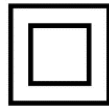


Bericht über Geräteschutzprüfungen nach VDE 0701 + 0702

Wilhelm, DL6DCA, 05.03.2023



Beim Aufbau und Betrieb von elektrischen Geräten sind wir Funkamateure natürlich verpflichtet die eingeführten Normen zur elektrischen Betriebssicherheit einzuhalten. Dazu gehört auch die entsprechende Prüfung der Geräte nach VDE 0701 und 0702. VDE 0701 gilt für den erstmaligen Betrieb und VDE 0702 für die wiederkehrende Prüfung, wobei der Unterschied nur sehr gering ist und die folgenden Beschreibungen VDE 0701 zur Grundlage haben. Die Maßnahmen dienen dem Eigenschutz und, sofern die Gerätschaften von Dritten betrieben werden, natürlich auch zu deren Schutz. Das sich hier auch versicherungstechnische und haftungsrechtliche Gründe verbergen, braucht nicht besonders erwähnt werden.


Benedikt (DF8DT) und ich haben das Glück gehabt, vor längerer Zeit ein Gossen Metratester 5-F Gebrauchtgerät auf einem Flohmarkt für kleines Geld erwerben zu können. Der Verkäufer hatte es im gewerblichen Einsatz, wo es einen kleinen Gehäuseschaden erlitten hat und dadurch für ihn unbrauchbar geworden ist. Für unseren Einsatz aber vollkommen ausreichend. Wenn man schon ein solches Gerät besitzt, dann sollte man es auch entsprechend einsetzen. Zu beachten ist dabei, dass dieses Gerät nur an einer Steckdose mit einwandfreiem Schutzkontakt eingesetzt werden kann.

Vorweg wieder der Gefahrenhinweis: Aufbau und Inbetriebnahme der in diesem Bericht beschriebenen Schaltungen / Geräte dürfen nur durch fachkundige Personen durchgeführt werden. Es besteht bei Kontakt mit Gleich- und Wechselspannungen sowie bei Hochfrequenzfeldern die Gefahr eines lebensgefährlichen Stromschlags bzw. von Verbrennungen. Diese können auch zu dauerhaften körperlichen und psychischen Schäden führen. Vom Autor wird keinerlei Haftung übernommen!

Unsere Funkgeräte und das Zubehör gelten als ortsveränderliche Geräte. Es wird zwischen drei **Schutzklassen** unterschieden:


SK 1 :

Diese Geräte verfügen neben einer hohen internen Basisisolierung über eine Erdung aller leitfähigen Teile. Man spricht von einem Potentialausgleich. Die Gerätestecker / Anschlussleitungen verfügen zwangsläufig über einen Schutzleiter (SL). Typische Geräte sind Waschmaschine und Kühlschrank, durchaus aber auch in Metallgehäuse eingebaute Geräte. Letztere können durchaus auch netzbetriebene Funkgeräte und insbesondere Röhren-Leistungsendstufen sein.

Die Geräte der SK 1  sind an dieser Kennzeichnung zu erkennen.


SK 2 :

Hierzu gehören Geräte die eine verstärkte Isolierung zwischen Netzstromkreis und Ausgangsspannung sowie Gehäuse aufweisen und deshalb keinen Schutzleiter (SL) benötigen. Elektrowerkzeuge und Handleuchten, aber auch Geräte der Unterhaltungselektronik mit Eurostecker (< 2,5 A) / Konturenstecker (> 2,5 A) ohne Schutzleiterkontakt gehören dazu. Viele netzbetriebene Funkgeräte gehören ebenfalls dazu, sofern nicht SK 1 Klasse.

Die Geräte der SK 2  sind an dieser Kennzeichnung zu erkennen.

SK 3 :

Hierbei handelt es sich um Geräte, die lediglich mit einer Kleinspannung betrieben werden die max. 50 V AC und 120 V DC nicht überschreiten darf. Im Regelfall sind es Geräte, die über ein externes Netzteil (Stichwort Steckernetzteil) bzw. Batterien (Akkubetrieb) betrieben werden und keine Erdung aufweisen. Bei medizinischen Geräten und Geräten zur Hautbehandlung gelten noch kleinere Spannungen. Funkgeräte die nicht mit Akku, sondern einem abgesetzten Netzteil betrieben werden, gehören dazu. Aber Achtung: das abgesetzte Netzteil ist u.U. SK 1 oder SK 2 zugehörig.

Die Geräte der SK 3  sind an dieser Kennzeichnung zu erkennen.

Der Vollständigkeit halber sei darauf hingewiesen, dass es auch noch eine SK 0 gibt, die aber in Europa nicht geführt wird. Hierbei handelt es sich um Geräte ohne Berührungsschutz, die entsprechend baulich abgetrennt sein müssen. Dazu gehören z.B. Schaltanlagen der Mittel-, Hoch- und Höchstspannung die in speziellen Räumen untergebracht sind und das Betreten der Räume nur nach Abschaltung und entsprechender Schlossfreigabe der Zugänge möglich ist.

Die elektrischen Geräte bedürfen vor der ersten Inbetriebnahme der Überprüfung nach VDE 0701. Im handwerklichen, gewerblichen und industriellen Bereich sind wiederkehrenden Prüfung nach VDE 0702 in gewissen Zeitabständen, die von den Berufsgenossenschaften vorgegeben werden, durchzuführen.

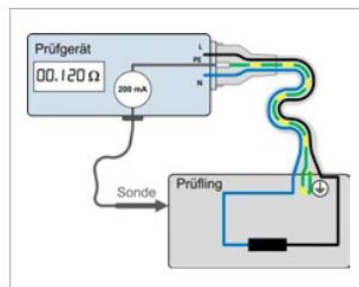
Als Funkamateure sind wir aber kein Betrieb oder Gewerbe und unterliegen damit keiner Prüfung und Prüffrist. Dennoch sind wir angehalten unsere Gerätschaften den Normen und dem Stand der Technik entsprechend aufzubauen, zu betreiben und zu unterhalten. Was liegt da näher, als sich dabei zum eigenen Schutz und unserer Umgebung an den „professionellen“ Vorgaben zu orientieren. Spätestens bei einem Schadensfall, den man sich ja auch nicht wünscht, steht man dann auf der sicheren Seite hinsichtlich Versicherung, aber auch evtl. strafrechtlicher Konsequenzen bei Personenschäden.

Was wird denn nun geprüft?

1. Schutzleiterwiderstand
2. Isolationswiderstand
3. Ableitstrom
 - 3a. Schutzleiterstrom
 - 3b. Berührungsstrom

1. Schutzleiterwiderstandmessung nur bei SK 1

Hier erfolgt eine Überprüfung des Schutzleiterkabel von der Netzsteckdose bis zum Gerät der SK 1 einschließlich des geräteinternen Potentialausgleichs. Sie beginnt mit der optischen Prüfung des Zuleitungskabels auf Beschädigungen, Knickschäden und einwandfreie Zugentlastung am Gerät sowie am Stecker. Zwischen Stecker und Gerät darf der Widerstand des Schutzleiters 0,3 Ohm bis 5 m Kabellänge nicht überschreiten. Bei der Prüfung ist das Kabel zu bewegen, um Kabelbrüche erkennen zu können. Je weitere 7,5 m Kabel sind zusätzlich 0,1 Ohm, aber insgesamt dann max. 1 Ohm zulässig. Es sind alle berührbaren leitfähigen, also metallischen, Flächen des Gerätes abzutasten. Nur so kann man feststellen, ob der interne Potentialausgleich tatsächlich gegeben ist. Bei Gerätegehäusen aus Isolierstoffen gehören auch einzelne metallische Verschraubungen (Schraubenköpfe) dazu.



Messaufbau Schutzleiterwiderstand SK 1 (aus [1])

Bei Geräten der SK 2 und SK 3 kann diese Prüfung aufgrund des fehlenden Schutzleiters natürlich nicht durchgeführt werden.

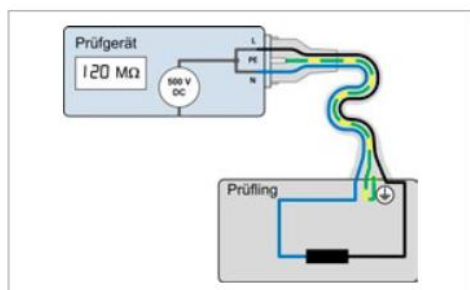
Diese Prüfung muss nicht zwangsweise mit einem (hier vorhandenem) Metratester o.ä. durchgeführt werden. Sofern man über ein für den kleinen Ohmbereich geeignetes Messgerät, wie z.B. Multimeter, verfügt, geht es auch hiermit.

2. Isolationswiderstandsmessung bei SK 1, SK 2 und SK 3

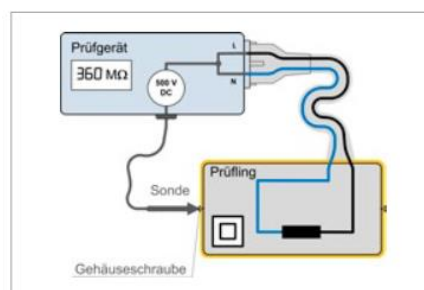
Die Isolationsmessung ist schon etwas aufwendiger. Hier werden der L und N Leiter zusammen verbunden und eine Prüfspannung von +500 V_{DC} angelegt. Mittels μ A-Meter wird bei eingeschaltetem Gerät der Stromfluss bei SK1 Geräten zum SL gemessen und daraus der Widerstandswert berechnet. Bei SK 2 und SK 3 Geräten wird gegen die leitfähigen berührbaren Gehäuseteile gemessen. Der Widerstand muss bei SK 1 > 1 MOhm, bei SK 2 > 2 MOhm und bei SK 3 > 0,25 MOhm sein. Da L und N Leiter auf demselben Potential liegen, kann trotz der hohen Prüfspannung im Regelfall keine Geräteschädigung auftreten. Bei besonders gefährdeten Elektronikbaugruppen, wie z.B. Speicher in Computerbaugruppen, kann alternativ die Prüfung über den Schutzleiterstrom oder den Berührungsstrom erfolgen; siehe 3a und 3b.

Bei dieser Prüfung mit 500 V_{DC} wird eine Überprüfung ohne entsprechendes Geräteschutz-Messgerät schon aufwendiger und vor allen Dingen gefährlicher. Mit einer externen Spannung von 500V_{DC} ohne Strombegrenzung wird es lebensgefährlich und man sollte es aus Sicherheitsgründen unterlassen; **siehe Warnhinweis!**

Warum mit Gleichspannung gemessen wird? In den Geräten können Entstörkondensatoren verbaut sein, die zwischen L und N, aber auch zwischen SL und L / N liegen. Bei Wechselspannung würden diese einen entsprechenden (Wechsel-) Strom durchleiten und zu einem falschen Ergebnis hinsichtlich der Isolationsmessung führen.



Messaufbau Isolationswiderstand SK 1 (aus [1])



Messaufbau Isolationswiderstand SK 2 (aus [1])

3. Ableitstrommessung bei SK 1 und SK 2 siehe Text

Hier gibt es zwei Messmethoden, die gleichberechtigt sind.

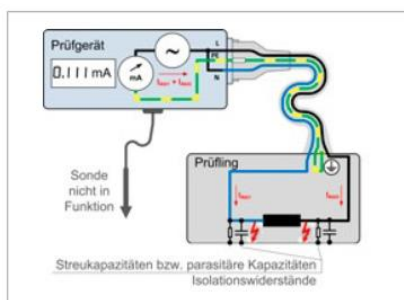
3 a. Schutzleiterstrom

Hier wird der Strom gemessen, der über die Isolierungen des internen Aufbaus eines Gerätes zum SL fließen kann. Hierbei ist zu beachten, dass u.U. schaltungsbedingt, z.B. Entstörkondensatoren, solche Ströme entstehen können.

Bei **SK 1** Geräten wird hierzu der durch den Schutzleiter fließende Strom bei eingeschaltetem Gerät gemessen. Er muss immer < 3,5 mA sein. Bei den Geräteschutz-Messgeräten wird hierzu (geräteintern) ein Milliampere-Meter in die SL Leitung eingefügt.

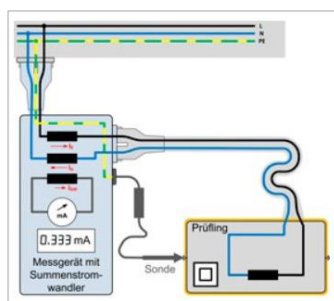
Wenn man über kein Geräteschutz-Messgerät verfügt, könnte man auch den SL auftrennen und ein DC Multimeter / Milliampereometer zwischenschalten, was aber gefährlich werden kann, wenn das zu testende Gerät einen Defekt aufweist und der Strom / die Spannung bei Berührung lebensgefährliche Größen erreicht. Absolute Vorsicht ist geboten.

Eine alternative Messmethode ist das Ersatz-Ableitstromverfahren. Hier wird durch das Geräteschutz-Messgerät gleichzeitig an L und N eine geringe Wechselspannung angelegt und der Stromfluss zum Schutzleiter gemessen. Auch bei dieser Messmethode darf der Strom 3,5 mA nicht überschreiten.



Messaufbau Schutzleiterstrom SK 1 (aus [1])

Da **SK 2** Geräte keinen Schutzleiter haben, wird hier das s.g. Differenzstromverfahren angewandt. An das Geräteschutz-Messgerät wird eine Messspitze / Messsonde an dem Schutzleiter angeschlossen, mit der alle leitfähigen und berührbaren Stellen des zu testenden Gerätes abgetastet werden. Geräteschutz-Messgerät intern wird, ähnlich wie bei einem FI-/ RCD-Schalter, ein Vergleich des Stromes auf dem N-Leiter und dem der Messsonde durchgeführt. Der so ermittelte Strom darf nur $< 0,5 \text{ mA}$ sein.

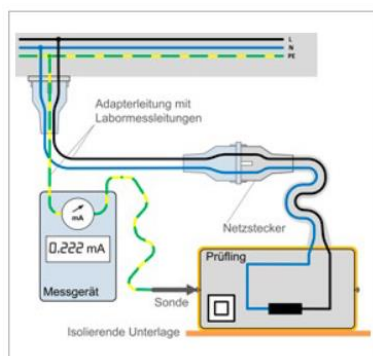


Messaufbau Schutzleiterstrom SK 2 (aus [1])

3b. Berührungstrom

Bei Geräten der **SK 2** liegen die metallischen und berührbaren Gehäuseteile (incl. Schalter, Buchsen, Verschraubungen ...) ja wegen fehlendem Schutzleiter quasi in der Luft. Sollte durch einen geräteinternen Defekt dennoch eine Spannung anliegen könnte das dazu führen, das bei der Berührung über den menschlichen Körper ein Strom zur Erde fließen kann. Umso mehr, wenn man zum Beispiel mit der einen Hand ein Funkgerät festhält und mit der anderen Hand einen geerdeten Antennenstecker oder ein anderes geerdetes Gerät berührt. Zur Messung mit dem Geräteschutz-Messgerät wird hierzu, wie bei dem Differenzstromverfahren, eine Messspitze / Messsonde an den Schutzleiter des Geräteschutz-Messgerät angeschlossen und alle leitfähigen und berührbaren Stellen des zu testenden Gerätes berührt. Der dann in dem Sondenkabel direkt zu messende

Strom darf den Wert von 0,5 mA nicht überschreiten. Der Unterschied zur Messung nach dem Differenzstromverfahren liegt hier darin, dass der Messwert direkt und nicht durch Stromvergleich zwischen N-Leiter und Schutzleiter ermittelt wird. Bei dieser Prüfung ist es wichtig, dass die Messung zweimal durchgeführt wird indem man den Gerätestecker nach der ersten Messung in der Steckdose umdreht und erneut misst. Nur so ist sichergestellt, dass Isolationsfehler sowohl in der L als auch in der N Leitung erfasst werden. Es kann durchaus sein, dass bei beiden Messungen die Ergebnisse differieren; hier ist dann der schlechtere Wert der maßgebliche.



Messaufbau Berührungsstrom SK 1 (aus [1])

Bei dieser Messung ist nicht unbedingt ein Geräteschutz-Messgerät erforderlich. Man kann es mit einem AC-Multimeter mit entsprechend kleinem mA Bereich direkt messen.

Bei Geräten der **SK 1** Klasse kann es durchaus vorkommen, dass einzelne Bedienelemente nicht direkt mit dem SL verbunden sind. Auch diese sind mit dem zuvor für SK 2 Geräte beschriebenen Messverfahren zu prüfen und müssen unter 0,5 mA liegen.

Hinweis: Bei Geräten mit eingebauter Heizwicklungen (Wasserkocher, Bügeleisen, aber auch Lötplatte) sind andere Messwerte einzuhalten! Bei Bedarf bitte in den VDE Richtlinien nachsehen.

Ich hoffe, dass ich mit diesem kleinen Bericht aufzeigen kann, welche Schutzmaßnahmen auch beim Selbstbau bzw. der Reparatur einzuhalten und zu prüfen sind. Bei Benedikt und mir gehört dieser Test mittlerweile fest zum Programm.

Über Rückfragen, Anmerkungen, Verbesserungsvorschläge würde ich mich freuen. Kontakt bitte per Mail dl6dca@darcd.de oder Ortsfrequenz 144,575MHz.

[1] https://www.uv-bund-bahn.de/fileadmin/user_upload/203-070.pdf

Weiterführende Informationen:

GUV Unterlagen https://www.uv-bund-bahn.de/fileadmin/user_upload/203-070.pdf

<https://ingeniumbedrijfsadvies.nl/uploadedfiles/uitlegvde0701-0702duitsingenium.pdf>

[http://www.bymm.de/documents/71/Elektrische Sicherheit an alten Geraeten V1 3.pdf](http://www.bymm.de/documents/71/Elektrische_Sicherheit_an_alten_Geraeten_V1_3.pdf)

<https://www.youtube.com/watch?v=BEa5k8Da2LU>

<https://www.manualslib.de/manual/147101/Gossen-Metrawatt-Metratester-5-F.html>