontrollen vom Wareneingang bis Ausgang

Das Labor von Weidmüller

Zentrale Schnittstelle der Produktentwicklung

Produktprüfungen für den globalen Einsatz

Unser Labor, mit Hauptsitz in Deutschland und einer Niederlassung in China, ist nach internationalen Standards akkreditiert. Das bedeutet für Sie und Ihre Applikationen: Sicherheit, Leistungsstärke und hohe Qualität in vielen Einsatzbereichen. Von der ersten Stunde eines Projektes an begleitet das Labor alle Phasen einer Innovation, sodass Konstruktions- und Qualitätsaspekte ebenso berücksichtigt werden wie das Produktmanagement und Vertriebsstrategien.

In enger Zusammenarbeit mit den zuständigen Ansprechpartnern der jeweiligen Abteilungen dient das Labor als zentrale Schnittstelle der Projektarbeit. Die Ergebnisse sind Auswertungen, Analysen und Berichte, die unternehmensintern und -extern wichtige technische Informationen und Spezifikationen bereitstellen, damit Produkte weltweit ihre Funktion in der Zielanwendung erreichen können. Neben dieser zentralen Funktion übernimmt das Labor Aufgaben für externe Auftraggeber: Darunter sind klassische Prüfdienst- und Beratungsleistungen ebenso wie länderspezifische und applikationsspezifische Produktzulassungen und individuelle Prüfplanungen, die exakt auf Ihre Anforderungen zugeschnitten sind.

Das Labor in Zahlen

7 Jahrzehnte Erfahrung seit Laborgründung 1953 in Königswinter

- 70 Techniker, Ingenieure und Naturwissenschaftler forschen auf einer Gesamtfläche von 3.500 Quadratmetern
- Jährlich 3.000 Anfragen, 500 Laborberichte und 1.500 Messprotokolle
- Rund 50 technisch physikalische Prüf- und Messmethoden
- Hunderte von Produkten, Komponenten, Materialien und Systemen werden vom ersten Prototyp bis zur Serienfertigung untersucht und bewertet
- Seit 2005 in Suzhou, China



Akkreditierung

Unser Labor ist nach DIN EN ISO IEC 17025 akkreditiert. Die Akkreditierung bestätigt die Unabhängigkeit des Labors und unterstützt die Anerkennung durch Behörden, Zulassungsstellen und andere Autoritäten. Neben der Akkreditierung ist unser Labor erfolgreiches Mitglied des UL-Client Test Data Programm (CTDP) der Underwriter Laboratories®. Mit der Teilnahme am CTDP Programm wird Weidmüller regelmäßig durch UL auf den Gebieten der Prüfverfahren, des Qualitätsmanagements und der Dokumentation auditiert



DIN EN ISO IEC 17025

Die Akkreditierung nach DIN EN ISO IEC 17025 durch eine unabhängige Institution (DAKKS) bestätigt, dass das Labor von Weidmüller international anerkannte Kompetenz und Unabhängigkeit besitzt, Produkte und Verfahren in normgerechter Arbeitsweise zu prüfen und Prüfberichte zu erstellen. Zudem sichert die Norm die selbstverantwortete Normen- Konformitätserklärung von Weidmüller und die damit in Verbindung stehende Produktqualität und -haftung. Prüfberichte werden von Behörden, Zulassungsstellen und anderen Prüfstellen anerkannt.

UL CTDP

Im Client Data Test Programm (CTDP) des Sicherheitswissenschaftlichen Unternehmens Underwriter Laboratories® (UL) wird Weidmüller regelmäßig durch die unabhängige Institution auditiert. Den Audits unterliegen sowohl die Prüfeinrichtungen als auch die Durchführung sowie Aspekte des Qualitätsmanagements und der Dokumentation. Die Teilnahme am CTDP bringt wesentliche Vorteile wie die zeitliche Beschleunigung bei Zulassungsverfahren, eine hohe Transparenz der Prüfergebnisse sowie eine deutliche Kostenreduzierung.

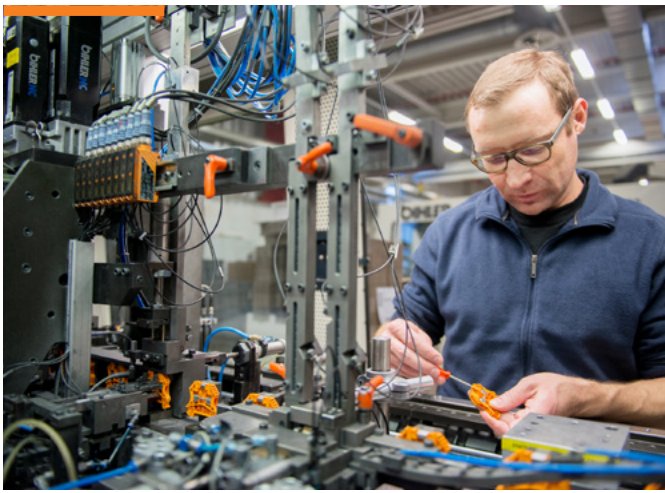


Ihre Applikationen verlangen im internationalen Wettbewerb nach hohen Sicherheits-, Qualitäts- und Leistungsstandards. In unserem Labor beginnen wir bereits in der Phase der Produktentwicklung mit der Prüfung einzusetzender Komponenten, Materialien und Systeme: maßgeschneidert, perfekt auf Ihre Anforderungen ausgelegt und zuverlässig geprüft auf weltweite Einsetzbarkeit.

Prüfungen und Zertifikate

Die Leistungen in unserem Labor

Die Grundvoraussetzung der Rohstoffe und Produkte ist die Erfüllung und Einhaltung von qualitäts- und normativen Anforderungen. Um diese Anforderungen zu erfüllen, werden bereits während der Entwicklungsphase und über den gesamten Fertigungsprozess, Qualitätsprüfungen und Laborprüfungen an den Rohstoffen und Produkten durchgeführt.



Qualifikationsprüfungen

Unsere Produkte unterliegen nicht nur den normativen Qualitätsanforderungen. Um die beste Qualität der Produkte gewährleisten zu können, werden sowohl die Rohstoffe im Wareneingang als auch der gesamte Fertigungsprozess kontrolliert. Zahlreiche Prüfungen in den jeweiligen Fertigungsschritten stellen eine gleichbleibende und hohe Qualität unserer Produkte sicher.

Zulassungsprüfungen

Unterschiedliche Märkte und Industrien stellen Anforderungen an die Rohmaterialien und den Endprodukten. Im Rahmen von Zulassungsprüfungen werden die im Weidmüller Labor oder in den jeweiligen Zulassungsstellen überprüft und dokumentiert. Bei Erfüllung sämtlicher normativen Anforderungen wird das jeweilige Zertifikat für das Produkt ausgestellt.





Kundenspezifische Prüfungen

In einer komplexen Welt können nicht alle praktischen Applikationen normativ erfasst und eine praktische Anwendung sichergestellt werden. So kann es in manchen Branchen oder speziellen Anwendungen vorkommen, dass erhöhte Anforderungen an die Produkte gestellt werden.

Das Weidmüller Labor übernimmt deshalb auch weitere Aufgabenfelder und kundenspezifische Aufgaben wie klassische Prüfdienst- und Beratungsleistungen ebenso wie länder- und applikationsspezifische Produktzulassungen und individuelle Prüfplanungen, die exakt auf Ihre Anforderungen zugeschnitten sind.

- Spezielle Erwärmungsprüfungen
- Sonderformen von Leitern und deren Strombelastung im Zusammenhang mit den Produkten
- Belastungsszenarien die außerhalb der Bemessungsdaten liegen
- Hochspannungsanwendungen bei speziellen Applikationsaufbauten
- Anwendungsfälle für spezielle Höhenlagen
- Erhöhten Umwelteinflüsse

Zertifizierte Prüfverfahren

Abgesichertes, normgerechtes Qualitätsmanagement

Die Zusammenführung von Effizienz und Sicherheit

Wirtschaftlichkeit, Sicherheitsaspekte und Verbesserungspotenziale stehen im Mittelpunkt der rund 50 Prüfverfahren im Labor von Weidmüller. Auf rund 3.500 Quadratmetern findet das Laborteam erstklassige Bedingungen vor: Von der einfachen mechanischen Prüfung bis zu umfangreichen Projekten in Außenbereichen, vom Langzeittest bis zur IP69k-Schutzartprüfung kommt die neueste und beste Ausrüstung zum Einsatz.

Mechanische Prüfverfahren

- Steck- und Ziehkräfte
- Zugprüfung an Leiteranschlüssen
- Mechanische Lebensdauerprüfung
- Drehtesteinrichtungen
- Drehmoment

Elektrische Prüfverfahren

- Spannungsfall
- Durchgangswiderstand
- Isolationswiderstand
- Hochspannung: statisch, Teilentladung
- Hochstrom, Impulsstrom
- Stromerwärmung, Derating
- Stromlastwechsel
- Zyklische Alterung
- Thermografie

Oberflächen/Werkstoffe/Chemielabor

- REM/EDX
- XRF
- Schliffpräparation
- Röntgen CT
- Härte
- CTI
- Medienbeständigkeit
- Brennbarkeit
- RoHS

Dampfdruck- und Hochdruckprüfungen

- Liquidtest (LOCA)
- Unterwassersimulation

Mikroskopie

- Stereomikroskopie
- Materialmikroskopie
- Digitale 3D-Mikroskopie

Geometrie/Dimension

- Multisensorik Koordinatenmesstechnik
- Kontur/Rauheit
- 3D-Oberflächenmesstechnik



Umwelt- und Alterungssimulation

- Thermisch
- Klima/Klimawechsel/Temperaturschock
- Korrosion: Salz
- Korrosion: Kesternich
- Korrosion: Schadgas
- Sonnensimulation/Bewitterung

EMV/Signalintegrität

- Signalintegrität
- Gestrahlt
- Leitungsgebunden
- Burst/Surge/ESD

Dichtigkeit

- IP X3-X6
- IP X7-X8
- IP X9k
- UL50 hose down
- Staubtest

Lötlabor

- Benetzung
- Reflowlöten
- Wellenlöten

EMV/Hochfrequenz

- Störaussendung
- Störeinstrahlung
- Burst/Surge/ESD
- Signalintegrität

Vibration

- Vibrationsanlagen
- Vibrationsmesstechnik inkl. Modalanalyse

Forschung im Bereich der elektrischen Verbindungstechnik

Zukunftstechnologien erforschen und vorantreiben

Die kontinuierliche Weiterentwicklung der elektrischen Verbindungstechnik und Trends wie Miniaturisierung, DC-Infrastruktur o.Ä. bedingen eine wissenschaftliche Auseinandersetzung mit den entstehenden Fragestellungen. Das Technologielabor gestaltet diese Forschung aktiv mit

und bringt seine Fähigkeiten im Bereich der Oberflächen- und Materialanalytik, Kontaktphysik, Lebensdauer- und Zuverlässigkeitsanalysen sowohl für Kunden als auch auf Kongressen und in der Fachliteratur ein.



Tribometer und tribologischer Versuchs-Aufbau zur Untersuchung eines Kontaktes

Kontaktphysikalische und tribologische Grundlagenuntersuchungen

Die Performance jedes elektrischen Kontaktes wird maßgeblich durch die zugrunde liegende Kontaktphysik und das Verhalten unter Relativbewegungen bestimmt:

- Simulation von Kontaktierungsvorgängen auf dem Tribometer (Auflastung)
- Ermittlung von Reibungs- und Verschleißkenngrößen sowie des elektrischen Verhaltens im Bereich der Mikro- und Makroreibung
- Charakterisierung von Verschleißmechanismen



Durchführung von Technologieprojekten

Neu- und Weiterentwicklungen von Produkten, Lösungen oder Prozessen werden professionell begleitet, um eine maximale Absicherung gegenüber den Anforderungen und die fortlaufende Innovation zu gewährleisten. Hierbei werden Projekte kooperativ mit externen Partnern wie Hochschulen und Instituten durchgeführt.

- Untersuchung neuer Werkstoffe, Oberflächen und Funktionalisierungen
- Unterstützung im Bereich neuer Anschluss- und Kontaktentwicklungen
- Untersuchung und Umsetzung technologischer Verfahrensentwicklungen



Statistische Versuchsplanung

Um komplexe Wirkzusammenhänge im Umfeld der elektrischen Verbindungstechnik und zugehörigen Fertigungsverfahren zu erkennen und entsprechend zu berücksichtigen, stellt die statistische Versuchsplanung ein unverzichtbares Werkzeug für technologische Fragestellungen dar.

- Identifikation von Ziel- und Einflussgrößen
- Erstellung von Versuchsplänen
- Ermittlung der Wirkung von Einflussgrößen und deren Wechselwirkungen
- Optimierung und Validierung der Prozess- und Produkteigenschaften



Zuverlässigkeitsuntersuchungen

Sowohl im Rahmen von Entwicklungsprozessen als auch kundenspezifisch werden Lebensdauer- und Zuverlässigkeitsuntersuchungen für die Lagerung sowie den Einsatz von Produkten der elektrischen Verbindungstechnik durchgeführt.

- Prognose des Langzeitverhaltens von elektrischen Kontakten
- Erarbeitung von Modellen zur Beurteilung der Zuverlässigkeit
- Lebensdauer- und Zeitraffungsversuche für unterschiedlichste Wirkmechanismen



Entwicklungsbegleitende Simulationsprüfungen

Simulative Modellierung von Erwärmungsprüfungen



Laboringenieurin Wiebke Meyer ist Weidmüllers
Expertin für Simulative Modellierung

Am Ende einer Entwicklungsphase folgen die physikalischen Laborprüfungen einer Reihenklemme. Werden im Zuge dieser Prüfungen geforderte Werte nicht erreicht oder auch überschritten, folgt eine weitere Entwicklungsschleife zur Optimierung des Produktes. Folglich müssen die zum Teil zeitaufwändigen Prüfungen im Labor wiederholt werden.

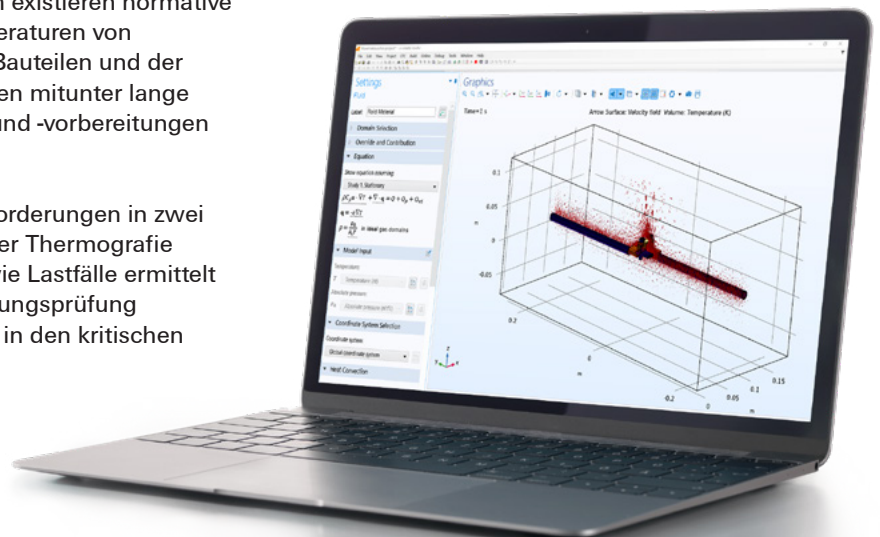
Um die Entwicklungszeiten zu reduzieren und eine schnellere Marktreife der Produkte zu erreichen, simuliert das Weidmüller Labor, unter zur Hilfenahme komplexer Simulationssoftware, einige dieser Prüfungen. Diese werden am Ende der Entwicklungsphase durch die physikalischen und normativ geforderten Laborprüfungen bestätigt und dokumentiert.

Grundlagen für die entwicklungsbegleitenden Simulationsprüfungen

Ein elektrischer Stromfluss bringt stets eine Erwärmung des stromführenden Bauteiles mit sich. Diesbezüglich existieren normative Anforderungen hinsichtlich der zulässigen Temperaturen von elektrontechnischen- und elektromechanischen Bauteilen und der Vorgehensweise für deren Ermittlung. Diese haben mitunter lange Prüfdauern als auch aufwändige Prüfaufbauten und -vorbereitungen sowie zusätzliche Voruntersuchungen zur Folge.

In unserem Labor erfolgt die Umsetzung der Anforderungen in zwei grundsätzlichen Schritten. Zuerst werden bei einer Thermografie hinsichtlich der Erwärmung kritische Stellen sowie Lastfälle ermittelt und im Anschluss daran im Rahmen der Erwärmungsprüfung quantitativ die Temperaturen gemessen, die sich in den kritischen Lastfällen im stationären Zustand einstellen.

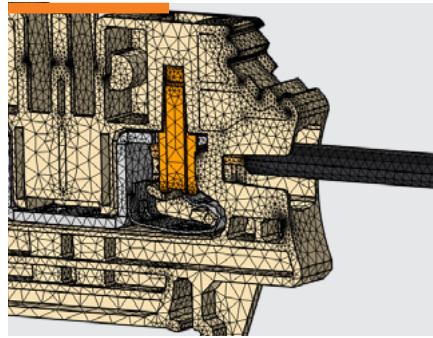
Zur Reduktion des Prüfaufwands können mitunter zur Hilfenahme einer komplexen Simulationssoftware die Thermografie als auch die Erwärmungsprüfung am Computer nachgestellt werden. Auf Grundlage eines CAD-Modells basiert das Prinzip der Simulation auf den folgenden Methodiken:



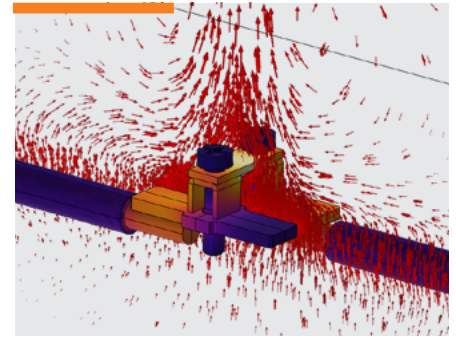
$$Q = m * c * \Delta T$$

$$Q_w = \int_{t_2}^{t_1} P * d_{\Gamma}$$

Simulation physikalischer Vorgänge, die mithilfe von Differentialgleichungen beschrieben werden können



Finite Elemente Methode -> Darstellung der realen Geometrie mithilfe von einfachen geometrischen Formen



Multiphysikalischen Kopplungen -> simultane Berechnung sich gegenseitig beeinflussender physikalischer Effekte, die aus verschiedenen Mechanismen resultieren möglich

Praktische Umsetzung innerhalb der Software

Für eine hinreichend genaue Simulation bedarf es verschiedener Einflussfaktoren und Definitionen innerhalb der Software. Als Basis wird der digitale Zwilling in Form eines CAD-Modells in die Software geladen. Hier können im Anschluss komponentenbezogene Objekte wie beispielsweise Variablen, Funktionen oder „Untersuchungs-Sonden“ (Probes) definiert werden.

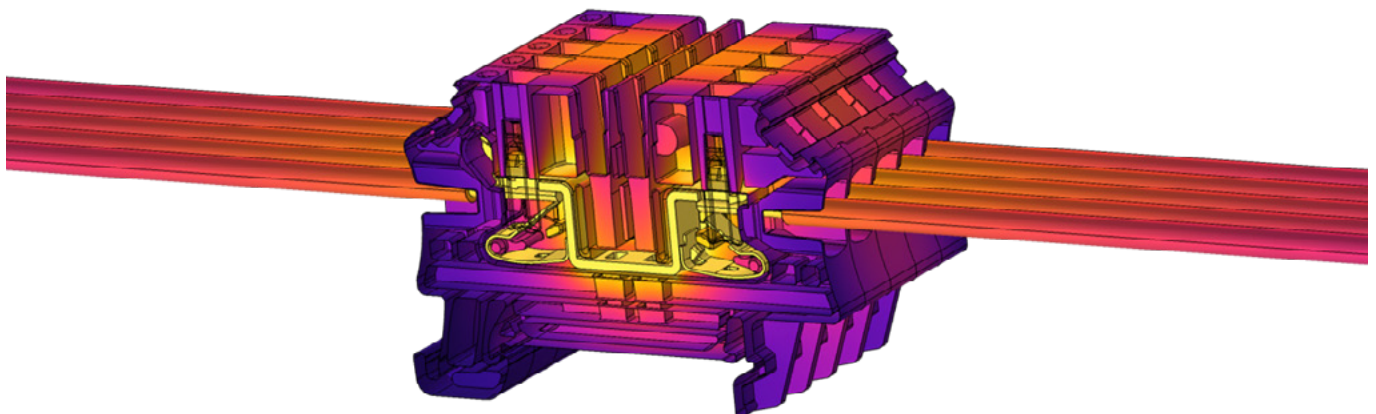
Im nächsten Schritt kommt es zur Zuweisung der Materialien und deren spezifischen Eigenschaften. Welche Leiterart wird verwendet, welche Kunststoffe und welche mechanischen und elektrischen Eigenschaften weisen diese auf.

Im Anschluss an die Definition der Materialien werden die physikalischen Gesetzmäßigkeiten definiert und zugewiesen.

Letztlich erfolgt eine Vernetzung der Geometrie, die engmaschiges Netz aus Datenpunkten über das gesamte Modell legt. Diese Datenpunkte beinhalten die zuvor eingegebenen Eigenschaften, physikalischen Gesetzmäßigkeiten und mathematische Funktionen, die zur Berechnung notwendig sind.

Je nach eingestellter Komplexität der Datenstruktur kann eine Simulationsberechnung zwischen wenigen Sekunden und mehreren Stunden dauern und liefert eine Genauigkeit von 87 % bis 99 %.

-> Auf Basis des digitalen Zwillings angereichert mit den beschriebenen physikalischen und mathematischen Einflussfaktoren können sich in Zukunft auch weitere Laborprüfungen am Computer simulieren lassen.



Prüfablauf nach IEC 60947-7-x

Typprüfung einer Reihenklemme

Standardisierte Prüfungen stellen sicher, dass Leiteranschlüsse die von den Vorschriften geforderten Bedingungen einhalten. Die IEC 60947-7-x schreibt für Leiteranschlüsse in Reihenklemmen eine Reihe von Prüfungen vor. Eine oder mehrere Klemmen eines bestimmten Typs werden auf Übereinstimmung mit bestimmten Grenzwerten geprüft. Dabei beziehen sich die Prüfungen auf mechanische- und elektrische- und werkstoffbezogene Eigenschaften.

Die Prüfung nach IEC 60947-7-x gilt als Grundvoraussetzung für die Vermarktung einer Reihenklemme. Sie unterteilt sich dabei auf 3 Reihenklemmentypen wie folgt:

1. **Durchgangsreihenklemme**
2. **Schutzleiterreihenklemme**
3. **Sicherungsreihenklemme**

Mechanische Prüfung

- Anschlussvermögen
- Mechanische Festigkeit
- Biegeprüfung - Flexion Test
- Leiterauszugsprüfung
- Festsitz der Reihenklemme

Elektrische Prüfung

- Luft- und Kriechstrecken
- Stoßspannungsprüfung
- Spannungsfallprüfung
- Erwärmungsprüfung
- Kurzzeitstromfestigkeit
- Isolationsprüfung

Werkstoffprüfung

- Alterungsprüfung
- Nadelflammen-Test

Typbericht einer Reihenklemme

Die Typprüfung nach der IEC 60947-7-1/-2/-3 ist die Basis und Grundanforderung an jede Reihenklemme. Alle Ergebnisse werden anschließend im sogenannten Typbericht dokumentiert. Der Typbericht ist die Grundlage für Zulassungen und Zertifizierungen.

Laboratory report

Report Concerns A series (APC) AS2C 2.2 - Type test acc. to IEC 60947-7-1:2019-04 + additional tests

Order no.: LC21-00778

Testing period: 2021-03-01 until 2021-03-23

Author: Jürgen Stumpf, Stefan Uhlen, Alexander Reiner

Test location: Göttingen

Reason for assignment: Type/Performance measurement

Ordering department: IEC CP-RL Test Components

Applicant's name: Weidmüller Interface GmbH & Co. KG

Address: Kriegerheide 28, 37075 Göttingen

TEST REPORT

Line voltage switchgear and controlgear

Part 1: General information

Report Number: 200040-00

Date of issue: 2022-06-01

Total number of pages: 34

Name of Testing Laboratory: DEKRA Certification B.V.

Address: Weidmüller Interface GmbH & Co. KG

Test specification: IEC 60947-7-1:2019-04

Test procedure: IEC 60947-7-1:2019-04

Test Report Form No.: IEC 60947-7-1

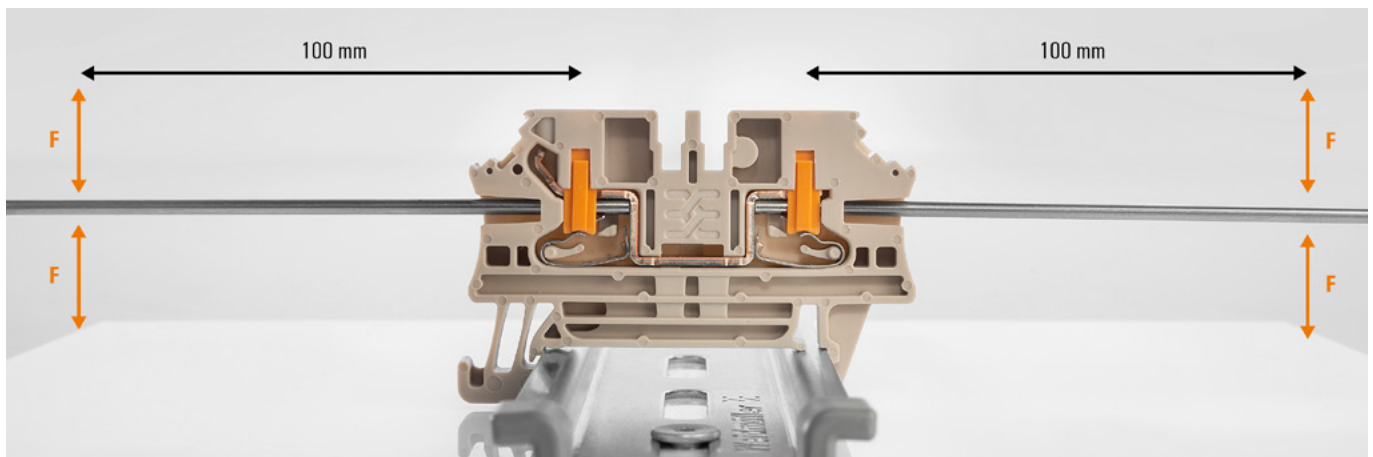
Test Report Form No.: IEC 60947-7-1

Montage der Reihenklemme auf ihrer Befestigungsauflage

Mit dem Nachweis über die Montage der Reihenklemme auf ihrer Befestigungsauflage wird der Festsitz der Reihenklemme auf der normierten Tragschiene sichergestellt. Die erforderliche Prüfkraft wird dabei über die Klemmstelle in die Reihenklemme eingeleitet.

Für die Prüfung werden Reihenklemmen auf eine Tragschiene montiert. Je nach Querschnitt wird ein normierter Stahlstab mit definiertem Durchmesser in den Klemmstellen befestigt. Über einen Hebelweg von 100 mm wirken querschnittsabhängige Kräfte auf die Reihenklemme ein.

Der Nachweis gilt als bestanden, wenn sich die Reihenklemmen nicht von der Befestigungsauflage lösen oder anderweitige Beschädigungen aufweisen.

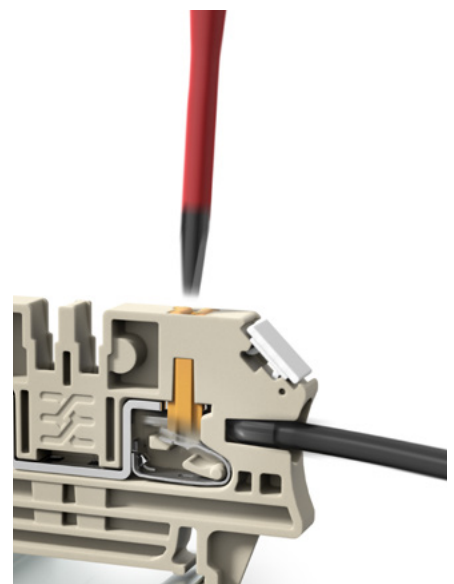


Mechanische Festigkeit der Klemmstellen

Mit dem Nachweis der mechanischen Festigkeit der Klemmstellen wird die mechanische und elektrische Kontaktsicherheit der Klemmstelle sichergestellt. Dabei wird die mechanische Stabilität über eine mehrfache Beschaltung der Klemmstelle beurteilt und zusätzlich die elektrische Kontaktsicherheit über eine Messung des Spannungsfalls.

Für die Prüfung werden 5 Reihenklemmen auf einer normgerechten Tragschiene aneinandergereiht. Die Leiter mit dem Bemessungsquerschnitt der Reihenklemme werden fünf Mal angeschlossen und wieder gelöst. Dabei wird nach jedem Lösen ein neuer Leiter verwendet und der Spannungsfall vor und nach dem Beschalten gemessen.

Der Nachweis gilt als bestanden, wenn der gemessene Spannungsfall über der Reihenklemme, vor- und nach der Prüfung, die geforderten Grenzwerte nicht überschreitet.



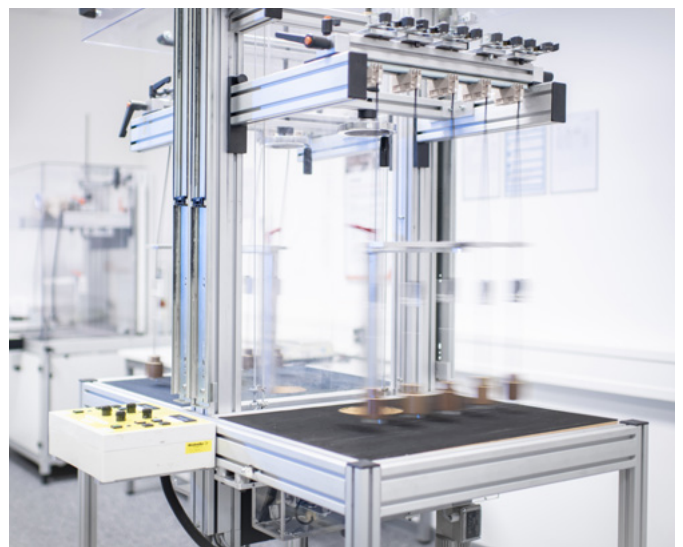


Prüfung auf Beschädigung und unbeabsichtigte Lockerung von Leitern einer Reihenklemme (Drehtest)

Mit der Prüfung auf Beschädigung und unbeabsichtigte Lockerung von Leitern einer Reihenklemme wird sowohl die hohe mechanische Sicherheit als auch die verlässliche Klemmung des Leiters nachgewiesen. Dabei unterteilt sich die Prüfung in zwei aufeinanderfolgende Teile - in den Drehtest und eine darauffolgende Zugprüfung.

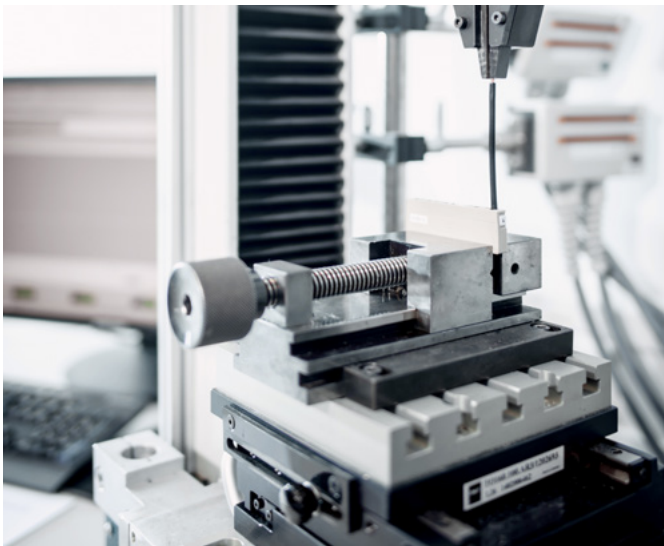
Für den Drehtest wird ein Ende des Leiters in der Klemmstelle angeschlossen. Am anderen Ende des Leiters wird ein normiertes Prüfgewicht befestigt, sodass dieses frei schwingen kann. Die Prüfung sieht dann eine Rotation von 135 Umdrehungen mit einem definierten Radius ohne Unterbrechung vor.

Der Nachweis gilt als bestanden, wenn während und auch nach der darauffolgenden Leiterauszugsprüfung der Leiter weder aus der Klemmstelle herausrutscht noch in der Nähe der Klemmstelle bricht.





Prüfung auf Beschädigung und unbeabsichtigte Lockerung von Leitern einer Reihenklemme (Leiterauszugsprüfung)



Mit der Prüfung auf Beschädigung und unbeabsichtigte Lockerung von Leitern einer Reihenklemme wird sowohl die hohe mechanische Sicherheit als auch die verlässliche Klemmung des Leiters nachgewiesen. Dabei unterteilt sich die Prüfung in zwei aufeinanderfolgende Teile - in den Drehtest und eine darauffolgende Zugprüfung.

Für die Zugprüfung wird das eine Ende des Leiters in der Klemmstelle der Reihenklemme und das andere an der Zugprüfmaschine befestigt. Je nach Querschnitt des Leiters, wird in der Norm eine definierte Zugkraft über 60 Sekunden gefordert.

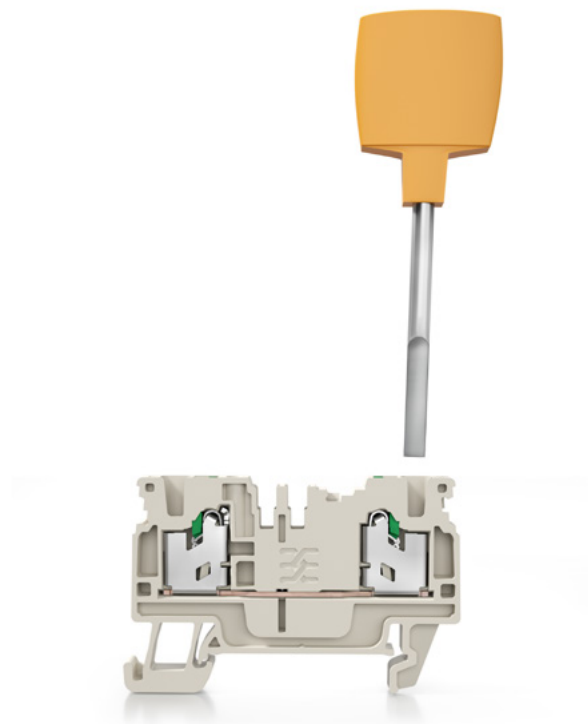
Der Nachweis gilt als bestanden, wenn während des Drehtests und der darauffolgenden Leiterauszugsprüfung der Leiter weder aus der Klemmstelle heraus rutscht noch in der Nähe der Klemmstelle bricht.

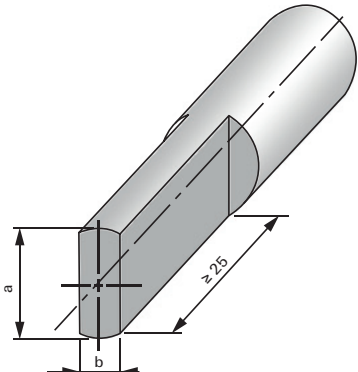
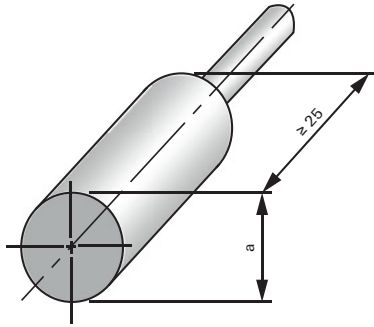
Bemessungsanschlussvermögen

Mit dem Nachweis des Anschlussvermögens wird sichergestellt, dass die dokumentierten Leiterquerschnitte angeschlossen werden können. Hierbei wird lediglich die Einführbarkeit des Leiters in der Klemmstelle geprüft. Die geprüften Leiterquerschnitte werden letztlich in metrischen (mm²) und angloamerikanischen Werten (AWG) dokumentiert.

Für die Prüfung wird die Einführbarkeit des Bemessungsquerschnittes und die zwei nächstkleineren Leiterquerschnitte überprüft. Als Alternative zu den jeweiligen Leitern kann hierbei auch der Nachweis durch eine normierte Lehre erbracht werden.

Der Nachweis gilt als bestanden, wenn die Leiter oder die Lehre ungehindert in der Klemmstelle eingeführt werden können.



Leiterquerschnitt	Lehre					
	Form A			Form B		
						
Starre Leiter (ein- oder mehrdrähtig) mm ²	Bezeichnung	Durchmesser a mm	Breite b mm	Bezeichnung	Durchmesser a mm	Zulässige Abweichungen für a und b mm
1,5	A 1	2,4	1,5	B 1	1,9	0 - 0,05
2,5	A 2	2,8	2,0	B 2	2,4	
4	A 3	2,8	2,4	B 3	2,7	
6	A 4	3,6	3,1	B 4	3,5	0 - 0,06
10	A 5	4,3	4,0	B 5	4,4	
16	A 6	5,4	5,1	B 6	5,3	
25	A 7	7,1	6,3	B 7	6,9	0 - 0,07
35	A 8	8,3	7,8	B 8	8,2	
50	A 9	10,2	9,2	B 9	10,0	
70	A 10	12,3	11,0	B 10	12,0	0 - 0,08
95	A 11	14,2	13,1	B 11	14,0	
120	A 12	16,2	15,1	B 12	16,0	
150	A 13	18,2	17,0	B 13	18,0	

Luft- und Kriechstrecken

Mit dem Nachweis der Luft- und Kriechstrecken wird die Übereinstimmung der normativen Vorgaben in Bezug auf die Bemessungsspannung und des verwendeten Isolierstoffes erbracht. Im Rahmen der Isolationskoordination werden dabei die einzuhaltenden Längen festgelegt.

Für die Prüfung werden Reihenklemmen auf einer normgerechten Tragschiene aneinandergereiht. Der Nachweis über die Luft- und Kriechstrecken muss zwischen zwei benachbarten Reihenklemmen und einer Reihenklemme und der Befestigungsauflage erbracht werden. Die Mindestanforderung der jeweiligen Strecken sind in der IEC 60947-1 definiert.

Der Nachweis gilt als erbracht, wenn die geforderten Mindestabstände normativ eingehalten werden.

Luftstrecken

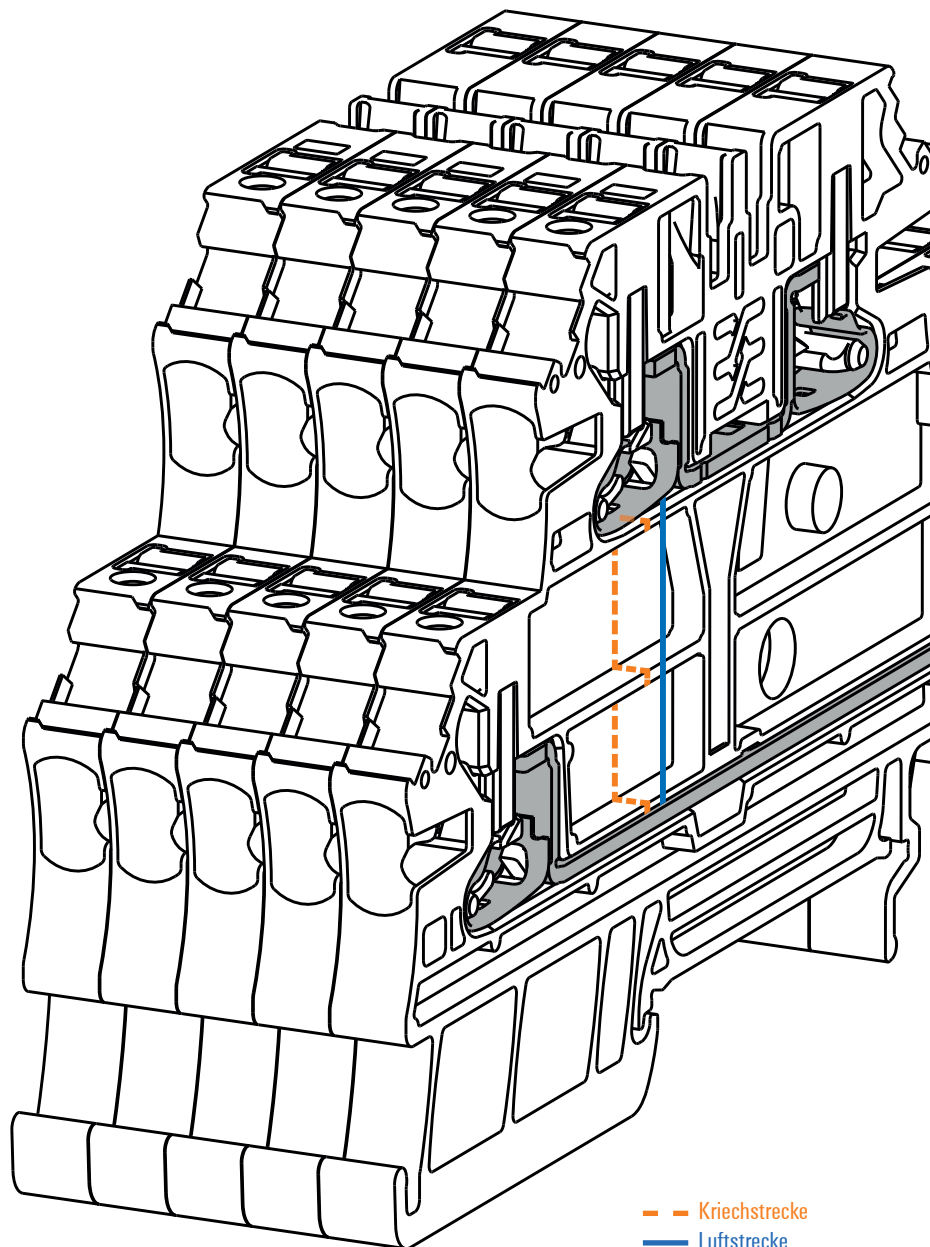
Die Luftstrecke ist die kürzeste Entfernung in der Luft zwischen zwei elektrisch leitenden Komponenten. Eine Bemessung der Luftstrecken ergibt sich unter Berücksichtigung folgender Faktoren:

- zu erwartende Überspannung (Bemessungs-Stoßspannung)
- eingesetzte Überspannungsschutz-Vorkehrung
- Umgebungsbedingungen

Kriechstrecken

Die Kriechstrecke ist die kürzeste Entfernung entlang des vorhandenen Isolierkörpers zwischen zwei elektrisch leitenden Komponenten. Eine Bemessung der Kriechstrecken ergibt sich unter Berücksichtigung folgender Faktoren:

- vorgesehene Bemessungsspannung
- verwendete Isoliermaterialien (Isolierstoffgruppe)
- Umgebungsbedingungen (Verschmutzungsgrad)





Spannungsfallprüfung

Mit der Spannungsfallprüfung wird die Kontaktqualität der Anschlüsse nachgewiesen. Für einen möglichst geringen und stabilen Spannungsfall sind niedrige Übergangswiderstände an den Kontaktstellen notwendig. Die Einhaltung des maximal zulässigen Spannungsfalls wird bei den folgenden Prüfungen nachgewiesen:

- Mechanische Festigkeit der Klemmstellen
- Erwärmungsprüfung
- Kurzzeitstromfestigkeit
- Alterungsprüfung für schraubenlose Reihenklemmen

Für die Prüfung werden 5 Reihenklemmen auf einer normgerechten Tragschiene montiert und die Klemmstellen mit dem Bemessungsquerschnitt verdrahtet. Der Messstrom beträgt 10 % des Leiternennstromes. Gemessen wird der Spannungsfall über die Gesamtstrecke der Durchgangsreihenklemme bzw. Schutzleiterreihenklemme und Tragschiene.

Der Nachweis gilt als bestanden, wenn der Spannungsfall über die Durchgangsreihenklemme, vor- und nach der jeweiligen Prüfung, 3,2 mV bzw. das 1,5-fache des Anfangsmesswerts nicht übersteigt. Bei der Schutzleiterreihenklemme darf der Spannungsfall über die Tragschiene 6,4 mV bzw. das 1,5-fache des Anfangsmesswerts nicht übersteigen.

Erwärmungsprüfung

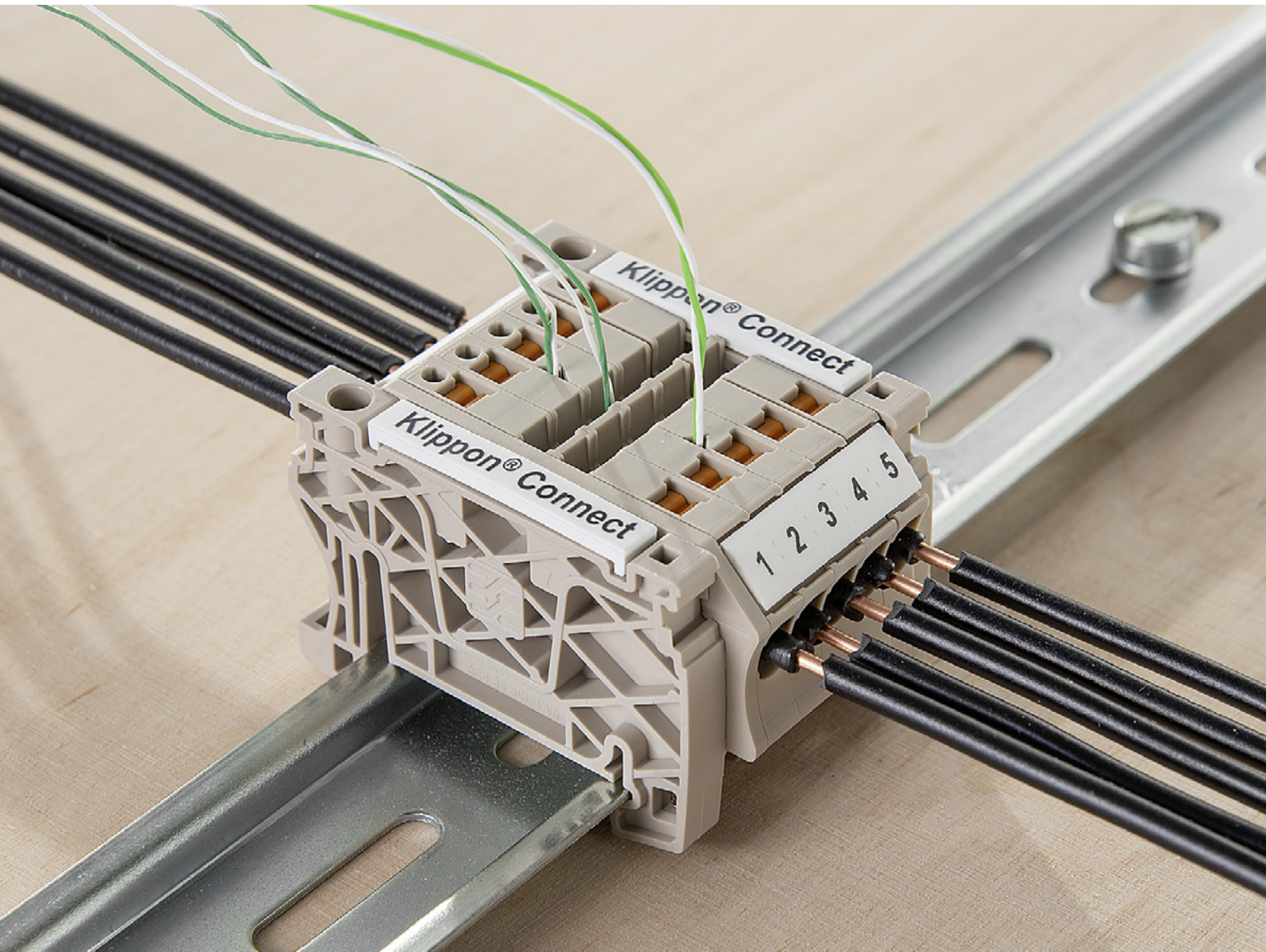
Mit der Erwärmungsprüfung wird die maximal zulässige Eigenerwärmung der Reihenklemme unter definierten Bedingungen nachgewiesen. Für eine möglichst geringe Eigenerwärmung sind niedrige Übergangswiderstände an den Kontaktstellen notwendig.

Für die Prüfung werden 5 Reihenklemmen auf einer normgerechten Tragschiene aneinandergereiht. Sie sind mit harmonisierten PVC isolierten Leitern des

Bemessungsquerschnittes in Reihe verdrahtet. Die Reihenklemmen werden bis zum Erreichen einer konstanten Temperatur mit einem definierten Prüfstrom belastet.

Der Nachweis gilt als bestanden, wenn sich während der Prüfung die Reihenklemmen nicht um mehr als 45 K erwärmen und wenn der gemessene Spannungsfall über der Reihenklemme, vor- und nach der Prüfung, die geforderten Grenzwerte nicht überschreitet.

Bemessungsquerschnitt mm²	0,2	0,5	0,75	1	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	100
Prüfstrom A	4	6	9	13,5	17,5	24	32	41	57	76	101	125	150	192	232	269

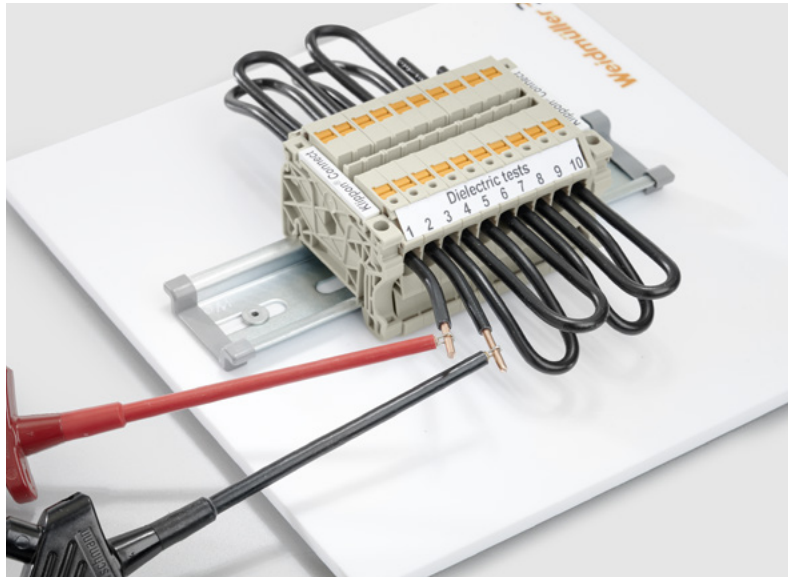


Isolationsprüfung

Mit der Isolationsprüfung wird die Spannungsfestigkeit des verwendeten Isolierstoffes nachgewiesen. Die normative Prüfspannung ergibt sich dabei aus der Bemessungsspannung der Reihenklemme.

Für die Prüfung werden 5 Reihenklemmen auf einer normgerechten Tragschiene aneinandergereiht. Die Anschlüsse der Reihenklemmen werden verdrahtet und die definierte Prüfspannung für mindestens 60 Sekunden zwischen den benachbarten Reihenklemmen und der Tragschiene angelegt.

Der Nachweis gilt als bestanden, wenn es weder zum Über- bzw. Durchschlag zwischen zwei benachbarten Reihenklemmen oder zur normierten Tragschiene kommt.



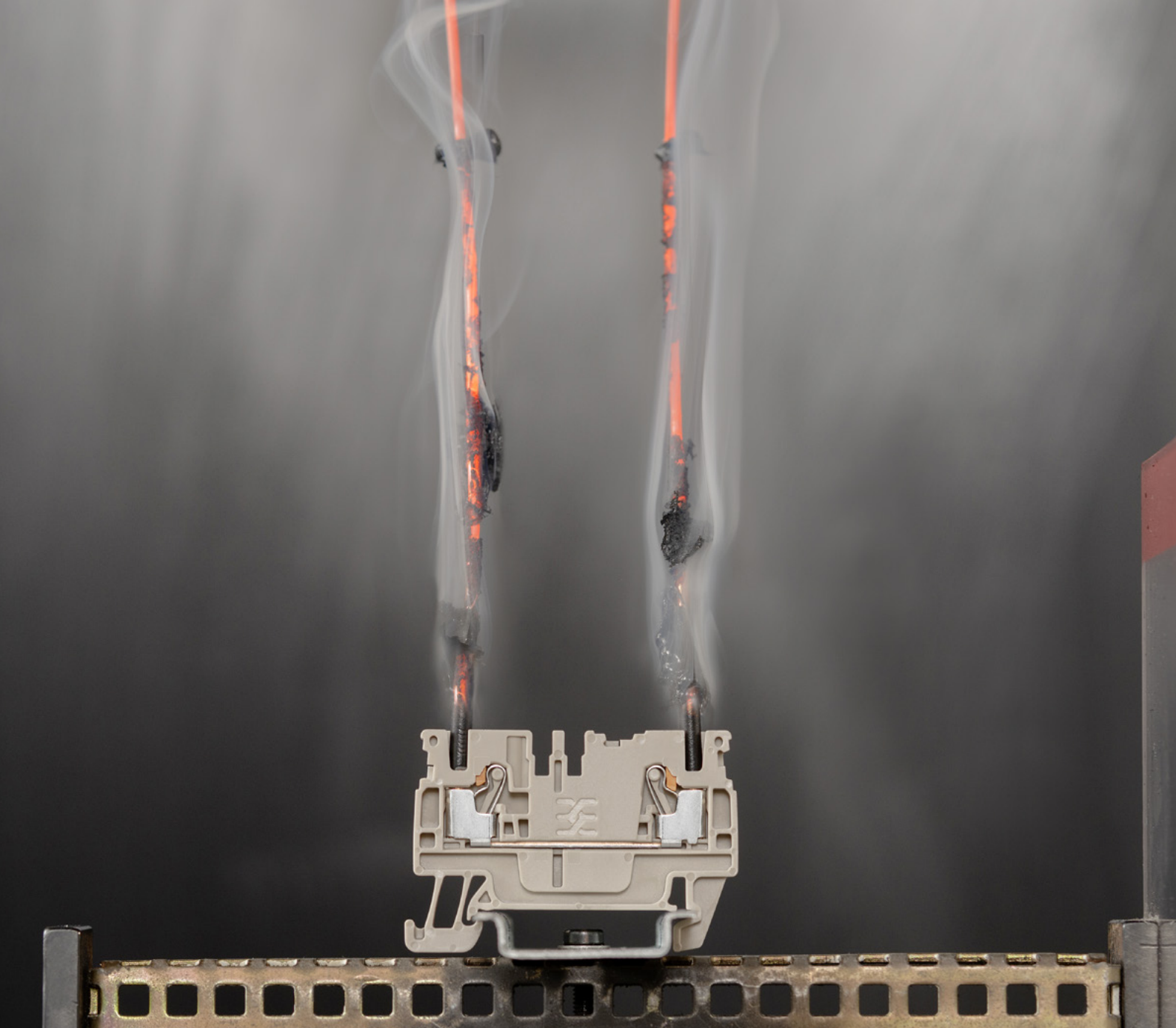
Stoßspannungsprüfung

Mit dem Nachweis der Stoßspannungsprüfung werden ausreichende Luftstrecken zwischen zwei benachbarten Potentialen nachgewiesen. Maßgebend für die Dimensionierung der Luftstrecken sind die aus den Nennspannungen der Stromversorgung für die entsprechende Netzart abgeleiteten Bemessungsspannungen in Verbindung mit der Überspannungskategorie.

Für die Prüfung werden 10 Reihenklemmen auf einer normgerechten Tragschiene aneinandergereiht und die Anschlüsse der Reihenklemmen verdrahtet. Die Spannung wird zuerst zwischen benachbarten Reihenklemmen und anschließend zwischen den Reihenklemmen und der Tragschiene angelegt. Die Stoßspannungsprüfung erfolgt mit einer Impulsform von 1,2/50 μ s mit mindestens 1s Pause zwischen den Impulsen. Es werden je 10 Impulse mit wechselnder Polarität aufgebracht.

Der Nachweis gilt als bestanden, wenn es weder zum Über- bzw. Durchschlag zwischen zwei benachbarten Reihenklemmen oder zur normierten Tragschiene kommt.



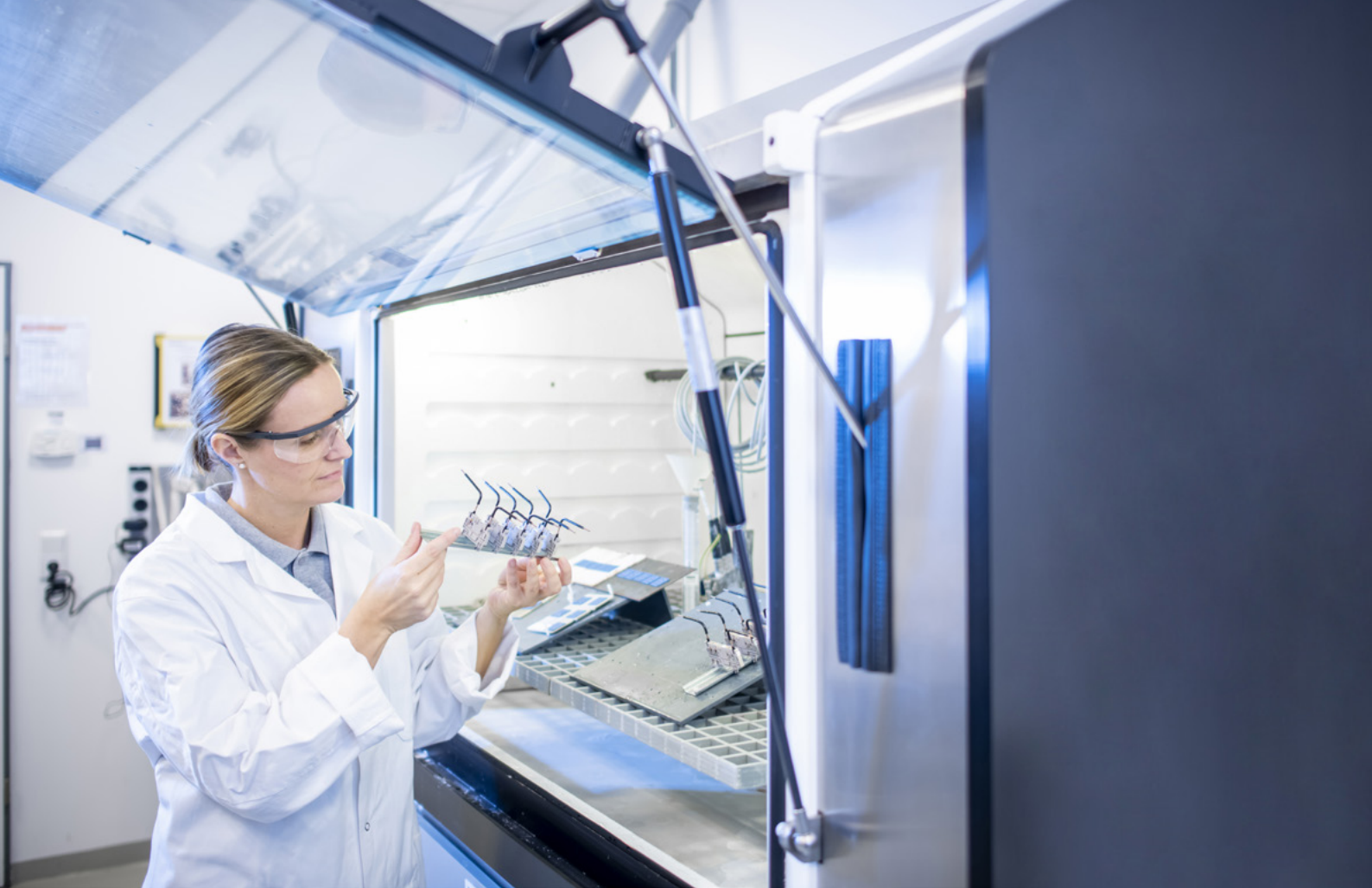


Kurzzeitstromfestigkeit

Mit dem Nachweis der Kurzzeitstromfestigkeit wird sichergestellt, dass die Reihenklemmen im Fehlerfall die in der Praxis auftretenden Kurzschlussströme unbeschadet überstehen, bis die Schutzeinrichtung greift und den Strom abschaltet.

Für die Prüfung werden Reihenklemmen auf einer normgerechten Tragschiene montiert und die Klemmstellen mit dem Bemessungsquerschnitt verdrahtet. Schutzleiterreihenklemmen unterziehen sich diesem Prüfverfahren über 3 Durchgänge, Durchgangsreihenklemmen über einen Durchgang. Dabei wird die Reihenklemme mit einem Prüfstrom von 120 A/mm^2 über 1 Sekunde belastet. Der Spannungsfall über die Gesamtstrecke der Durchgangsreihenklemme bzw. Schutzleiterreihenklemme und Tragschiene wird vor- und nach der Prüfung gemessen.

Der Nachweis gilt als bestanden, wenn an der Reihenklemme keinerlei Beschädigungen auftreten und ein weiterer Gebrauch gewährleistet ist und der gemessene Spannungsfall den vorgegebenen Maßgaben entspricht.



Alterungsprüfung

Mit der Alterungsprüfung wird die Kontaktqualität unter simulierter Alterung nachgewiesen. Somit kann die Qualität der Anschlüsse auch für einen langen Lebenszyklus der Reihenklemme sichergestellt werden.

Für die Prüfung werden 5 Reihenklemmen auf einer normgerechten Tragschiene montiert und die Klemmstellen mit dem Bemessungsquerschnitt in Reihe verdrahtet. Der Temperaturbereich innerhalb des Klimaschranks wechselt dabei zwischen 20 °C und 85 °C. Der Bemessungsstrom fließt zwischen der Aufheizphase und der 10-minütigen Haltephase. Im Anschluss daran erfolgt die Abkühlphase. Der Umfang der Alterungsprüfung umfasst 192 Zyklen, wobei nach jedem 24. Zyklus der Spannungsfall über die Gesamtstrecke der Durchgangsreihenklemme bzw. Schutzleiterreihenklemme und Tragschiene gemessen wird.



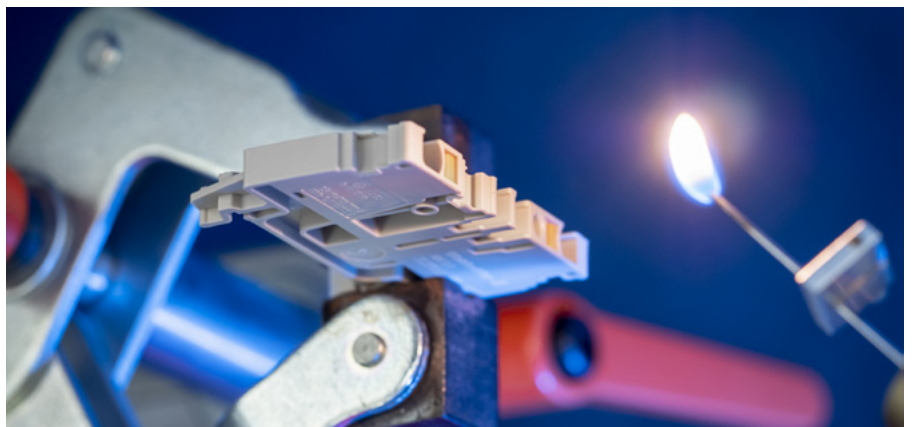
Der Nachweis gilt als bestanden, wenn der gemessene Spannungsfall bei Durchgangsreihenklemmen nach dem 24. Zyklus maximal 4,8 mV bzw. das 1,5-fache des nach dem jeweils 24. Zyklus gemessenen Wertes nicht überschreitet. Bei Schutzleiterreihenklemmen gilt der Nachweis als bestanden, wenn der gemessene Spannungsfall zur Tragschiene nach dem 24. Zyklus maximal 9,6 mV bzw. das 1,5-fache des nach dem jeweils 24. Zyklus gemessenen Wertes nicht überschreitet.



Nadelflammentest

Mit dem Nachweis des Nadelflammentests wird das sichere Brandverhalten bei direktem Kontakt mit einer Zündquelle nachgewiesen. Anforderung an das Brandverhalten einer Reihenklemme ist ein selbstlöschender Kunststoff, der im Falle eines Brandes, diesen weder begünstigt noch zur Beschleunigung beiträgt.

Für die Prüfung wird eine offene Flamme, unter einem Winkel von 45°, an eine Kante oder Fläche der Reihenklemme angelegt. Unter dem Versuchsaufbau ist eine Seidenpapierunterlage positioniert, die sich während und nach dem Versuch nicht durch heruntertropfende Teile entzünden darf. Die Einwirkdauer der Flamme ist 10 s, für Wandstärken unter 1 mm oder Flächen < 100 mm² jedoch 5 s. Nach Wegnahme der Flamme wird die Nachbrenndauer ermittelt, sofern es zur Entzündung gekommen ist.



Der Nachweis gilt als bestanden, wenn die Brenndauer < 30 Sekunden ist und herunterfallende brennende oder glühende Partikel die Seidenpapierunterlage nicht entzünden.

Die IEC 60947-7-x als Grundlage für weitere Märkte und Industrien

Die Existenz verschiedener Normen und Industrieanforderungen für Schaltschrankkomponenten ergibt sich aus der Vielfalt der Anwendungen, Umgebungen und Branchen, in denen diese Komponenten eingesetzt werden. Diese Normen gewährleisten nicht nur die Sicherheit von Personen und Eigentum, sondern berücksichtigen auch die technologischen Fortschritte und kulturellen Unterschiede in verschiedenen Ländern.



Als Grundlage dient auch hier jeweils ein Großteil der IEC 60947-7-x, die durch weitere Industrie- oder Länderspezifische Prüfungen ergänzt bzw. ausgeweitet wird. Dadurch sichergestellt, dass Schaltschrankkomponenten effizient und zuverlässig arbeiten und den vielfältigen Ansprüchen gerecht werden – sei es in der Energieerzeugung, chemischen Industrie, Verkehr oder anderen Bereichen. Dies ermöglicht internationalen Handel und trägt zur Sicherheit, Qualität und Umweltverträglichkeit in der gesamten elektrischen Infrastruktur bei.

Im Folgenden sind auszugsweise und beispielhaft einige bekannte Märkte und Industriezweige mit deren Zertifizierungsstellen, Zulassungsverfahren aufgelistet, um einen Eindruck der Vielfältigkeit der Anforderungen an Schaltschrankkomponenten und insbesondere an Reihenklempen zu geben.

Mechanische Prüfungen

Berührungsschutz

- Fingersicherheit (IEC 60529)
- Handrückensicherheit (IEC 60529)

Schock und Vibration

- Vibrationsprüfung - Breitbandrauschen (IEC 61373)
- Vibrationsprüfung - Sinusförmig (IEC 60068-2-6)
- Schockprüfung (IEC 60068-2-27)

Elektrische Prüfungen

- Derating-Kurve Steckverbinder (IEC 60512-5-x)
- SCCR-Rating (NEC und UL 508A)
- Steckzyklen (IEC 61984)

Werkstoffprüfungen

Elektrische Eigenschaften von Kunststoffen

- Kriechwegbildung CTI (IEC 60112)
- Isolierstoffeigenschaften TI (IEC 60216-1)
- Isolierstoffeigenschaften RTI (UL 746B)

Umweltprüfungen

- Trockene Wärme (IEC 60068-2-2)
- Feuchte Wärme zyklisch (IEC 60068-2-30)
- Kälteprüfung nach (IEC 60068-2-1)
- Schwefeldioxid nach (IEC 60068-2-42)
- Schwefelwasserstoff nach (IEC 60068-2-43)
- Salzsprühnebel / Korrosionsprüfung (IEC 60068-2-11/52)

Korrosion und Oberflächenbeschaffenheit an metallischen Oberflächen

- Oberflächenkorrosionsschutz (DIN EN ISO 4042, DIN EN ISO 19598, DIN 50965, DIN EN ISO 4521, DIN EN ISO 27874)

Anforderungen und Zertifizierungen an das Rohmaterial

Außerhalb der Produktspezifischen Normen gibt es noch eine Vielzahl an weiteren Normungen und Zertifikate in Bezug auf das Brandverhalten der verwendeten Kunststoffe. Speziell die Bahnindustrie setzt hier erhöhte Anforderungen an die Entflammbarkeit und Oberflächenbrennbarkeit, Rauchentwicklung, Rauchgasentwicklung, Rauchgastoxizität und Rauchgasdichte.

Aber auch in anderen Industriezweigen werden zusätzliche Anforderungen an die Rohmaterialien und den Produkten gestellt. Hierbei gilt es stets zu unterscheiden, ob sich die Norm oder das Zertifikat auf das Endprodukt (Reihenklemme) oder auf das Rohmaterial wie beispielsweise den Thermoplasten (Kunststoffe) bezieht. Ein Zertifikat qualifiziert den jeweiligen Rohstoff des Herstellers und fließt dadurch auch indirekt in die Endprodukte wie zum Beispiel einer Reihenklemme ein.

Im Folgenden sind einige Normen und Zertifikate aufgeführt, die die verschiedenen Rohmaterialien der Weidmüller Reihenklemmen erfüllen und mit sich bringen:



Werkstoffprüfungen und Zertifikate für das Rohmaterial

Halogenfreier Flammenschutz (DIN EN ISO 1043-4)

Prüfungen zur Brennbarkeit von Kunststoffen für Teile in Geräten und Anwendungen (UL94)

- Vertikale Kleinbrennerprüfung (UL 94 und EN 60695-11-10)
- Horizontal Kleinbrennerprüfung (UL 94 und EN 60695-11-10)

Brandschutz in Schienenfahrzeugen (EN 45545-2)

- Rauchgas Toxizität (EN ISO 5659-2)
- Sauerstoffindex (DIN EN ISO 4589-2)
- Rauchgastoxizität (NF X70-100-2 (600°C))

Standard für schienengebundene Nahverkehrs- und Personenbeförderungssysteme NFPA 130

- Oberflächenbrennbarkeit ASTM E 162
- Rauchgasentwicklung ASTM E 662
- Rauchgastoxizität SMP 800 C



Zertifizierungsstellen und Zulassungsverfahren

Die Gegebenheiten bzw. Voraussetzungen in verschiedenen Ländern sind nicht immer die Gleichen und oftmals historisch bedingt. Verschiedene Netze, Spannungen, Ströme und Sicherheitsauflagen führen zu länderspezifischen Zertifikaten oder Zulassungsverfahren. Für die Anerkennung der jeweiligen Prüfungen aus der IEC oder die Durchführung spezieller Prüfungen gibt es sogenannte Drittstellen, die Prüfungen verifizieren oder Prüfungen für den Hersteller der Produkte durchführen und Dokumentieren.

Beispiele für Prüfungen für spezielle Länder sind unter anderem:

- SCCR-Rating (NEC und UL 508A)
- Kälteprüfung nach (IEC 60068-2-1)
- Isolierstoffeigenschaften RTI (UL 746B)



IECEE-CB Scheme
(in Kombination mit Zertifizierer)



Canadian Standard Association (CSA)



cULus



DEKRA Certification B.V.



Verband Deutscher Elektrotechniker e.V. (VDE)



China Compulsory Certification



Korean Certification Mark



Explosionsschutz

Raue industrielle Umgebungen und explosionsgefährdete Bereiche, wie etwa in der Öl- und Gasindustrie, stellen extreme Anforderungen an die Sicherheit, Robustheit und Qualität von Produkten und Geräten. Was in Ex-Umgebungen zu berücksichtigen ist, beschreiben zahlreiche Normen. Sie dienen zudem als Grundlage für umfassende Zulassungen.

Beispiele für Normen für den explosionsgeschützten Bereich:

- IEC 60079-0 Betriebsmittel - Allgemeine Anforderungen
- IEC 60079-7 Geräteschutz durch erhöhte Sicherheit „e“



International Electrotechnical
Commission



Canadian Standard
Association (CSA)



cULus



FM Approvals



Korean Certification Mark
for Ex-products



National Institute of
Metrology



China Compulsory
Certification



ATEX Directive



Schiffsbau

Viele Industrieprodukte finden ihren Einzug in maritime Anwendungen. Allerdings gelten bei einem Einsatz im Schiffbaubereich andere Zulassungsvoraussetzungen als bei einem Einsatz in einer herkömmlichen Industrieanlage. Über die Zulassung wachen die einzelnen Klassifikationsgesellschaften, die jeweils auch die Richtwerte der Baumusterprüfungen festlegen. Viele Staaten dulden keine Schiffe ohne Klassifikationsnachweise.

Beispiele für spezifische Prüfungen im Bereich der Schiffszulassungen sind unter anderem:

- Schwefelwasserstoff nach (IEC 60068-2-43)
- Salzsprühnebel / Korrosionsprüfung (IEC 60068-2-11/52)
- Oberflächenkorrosionsschutz (DIN EN ISO 4042, DIN EN ISO 19598, DIN 50965, DIN EN ISO 4521, DIN EN ISO 27874)



DNV GL - MARITIME
(in Kombination mit Zertifizierer)



Bureau Veritas



Lloyds Register of Shipping

ClassNK

Nippon Kaiji Kyōkai



Polski Rejestr Statków

KR
KOREAN REGISTER

Korean Register of Shipping



American Bureau of Shipping



Registro Italiano Navale



Bahn

Für die Automatisierungs- und Kommunikationstechnik an Bord eines Zuges und draußen an der Bahnstrecke sind die Umweltbedingungen sehr anspruchsvoll. Alle Komponenten und Schnittstellen müssen sowohl den Vibrationen und Erschütterungen standhalten, die ein Zug beim Überfahren einer Weiche verursacht, als auch den Temperatur- und Witterungsbedingungen in extremen Klimazonen wie in der Arktis oder sogar in der Wüste. Darüber hinaus müssen hohe Brandschutzanforderungen erfüllt werden, um die Sicherheit der Fahrgäste zu gewährleisten. Letztlich spielt auch die Qualität und Zuverlässigkeit von Eisenbahnprodukten in der gesamten Lieferkette eine wichtige Rolle, die über Qualitätssicherungssystemen sichergestellt wird.

Beispiele für spezifische Prüfungen im Bahnbereich sind unter anderem:

- Vibrationsprüfung - Breitbandrauschen (IEC 61373)
- Oberflächenbrennbarkeit ASTM E 162
- Rauchgasentwicklung (EN ISO 5659-2)

EN 50155

Europäische Norm für
elektronische Einrichtungen
auf Schienenfahrzeugen

EN 61373

Schock und Vibration
für Anwendungen in
Schienenfahrzeugen

EN 45545

Brandschutz in
Schienenfahrzeugen

**NFPA 130
/ ASTM E**

Brand- und Rauchkriterien für
den amerikanischen Markt

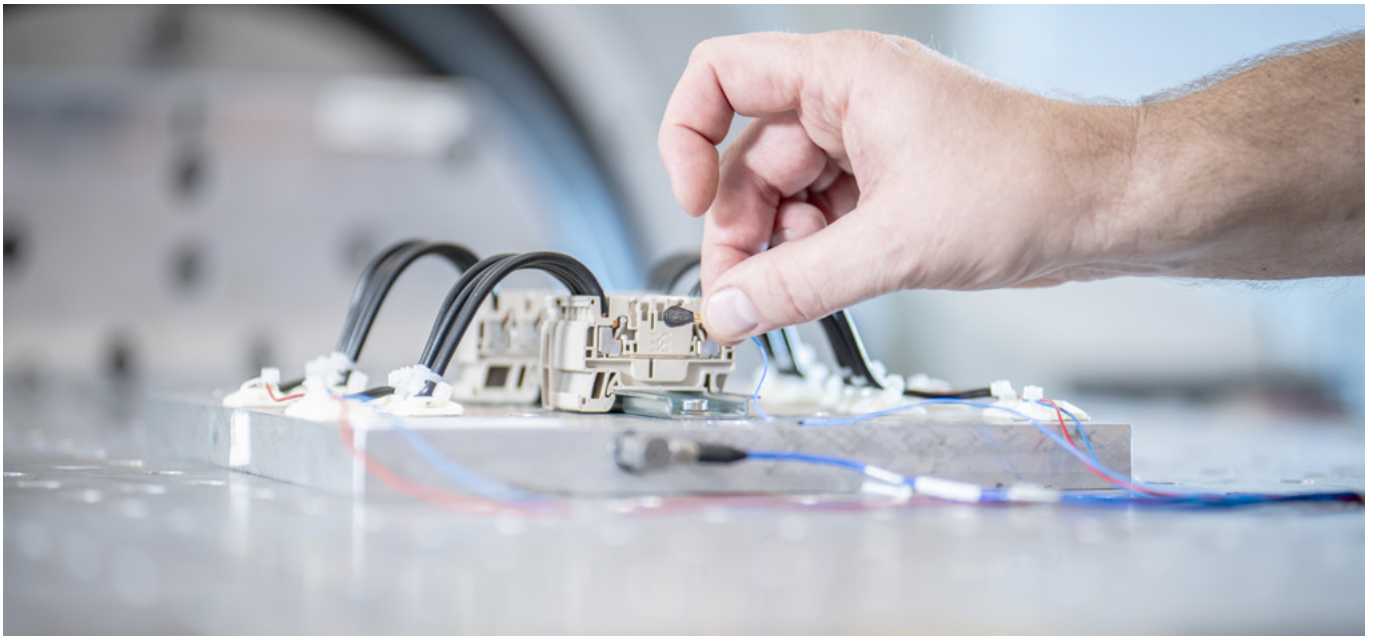
IRISTM
Certification

International Railway Industry
Standard-ZertifizierungTM

Schock und Vibration

Mit dem Nachweis über die jeweiligen Schock- und Vibrationsprüfungen wird der sichere Einsatz der Reihenklemmen und die Kontaktsicherheit unter den besagten Störeinflüssen sichergestellt. Elektrische Schaltanlagen und ihre eingebauten Einzelkomponenten sind in vielen Industrien unterschiedlichen Vibrationen und Erschütterungen ausgesetzt. Beispielsweise in Schienenfahrzeugen oder rotierenden Maschinen und Antrieben. Unter zur Hilfenahme von einem „Rütteltisch“ können im Labor Stöße und Vibrationseinflüsse auf den Versuchsaufbau ausgeübt und simuliert werden.

Für die Prüfungen werden Reihenklemmen auf einer normgerechten Tragschiene montiert und die Klemmstellen mit dem Bemessungsquerschnitt verdrahtet. Die Tragschiene ist auf dem Rütteltisch mechanisch befestigt, sodass die Stöße und Vibrationen direkt auf die Klemmleiste übertragen werden.



Vibrationsprüfung - Breitbandrauschen (IEC 61373)

Die Prüfung der Kategorie 1b definiert dabei eine Beschleunigung mit dem Effektivwert von $5,72 \text{ m/s}^2$ und einen Frequenzbereich von 5 Hz bis 150 Hz. Die Simulation bewegt den Prüfaufbau dabei für je 5 Stunden in alle drei Raumachsen (x, y, z).

Vibrationsprüfung - Sinusförmig (IEC 60068-2-6)

Die Prüfung simuliert eine Beschleunigung mit dem Effektivwert von 50 m/s^2 und einen Frequenzbereich von 5 Hz bis 150 Hz. Dieser Frequenzbereich erhöht sich dabei jede Minute um eine Oktave. Die Simulation bewegt den Prüfaufbau dabei für je 2 Stunden in alle drei Raumachsen (x, y, z).

Schockprüfung (IEC 60068-2-27)

Der Prüfaufbau erfährt dabei eine Beschleunigung von 50 m/s^2 bei einer Schockdauer von 30 ms. Weiterhin fordert die IEC 60068-2-27 jeweils drei positive und negative Schocks (18 Gesamt) in allen drei Raumachsen (x, y, z).

Der jeweilige Nachweis gilt als bestanden, wenn an der Reihenklemme keinerlei Beschädigungen auftreten und ein weiterer Gebrauch gewährleistet ist.



Berührungsschutz (IEC 60529)

Mit dem Nachweis über den Berührungsschutz wird der Schutz gegen direktes (zufälliges) Berühren sichergestellt. Der IP-Schutzgrad, zum Beispiel IP40 gegen direktes Berühren, bezieht sich auf die Umhüllung elektrischer Schaltanlagen und nicht auf die Einbaukomponenten wie zum Beispiel Reihenklemmen. Konstruktiv wird bei der Entwicklung der Reihenklemmen auf die sogenannte Fingersicherheit und Handrückensicherheit nach IEC 60529 berücksichtigt. Die Verifizierung erfolgt durch den gegliederten Prüffinger bzw. Prüfkugel nach IEC 61032.

Für die Prüfung werden bei Weidmüller im Normalfall 10 Reihenklemmen auf einer normgerechten Tragschiene montiert und die Klemmstellen mit dem Bemessungsquerschnitt verdrahtet. Im Anschluss daran wird die Prüfung unter in Bezugnahme des Prüffingers bzw. Prüfkugel vollzogen.

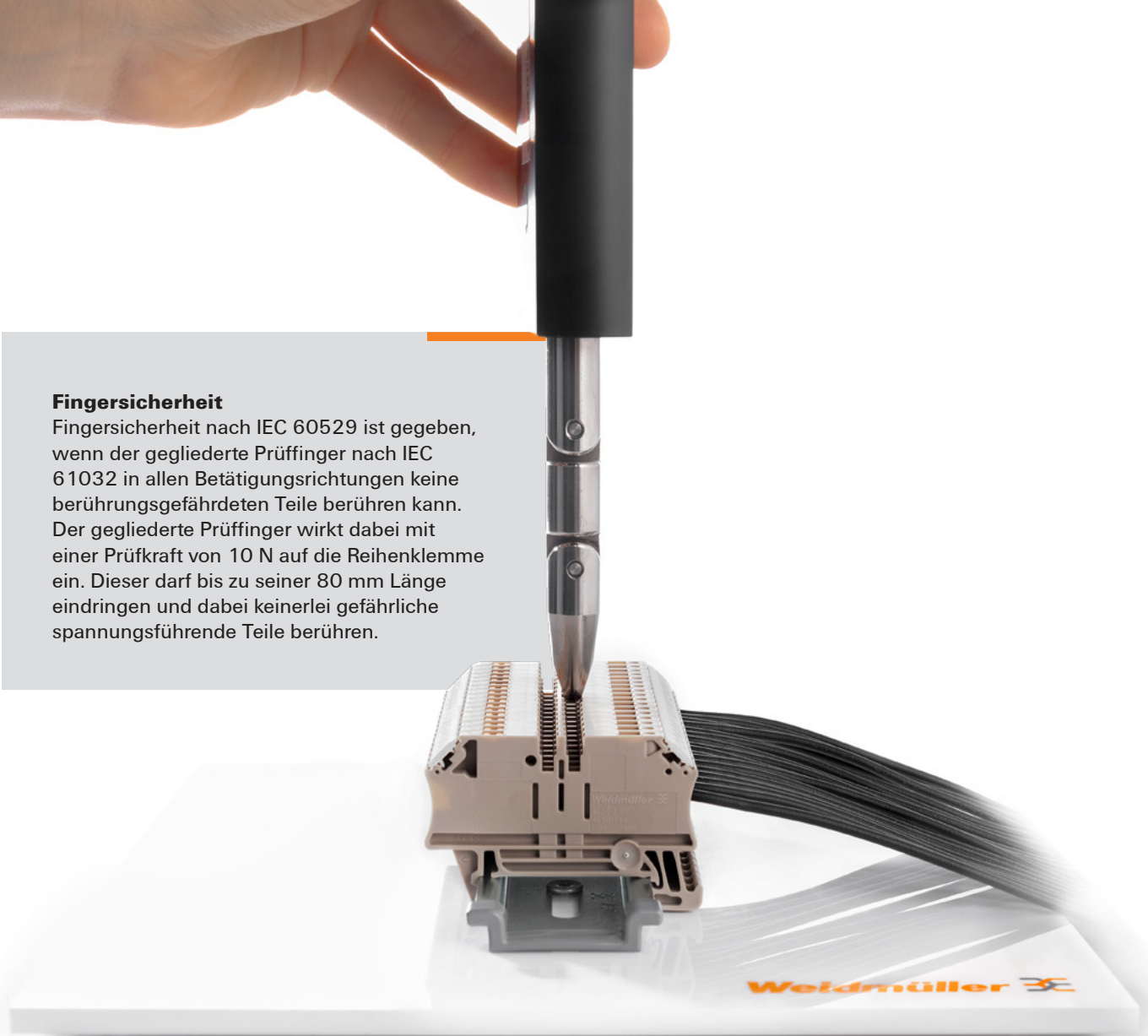


Handrückensicherheit

Handrückensicherheit nach IEC 60529 ist gegeben, wenn eine Kugel mit einem Durchmesser von 50 mm nach IEC 61032 mit einer Kraft von 50 (± 5) N keine berührungsgefährlichen Teile berührt.

Fingersicherheit

Fingersicherheit nach IEC 60529 ist gegeben, wenn der gegliederte Prüffinger nach IEC 61032 in allen Betätigungsrichtungen keine berührungsgefährdeten Teile berühren kann. Der gegliederte Prüffinger wirkt dabei mit einer Prüfkraft von 10 N auf die Reihenklemme ein. Dieser darf bis zu seiner 80 mm Länge eindringen und dabei keinerlei gefährliche spannungsführende Teile berühren.

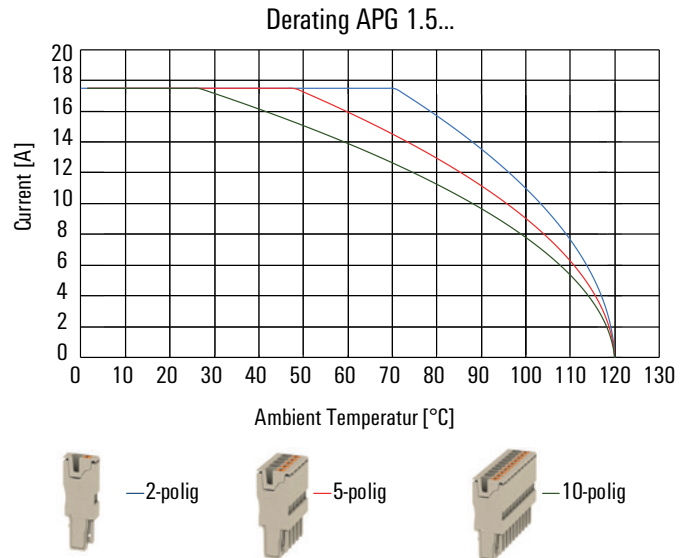


Der Nachweis gilt als bestanden, wenn der Prüffinger bzw. die Prüfkugel keinerlei spannungsführende Teile berühren kann. Dadurch ist der Berührungsschutz nach IEC 60529 IPXXB bzw. IPXXA gegeben.

Derating-Kurve Steckverbinder (IEC 60512-5-x)

Mit dem Nachweis der Derating-Kurve wird die Strombelastbarkeit in Abhängigkeit der Pohlzahl und der Umgebungstemperatur dokumentiert. Da in der Reihenklemmennorm IEC 60947-7-1/-2/-3 kein Derating gefordert ist, werden die steckbaren Reihenklemmen in Bezug auf die Derating-Kurve wie Steckverbinder behandelt und daher in Anlehnung an die IEC 61984 geprüft.

Für die Prüfung werden steckbare Reihenklemmen inklusive Stecker auf einer normgerechten Tragschiene montiert und die Klemmstellen mit dem Bemessungsquerschnitt verdrahtet. Die aus der Umgebungstemperatur abhängige Strombelastbarkeitskurve, die sogenannte Basiskurve, ergibt sich aus der oberen Grenztemperatur des Isolierstoffs. Bei dem Werkstoff WEMID ist dies 130 °C. Um Messungenauigkeiten oder eine Streuung des Übergangswiderstandes im Kontaktbereich auszugleichen, wird in der IEC 60512-5-2 eine Korrektur der Belastbarkeitskurve mit dem Faktor 0,8 auf den Basisstrom gefordert.



Aus den gemessenen Werten wird die Deratingkurve berechnet und visualisiert.

SCCR-Rating (NEC und UL 508A)

Mit dem Nachweis über das SCCR-Rating (Short Circuit Current Rating) wird die Sicherheit der Schaltanlage im Kurzschlussfall vor Stromschlag, Feuer und Folgegefahren gewährleistet. Reihenklemmen haben einen als SCCR bekannten Kurzschlusswert, der den Grad des Kurzschlussstroms definiert, dem das jeweilige Gerät sicher standhalten kann, wenn es durch ein bestimmtes Überstromschutzgerät gemäß SCCR-Kennzeichnung geschützt ist. Laut der Tabelle SB 4.1 in der UL 508A werden 10 kA als Standardwerte für nicht spezifizierte Komponenten wie Reihenklemmen gefordert.

Für die Prüfung werden 3 Reihenklemmen auf einer normgerechten Tragschiene montiert und die Klemmstellen mit dem Bemessungsquerschnitt verdrahtet. Unter Einhaltung der Bemessungsspannung wird ein Kurzschluss im Stromkreis erzeugt, der durch das vorgeschaltete Sicherungselement (siehe UL-File mit der Nummer E60693) sicher unterbrochen wird. Alle UL-Zertifizierte Reihenklemmen von Weidmüller weisen einen SCCR-Wert (Kurzschlussbemessungsstrom) von 10 kA auf. Abweichende gemessenen bzw. nachgewiesenen SCCR-Werte über 10 kA sind im UL-File mit der Nummer E60693 dokumentiert und einsehbar.

Der Nachweis gilt als bestanden, wenn an den Reihenklemmen keinerlei Beschädigungen auftreten und ein weiterer Gebrauch gewährleistet ist. Des Weiteren muss am Ende der Prüfung der gemessene Spannungsfall den vorgegebenen Maßgaben entsprechen.

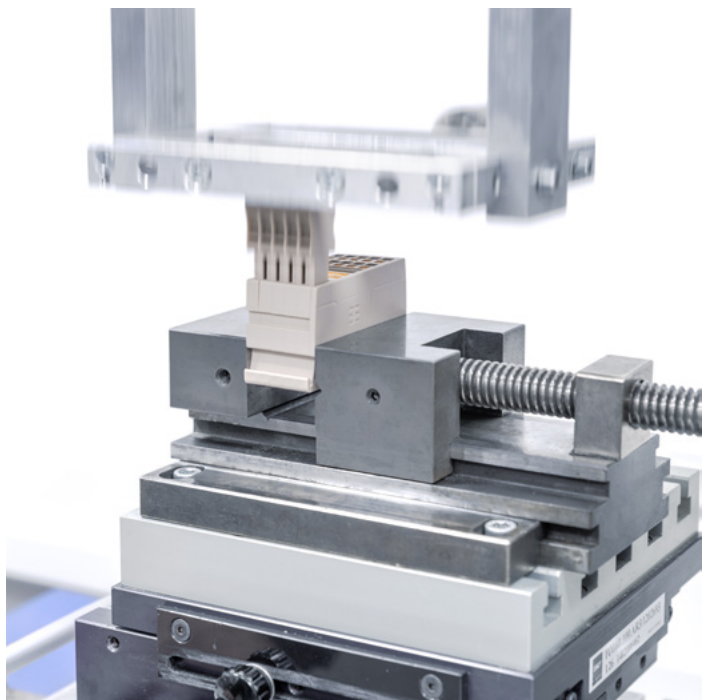


Steckzyklen (IEC 61984)

Mit dem Nachweis über die Steckzyklen wird die Kontaktqualität über die Lebensdauer eines Steckkontaktes sichergestellt. Da in der Reihenklemmennorm IEC 60947-7-1/-2/-3 keine Anforderungen an Steckzyklen in Bezug auf steckbare Reihenklemmen gefordert sind, werden diese in Anlehnung an die Steckverbindernorm IEC 61984 geprüft.

Für die Prüfung werden steckbare Reihenklemmen inklusive Stecker auf einer normgerechten Tragschiene montiert. Mit einer Geschwindigkeit von 3-4 Steckzyklen pro Minute wird die Lebensdauerprüfung nachgebildet.

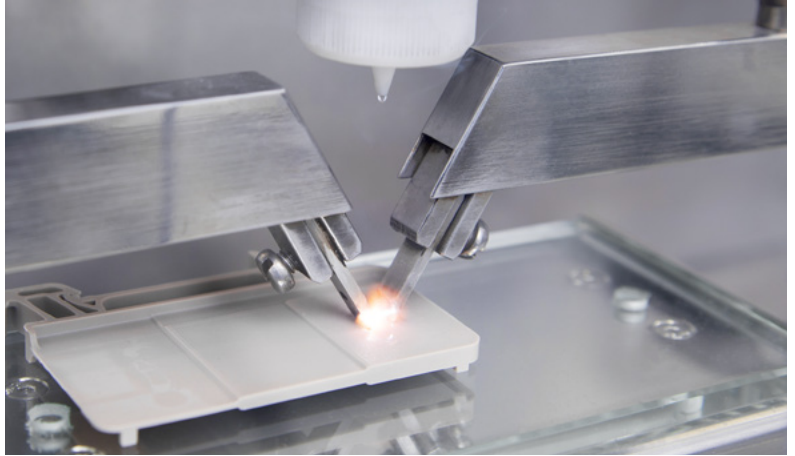
Der Nachweis gilt als bestanden, wenn an der Reihenklemme inklusive der Steckverbindung keinerlei Beschädigungen auftreten und ein weiterer Gebrauch gewährleistet ist. Des Weiteren muss am Ende der Prüfung der gemessene Spannungsfall den vorgegebenen Maßgaben entsprechen.



Kriechwegbildung CTI (IEC 60112)

Mit dem Nachweis der Kriechwegbildung oder auch Kriechstromfestigkeit wird die Isolationsfestigkeit der Oberfläche von Isolierstoffen unter Einwirkung von Feuchtigkeit und Verunreinigungen sichergestellt.

Für die Prüfung wird ein Prüfmuster, bestehend aus dem Isolationsmaterial, auf dem Prüftisch befestigt. In einem Abstand von 4 mm werden zwei Platinelektroden auf dem Prüfmuster aufgelegt und dazwischen eine definierte Prüfspannung angelegt. 50 Tropfen einer definierte Elektrolytlösung werden im Abstand von 30 Sekunden zwischen die beiden Elektroden getropft und dabei der Kriechstrom gemessen.



Der Nachweis gilt als bestanden, wenn bei definierter Spannung und Aufbringung der 50 Tropfen, die gemessenen Kriechströme kleiner als 0,5 A sind. Die angelegte Spannung entspricht dabei dem CTI-Wert (Comparative Tracking Index).





Glühdrahtprüfung (IEC 60695-2-11)

Mit dem Nachweis über die Glühdrahtprüfung wird die Sicherheit der Reihenklemmen bei Überhitzung bzw. Überlastung nachgewiesen. Der Kunststoff der Reihenklemme darf nur schwer entflammbar sein.

Für die Prüfung wird eine Reihenklemme im rechten Winkel zum Glühdraht fixiert. Mit einer Temperatur von 750° C und einer Kraft von 1 N drückt der Glühdraht auf die Reihenklemme ein. Unter dem Versuchsaufbau ist eine Seidenpapierunterlage positioniert, die sich während und nach dem Versuch nicht durch heruntertropfenden Kunststoff entzünden darf.

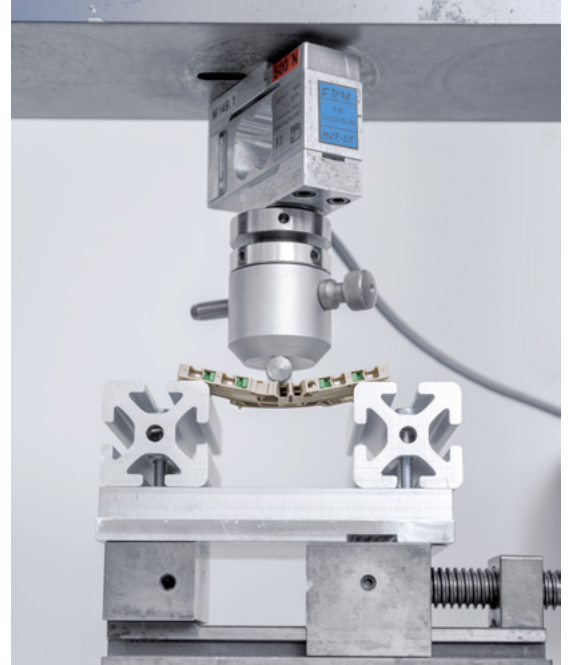
Der Nachweis gilt als bestanden, wenn es zu keiner Entzündung des Seidenpapiers gekommen ist. Auftretende Flammen oder Glühvorgänge müssen innerhalb von 30 s nach Entfernen des Glühdrahtes, d. h. $t_e \leq t_a + 30$ s erloschen sein.

Isolierstoffeigenschaften TI (IEC 60216-1)

Mit dem Nachweis des TI-Wertes (Temperaturindex) wird die thermische Langzeitstabilität von elektrischen Isolierstoffen ermittelt. Als Kriterium kann zum Beispiel die Zugfestigkeit (mechanische Flexibilität) des Kunststoffes nach Lagerung bei verschiedenen Temperaturen herangezogen werden.

Für die Prüfung werden die Prüfmuster in einem Wärmeschrank bei mindestens drei verschiedenen Temperaturen gelagert. In vorgegebenen Zeitabständen werden Prüfmuster (Zugstäbe) entnommen und daran die Zugfestigkeit ermittelt. Die über den Zeitraum (500 h bis 5.000 h) gemessenen Werte werden dokumentiert und auf 20.000 Stunden extrapoliert.

Der Temperaturindex in Bezug auf die Zugfestigkeit kann aus der aufgenommenen Zeittemperaturkurve abgeleitet werden. Dieser Wert entspricht der Zeitspanne von 20.000 Stunden mit einem Eigenschaftsverlust von 50% und lässt Aussagen über die mechanische Lebensdauer zu.



Oberflächenkorrosionsschutz (DIN EN ISO 4042, DIN EN ISO 19598, DIN 50965, DIN EN ISO 4521, DIN EN ISO 27874)

Mit dem Nachweis über den Oberflächenkorrosionsschutz wird die Kontaktsicherheit bei anspruchsvollen Umgebungsbedingungen sichergestellt. Korrosionsbeständige Kontaktbereiche mit geringen Übergangswiderständen bilden dabei die Basis für einen sicheren und leistungsfähigen Kontakt.

Für den Oberflächenkorrosionsschutz werden deshalb je nach Anschlussystem verschiedene Arten von korrosionsbeständigen, hochlegierten Federstählen oder zusätzliche Korrosionsschutzsysteme bei eisenhaltigen- bzw. Kupferwerkstoffen angewendet.

Basismaterial	Beschichtung	Funktion der Beschichtung
Eisen	Zink / Passivierung	Korrosionsschutz
Kupfer	Nickel	Korrosionsschutz
Kupfer	Zinn	Korrosionsschutz / Lötbarkeit
Kupfer	Nickel / Zinn	Diffusionssperre / Lötbarkeit
Kupfer	Silber / Passivierung	Verbesserung der Leitfähigkeit / Lötbarkeit
Kupfer	Nickel / Gold	Verbesserung der Leitfähigkeit
Kupfer	Nickel-Phosphor / Gold	Verbesserung der Leitfähigkeit

Isolierstoffeigenschaften RTI (UL 746B)

Mit dem Nachweis des RTI-Wertes (Relative Temperaturindex) wird die thermische Langzeitstabilität von elektrischen Isolierstoffen ermittelt. Als Kriterium kann zum Beispiel der Isolationswiderstand des Kunststoffes nach Lagerung bei verschiedenen Temperaturen herangezogen werden.

Für die Prüfung werden die Prüfmuster in einem Wärmeschränk bei mindestens drei verschiedenen Temperaturen gelagert. In vorgegebenen Zeitabständen werden Prüfmuster entnommen und daran der

Isolationswiderstand ermittelt. Die über den Zeitraum (500 h bis 5.000 h) gemessenen Werte werden dokumentiert und auf 20.000 Stunden extrapoliert.

Der Relative Temperaturindex in Bezug auf den Isolationswiderstand kann aus der aufgenommenen Zeittemperaturkurve abgeleitet werden. Dieser Wert entspricht der Zeitspanne von 20.000 Stunden mit einem Eigenschaftsverlust von 50% und lässt Aussagen über die elektrische Lebensdauer zu.



Trockene Wärme (IEC 60068-2-2)

Mit dem Nachweis der Klimaprüfung „Trockene Wärme“ wird die Kontaktqualität der Anschlüsse und der sichere Betrieb der Reihenklemme sichergestellt, nachdem diese den definierten Umweltbedingungen ausgesetzt wurden.

Für die Prüfung werden 5 Reihenklemmen auf einer normgerechten Tragschiene montiert und die Klemmstellen mit dem Bemessungsquerschnitt verdrahtet. Je nach Materialeigenschaften des Isolierstoffes werden die Reihenklemmen innerhalb des Prüfschranks einer thermischen Alterung bei definierter Zeit und Temperatur ausgesetzt. Für eine Reihenklemme aus dem Isolierstoff WEMID, wie bei der WDU 2.5 oder der A2C 2.5, liegen die definierten Werte bei 130 °C für 168 Stunden.

Der Nachweis gilt als bestanden, wenn nach der Prüfung an der Reihenklemme keinerlei Beschädigungen aufgetreten sind, ein weiterer Gebrauch gewährleistet ist sowie der gemessene Spannungsfall den vorgegebenen Maßgaben entspricht.

Feuchte Wärme zyklisch (IEC 60068-2-30)

Mit dem Nachweis der Klimaprüfung „Feuchte Wärme – zyklisch“ wird die Kontaktqualität der Anschlüsse und der sichere Betrieb der Reihenklemme sichergestellt, nachdem diese den definierten Umweltbedingungen ausgesetzt wurden.

Für die Prüfung werden 5 Reihenklemmen auf einer normgerechten Tragschiene montiert und die Klemmstellen mit dem Bemessungsquerschnitt verdrahtet. Der Temperaturbereich innerhalb des Klimaschranks variiert je nach Prüfschärfegrad für ein oder mehrere Zyklen mit einer definierten Temperatur und Luftfeuchtigkeit.

-Schärfegrad A definiert eine Temperaturhub von +25 / +40 °C und eine Luftfeuchtigkeit von >93%

-Schärfegrad B definiert eine Temperaturhub von +25 / +55 °C und eine Luftfeuchtigkeit von >93%

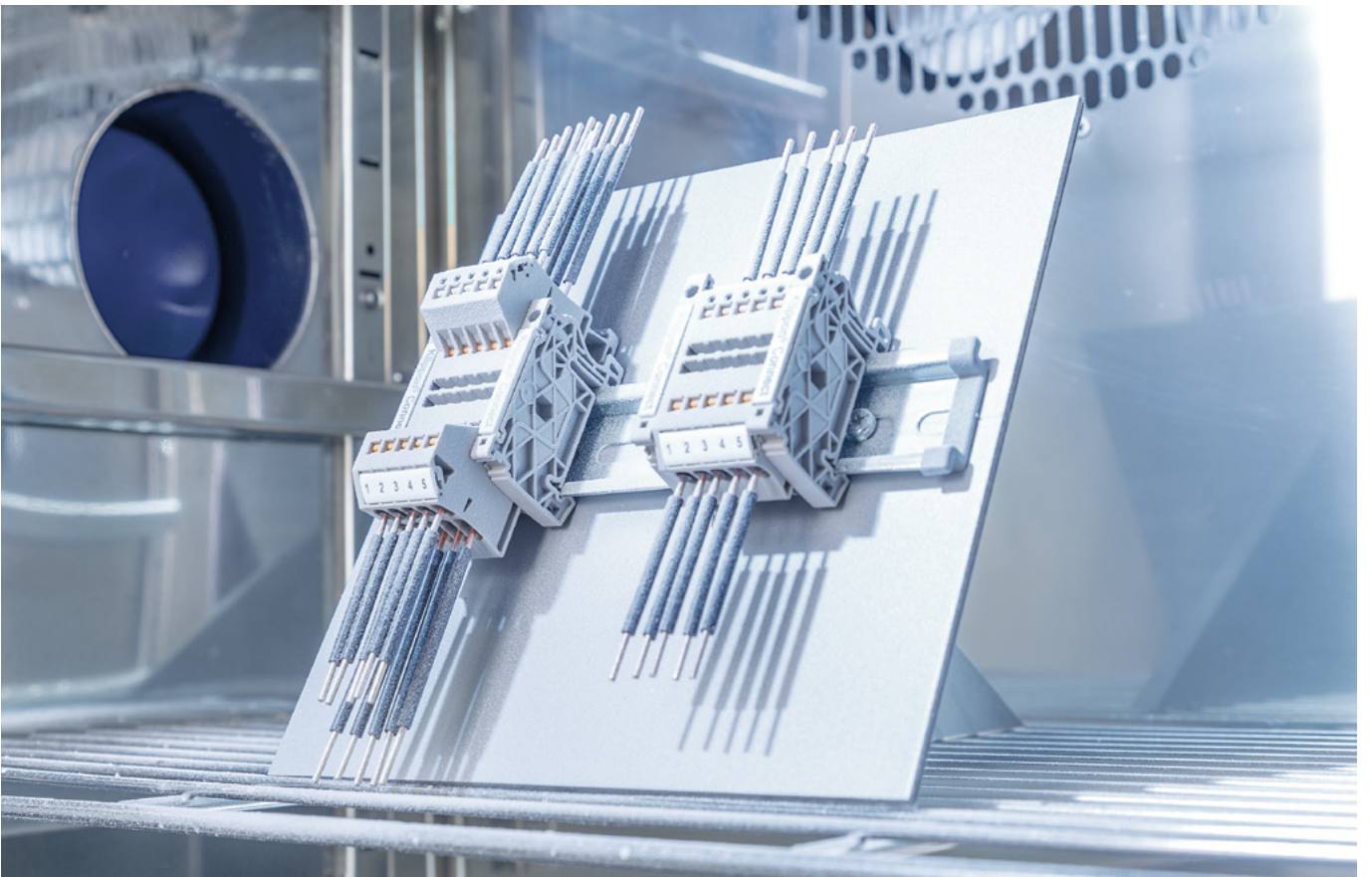
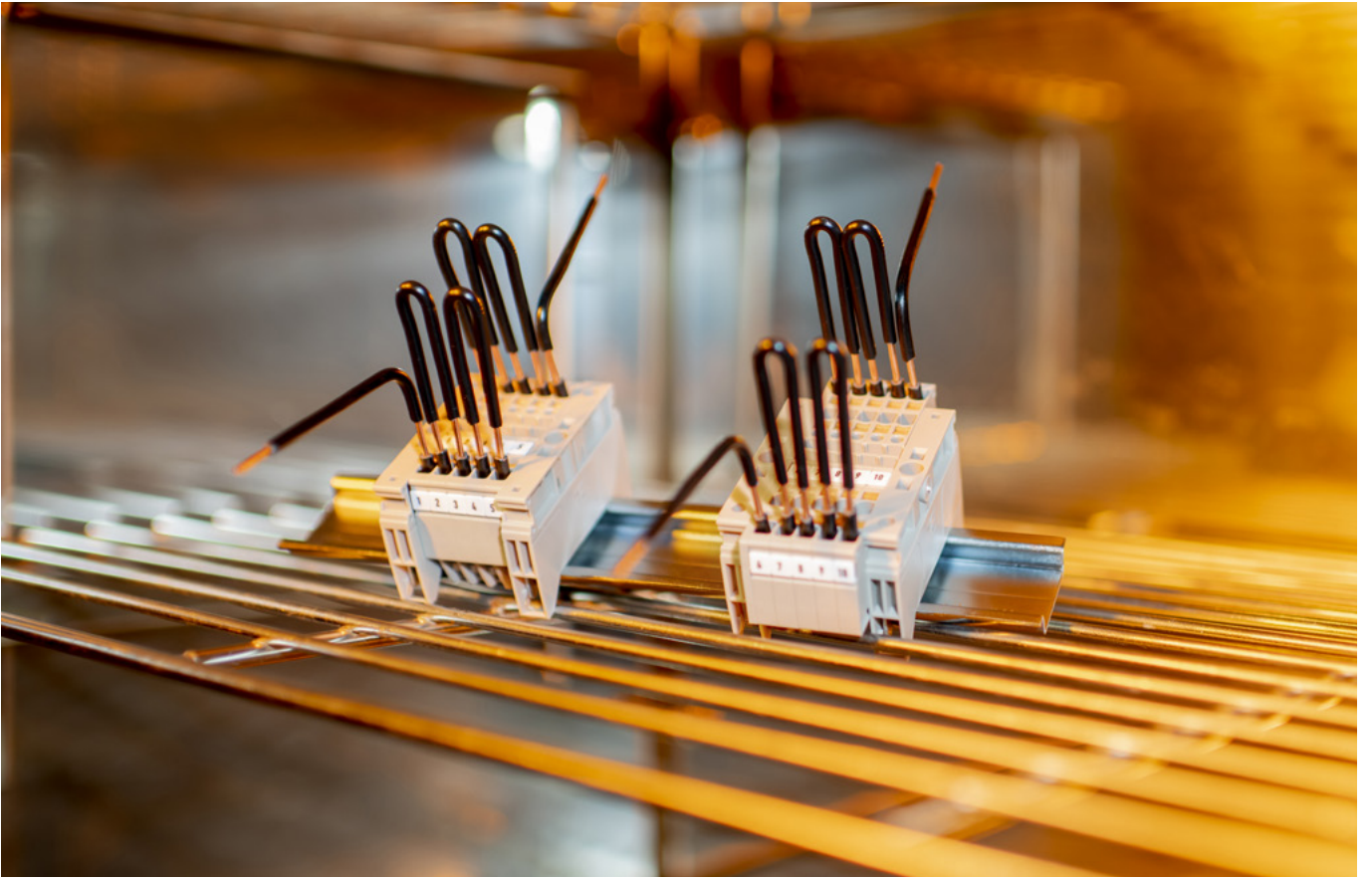
Der Nachweis gilt als bestanden, wenn nach der Prüfung an der Reihenklemme keinerlei Beschädigungen aufgetreten sind, ein weiterer Gebrauch gewährleistet ist sowie der gemessene Spannungsfall den vorgegebenen Maßgaben entspricht.

Kälteprüfung nach IEC 60068-2-1

Mit dem Nachweis der Klimaprüfung „Kälteprüfung“ wird die Kontaktqualität der Anschlüsse und der sichere Betrieb der Reihenklemme sichergestellt, nachdem diese den definierten Umweltbedingungen ausgesetzt wurden.

Für die Prüfung werden 5 Reihenklemmen auf einer normgerechten Tragschiene montiert und die Klemmstellen mit dem Bemessungsquerschnitt verdrahtet. Im Prüfschrank werden die Reihenklemmen für 48 Stunden bei einer konstanten Temperatur von bis zu -65 °C ausgesetzt.

Der Nachweis gilt als bestanden, wenn nach der Prüfung an der Reihenklemme keinerlei Beschädigungen aufgetreten sind, ein weiterer Gebrauch gewährleistet ist sowie der gemessene Spannungsfall den vorgegebenen Maßgaben entspricht.



Schwefeldioxid nach IEC 60068-2-42



Mit der Lagerung in Schwefeldioxid (korrosiver Atmosphäre) wird die Kontaktqualität der Anschlüsse und der sichere Betrieb der Reihenklemme sichergestellt, nachdem diese den definierten Umweltbedingungen ausgesetzt wurden. Insbesondere die korrosive Wirkung von Schwefeldioxid als Bestandteil verunreinigter Luft auf die Kontaktstellen, stehen hier im Fokus der Laborprüfung.

Für die Prüfung werden 5 Reihenklemmen auf einer normgerechten Tragschiene montiert und die Klemmstellen mit dem Bemessungsquerschnitt verdrahtet. Im Klimaschrank werden die Reihenklemmen bei +25 °C und 75 % Luftfeuchtigkeit für 10 Tage 10 ppm konzentriertem SO_2 Gas ausgesetzt.

Der Nachweis gilt als bestanden, wenn nach der Prüfung an der Reihenklemme keinerlei Beschädigungen aufgetreten sind, ein weiterer Gebrauch gewährleistet ist sowie der gemessene Spannungsfall den vorgegebenen Maßgaben entspricht.

Schwefelwasserstoff nach IEC 60068-2-43



Mit der Lagerung in Schwefelwasserstoff (korrosiver Atmosphäre) wird die Kontaktqualität der Anschlüsse und der sichere Betrieb der Reihenklemme sichergestellt, nachdem diese den definierten Umweltbedingungen ausgesetzt wurden. Insbesondere die korrosive Wirkung von Schwefelwasserstoff als Bestandteil verunreinigter Luft auf die Kontaktstellen, stehen hier im Fokus der Laborprüfung.

Für die Prüfung werden 5 Reihenklemmen auf einer normgerechten Tragschiene montiert und die Klemmstellen mit dem Bemessungsquerschnitt verdrahtet. Im Klimaschrank werden die Reihenklemmen bei +25 °C und 75 % Luftfeuchtigkeit für 10 Tage 1 ppm konzentriertem H_2S Gas ausgesetzt.

Der Nachweis gilt als bestanden, wenn nach der Prüfung an der Reihenklemme keinerlei Beschädigungen aufgetreten sind, ein weiterer Gebrauch gewährleistet ist sowie der gemessene Spannungsfall den vorgegebenen Maßgaben entspricht.

Salzsprühnebel nach IEC 60068-2-11/52



Mit der Lagerung im Salzsprühnebel wird die Kontaktqualität der Anschlüsse und der sichere Betrieb der Reihenklemme sichergestellt, nachdem diese den definierten Umweltbedingungen ausgesetzt wurden. Insbesondere die korrosive Wirkung von Salzsprühnebel als Bestandteil verunreinigter Luft auf die Kontaktstellen, stehen hier im Fokus der Laborprüfung.

Für die Prüfung werden 5 Reihenklemmen auf einer normgerechten Tragschiene montiert und die Klemmstellen mit dem Bemessungsquerschnitt verdrahtet. Im Klimaschrank werden die Reihenklemmen bei +35 °C für 48 Stunden mit einer definierten Menge Salznebel (NaCl 50 g/l +/- 10 g/l) besprüht.

Der Nachweis gilt als bestanden, wenn nach der Prüfung an der Reihenklemme keinerlei Beschädigungen aufgetreten sind und der gemessene Spannungsfall den vorgegebenen Maßgaben entspricht.





Kratz- und Wischbeständigkeit

Mit dem Nachweis der Kratz- und Wischbeständigkeit wird sichergestellt, dass der Aufdruck von Reihenklemmen, auch nach einem Handling, mechanischen oder anderen Umwelteinflüssen lesbar bleibt. Da in der Reihenklemmennorm IEC 60947-7-1/-2/-3 keine Anforderungen in Bezug auf eine Bedruckung von Reihenklemmen gestellt bzw. gefordert sind, werden diese in Anlehnung an IEC 61439-1 / 2011-08 und IEC 61558-1 Cor 3 / 2011-04 geprüft.

Für die Prüfung wird Reihenklemme mit den Aufdruck nach oben in dem Testaufbau eingespannt. Der Stempel der Anlage wird mit einer Flüssigkeit getränkt und auf dem Aufdruck der Klemme platziert. Mit einer definierten Geschwindigkeit und Druckstärke wird 15-mal über den Bereich des Druckes gewischt.

Der Nachweis gilt als bestanden, wenn der Aufdruck an der Reihenklemme noch zu lesen, die Oberfläche keinerlei Beschädigungen aufweist und ein weiterer Gebrauch gewährleistet ist.

Weidmüller – Ihr Partner der Smart Industrial Connectivity

Als erfahrene Experten unterstützen wir unsere Kunden und Partner auf der ganzen Welt mit Produkten, Lösungen und Services im industriellen Umfeld von Energie, Signalen und Daten. Wir sind in ihren Branchen und Märkten zu Hause und kennen die technologischen Herausforderungen von morgen. So entwickeln wir immer wieder innovative, nachhaltige und wertschöpfende Lösungen für ihre individuellen Anforderungen. Gemeinsam setzen wir Maßstäbe in der Industrial Connectivity.

Wir können nicht ausschließen, dass in unseren Druckschriften oder in Software, die zu Bestellzwecken dem Kunden übergeben wird, Fehler enthalten sind. Wir sind bemüht, solche Fehler, sobald sie uns bekannt werden, zu korrigieren.

Für alle Bestellungen gelten unsere allgemeinen Lieferbedingungen, die Sie auf der Internetseite unseres Gruppenunternehmens, bei dem Sie Ihre Bestellung aufgeben, einsehen können und die wir Ihnen auf Wunsch auch gerne zusenden.

Weidmüller Interface GmbH & Co. KG
Klingenbergstraße 26
32758 Detmold, Germany
Telefon +49 5231 14-0
Telefax +49 5231 14-292083
www.weidmueller.de

Persönlichen Support
finden Sie im Internet unter:
www.weidmueller.de/kontakt

Made in Germany
Oktober 2023 / TCTM