

Sichere Arbeitspraxis Elektroreparaturen im Repair Café

Version 2.1

Inhaltsverzeichnis

Zielgruppe	2
Ziele	3
Sicheres Arbeiten	4
Einflussfaktoren	4
Sinnvolle Vorgehensweise	4
Sicherheitsbewusstes Arbeiten	4
Fachwissen	5
Elektrische Anlage in der Werkstatt	6
Werkstattausstattung	6
Handwerkliche Fähigkeiten (Auswahl)	6
Materialien und Ersatzteile (Auswahl)	7
Rund um die Reparatur	8
Ablauf einer Reparatur	8
Technische Details	10
Gefahrlose Fehlersuche durch Widerstandsmessungen	10
"Beim Einschalten des Geräts fliegt die Sicherung raus"	10
Gefahrlose Funktionsprüfung von Motoren	11
Netzteilschaltungen	11
Verwendung eines Trenntransformators	11
Sichere elektrische Verbindungen	12
Kurzübersicht Schutzmaßnahmen etc.	13
Schutz vor elektrischem Schlag	13
Geräteprüfung nach VDE 0701	15
In VDE 0701 ausgenommene Geräte	15
Prüfung nach Reparatur nach VDE 0701	15
Prüfpraxis	16
Prüfung "Schutzmaßnahme mit Schutzleiter"	17
Prüfung "Schutzisolierung"	17
Prüfung "SELV-/PELV"	18
Dokumentation	18
Weitere wichtige Hinweise	19
Links und Literatur	20



Alle Angaben dieses Dokuments wurden sorgfältig zusammengestellt und geprüft. Dennoch kann keine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit übernommen werden. Nicht fachgerecht ausgeführte Arbeiten an mit Netzspannung betriebenen Elektrogeräten können schwere gesundheitliche Schädigungen (im Extremfall bis hin zum Tod) von Menschen verursachen sowie sehr hohe Sachschäden zur Folge haben. Jede Person, die Elektrogeräte repariert, ist für ihr Handeln in vollem Umfang selbst verantwortlich, unabhängig von ihrer formalen Qualifikation!

Zielgruppe

- Gesamtverantwortliche einer Reparaturinitiative
- Elektroexperten (die Leute im Team, die am meisten "Ahnung von 230 Volt" haben und typischerweise Elektrogeräte reparieren und Gerätetests durchführen)
- Alle Reparaturhelfer, die in irgendeiner Form an Elektrogeräten arbeiten bzw. arbeiten wollen

Ziele

- Verhindern von Elektrounfällen während des Reparierens
- Verhindern, dass Gäste ein unsicheres Elektrogerät mit nach Hause nehmen
- Allen Beteiligten das berechtigte Gefühl vermitteln, dass sicher gearbeitet wird

Der Fokus der hier dargelegten Informationen liegt auf Elektrogeräten, die mit einer Netzspannung von 230 Volt betrieben werden.

Sicheres Arbeiten

Einflussfaktoren

- Auf Sicherheit ausgelegte Arbeitsprozesse
- Fachwissen
- Elektrische Anlage in der Werkstatt
- Werkstattausstattung (u.a. Mess- und Prüfgeräte)
- Handwerkliche Fähigkeiten
- Verfügbarkeit von Material (u.a. passende Ersatzteile)

Sinnvolle Vorgehensweise

- Alle Einflussfaktoren sollten berücksichtigt und sinnvoll aufeinander abgestimmt werden
- Norm VDE 0701
 - Beschaffen
 - Lesen
 - Verstehen
 - Mit Verstand anwenden
- Werkstattausrüstung überprüfen und ggf. ergänzen
- Eine Gefährdungsbeurteilung sollte erstellt werden
 - Erstmalige Erstellung ggf. durch eine externe Person, die damit Erfahrung hat
 - Berücksichtigung der lokalen Gegebenheiten
 - Kontinuierliche Fortschreibung durch das Repair-Team unter Berücksichtigung der im Laufe der Zeit gemachten Beobachtungen und Erfahrungen
- Kommunikation im Team über das Thema "Sicherheit" ist wichtig
- Mit dem Thema "Sicherheit" ist man nie fertig – es sollte ständig über Verbesserungsmöglichkeiten nachgedacht werden und bei Bedarf die Arbeitsweise geändert werden
 - "Heikle" Situationen auswerten
 - "Schwierige Fälle" dokumentieren und im Team besprechen
 - Dinge, die nicht so gut gelaufen sind, nicht "unter den Tisch kehren" bzw. bagatellisieren
- Die selbst definierten Prozesse müssen pragmatisch und realistisch sein und auch wirklich "gelebt" werden

Sicherheitsbewusstes Arbeiten

- Prioritäten richtig setzen

- Sicherheit ist am wichtigsten
- Reparaturenerfolg ist schön, aber Sicherheit muss immer vorgehen
- Keine faulen Kompromisse eingehen, z.B. Netzleitung mit Isolierband flicken
- Gerätetests sind sehr wichtig, sie sollten unbedingt immer durchgeführt werden (nicht zuletzt auch, um das Haftungsrisiko zu begrenzen)
 - Motivation:
 - Vermeidung von Personenschäden (beim und nach dem Reparieren)
 - Verhinderung von Bränden und ähnlichen Schadensereignissen
- Nicht unter Zeitdruck setzen lassen und deswegen nachlässig werden ("Es warten draußen noch ganz viele Gäste; das Gerät, an dem Du jetzt arbeitest, sollte in 10 Minuten fertig sein")
- Es ist keine Schande, einen Kollegen um Hilfe zu bitten, eine Reparatur zu vertagen oder abzuberechnen
- Handwerklich sauber arbeiten, u.a.
 - Nur passende Ersatzteile verwenden (z.B. X2-Kondensator **nicht** durch anderen Typ ersetzen)
 - Auf sichere elektrische Verbindungen achten
 - Auf Details achten (z.B. Zugentlastung von Netzleitungen)

Fachwissen

- Basiskenntnisse der Elektrotechnik
 - Größen wie Spannung, Strom, Widerstand, Leistung, Impedanz
 - Ohmsches Gesetz
 - Bauelemente wie Widerstand, Kondensator, Spule, Transformator
 - Begriffe wie "galvanische Trennung"
 - Einfache Berechnungen (z.B. ohmscher Widerstand des Schutzleiters einer Netzleitung)
- Gefahren durch Netzspannung kennen und einschätzen können
- Basiswissen über Schutzmaßnahmen
- Kenntnis der Elektro-Sicherheitsregeln ("Die Fünf Sicherheitsregeln", https://de.wikipedia.org/wiki/Fünf_Sicherheitsregeln)
- Praktische Erfahrung im Messen elektrischer Größen (mit einem Multimeter, mit einem zweipoligen Spannungsmesser, ...)
- Kenntnis der DIN VDE 0701
- Kenntnis der gängigen Netzteilschaltungen (Trafo, Schaltnetzteil, Kondensatornetzteil)
- Kenntnis von Bauelementen und Bauteile, die ggf. ersetzt werden sollen (Leitungen, Kondensatoren, Sicherungen, ...)
- Funktionsweise der zu reparierenden Geräte

Elektrische Anlage in der Werkstatt

- Wenn die elektrische Anlage nicht in Ordnung ist, kann nicht sicher gearbeitet werden!
- Überprüfung gem. DIN VDE 0105-100 erforderlich, speziell im Hinblick auf Personenschutz
 - PE-Durchgängigkeit
 - Korrekte Absicherung der Steckdosenkreise
 - Impedanz L-N
 - Impedanz L-PE
 - Vorhandene FI-Schutzschalter
 - Regelmässige Wiederholungsprüfung (alle 2-4 Jahre)
- Ggf. zusätzlicher Schutz mit (mobilen) FI-Schutzschaltern (Typ A oder besser) für alle Steckdosenkreise, die beim Reparieren benutzt werden
 - Anzustreben: Festinstallierter FI
 - In Abhängigkeit von Gefährdungsbeurteilung: FI Typ B
 - Verwendete Elektrogeräte sollten regelmäßig geprüft werden (DIN-VDE 702)

Werkstattausstattung

- Zweipoliger Spannungsprüfer ("Duspol", nach DIN EN 61243-3)
- Gerätetester (nach DIN VDE 0404-2), zum Prüfen gem. DIN VDE 0701, 0702
- Multimeter
- Isoliertücher und Klammern zum Abschränken von spannungsführenden Teilen
- Trenntrafo
- Labornetzteil (0 ... 30V; 2 ... 5A)
- Lötstation
- Entlötpumpe, Entlötlitze
- Fachliteratur, z.B. "Prüfung ortsfester und ortsveränderlicher Geräte"
- ...

Handwerkliche Fähigkeiten (Auswahl)

- Messen von Spannungen mit dem zweipoligen Spannungsprüfer ("Duspol")
- Messen von Widerständen mit dem Multimeter
- Umgang mit dem Gerätetester
- Fachgerechtes Herstellen von Verbindungen, u.a.
 - Richtiges Abisolieren von mehradrigen Leitungen
 - Verwendung von Aderendhülsen

- Herstellen von Quetschverbindungen (z.B. Crimpen von Kabelschuhen)
- Herstellen von Lötverbindungen
- Gefahrloses Prüfen von Bauteilen, z.B.
 - Überprüfung eines Wärmeerzeugers (Bsp.: Kaffeemaschine) durch Widerstandsmessung anstatt durch Probieren an 230V
 - Test eines Motors (Bsp. Staubsauger, "Reihenschlußmaschine") mit einem Netzteil mit z.B. 30V Gleichspannung anstatt mit Netzspannung

Materialien und Ersatzteile (Auswahl)

- Fertig konfektionierte Netzleitungen mit Netzstecker
 - 2-polig mit Eurostecker
 - 2-polig mit Konturenstecker
 - 3-polig mit Schukostecker
- Aderendhülsen (0,75; 1,0; 1,5; 2,5 mm²)
- Kabelschuhe und Flachsteckhülsen zum Crimpen (0,5 ... 1,5; 1,5 ... 2,5 mm²)
- MKP-Folienkondensatoren "X2", Nennspannung $\geq 300V\sim$ (330; 470; 560; 680 nF)
- Feinsicherungen (Sortiment)

Rund um die Reparatur

Ablauf einer Reparatur

- Erfassung des Geräts (Formular, Laufzettel)
- Besprechen des Fehlerbilds mit dem Gast
 - Wie macht sich der Fehler bemerkbar?
 - Vorgeschichte
 - Auslöseereignis (z.B. "Gerät ist runtergefallen", "Gerät hat plötzlich gestunken", "Funktionierte auf einmal nicht mehr", ...)
- Gefährdungsbeurteilung für dieses Gerät (z.B. rotierende Teile, womöglich Kondensatornetzteil, ...)
- Eingangsüberprüfung ("Besichtigung", Messungen), dabei ggf. auch Mängel feststellen, die nichts mit dem vom Gast geschilderten Fehler zu tun haben (z.B. fehlende Zugenlastung der Netzleitung)
- Fehlersuche (Sicherheitsregeln unbedingt beachten)
- Ggf. Reparatur, ggf. am geöffneten Gerät schon Messungen durchführen (insb. R_low PE)
- Sicherheitsüberprüfung ("Besichtigung", Messungen)
- Funktionsüberprüfung
- Dokumentation

Gefährdungsbeurteilung für ein Gerät

- Sich und Besucherin/Besucher vergegenwärtigen, welche Gefahren von dem Gerät ausgehen können, besonders bei der Fehlersuche, beim Prüfen und beim Funktionstest
 - Verletzungsgefahren
 - Scharfkantige Teile
 - Rotierende Teile
 - Heiße Teile
 - Unter Spannung stehende Teile
- Bei Geräten mit irgendeiner Form von Kleinspannungskomponenten (z.B. Elektronik zur Ansteuerung von 230V-Komponenten):
 - Art des Netzteils sicher identifizieren
- Sicherheitsregeln erläutern und anwenden, den Gast dabei aktiv einbinden
- Ggf. Kollegin/Kollegen hinzuziehen

Besondere Gefahren und deren Behandlung



Gerät mit Kondensatornetzteil: Tödlicher Stromschlag möglich beim Berühren der

- Kondensatornetzteil
 - Keine galvanische Trennung der Kleinspannungsseite vom 230V-Netz
 - Netzteilform ist von Laien schwer zu erkennen
 - Beispiele:
 - Pad-Kaffeemaschine
 - Dampfbügeleisen
 - Fehlersuche nur durch Experten!
- Geladene Kondensatoren (z.B. Audio-Verstärker)
 - Kontrolliert Entladen (mit geeignetem Widerstand, mit der Lastzuschaltung des Duspols, ...)
- Schaltnetzteile
 - U.a. hohe Gleichspannung hinter dem Eingangsgleichrichter
 - Fehlersuche/Reparatur nur durch Experten
- Hochspannung (Bsp.: Röhrenfernseher)
- Messung mit Oszilloskopen an netzspannungsführenden Schaltungsteilen
 - Gefahr eines Körperschlusses über die GND-Leitung des Tastkopfes
 - Nur durch Experten mit geeigneter Ausrüstung

Elektro-Sicherheitsregln

- Gerät **spannungsfrei machen**
 - Auch nach jedem Testlauf
- **Auf Spannungsfreiheit überprüfen** – mit zweipoligem Spannungsmesser ("Duspol")
 - Auf Kondensatoren achten, die trotz gezogenem Netzstecker noch mit hohen Spannungen geladen sein können
 - Messen
 - Ggf. kontrolliert entladen
- **Gegen Wiedereinschalten sichern**
 - Netzstecker gut sichtbar neben das Gerät legen oder noch besser mit extra dafür vorgesehener Kupplung sichern; dies kann sehr gut durch Besucherin/Besucher durchgeführt/überprüft werden
- **Benachbarte spannungsführende Teile abdecken**
 - Wichtig beim Messen unter Netzspannung (was möglichst vermieden/minimiert werden sollte)
 - Dafür Isoliertücher verwenden, die extra für diesen Zweck verfügbar sind

Technische Details

Gefahrlose Fehlersuche durch Widerstandsmessungen

Beispiel: Einfache, klassische Kaffeemaschine mit Fehlerbeschreibung "Wasser wird nicht heiß"

- Sinnvolle Vorgehensweise
 - Eingangsüberprüfung
 - Vergegenwärtigen der für die Erhitzung des Wasser relevanten Komponenten (die in Reihe geschaltet sind)
 - Netzleitung
 - Netzschalter
 - Heizelement
 - Thermoschalter
 - Thermosicherung
 - Durchmessen dieser Komponenten (am spannungsfreien und kalten Gerät !) mit einem Ohmmeter (Multimeter)
 - Die hochohmige Komponente ist für den Fehler verantwortlich
- Vorteil gegenüber Messung unter Spannung: Kein Risiko eines elektrischen Schlags durch Berühren eines spannungsführenden Leiters

"Beim Einschalten des Geräts fliegt die Sicherung raus"

- Auf keinen Fall: Gerät einstecken und schauen, ob sich der Fehler reproduzieren lässt
- Stattdessen
 - Unbedingt Eingangsprüfung durchführen (das macht ihr ja sowieso immer ;-), hier besonders gründlich
 - Falls sich beim Messen des Isolationswiderstands kein sachdienlicher Hinweis ergibt: Prüfung abbrechen und Gerät im Detail untersuchen
 - Ursache für offensichtlich viel zu kleinen Widerstand (Kurzschluss ?) zwischen den Leitern "L" und "N" suchen
 - Dazu ggf. Baugruppen elektrisch voneinander trennen und Fehler durch Widerstandsmessungen einkreisen
- Bei dem Test eines Geräts mit o.g. Fehlermuster via Gerätetester kann dieses Prüfgerät geschädigt werden (und sei es nur die defekte geräteinterne Schmelzsicherung, für die gerade womöglich kein Ersatz verfügbar ist).

Gefahrlose Funktionsprüfung von Motoren

Beispiel-Szenario: Ein Staubsauger mit elektronischer Drehzahlregelung, der nicht mehr läuft.

- Durch Widerstandsmessung wird festgestellt, dass die Verbindung vom Netzstecker bis zur Elektronik in Ordnung ist, also z.B. kein Kabelbruch vorliegt.
- Bevor die Elektronik eingehender untersucht wird, macht es Sinn, den Motor zu testen.
- Der Motor besitzt Kohlebürsten, es handelt sich also um einen Reihenschlussmotor ("Universalmotor", kann auch mit Gleichspannung betrieben werden, <https://de.wikipedia.org/wiki/Einphasen-Reihenschlussmotor>). Im Staubsauger wird dieser Motor mit Wechselspannung versorgt, oft mit Phasenanschnitt zur Drehzahlsteuerung.
- Die Zuleitung zum Motor wird von der Elektronik abgetrennt (normalerweise ist das eine Steckverbindung).
- In die Motorzuleitung wird über eine geeignete provisorische Verbindung mit einem Labornetzteil (Leistung mind. 50W) eine Kleinspannung von ca. 30V eingespeist (es ist egal, ob es sich um Gleich- oder Wechselspannung handelt).
- Der Motor sollte sich (ein Netzteil mit ausreichend Leistung vorausgesetzt) jetzt schwach drehen, wenn er in Ordnung ist.
- Dieser Test ist hier viel besser als ein Test mit Netzspannung:
 - Aufgrund der niedrigen Spannung besteht keine Gefahr beim Berühren spannungsführender Teile.
 - Die aufgenommene Leistung ist viel kleiner, daher ist die Gefahr, die von den rotierenden Teilen ausgeht, deutlich geringer.



Dieser Test funktioniert nur mit Universalmotoren, bei Brushless-DC-Motoren hingegen nicht!

Netzteilschaltungen

Gute Einführung: <https://de.wikipedia.org/wiki/Netzteil>

- Klassisches Netzteil mit Netztrafo
- Schaltnetzteil
- Kondensatornetzteil

Verwendung eines Trenntransformators

In manchen Fällen lässt es sich nicht vermeiden, an einem Elektrogerät Messungen unter Netzspannung vorzunehmen. In diesen Fällen sollte nach Möglichkeit immer ein Trenntrafo verwendet werden.

Das ist ein Transformator mit einem Übersetzungsverhältnis 1:1 und einer besonderen Isolierung zwischen Primär- und Sekundärseite.

Folgende Punkte sollten dabei beachtet werden:

- Das Schutzprinzip. Der Trenntrafo verhindert einen Stromschlag bei Berührung **eines** Leiters (ohne Trenntrafo: Berührung des Außenleiters).
 - Beim Berühren beider Pole des Trenntrafo-Ausgangs kommt es zum Stromschlag.
- Die elektrische Anschlussleistung des Verbrauchers.
 - Halbwegs kostengünstige Trenntrafos können nur ca. 800W am Ausgang liefern. Das reicht für Geräte mit Wärmeerzeugung meistens nicht aus.
 - Wenn es darum geht, eine Messung in der Ansteuerelektronik durchzuführen, kann die Heizung mit der großen Leistungsaufnahme ggf. abgeklemmt und für die Messung durch eine Dummy-Last mit deutlich geringerer Anschlussleistung ersetzt werden (z.B. Glühlampe).
- Ein "Stelltrafo" hat in der Regel **keine** Trennfunktion!
 - Ein reiner Stelltrafo ist in der Regel ein "Spartrafo" mit der Möglichkeit, die Ausgangsspannung einzustellen. Er bietet jedoch *keine* galvanische Trennung zwischen Primär- und Sekundärseite.
 - Bei Bedarf "Stelltrenntrafo" verwenden
- Häufiger Fehler: Zur Messung wird ein mit Netzspannung versorgtes Oszilloskop benutzt. Die Masseklemme des Tastkopfs wird mit einem Pol des Trenntrafo-Ausgangs verbunden. **Dann ist die Schutzwirkung des Trenntrafos aufgehoben.**
- Es darf immer nur ein Gerät an den Trenntrafo angeschlossen werden.

Sichere elektrische Verbindungen

- Schlechte elektrische Verbindungen stellen (u.a. aufgrund zu großer Übergangswiderstände) eine potentielle Brandgefahr dar.
- Verarbeiten flexibler Aderleitungen
 - Enden abisolieren; am einfachsten und sichersten geht das mit einer Abisolierzange, die sich automatisch auf den Leitungsdurchmesser einstellt
 - Aderende mit einer Aderendhülse im passenden Durchmesser versehen, dazu eine für diesen Zweck bestimmte Aderendhülsenzange verwenden und nicht eine Flachzange o.ä.
 - Schraubklemme, in welche das so vorbereitete Aderende eingeführt wird, gut anziehen, aber auch nicht zu stark. Darauf achten, dass die Leitungsisolierung nicht mit geklemmt wird.
 - Verzinnen von Aderenden entspricht nicht mehr dem Stand der Technik!
- Lötverbindungen
 - Darauf achten, dass keine kalten Lötstellen produziert werden
 - LötKolben mit ausreichender Leistung verwenden

Kurzübersicht Schutzmaßnahmen etc.



Die Darstellung ist z.T. vereinfacht. Details bitte den entsprechenden Normen (insb. VDE 0110-410) und der Fachliteratur entnehmen.

Siehe auch [https://de.wikipedia.org/wiki/Schutzma%C3%9Fnahme_\(Elektrotechnik\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Schutzma%C3%9Fnahme_(Elektrotechnik)).

Schutz vor elektrischem Schlag

Von jedem mit Netzspannung betriebenen Elektrogerät, welches mit dem Netz verbunden ist, geht potentiell eine Gefahr aus; egal, ob es in Betrieb ist oder nicht.

Das Gerät kann nämlich einen Defekt haben, der womöglich nicht offensichtlich ist und auch nicht dazu führen muss, dass das Gerät nicht mehr seinen eigentlich Zweck erfüllt (Beispiel Wasserkocher: Wasser erhitzen).



Bitte immer im Klaren darüber sein, dass die meisten Laien von folgenden Voraussetzungen ausgehen:

- Wenn ein Gerät funktioniert (im Sinne von "es macht das, was es soll"), ist es auch in Ordnung und es geht keine Gefahr davon aus.
- Ich habe das Gerät gekauft, es hat sogar ein CE-Zeichen, also birgt es auch kein Risiko.

Für den Kontext "Repair Café" gibt es im Wesentlichen diese Folgen eines Gerätefehlers, die es natürlich zu vermeiden gilt:

- Körperdurchströmung ("Stromschlag")
 - Durch Berühren eines spannungsführenden Leiters
- Entzündung eines Brandes
 - z.B. durch einen Isolationsfehler

Die Philosophie hinter den in den VDE-Normen (Reihe 0100) definierten Schutzmassnahmen, Schutzeinrichtungen etc. ist, dass diese Fehlerszenarien sowohl im Normalbetrieb als auch bei Auftreten eines Einzelfehlers verhindert werden.

In diesem Zusammenhang sind folgende Begriffe wichtig:

- **Direktes Berühren:** Damit ist gemeint, dass ein spannungsführender blanker Leiter berührt wird, der auch als blanker Leiter vorgesehen und ausgeführt ist.
 - Beispiel: Anschlussfahne der Heizwicklung eines Bügeleisens
- Der Schutz gegen direktes Berühren wird durch den **Basisschutz** erreicht.
 - Damit ist zunächst (ein wenig vereinfachend formuliert) bei einem Elektrogerät das Gehäuse gemeint.
 - Ein in den Normen als "zusätzlicher Schutz" bezeichneter FI-Schutzschalter schützt auch bei direktem Berühren durch Abschaltung der Spannung. Allerdings ist dann schon eine

Körperdurchströmung aufgetreten, jedoch von nur kurzer Dauer.

- Eine Trenntransformator ("Schutztrennung") bietet auch Schutz gegen direktes Berühren; sinnvoll in der Werkstatt.
- **Indirektes Berühren:** Hier wird ein eigentlich isolierter Leiter berührt, dessen Isolierung defekt ist
 - Beispiel: Beim Rasenmähen hatte das Verlängerungskabel Kontakt mit dem Messer, eine spannungsführende Ader wurde freigelegt und wird berührt.
- Die Aufgabe des **Fehlerschutz** ist der Schutz gegen indirektes Berühren.
 - Der Fehlerschutz soll bei Auftreten eines (einzelnen) Fehlers sicherstellen, dass die Schutzziele eingehalten werden.
 - Der Fehlerschutz kann durch die Konstruktion des Geräts alleine realisiert werden oder durch Sicherungselemente in der elektrischen Anlage (Festinstallation) in Verbindung mit Sicherheitsmerkmalen des Geräts (u.a. Schutzleiter):
 - Schutzisolierung: Eine besondere Isolierung kritischer Bereiche innerhalb des Geräts, die z.B. verhindert, dass spannungsführende Teile bei einer kleinen Gehäusebeschädigung berührt werden können.
 - Schutzleiter: Verbunden mit allen leitfähigen äußeren Teilen des Geräts. Wenn durch einen Fehler im Gerät die erwähnten leitfähigen Teile unter Spannung gesetzt werden, fließt ein hoher Strom, der das Sicherungselement des betreffenden Stromkreises (im Stromkreisverteiler, also einem Element der elektrischen Anlage) auslöst, die Spannung wird abgeschaltet.
 - Schutzkleinspannung (SELV: PELV): Verwendung einer Kleinspannung (z.B. erzeugt mit einem Sicherheitstransformator), die für Menschen ungefährlich ist.

Geräteprüfung nach VDE 0701



Die hier gegebene Darstellung ist kurz und knapp. Sie ist kein Ersatz für eine fundierte Ausbildung und die eigene intensive Beschäftigung mit diesem Thema.

Hinweis: Seit 2021 gibt es (wieder) zwei getrennte Normen für die Prüfung von Elektrogeräten:

- VDE 0701: Prüfung nach Reparatur
- VDE 0702: Wiederholungsprüfung
 - Für den Privatbereich gibt es dazu keine Verpflichtung

In VDE 0701 ausgenommene Geräte

Die Norm gilt formal u.a. nicht für:

- Audio-/Video-, Informations- und Kommunikationstechnikausrüstung
- unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV)
- Ladestationen für die Elektromobilität
- Netzteile



Praxisempfehlung: Die oben genannte Geräte so prüfen, als ob die o.g. Ausnahmen nicht in VDE 0701 stehen.

Prüfung nach Reparatur nach VDE 0701

Die Norm (DIN EN 50678 (VDE 0701):2021-02) sieht diesen hier auszugsweise angegebenen Ablauf vor; normative Verweise in Klammern:

1. Sichtprüfung (5.2)
2. Prüfung der Schutzmaßnahmen gegen elektrische Gefährdungen
 - a. Messung des Schutzleiterwiderstandes (5.3)
 - b. Isolationswiderstandsmessung (5.4)
 - c. Messung des Schutzleiterstroms (5.5)
 - d. Messung des Berührungstroms (5.6)
 - e. ...

Die Reihenfolge ist verbindlich.

Sobald eine Teilprüfung negativ ausfällt, wird die Prüfung abgebrochen.

Prüfpraxis

Sichtprüfung

- Wenigstens CE-Zeichen vorhanden?
 - CE-Kennzeichnung wurde 1997 eingeführt
 - Besser: GS-Zeichen
- Gehäuse intakt?
- Netzkabel in Ordnung?
- Zugentlastungen O.K.?
- Kühlöffnungen frei?
- Keine sonstigen offensichtlichen Anzeichen für Defekt, unsachgemäße Behandlung u.ä.?

Feststellen der Schutzmaßnahme(n) des Geräts

1. Mit Schutzleiter (Gerät mit Schuko-Stecker)

- Meistens Schutzmaßnahme "mit Schutzleiter" (automatische Abschaltung)
- Achtung: Das Vorhandensein eines Schutzleiters alleine garantiert noch nicht, dass der Schutzleiter für die Schutzmaßnahme des Geräts verwendet wird!
 - Beispiele
 - Schutzleiter nur durchgeschliffen an eingebaute Steckdose (z.B. Industriestaubsauger)
 - Verwendung des Schutzleiter nur als "Funktionserde" (Netzfilter)

2. Ohne Schutzleiter

- Gerät mit Euro- oder Konturenstecker
- Gerät mit Schukostecker, aber ohne Schutzmaßnahme "Automatische Abschaltung"
- Schutzmaßnahme "Doppelte oder verstärkte Isolierung"

Schutzklasse und Schutzart

- Schutzart: Gibt an, wie das Gerät gegen Berührung spannungsführender Teile und das Eindringen von Wasser geschützt ist.
 - Beispiel: "IP43"
 - Erste Ziffer ("4"): Schutz gegen feste Fremdkörper mit Durchmesser größer gleich 1mm, Brührungsschutz gegen Draht
 - Zweite Ziffer("3"): Schutz gegen fallendes Sprühwasser bis 60° gegen Senkrechte
 - Weiter Details: <https://de.wikipedia.org/wiki/Schutzart>
- Schutzklasse: Beschreibt, wie der Kontakt mit gefährlichen Spannungen an berührbaren Teilen verhindert wird, die normalerweise nicht unter Spannung stehen.

- Reichte früher immer zur Festlegung der Prüfverfahren, heute jedoch nicht mehr.
- Weitere Details unter [https://de.wikipedia.org/wiki/Schutzklasse_\(Elektrotechnik\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Schutzklasse_(Elektrotechnik)).



Die Messungen zur elektrischen Prüfung richten sich letztendlich nach der Schutzmaßnahme bzw. den Schutzmaßnahmen und *nicht* nach der Schutzklasse! Es kann vorkommen, dass an einem Gerät mehr als eine Schutzmaßnahme angewendet wird, dann müssen alle Schutzmaßnahmen geprüft werden.

Prüfung "Schutzmaßnahme mit Schutzleiter"

1. Messung des Schutzleiterwiderstands

- Muss normativ $< 0,3\Omega$ sein
- Sollte i.d.R. deutlich kleiner sein!
 - Ggf. zu erwartend Widerstand berechnen
- Beim Messen Netzzuleitung auf der ganzen Länge "durchwalken"
- Schon vor dem Zusammenbau des Geräts Messungen durchführen, soweit sinnvoll bzw. erforderlich
 - Kaffeemaschinen haben meistens eine mit einer dünnen Isolierschicht ("Klarlack") versehene Heizplatte; im zusammengebauten Zustand kann eine Messung des Schutzleiterwiderstands oft nicht durchgeführt werden.

2. Messung des Isolationswiderstands

- Sollwerte
 - Ohne Heizelemente: $> 1\text{ M}\Omega$
 - Mit Heizelementen: $> 0,3\text{ M}\Omega$

3. Messung des Schutzleiterstroms

- Mit Differenzverfahren messen
- Sollwerte
 - Allgemein: $< 3,5\text{ mA}$
 - Gerät mit Heizelementen und mehr als 3,5 kW Leistungsaufnahme:
 - $< 1\text{ mA/kW}$
 - max. 10mA

4. Funktionsprüfung

Prüfung "Schutzisolierung"

1. Messung des Isolationswiderstands

- Mit Differenzverfahren messen
- Sollwert: $> 2,0\text{ M}\Omega$

2. Messung des Berührungsstroms

- Gemessen wird an berührbaren leitfähigen Teilen, die nicht mit dem Schutzleiter verbunden sind
- Sollwert: $< 0,5\text{mA}$

3. Funktionsprüfung

Prüfung "SELV-/PELV"

1. Isolationswiderstände prüfen

2. Kleinspannung prüfen

3. Funktionsprüfung

Dokumentation

- Messwerte notieren und aufbewahren
 - Prüfformular
 - Vorgesehener Bereich auf Laufzettel
 - ...

Weitere wichtige Hinweise

- Auf keinen Fall Geräte modifizieren/umbauen!
 - CE-Zeichen wird ungültig
 - Wer modifiziert, wird zum "In-Verkehr-Bringer" mit allen Konsequenzen
- Gäste auf GS-Zeichen etc. ggf. hinweisen
- Gewerblich genutzte Geräte besser nicht reparieren
- Bei selbst gebauten Geräten besonders vorsichtig und gründlich sein
- Prüfen an elektrischen Geräten ist eine sog. "gefahreneigete" Tätigkeit
 - Definitiv nichts für Anfängerinnen und Anfänger!
- Von elektrischen Geräten kann auch dann eine Gefahr ausgehen, wenn sie noch funktionieren!
- Von der Norm VDE 0701 geforderte Grenzwerte beschreiben einen Zustand "gerade noch ausreichend". Es sollte immer eine eigene Beurteilung erfolgen!
 - Beispiel: Ein Schutzleiterwiderstand von 0,3 Ohm ist meistens deutlich zu hoch. Die Ursachen sollte gesucht und behoben werden.
- Auf Portalen wie "ifixit", "elektrotanya", "reparatur-initiativen.de" u.ä. finden sich Informationen, die Reparaturen ggf. erheblich erleichtern können.

Links und Literatur

- Doku auf <https://www.reparatur-initiativen.de>
 - <https://www.reparatur-initiativen.de/seite/wissen-koennen>
 - <https://www.reparatur-initiativen.de/seite/materialien>
 - Sicherer Arbeitsplatz: <https://www.reparatur-initiativen.de/files/kcfinder/pages/1723/sicherer-arbeitsplatz-V2.pdf>
 - Sicher Reparieren: <https://www.reparatur-initiativen.de/files/kcfinder/pages/1722/files/Sicher%20Reparieren%20-%20Allgemeine%20Informationen%20Stand%2020180306%20IH.pdf>
- DIN-VDE 0701
 - <https://www.vde-verlag.de/normen/0701293/din-en-50678-vde-0701-2021-02.html>
 - Kann auch in Normenauslegestelle eingesehen werden
- Prüfung ortsfester und ortsveränderlicher Geräte
 - Bödeker, Klaus; Lochthofen, Michael
 - <https://www.vde-verlag.de/buecher/315763/pruefung-ortsfester-und-ortsveraenderlicher-geraete.html>