

Elektrische Sicherheit an alten Geräten



Abbildung 1: bei alten Geräten ist das Thema "elektrische Sicherheit" besonders wichtig!

1 Vorwort zur Einleitung ;-)

Dass das Thema "Sicherheit" wichtig für uns alle ist, dürfte wohl keiner bestreiten wollen. Niemand, der einigermaßen gesund im Kopf ist, setzt sich freiwillig unnötigen Gefahren aus, bei dem man sich ersthafte Verletzungen zufügen kann. Das fängt dabei an, dass man sich als Jogger möglichst leuchtende Kleidung anzieht, um es den Autofahrern zu erleichtern, sie nicht gleich am nächsten nebeligen Fußgängerüberweg wegzuputzen und hört beim Zubettbringen des Nachwuchses auf, dem man verbietet, sein Lieblingsspielzeug mit ins Bett zu nehmen, weil wir wissen, dass er sich über Nacht damit möglicherweise verletzen (oder sogar erdrosseln könnte, wenn eine Schlaufe oder langer Riemen dran ist).



Abbildung 2: Wird er springen oder nicht? Kein Problem, denn ER ist ja ein Engel und hat Flügel! Aber jeder andere muss selbst auf seine Sicherheit achten! (Foto: M.Michalzik, Junggesellenabschied auf dem Berg Melibokus bei Zwingenberg, Mai 2021)

Wir alle haben also eine Art "Grundbewusstsein" für Sicherheit in unseren Köpfen eingepägt. Ein Psychologe könnte sicher erklären, warum uns das die Evolution so in die Hirne eingebrannt wurde, aber vermutlich glaubt ihr mir es auch ohne einen akademischen Beweis in dem Moment, wo ihr ganz automatisch den Sicherheitsgurt anlegt, bevor ihr das Auto startet ;-)

Apropos Auto: während man beim rechtzeitigen Aufziehen der Winterreifen die Gefahren von Schnee & Eis noch recht gut "greifen" kann (= man fliegt bereits beim Betreten des Haussteins auf die Fresse und kommt gar nicht bis zum Auto), so fühlen sich Viele beim Thema "Strom" aber mindestens ebenso unsicher wie ich mit einem Fahrrad auf einer glatten Straße. Das große Problem ist, dass man Strom nicht wirklich sehen oder fühlen kann und es einem Nicht-Sachkundigen daher sehr schwer fällt, die Gefahr richtig einzuschätzen. Wobei- "fühlen" kann man ihn schon irgendwann. Doch wenn man ihn fühlt, ist es manchmal schon zu spät. :-)

In unserer heutigen Umgebung sind wir überall von elektrischen Geräten und Anlagen umgeben, von denen Gefahren ausgehen können. Es beginnt bereits beim Handyakku, der mit seiner enormen Energiedichte dazu geführt hat, dass Flugzeuge inzwischen eine kleine Notfall-Brandkammer mitführen, in die sich selber entzündende Handyakkus notfalls schnell hineingeworfen werden, um dort dann kontrolliert "in Ruhe explodieren" zu können. Wir erinnern uns, da war mal was mit einer schlechten Akkuserie - sogar eines sehr namhaften Handyherstellers!

Besonders interessante Aspekte hat die elektrische Sicherheit aber auch gerade bei alten Geräten, denn ein altes Röhrenradio passt weder in eine Handyakku-Explosionskammer noch wurde es damals nach den heute üblichen Sicherheitsvorschriften konstruiert oder geprüft. Trotzdem sind es dieselbe Art von Elektronen mit demselben Gefahrenpotenzial, die auch heute noch durch Omas Dampfradio flitzen und uns schlimmstenfalls gefährden können. Wie also damit umgehen? Müssen wir alle alten Geräte, die heute gültige Sicherheitsstandards nicht mehr erfüllen, denn gleich alle als Sicherheitsrisiko wegwerfen? Sind sie wirklich eine ernsthafte Bedrohung für uns geworden, nur weil die Vorschriften heute strenger sind?

Mit diesem wichtigen Thema wollen wir uns heute beschäftigen!

Wichtig ist:

Ich beschreibe hier nur eine (von vielen!) möglichen Herangehensweisen, wie man "elektrische Sicherheit" auch bei alten Geräten noch bestmöglich erreichen kann! Es ist weder "der einzig richtige" Weg noch derjenige, der Euch juristische oder die "absolute" Sicherheit gibt! Es ist insbesondere für sehr alte Geräte als Vorschlag und Diskussionsanregung zu verstehen - quasi als ein Kompromiss zwischen "nichts tun" und "Mülltonne"! Denn im Gegensatz zu Oldtimer-Autos, für die es Alternativregelungen für Abgasemission und Sicherheitsgurte gibt (so eine Art "Bestandsschutz mit Augenmaß"), ist mir bei alten Messgeräten oder Röhrenradios leider nichts dergleichen bekannt. Und genau das ist das Problem: uns fehlt für diesen Fall ein verbindlicher Leitfaden. Wenn es den nicht gibt, müssen wir selber das Hirn einschalten und nachdenken. Und genau dazu soll dieser Bericht anregen!

Ich übernehme weder Gewähr dafür, dass das alles richtig ist noch komplett und korrekt von mir verstanden wurde. Vermutlich bin ich mit meinen hier beschriebenen Messungen nicht so ganz weit weg von der "Wahrheit", aber im Zweifelsfall wendet Euch bitte an die DGUV selbst und befolgt das dort publizierte Informations-Heftchen der Reihe 203!

2 Einleitung

Diesen Bericht widme ich jemandem, der mir mit einem seiner Videos eigentlich erst den Anstoß gegeben hat, dem Thema "elektrische Sicherheitsprüfung" in Zukunft in meinen Reparaturberichten einen noch größeren Stellenwert zu geben: Jörg Haase, der Autor des Youtube-Kanals "ve99 Online"!



Abbildung 3: Jörg Haase bei der elektrischen Sicherheitsüberprüfung eines neues Bastelprojekts (Quelle: youtube, Kanal ve99 Online, Video "Sicherheitscheck nach erfolgter Reparatur an einem Beispiel.", Zeitstempel 02:33)

Genauso wie bei mir auch, scheint es bei Funkfreund Jörg schon fast immer physische "Schmerzen" zu erzeugen, wenn er sieht, dass nicht mehr richtig funktionierende, elektronische Geräte wie selbstverständlich gleich weggeworfen und durch neue ersetzt werden, selbst wenn es nur Kleinigkeiten sind, die zu reparieren gewesen wären und man dadurch der Umwelt einen weiteren Karton Elektroschrott hätte ersparen können.



Abbildung 4: Selbst erlebt: außen hui, innen pfui! - Litze ohne Aderendhülse in einem Schalter. Und das trotz erfolgter und bestandener elektrischer Prüfung!

Jetzt, wo das Wort "Nachhaltigkeit" zunehmend Einzug auch in die weniger durchbluteten Hirne der Bevölkerung zu erhalten scheint und nicht nur stumpfe Parolen wie "Geiz ist geil" drin kleben bleiben, verstehen immer mehr Menschen, warum es so wichtig ist, nicht immer gleich alles wegzuworfen, sondern wenigstens einen ersten Reparaturversuch zu wagen- selbst wenn er nicht gleich erfolgreich sein sollte. Natürlich müssen wir uns dabei eingestehen, dass das Reparieren von mit Netzspannung betriebenen Elektrogeräten nicht Jedermann's Sache ist- und auch nicht sein soll! Die Sicherheit sollte hierbei immer an erster Stelle stehen, und genau deswegen finde ich die Repair-Cafés ja auch so gut: hier kann selbst ein interessierter Laie unter Aufsicht und fachkundiger Anweisung seine eigenen kleinen Reparaturerefolge machen, ohne dass der Lebenspartner gleich Todesängste schwitzen muss und schon den Defibrillator griffbereit liegen hat. Der übrigens auch mit Strom funktioniert und nicht ganz ungefährlich ist, ha ha ha, wie lustig.

Nun genug des schwarzen Humors, Strom ist und bleibt gefährlich, besonders für Nicht Sachkundige und genau deswegen steht das ja auch immer im Disclaimer meiner Reparaturberichte- und auf der Webseite bymm.de sowieso.

Damit aber nicht nur die Reparatur, sondern auch der anschließende Betrieb der Geräte für den Endanwender sicher bleibt, schreibt die DGUV (Deutsche Gesetzliche Unfall-Versicherung) zumindest für die Industrie einige Standards vor, nach denen eine regelmäßige Kontrolle der Betriebsmittel zu erfolgen hat, damit sich niemand an elektrischen Geräten verletzen kann. Oder wenigstens so wenige wie möglich.

Den roten Text im letzten Kapitel habt ihr durchgelesen und verstanden? Gut. Dann können wir loslegen!

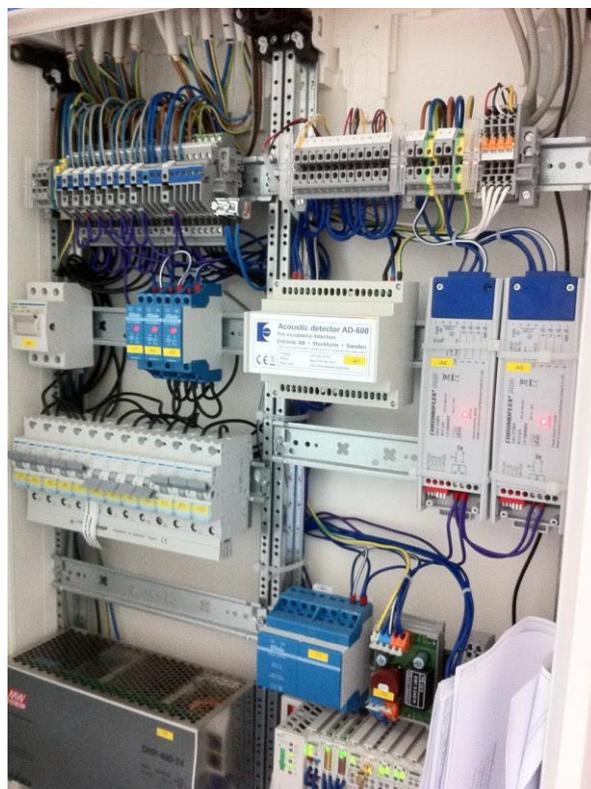


Abbildung 5: Bei neu errichteten Installationen ist es keine Frage, ob wir aktuelle Standards einhalten müssen oder nicht. Schwierig wird es erst, wenn wir uns mit "altem Kram" aus dem Bereich der Nostalgie beschäftigen! Denn diese Geräte sind nicht selten älter, als die Norm selbst!

3 DGUV Anlage 3, DIN 0701, DIN 0702

Wer sich das Zettelchen der DGUV Information 203-070 durchliest (es hört im Internet auf den Namen "PDF 203-070"), ist sicherheitstechnisch schon einmal ganz weit vorne, wenn gleich ich in meinem letzten Reparaturbericht zu meiner Arboga G2508 Getriebebohrmaschine ja schon deutliche Kritik daran geäußert habe. Ich zielte in die Richtung, dass all die Prüfungen lediglich bei geschlossenem Gerät durchzuführen sind und daher eventuelle nicht fachgerechte Umbauten/Reparaturen möglicher Vorbesitzer nicht immer erkannt werden können (z.B. der Klassiker: vergessene Aderendhülsen in der Lüsterklemme).



Abbildung 6: eine super Standbohrmaschine: die Arboga G2508 (jetzt mit von mir nachgerüsteten Aderendhülsen im Netzschalter ;-)

Auch wenn die Situation nun mal so ist wie sie ist, halte ich den in der 203-072 (= für ortsfeste Anlagen, wie z.B. auch meine Getriebebohrmaschine) beschriebenen Grundablauf

- 1. Besichtigen**
- 2. Messen**
- 3. Erproben**

dennoch für absolut sinnvoll und empfehlenswert- selbst für private Bereiche, wo die DGUV meines Wissens nach gar nicht angewendet werden muss. (Zumindest habe ich noch nie einen Fernseher im Wohnzimmer gesehen, der hinten einen "DGUV A3"-Aufkleber trug ;-)

4 private Anwendung bei alten Geräten

Nun ist die DGUV-Prüfung eine Vorschrift, die auf der DIN0701 und DIN7072 basiert. Sie hat ihre Gültigkeit für den industriellen Bereich und ist dort nach meiner Information zwingend anzuwenden.

Im privaten Bereich sieht das anders aus: hier kann jeder seine Steckdosenleiste so liegen lassen, wie es ihm gefällt und auch beim Betrieb einer halb auseinander fallenden Kabeltrommel kommt nicht gleich die Polizei. Naja....höchstens später die Feuerwehr. Wenn nämlich die Kabeltrommel Feuer gefangen und Euer Haus abgefackelt hat. Denn den Elektronen ist es egal, ob sie in einer industriellen Umgebung einen Schwelbrand auslösen oder in einer privaten. Die Gefahren sind überall gleich und daher rate ich auch im privaten Bereich, wenigstens die Grundprinzipien der elektrischen Sicherheit zu verinnerlichen und bestmöglich -soweit sinnvoll- anzuwenden.

Jetzt, wo ich gerade ein altes Rohde & S Schwarz URU Röhrenvoltmeter aus den 60zigm repariert habe und wir durch unsere doch recht umfangreichen Reparaturen mehr als genug Potenzial hatten, dabei Fehler zu machen, die auch die elektrische Sicherheit hätten beeinträchtigen können, halte ich es aber für eine vernünftige Idee, genau diese Prüfungen einmal auf das reparierte Gerät loszulassen und Euch zu zeigen, wie man Viele davon auch mit Hausmitteln durchführen kann- ohne gleich einen DIN0701/0702-Tester zu kaufen (was ich übrigens trotzdem getan habe).



Abbildung 7: Beta Unitest im Einsatz (hier an einem R&S KARU)

Und genau da war Jörg derjenige, der mir eigentlich erst den Anstoß gab: im Rahmen der Inbetriebnahme eines Revox A750 Vollverstärkers prüfte er erst Isolation und Leckströme, bevor er die eigentliche Reparatur startete. Ich habe darüber vorher ehrlich gesagt noch nie richtig nachgedacht, aber genau diese Reihenfolge macht wirklich Sinn: denn nicht nur der spätere Bediener, sondern auch ich selbst möchte bei nun folgenden Instandsetzungsarbeiten ebenfalls nicht durch einen Stromschlag sterben, daher sollte die Prüfung sowohl VOR der Reparatur zu meinem eigenen Schutz erfolgen als auch NACH der Reparatur abermals, zum Schutz des zukünftigen Endbenutzers!

Je nachdem, welcher Schutzklasse das zu überprüfende Gerät angehört, sind die Messungen etwas verschieden. Ich werde hier einmal an einigen Fallbeispielen aufschreiben, WAS ich jetzt gemessen habe und auch WIE. Obwohl ja für den industriellen Bereich verfasst, orientiere ich mich trotzdem an der DGUV 203-070 und übernehme auch weitestgehend deren Grenzwerte und Messmethoden, denn wie ich bereits sagte, ist es selbst für den Hobbybastler eine gute Idee, sich zumindest grob an Industriestandards zu orientieren- selbst wenn man sie mit Hobbymitteln nicht immer korrekt umsetzen kann (und auch gar nicht muss).

Doch merke: Eine Prüfung mit dem unkalibrierten Hausmittel-Multimeter mag nicht normkonform sein, **ist aber immer noch besser als gar keine Prüfung!**



Abbildung 8: welche Schutzklasse wohl diese Wand hat...? (gesehen im Urlaub in einem nicht näher benannten Ferienhaus)

5 Sichtprüfung // Welche Schutzklasse?

Wir beginnen eine Sicherheitsprüfung damit, erst einmal zu überlegen, womit wir es überhaupt zu tun haben. Netzbetriebene Geräte unterscheidet man grundsätzlich in Schutzklasse 1 und 2. Grob gesagt: Schutzklasse 1 sind alle die, die einen Schutzkontakt-Stecker ("Schuko-Stecker") mit Erdungskontakt am Ende der Leitung haben (also die dicken runden). Die Geräte, die mit solchen Schukosteckern kommen, besitzen meistens ein geerdetes Metallgehäuse außen herum, für das sie eine Erdungsleitung brauchen. Außer ein paar im Camping, Veranstaltungstechnik und Sondermaschinenbau üblichen Normen bietet uns das bei uns in Deutschland im 230V-Netz nur der dicke, runde Schuko-Stecker (auch "Typ F" genannt).

Schutzklasse 2 hingegen erkennt man oft an dem schmalen "Eurostecker" (Typ C), den ich auch gerne "Japanstecker" nenne, weil er an so vielen japanischen HiFi-Geräten dran ist. Der führt rein konstruktiv keinen Erdkontakt mit sich, daher darf er nur bei Geräten verwendet werden, die völlig schutzisoliert sind. Also beispielsweise, weil sie völlig von Kunststoff umhüllt sind und daher keinen Erdungsanschluss brauchen.

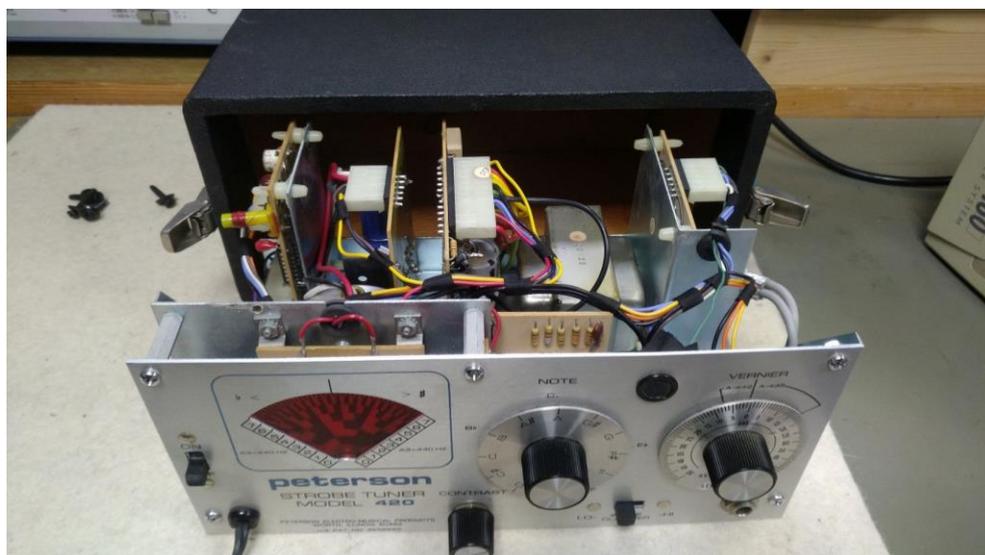


Abbildung 9: nicht immer ist die Zuordnung so einfach: hier ein amerikanisches Stimmgerät mit 115V-Anschluss, ohne Erdung, aber Metallfrontplatte und Holzgehäuse!

Insbesondere bei unseren "alten Schätzchen" ist die Zuordnung aber nicht immer trivial: das amerikanische Stimmgerät Peterson 420, das bei uns mit separatem 115V-Vorschalttrafo betrieben werden muss, hat eine metallische (nicht geerdete!) Frontplatte, aber ein isolierendes Holzgehäuse. Kann man da überhaupt sauber eine Schutzklasseneinordnung vornehmen?

Ich denke, in solchen Sonderfällen muss der gesunde Menschenverstand die Lücken, die eine Regelungsvorgabe niemals voraussehen kann, mit Sachverstand und Sicherheitsdenken überbrücken. Am Ende geht es darum, dass das Gerät dem Benutzer die größtmögliche Sicherheit zur Verfügung stellen muss, die das damalige Design eben bieten kann und genau so würde ich dann auch messen und prüfen. Sprich: mindestens zusehen, dass die Frontplatte keinerlei gefährlichen Berührungstrom gestattet, besser noch einen Umbau auf 230V und Schutzerdung. Nicht immer ist das möglich und manchmal auch nicht erwünscht (Nostalgiegründe).

Hier muss man dann abwägen- bestmögliche Sicherheit muss meiner Meinung nach dabei aber immer der leitende Gedanke dabei sein!

Leider gehören auch viele Geräte der TV-Jubelektronik dieser Kategorie an und weil hier in einer Kette von Multimediageräten niemand mehr den "Erde-Master" übernehmen will, sondern jeder für sich schutzisoliert ist, bildet sich auf den Metallteilen dieser Geräte (-> z.B. Schirmung am Antennenanschluss oder NF-Leitungen!) in der Regel ein nicht definiertes Potenzialniveau aus, an dem man wirklich leicht einen gewischt kriegen kann, solange kein (korrekt geerdetes) Antennenkabel angeschraubt ist!



Abbildung 10: knifflige Sache: der Brüel&Kjaer 2636 ist meiner Ansicht nach eines der besten NF-Voltmeter, die es zu kaufen gibt. Trotz Metallgehäuse hat er aber bewusst keinen Erdkontakt, um an Endstufen erdfrei messen zu können. Wenn ich sein Metallgehäuse berühre und gleichzeitig ein PE-geerdetes Gerät, kribbelt es in den Fingern!!! Würde ich das durch PE-Erden ändern, könnte ich damit aber keine Endstufen mehr messen oder müsste zwingend einen Trenntrafo verwenden!

Daher übe ich oft heftige Kritik an Geräten dieser Art. Man kann durch diese vagabundierenden Potenziale zwar wohl nicht sterben, in den Fingern kribbeln tun sie trotzdem ganz schön und bei mir flog schon mehrfach die Zunge durch die Gegend vor Schreck. Einmal reichte es bei mir sogar zur erfolgreichen elektrischen Zerstörung eines HDMI-Eingangs am Fernseher. Nach diesem Erlebnis kriegte bei mir die gesamte TV-Anlage zusätzlich eine dicke Schutzzerdung, egal ob von den Herstellern gewollt oder nicht. Seitdem ist bei mir Ruhe mit irgendwelchen floatenden Schutzklasse-2-Geräten und auch ist durch Überspannung seitdem nie wieder was kaputt gegangen. Brummschleifen -das eigentliche Argument für die Verwendung der schutzisolierten Anschlusstechnik- durch mehrfache Wege zur Masse habe ich trotzdem nicht.



Abbildung 11: nicht alle "Jubelektronikhersteller" von NF-Technik gehen den LowCost-Weg: die Yamaha P2500S Bühnenendstufe beispielsweise liefert bei mir am Messplatz tadellose Performance- sowohl in Funktion als auch Sicherheit und mechanischem Aufbau! So mag ich das! :-)

Ein weit verbreiteter Trick heutiger Jubelelektronikerhersteller ist übrigens der hier: das Gerät hat kein eigenes Netzteil mehr, sondern man betreibt es nur mit Schutzkleinspannung, die aus einem separat beigelegten Steckernetzteil stammt. Damit wird die Sicherheitsprüfung für den Hersteller sehr einfach, denn man bestellt nun das Feld der Schutzklasse 3, denn mit nur z.B. 12V und 1A kann ja normalerweise auch nicht viel Schlimmes passieren.

Das mag richtig sein, allerdings hat man dafür ein ständig im Leerlauf/Standby arbeitendes Steckernetzteil eines externen Zulieferers in der Steckdose, was mir nicht nur permanent Elektronen aus der Steckdose saugt, sondern durch die ständige Kontaktierung mit dem Stromnetz aus meiner Sicht auch eine (sicher kleine, aber dennoch vorhandene!) zusätzliche und unnötige Gefahr ist!

Natürlich würden das die Hersteller nie so zugeben. Es ginge ihnen dabei lediglich um unseren Komfort mittels Standby-Taste und bequemem Wakeup per Fernbedienung. Dass "nebenbei" dann auch der Aufwand und die Kosten für eine elektrische Sicherheitsprüfung drastisch zurückgehen, die sie so auf den Steckernetzteilhersteller übertragen können, ist sicher ein willkommener Zusatzeffekt.

Am Ende muss man aber leider auch sagen, dass die Hersteller ihre Produkte immer nur so bauen, wie wir, also die Käufer, es verlangen. Und bezahlen! Wer immer nur stumpf zum "Billigsten" greift, fördert somit diese Low-Cost-Tendenzen mit den daraus resultierenden Konsequenzen.

Glücklicherweise sehen wir in den Bereichen, die noch nicht so extrem kostengetrieben sind (kommerzielle Technik, z.B. auch Bühnentechnik) nach wie vor ehrliche Europa-Stecker, Kaltgerätebuchsen oder sogar verriegelbare PowerCon-Systeme ; also eine Art "Speakon für Netzleitungen".



Abbildung 12: bekanntes Problem: nicht geerdete Geräte können an berührbaren Metallteilen schnell Potenziale gegenüber Schutz Erde bis weit über 100Volt aufbauen- da kribbelt es in den Fingern! (Trotzdem besteht dieses Gerät die Berührstrommessung, da er unterhalb des Grenzwertes von 0,25mA bleibt!)

6 Phase 1: Besichtigen

Genug kritisiert, wir beginnen mit unserer Prüfung. Das R&S URU mit seinem Metallgehäuse und dem Schuko-Stecker darf sicherlich der Schutzklasse 1 zugeordnet werden, auch wenn das auf so alten Geräten natürlich weder auf einem Aufkleber mehr steht (der wäre längst abgefallen) noch als Symbol auf einem Typenschild zu sehen ist- denn die Schutzklassen und Symbole wurden vermutlich erst viel später erfunden.

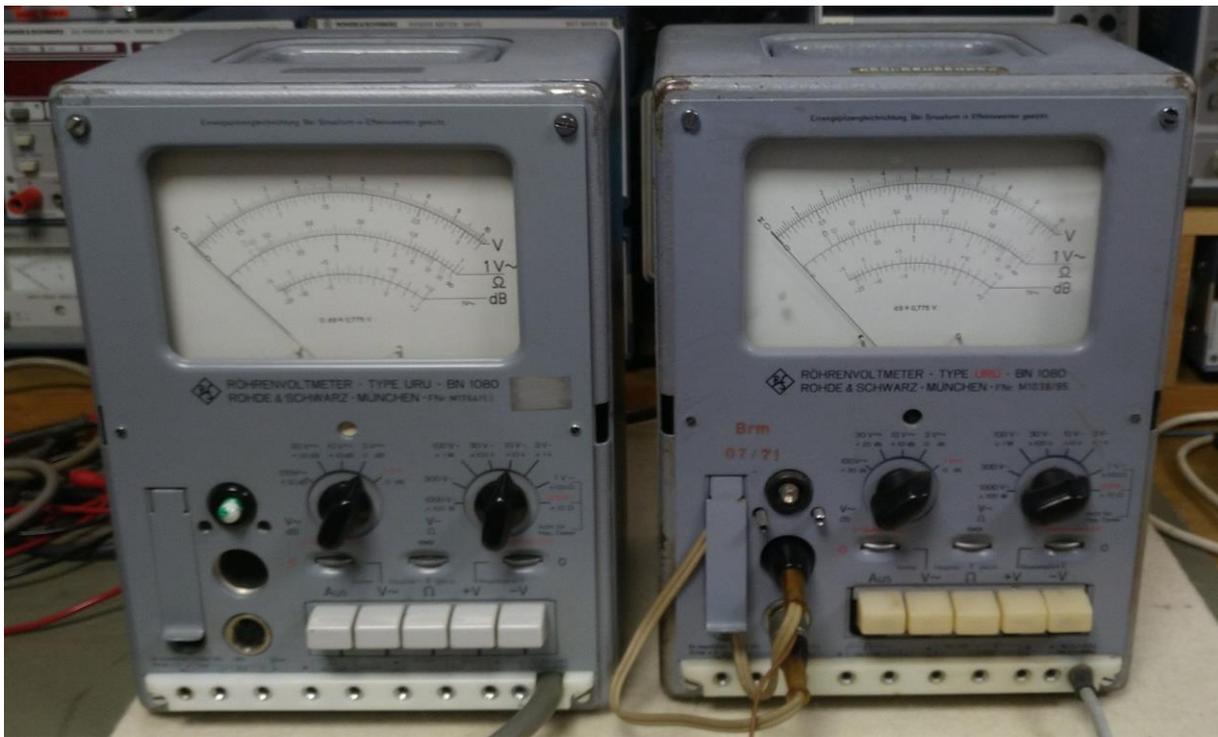


Abbildung 13: Über dieses Gerät sprechen wir: ein Röhrenvoltmeter aus den 1960ern

Wer ein Prüfungsprotokoll zu seinen Geräten anfertigen möchte, notiert nun diese Informationen oben in den Dokumentenkopf, nebst Datum und Name des Prüfers.

Die Sichtprüfung beschäftigt sich mit allem, was man von außen sehen und als Gefahr erkennen kann. Also beispielsweise beschädigte Anschlussleitungen, Schmorstellen und verdrehte Kontakte am Stecker, aber auch zugesetzte Lüftungsschlitze am Gehäuse oder eine defekte Zugentlastung oder ausgeleierter Knickschutz können eine Gefahr sein und gehören im Rahmen der Sichtprüfung dokumentiert und können bereits zum Durchfallen des Gerätes führen.

Hier sieht für mich am URU aber alles in Ordnung aus. Das Anschlusskabel ist nicht mehr brandneu, aber es wurde seit Herstellungsdatum mit Sicherheit bereits mindestens 1x ausgewechselt, denn sonst wäre der Gummi nicht mehr so geschmeidig und auch nicht risse-frei. Der Knickschutz ist noch dran und in Ordnung und eine beschädigte Isolation sehe ich hier auch nicht. Also gibt es hier nichts zu beanstanden.



Abbildung 14: Beim URU war alles ok. Aber auch solche Fälle gibt es manchmal - da hilft oft nur noch ein beherztes...SCHNIPP!!

Und auch die zusätzlich auf den Innenraum des Gerätes erweiterte Sichtprüfung gibt mir keine weiteren Hinweise auf irgendwelche Risiken. Zumindest keine, die es damals nicht auch schon gab. Denn: das Gerät ist von etwa 1960 und heute dürfte man es bestimmt nicht mehr so bauen wie damals (Berührschutz, Mindestabstände, usw.). Das soll bei uns jetzt aber nicht dazu führen, dass wir das Gerät noch auf die letzten Meter in die Tonne werfen - zumindest nicht im privaten Bereich. Solange ich erkennen kann, dass die damals realisierten Schutzmaßnahmen auch heute noch funktionieren, soll das für mich reichen. Immerhin konnte damit nunmehr 60 Jahre so sicher damit gearbeitet werden, ohne dass dabei jemand gestorben ist, daher wird es für die nächsten 60 ohne Todesfälle wohl ebenfalls reichen. Zumindest, solange niemand unqualifiziert daran herumfummelt und damit neue Sicherheitsrisiken erzeugt.

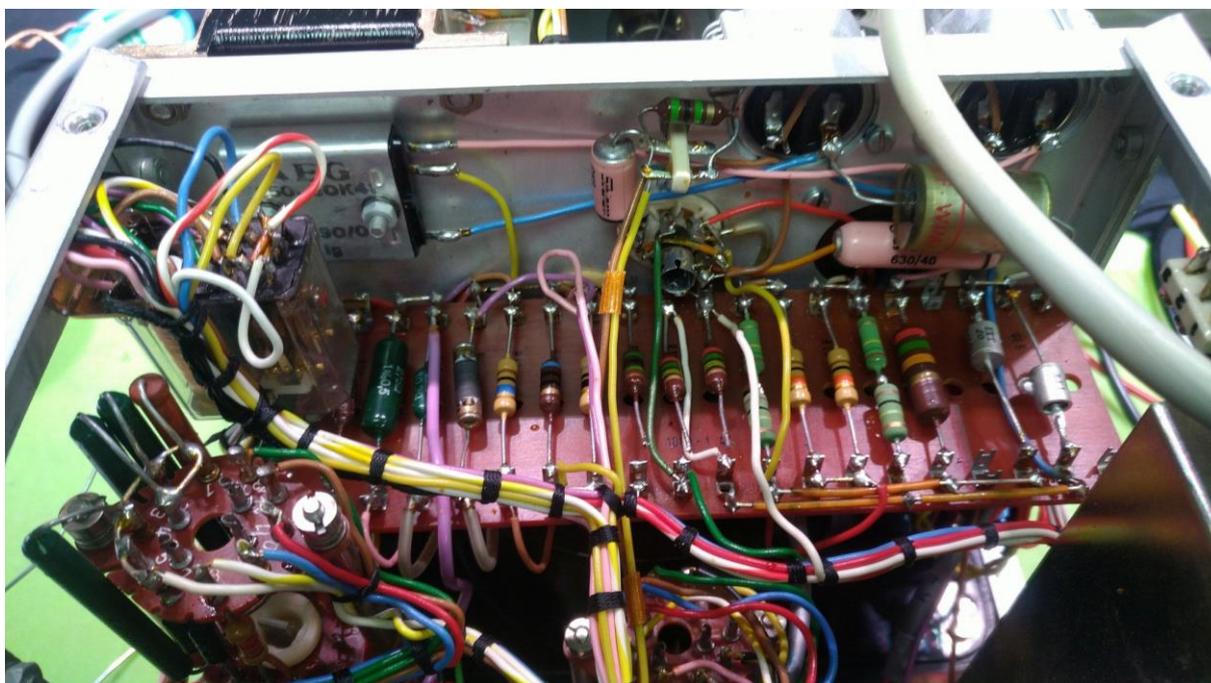


Abbildung 15: im R&S URU finden wir solche Art von Technologie: diskrete Bauelemente auf Lötleisten platziert und mit Kabelsträngen verbunden- ohne Berührschutz oder definierte Mindestabstände. Das ist typisch für Geräte dieser Zeit und war damals so völlig in Ordnung und Spec-konform!

Anders ist es jedoch im betrieblichen Bereich: hier fliegen hin und wieder sogar ganze Werkzeugmaschinen aus den Werkstätten, weil fehlender NOT-AUS, Späneschutz, Spindelbremse oder so etwas wie Totmann-Schalter usw. nicht mehr den aktuellen Anforderungen und Vorschriften genügen. Aber für meinen Einsatzzweck ist das jetzt mal nicht relevant- solange nun keine zusätzliche Gefahr entstanden ist, die 1960 nicht auch schon bestanden hätte, soll eine durchlebte Testphase von etwa 60 Jahren als Beweis für mich reichen, dass man ein R&S URU im einwandfreien Zustand auch heute noch bedenkenlos benutzen kann.

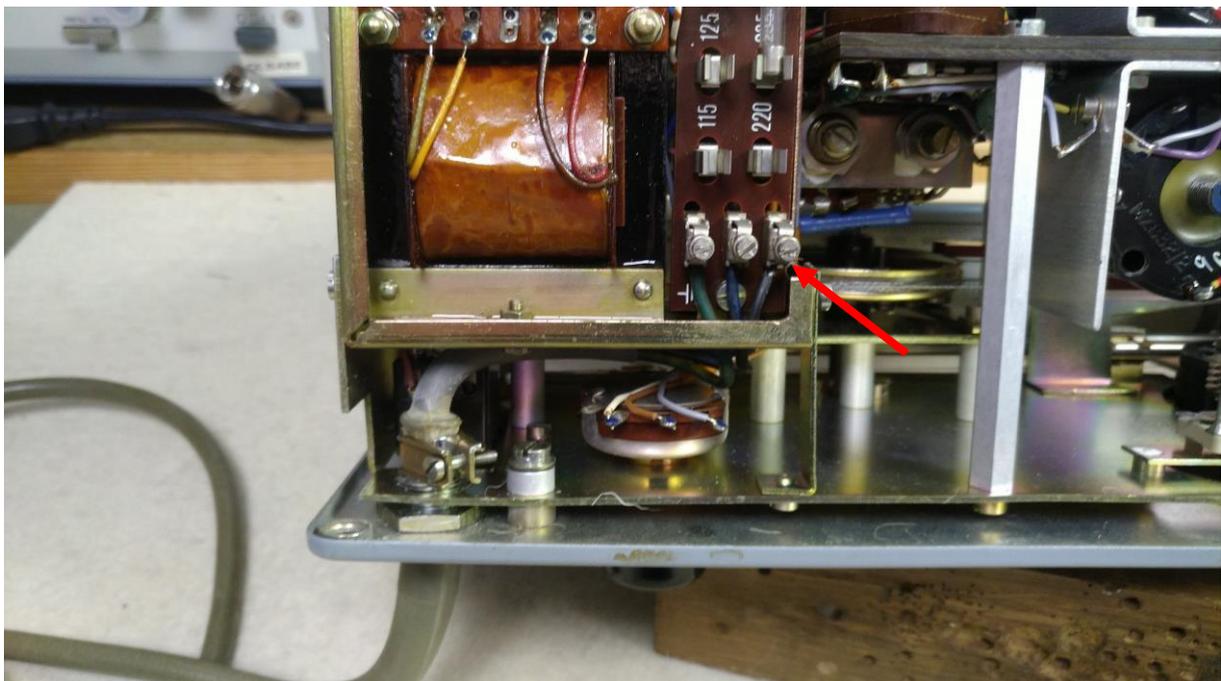


Abbildung 16: Beispiel1 R&S URU: dieses Design mit Netztrafo-Klemmen ohne Berührungsschutz wäre heute nicht mehr erlaubt- trotzdem sehe ich hier (im zusammengebauten Zustand) keinerlei Gefahr für den Benutzer (solange das umgebende Metallgehäuse ordnungsgemäß geerdet ist)

Es ist also manchmal auch etwas eine Abwägungssache, für die man etwas Erfahrung braucht. Wir wollen in erster Linie **die elektrischen Risiken für den Benutzer finden und ausschalten(!)**- nicht damit zufrieden geben, lediglich die Regelung oder DIN befriedigt zu haben!



Abbildung 17: Beispiel2 R&S LRT: auch dies dürfte heute nicht mehr so gebaut werden (fehlender Berührungsschutz)- trotzdem bedeutet das nicht automatisch immer gleich eine Gefahr für uns!

7 Phase 2: Messen

Ob die elektrische Sicherheit auch aus den elektrischen Messwerten ablesbar ist, ermitteln wir jetzt.

Wenn ich die Regelung für Schutzklasse 1 korrekt interpretiere, haben wir folgende elektrische Messungen zu tun:

7.1 Erdungswiderstand

Zuerst prüfen wir den Widerstand der Erdleitung. Also vom Erdungskontakt des Anschlusssteckers bis zu den (metallischen) Punkten am Gerät, die wir als Bediener alle anfassen können. Im Falle des R&S URU das komplette Gehäuse inklusiver seiner Eingangsbuchsen und der eingesteckten AC-Probe. Natürlich sind nicht alle mit Erde verbunden, daher müssen jetzt auch nicht alle einen niedrigen Erdungswiderstand aufweisen. Aber diejenigen, die verbunden sein SOLLEN, müssen auch verbunden SEIN!

Bei Geräten mit Anschlusskabeln von max. 5 Metern sind hier 0,3 Ohm max. Widerstand zulässig. Normalerweise wird durch einen DIN0701/0702-Tester hier richtig Strom durch den Schutzleiteranschluss geschickt (10A), damit man möglicherweise vorhandene Übergangswiderstände gut messen kann. Es gibt aber auch die Möglichkeit, diese Messung wechselweise mit +200mA und -200mA Prüfstrom durchzuführen.



Abbildung 18: nicht optimal, aber besser als gar nicht gemessen: Überprüfung des Erdungswiderstands mit dem Multimeter (hier zeigt an einem R&S KARU)

Man könnte daher also auch ein Netzgerät benutzen, damit diese 200mA Prüfstrom fließen lassen und mit einem Multimeter die darüber sich ausbildende Spannung messen. Weiter von der Messvorschrift entfernt, aber immernoch besser als gar keine Prüfung ist der Test mit einem Multimeter im Ohm-Bereich: Ein Fluke 87 kann man in der Widerstandsmessung auch auf "REL" schalten, also in einen relativ-Modus. Macht man das, kann man damit den Eigenwiderstand der eigenen Prüflleitung gut kompensieren und ebenfalls recht kleine Widerstände

ermitteln. Vielleicht nicht mit derselben Präzision wie ein milliOhm-Meter, aber grobe Er-
dungsprobleme werden wir auch damit finden.

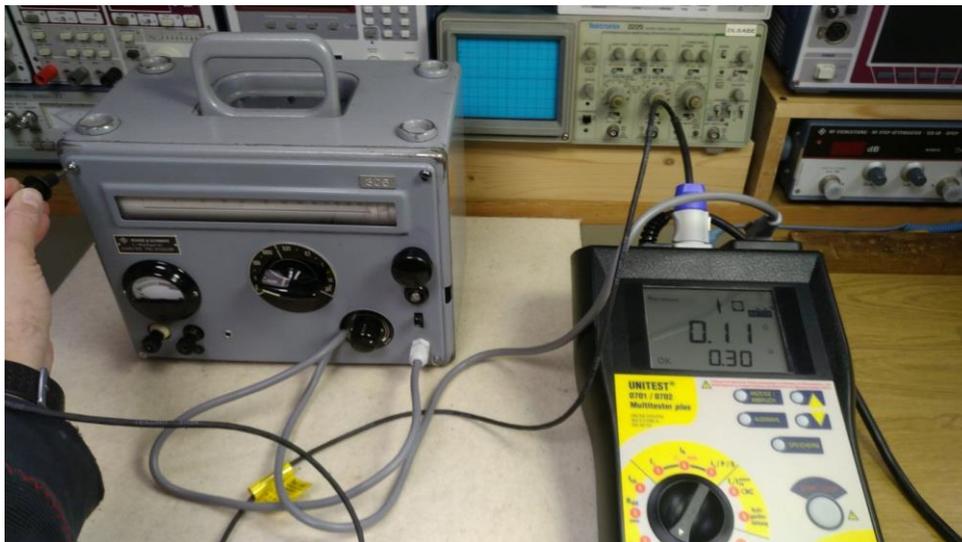


Abbildung 19: mit dem Unitest komme ich bei 10A Prüfstrom auf fast dasselbe Ergebnis wie vorher mit dem Multimeter!

Nun misst man also den elektrischen Widerstand sämtlicher berührbaren Teile des Prüflings zu seinem Erdungskontakt am Netzstecker. Manchmal muss man mit der Prüfspitze schon ziemlich fest aufdrücken, damit man nicht den Übergangswiderstand der Prüfspitze zusätzlich mit erfasst und daher einen zu hohen (= zu schlechten) Messwert kriegt. Dazu gehört auch etwas Erfahrung, darum sollte im industriellen Bereich der Durchführende auch "befähigt" zu dieser Art Prüfungen sein!

Ich messe also mit meinem Fluke87 Multimeter auf diese Art überall am URU kurz unter 0,1 Ohm, also völlig ok. Ich beobachte allerdings auch, dass das metallgrau lackierte Gehäuse zwar spätestens über die Frontschrauben mit Erde verbunden wird, der auf dem Gehäuse aufgetragene Lack allerdings hervorragend isoliert. Daher misst man dort nur dann einen Weg zur Schutzerde, wenn man mit Gewalt durch diese Lackschicht hindurchpiekst. Dieser zusätzliche Berührungsschutz durch den Lack ist vermutlich nicht als explizite Schutzmaßnahme geplant, schadet aber trotzdem nicht. Solange das unter dem Lack befindliche Metallblech sauber mit Schutzerde verbunden ist, ist es eine willkommene Zusatzisolierung.



Abbildung 20: Beispiel "Produktionsfehler": die Kontaktfläche des Erdungskontaktes an diesem Schuko-Stecker ist von einer Kunststoffhaut teilweise abgedeckt!

7.2 Isolation @500V DC

Die korrekt angeschlossene Schutzerdung haben wir im vorherigen Punkt nachgewiesen. Nun geht es darum, ob die innere Isolation im Prüfling noch gut genug ist, dass nichts auf diese nachgewiesene Schutzerde "leckt" oder schlimmstenfalls sogar darauf direkt überschlägt!

Dazu brückt man am Schukostecker Außenleiter und Neutralleiter (L+N) zu einem gemeinsamen Bündel und legt dort eine Prüfspannung von +500V gegenüber der Schutzerde an. Gemessen wird der (Isolations-)Widerstand, der sich dabei infolge minimalen Stromflusses ergibt. Damit möglichst viele Schaltungsteile von der Prüfung erfasst werden, schaltet man den Prüfling dazu sinnvollerweise ein*. Er läuft dabei natürlich nicht, denn L und N sind ja kurzgeschlossen, aber mögliche Isolationsprobleme eines Transformators würden damit sichtbar werden. Zumindest die der Primärwicklung.

*Hinweis: bei sehr sensiblen Geräten (wie Computern oder dem Einzelstück des Bordrechners der Apollo-Landekapsel der NASA ;-), die man durch so eine Prüfung möglicherweise gefährden würde, erlaubt die DGUV auch alternative Testmethoden. Dazu bitte in ihr Pamphlet hineinschauen!

Unsere Dampf radios sind in dieser Richtung allerdings als sehr robust anzusehen, daher hätte ich jetzt keine Skrupel, da bei gebrücktem L+N locker die 500V und mehr gegenüber PE draufzujagen! Habt ihr zu viel Angst vor der Messung, dann seid euch bewusst, dass diesen Job sonst sowieso der nächstbeste Photovoltaik-Wechselrichter aus eurer Nachbarschaft gleich mit erledigen wird. ;-)

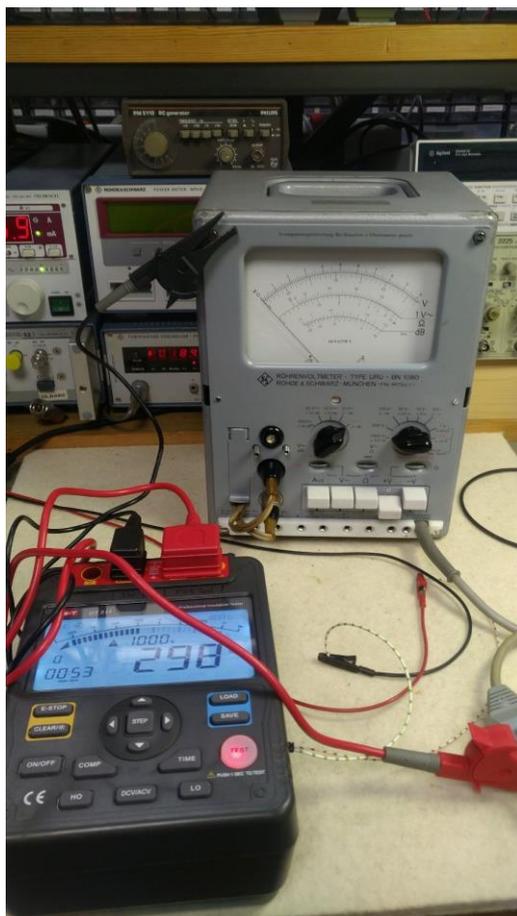


Abbildung 21: Messung mit UNI-T UT511; hier sogar mit 1kV Prüfspannung

Und hier hat man es mit Hausequipment dann doch relativ schwer, eine solche Prüfspannung zu erzeugen. Natürlich kann man sich auf die Rock'N'Roll-Art eine Prüfapparatur aus Sicherung, 1:1-Trafo, Schutz-Vorwiderstand, Gleichrichter und Siebelko machen, das direkt an Netzspannung legen und das dann als Prüfquelle benutzen (man erreicht damit immerhin ca. +340V Prüfspannung), aber wahrscheinlich begeben ihr euch alleine beim Bau eines solchen Gerätes in eine größere elektrische Gefahr, als wenn ihr das R&S URU einfach nur ungeprüft bis zu Eurem Lebensende weiterbenutzen würdet. Damit wäre also nichts gewonnen!

Ich habe mir zu diesem Zweck tatsächlich vor vielen Jahren einen richtigen Isolationstester angeschafft, einen UNI-T T511. Das scheint genau derselbe zu sein, den auch Jörg in einem seiner Videos benutzt. Mit einer vorwählbaren Spannung von 100, 250, 500 oder 1000V kann man damit teilweise sogar Leckströme von alten Kondensatoren prüfen und sein Messbereich geht bis in die Giga-Ohms. Ich kann das Gerät wirklich empfehlen, aber an die knappen 200€ muss man dafür zurzeit leider ausgeben- lohnt sich also vermutlich nur, wenn man öfter mal alte Geräte repariert und überprüfen muss.

Alternativen tauchen aber zahlreich in den Kleinanzeigen auf: nicht selten sind dort geeignete Isolationstester zu finden; insbesondere ältere Geräte mit Analoganzeige sind oft für etwa 50€ und teilweise darunter zu haben. Und das "analog" finde ich persönlich gar nicht schlimm: ich selber habe meine eigene "Isolationskarriere" auch mit einem alten Siemens Analogtester gestartet und damit sogar einmal ein beschädigtes Kabel in einer Hausinstallation gefunden (beim Rohbau unter dem Stahlträger eingequetscht), wo die ausführende Elektro-Installationsfirma schon ratlos die Segel gestrichen hatte und daher am Ende sogar von der verzweifelten Bauherrin vor die Tür gesetzt wurde. Solche alten Messmöbel sind also auch heute noch absolut adäquat einsetzbar und das Ohm'sche Gesetz funktioniert bei den analogen Geräten genauso wie bei neueren mit Digitalanzeige.



Abbildung 22: Siemens Isolationstester- auch eine gute Alternative und gebraucht oft gar nicht teuer zu erstehen!

Nun, ich mache die Messung jetzt mit meinem UNI-T Isolationstester. Es kommen einige hundert Mega-Ohm als Ergebnis heraus, und das auch nur, wenn ich das Gerät einschalte (sonst noch mehr). Da der Grenzwert 1M Ω ist, der nicht unterschritten werden darf, sind wir hier noch Faktor 100 oder mehr von ihm weg. Das sollte auch so sein, denn die DVGU sagt selber, dass heile Geräte typischerweise den vorgegebenen Grenzwert um Dekaden unterbieten (sie spricht hier vom "Üblichkeitswert") und folglich sehr dicht am Grenzwert gelegene Messergebnisse (z.B. "1,2M Ω ") erst mit gesundem Sachverstand auf Plausibilität evaluiert werden sollten, bevor man sie stumpf mathematisch als "bestanden" beurteilt. Sehr gut, genau dieses Hirn-Einschalten halte ich beim Prüfen für geradezu unverzichtbar und daher finde ich es gut, wenn die DGUV das noch einmal so explizit benennt!

Achja: wer hat, kann alternativ auch einen DC-Kalibrator als Prüfquelle benutzen. Die können sehr oft Spannungen bis etwa 1100V erzeugen und da wir nicht viel Strom für den Test brauchen, reicht das als Spannungsquelle in der Regel locker aus. Ein einfacher, eingeschleifter Strommesser im μ A-Bereich genügt, um dann daraus den Isolationswiderstand zu berechnen (Ohm'sches Gesetz).



Abbildung 23: ganz so präzise brauchen wir die "10V" für den Isolationstest nicht, aber der hier gezeigte Fluke341A Kalibrator liefert ebenfalls bis zu 1100V- mehr als genug für einen Isolationstest!

Man muss sich dann natürlich nur sau-sicher sein, dass es keinerlei Rückströme vom Prüfling in den Kalibrator gibt und man ihn am Ende damit noch kaputt macht. Von daher ist es sicher ratsam hier noch einen oder anderen 100k Ω Angstwiderstand in Reihe zu schalten, bevor man ihn für Isolationsmessungen zweckentfremdet.

7.3 Ableitstrom im Schutzleiter

Das ist wieder etwas, was wir mit Hausmitteln hinkriegen. Gemeint ist, welcher Strom infolge von Leckströmen (z.B. durch Netzfilter) in die Schutzleiter-Erde hineingedrückt wird und damit nicht ordnungsgemäß durch den Nulleiter, sondern stattdessen über die Erde zurück abfließt. Hier darf maximal 3,5mA Strom fließen, sagt die DGUV; mehr nicht. (Mehr sollten auch nicht, denn bei spätestens 30mA (ggfs. 10mA) fliegt bereits Euer FI-Schutzschalter!)

7.3.1 Differenzverfahren

Hier gibt es verschiedene Messverfahren und nicht in jedem Fall ist immer jedes erlaubt oder kann angewendet werden! (=> bitte bei der DGUV in deren Pamphlet nachlesen!) Das sicherste ist vermutlich das **Differenzverfahren**. Es funktioniert genau so wie ein FI-Schalter in der Hauselektrik. Er summiert alle hin- und rückfließenden Ströme und sollte die Summe nicht genau "null" ergeben, haben wir irgendwo einen Leckstrom, der auf PE fließt- also einen unerwünschten "Ableitstrom" erzeugt.

Für die Messung im Differenzverfahren braucht man leider ein spezielles Messgerät, weil man den dazu benötigten Stromsummenwandler vermutlich nicht mal eben als Standardteil in der Bastelkiste herumliegen hat und ich mir nicht sicher bin, ob hier ein Selbstbau aus einem Ringkern und ein wenig Kupferlitze überhaupt funktionieren würde. Immerhin findet man aber so einen Ringkern als Stromsummenwandler in den speziellen DIN0701/0702-Testern eingebaut (Abbildung 24).

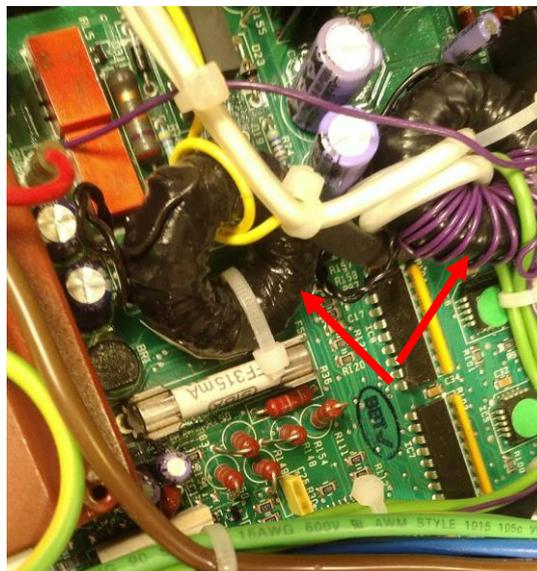


Abbildung 24: Blick in meinen BETA Unitest- hier sehen wir Ferritkerne, die Stromsummenwandler sein könnten! (Pfeile)

7.3.2 Ersatz-Ableitstromverfahren

Dann gibt es das **Ersatz-Ableitstromverfahren**. Ich habe verstanden, dass man dazu den Strommesser in den Fußpunkt des Prüfgenerators schaltet. Wie genau das funktioniert, habe ich mir nicht angeschaut. Vielleicht kann man die Prinzipschaltung mit 1:1 Trenntrafo und Multimeter am Laborplatz nachbauen, aber das habe ich nicht versucht.

7.3.3 direkte Strommessung

Für uns Hobbybastler von Nutzen ist eigentlich nur die Methode, die zwar im Pamphlet beschrieben ist, aber von deren Gebrauch die DGUV dennoch abrät: die **direkte Strommessung**. Eigentlich kann man die meiner Ansicht nach jedoch problemlos anwenden, wenn man ein wenig vorsichtig ist. Der Prüfling muss dazu auf einer isolierten Unterlage stehen (= meine dicke weiße Filzmatte) und man schleift ein normales Multimeter im mA-Bereich in die Leitung des Schutzleiters.

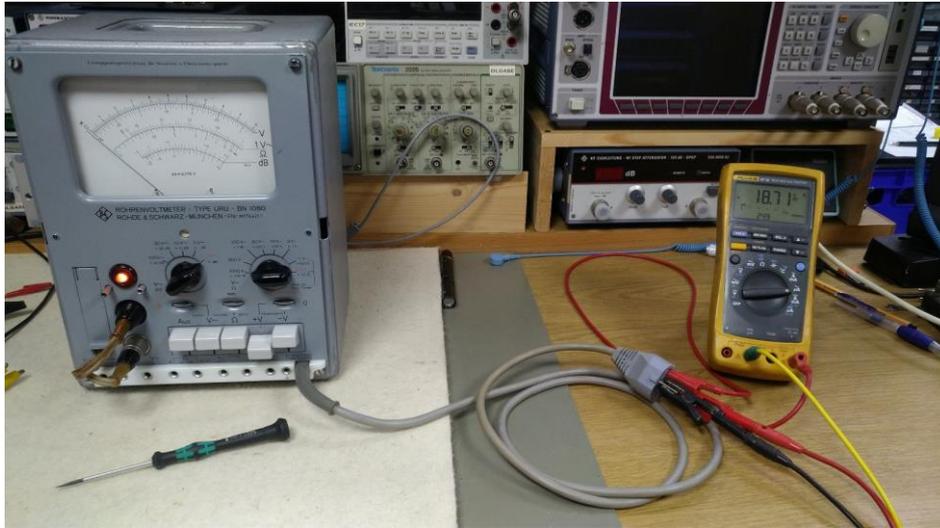


Abbildung 25: nicht ganz ohne Risiken, aber auch mit "Hausmitteln" leicht durchführbar: die "direkte Prüfmethode"

Dazu muss man die Erde-Leitung des Prüflings natürlich entweder auftrennen oder einen vorgeschalteten Adapter verwenden, der das Einschleifen eines Strommessers gestattet. Das ist vielleicht unbequem, geht aber. Der Fall, vor dem die DGUV nun so richtig Angst hat, ist der, dass in diesem Moment die Schmelzsicherung im Multimeter durchbrennen könnte (z.B. durch Überlast). Denn das unterbricht dann auch den Weg zur Schutzerde und führt im schlimmsten Fall natürlich dazu, dass man sich an dem Prüfling -wenn er wirklich einen Isolationsfehler haben sollte- prompt **einen elektrischen Schlag holen kann!**

Doch wenn man den Prüfling während der Messung nicht groß angrabbelt und ebenfalls das Hirn ein- und den Strom sofort abschaltet, wenn einem die Sicherung im DVM bereits in der ersten Sekunde wegbrennt, kann meiner Ansicht nach eigentlich gar nicht so viel passieren. Außerdem haben wir die korrekte Isolierung ja schon im letzten Prüfschritt sichergestellt, daher halte ich das noch verbleibende Risiko für die durchführende Person in Summe für sehr gering.

Aber trotzdem verstehe ich natürlich die Sorge der DGUV und kann das auch nachvollziehen. Es gibt leider "da draußen" nicht immer nur so gescheite Jungs+Mädels wie ihr es seid. Es sind leider todsicher (was für ein Wortwitz!) auch ein paar darunter, die sich in dieser unglücklichen Konstellation mit Sicherheit einen Schlag holen würden, und da ist die DGUV natürlich gut beraten, schon vorab offiziell vor den Risiken gewarnt zu haben, so dass man sie hinterher nicht zu Rechenschaft ziehen kann.

Okay, ich persönlich weiß jedoch um die Risiken und daher wage ich daher trotzdem an die Messung.

Mein Fluke87 wird in die Erdleitung eingeschleift, RELATIV gedrückt (=genullt) und dann der Prüfling und einschaltet. Ich messe irgendwas von knappen $19\mu(!)A$, das ist sehr viel weniger als die erlaubten $3500\mu A$, sehr gut (Abbildung 25).

Danach wird der Schukostecker um 180° gedreht und mit -nun umgekehrter Polung- nochmal gemessen. Hintergrund: man weiß ja nie, wie herum der Schukostecker nun in Zukunft eingesteckt werden wird, daher weiß man auch nie, wo dann N und L gerade zufällig liegen werden. Daher muss man hier auch beide Fälle prüfen. Diesmal messe ich nur wenig über $10\mu A$. Interessant ist jedoch, dass sich der Wert wirklich messbar ändert, wenn man dann das (durch Farbe isolierte) Metallgehäuse des URU anfasst.

Also anfassen würde, meine ich.

Nur theoretisch natürlich.

Denn Anfassen dürfen wir bei der direkten Methode ja nicht, davor habe ich ja bereits gewarnt. Daher habe ich das natürlich auch nicht gemacht.

Dass der Strom sich aber ändern würde, -also wenn man dann DOCH theoretisch irgendwie unabsichtlich anfassen würde (was ja verboten ist;-) -, dürft ihr mir aber trotzdem glauben ;-)

Daraus lernt man, wie empfindlich dieses Messverfahren ist und dass es durchaus das Potenzial hat, auch kleinste Fehler (=Leckströme auf den PE) zu finden. Und das muss man auch, denn im Gegensatz zu der damaligen Meinung meines inzwischen leider verstorbenen Schwiegeronkels "Heini" halte ich einen FI-Schutzschalter für eine extrem segensreiche Erfindung, weshalb ich in unserer Hauselektrik gleich 8 oder 9 Stück verbaut habe und es außer dem Wasserleckmelder (bewusst) keinen einzigen Stromkreis bei uns zu Hause gibt, der NICHT durch einen 30mA FI abgesichert ist. Denn merke: nicht nur im Badezimmer kannst Du einen gewischt kriegen. Sterben kann man genauso gut auch in der Küche, wenn der Mixer ins Waschbecken fällt. Daher gibt es für mich keinen Grund, warum man nicht gleich das komplette Haus über einen (oder am besten mehrere; z.B. etagenweise) FI absichern sollte.

Onkel Heini beklagte sich bei mir vor vielen Jahren mal darüber, "dass die Dinger zu gar nichts nütze seien, da sie doch eh immer nur herausfielen". Ich erinnere mich noch über die dann folgende Diskussion.

Wir kamen argumentativ damals leider nicht zusammen. Meine Bemerkung, dass das Herausfallen eines 30mA-FI doch ein deutliches Zeichen dafür sei, dass irgendwas an der Elektrik nicht stimmt und man dem auf den Grund gehen müsse, ließ er einfach nicht gelten. Damals fehlte mir noch die Erfahrung, aber heute -bestimmt 20 Jahre und einige Werkzeugmaschinen später- mag ich langsam verstehen, was Onkel Heini damals meinte. Denn dass er als ehemaliger Betriebselektriker im Hauptsitz eines riesigen Automobilkonzerns hier in Norddeutschland (ihr wisst sicher, welchen ich meine ;-)) eine schlampige Arbeitsweise gehabt hätte und deswegen die FI's bei ihm reihenweise rausgeflogen wären, kann ich einfach nicht glauben, denn das kann sich ein solcher Betrieb niemals leisten. Vielmehr glaube ich, dass alte Elektrik und insbesondere alte Werkzeugmaschinen (z.B. in Ausbildungswerkstätten), die damals noch mit klassischer Nullung verdrahtet wurden, bei Onkel Heini die Ablehnung gegen FI-Schutzschalter geprägt haben könnten. Denn auch mir fliegt bei grundsätzlich jeder alten Maschine, die ich kaufe (ganz gleich ob Fräse, Drehmaschine, Bohrmaschine,...) immer erstmal der FI raus, wenn ich sie zu Hause das erste mal anschließe. Als Folge muss ich immer erstmal die komplette Maschine umverdrahten, was manchmal echt Zeit kostet!

Was immer wir nun auch von FI-Schutzschaltern halten, soweit mir bekannt ist, sind sie heute (2023) im Privatbereich nach DIN VDE0100 mindestens für Außenstromkreise und Badezimmer vorgeschrieben und das ist meiner Meinung nach auch gut so. Wenn ich daran denke, dass ich mal Monate nach einem extrem sporadischen Fehlerstrom-Problem im Haus meiner Eltern gesucht habe, wo man auch fast hätte verzweifeln können, war ich auch kurz davor, Onkel Heini zu verstehen. Doch dann fand ich irgendwann die(!) Übeltäter: das Netzfilter eines -ansonsten extrem robusten- 40A-Industrie-Netzgerätes von Systron&Donner, das bei Netz-Spannungsschwankungen irgendwann durchbrach und gleichzeitig eine Außensteckdose, die bei Regen feucht wurde und am selben Stromkreis hing. Dass sowas wirklich schwer zu finden war (zumal der FI-Schalter nur alle paar Wochen einmal herausfiel und ich ihn auch sonst mit meinen Messmitteln keinen Fehler lokalisieren konnte), dürft ihr mir gerne glauben und ob ich als 80jähriger noch Lust hätte, sowas monatelang zu suchen, bin ich mir selbst nicht sicher; auch diese Lanze muss ich für Onkel Heini brechen.

Warum schreibe ich das?

Nun, weil ich gerne die eher "trockenen" Anforderungen aus Normen mit Erlebnissen und Beispielen aus der realen Welt untermauere, so dass man leichter erfassen kann, dass sie oft genug auch wirklich Sinn machen. Daher: bitte nehmt die Messung des Leckstroms auf den PE ernst. Aber verwendet -falls möglich- bitte eine der sichereren, vorgenannten Methoden zu seiner Ermittlung. Falls das nicht geht, seid bitte wirklich vorsichtig mit der direkten Methode und geht kein unnötiges Risiko ein. **Wir wollen mir der Sicherheitsprüfung zusätzliche Sicherheit GEWINNEN, und nicht welche OPFERN!**

7.4 ggfs. Berührungsstrom

Besitzt das zu prüfende Gerät leitende Flächen, die NICHT mit dem Erdpotential verbunden sind (z.B. metallische Typenschilder, Designelemente, usw.), dann müssen wir an diesen Stellen noch den Berührungsstrom prüfen. Das bedeutet, dass der maximale Strom, der hier an diesen Flächen beim Anfassen auf einen Menschen übergehen kann, 0,25mA nicht überschreiten darf.



Abbildung 26: wenn Typenschilder aus Blech keinen Kontakt zur Schutz Erde haben, müssen sie zwingend auf Berührungsstrom geprüft werden!

Gemessen wird das, indem wir mit einer Prüfsonde alle diese Flächen des Gerätes abtasten (z.B. auch alle berührbaren Anschlussbuchsen!) und schauen, ob sich dort irgendwo ein Stromfluss von mehr als 0,25mA entlocken lässt.

Auch das kann man wieder schön mit einem Multimeter im μA -Modus gegenüber Erde machen. Es ist natürlich klar, dass der Prüfling dazu in eine Steckdose eingesteckt und eingeschaltet werden muss. Und nach der ersten Prüfung mit geänderter Polarität (L, N!), d.h. um 180° verdrehtem Schukostecker erneut geprüft werden muss.

Beim URU finden wir das lackierte Typenschild unterhalb des Tragegriffes, das metallisch ist, aber tatsächlich ohmsch nicht an das Erdpotential angeschlossen ist. Daher wäre es so ein Kandidat für die Messung des Berührungsstromes! Beim R&S KARU gibt es zahlreiche Metallschildchen auf der Frontplatte, bei denen es genau so.

Aber R&S hat natürlich ordentlich gebaut und konstruiert, daher bei beiden keinerlei Probleme mit irgendwelchen Berührungsströmen.

8 Phase 3: Erproben

Zum Schluss der Prüfung wird der Prüfling erprobt. Also geschaut, ob irgendwelche offensichtliche Funktionsdefekte erkennbar sind und -ganz wichtig!- ob alle möglicherweise vorhandenen Schutzeinrichtungen auch wirklich funktionieren bzw. auslösen!



Abbildung 27: am Ende wird nochmal erprobt!

Gut, beim URU und dem oben im Bild gezeigten R&S KARU Kapazitätsmesser gibt's nix an irgendwelchen Schutzeinrichtungen, aber bei einer Werkzeugmaschine wären das der klassische NOT-AUS, bei der Kreissäge die Spindelbremse, bei der Heckenschere die beiden Betätigungsschalter, die ein Anlaufen nur dann ermöglichen, wenn wirklich BEIDE Hände am Griff sind. Alles das sind Schutzvorrichtungen, die uns vor Gefahren bewahren sollen. Es bedarf sicher keiner besonderen Erwähnung, dass der Prüfling durchfällt, wenn eine (oder mehrere) dieser Schutzvorrichtungen mutwillig außer Betrieb gesetzt oder vom Anwender überbrückt wurden! Hat das Gerät aber keine dieser Einrichtungen, ist es wie z.B. beim ABS im Auto: wenn man keins hat, darf das Auto trotzdem eine TÜV-Plakette kriegen und am Straßenverkehr teilnehmen (zumindest solange es überhaupt noch bremst ;-). Wenn das Auto allerdings damit ausgerüstet ist, aber das ABS defekt ist, dann gibt's weder die Plakette noch glückliche Gesichter beim TÜV.

Hier ist das genauso.

Zum restlichen "Erproben" müssen wir wohl nichts weiter sagen, denn während der Reparatur und spätestens während der finalen Kalibrierung der Messbereiche haben wir eigentlich alles "erprobt", was es am URU zu erproben gibt. Natürlich eher mit dem Präzisions- als dem Sicherheitsfokus, aber hätten wir damit Probleme erkannt, die einen Einfluss auf die Sicherheit während der Benutzung des Gerätes gehabt hätten, wären wir sie natürlich angegangen.

Aber so: alles heil, alles schick, das URU darf auf seine neue Position auf dem Inbetriebnahmeplatz hüpfen und uns ab sofort bei sehr hochohmigen als auch bei HV-Messungen unterstützen.

Vorher bekommt es von mir noch einen "Geprüft"-Aufkleber mit dem aktuellen Prüfdatum, damit ich auch in vielen Jahren noch weiß, dass dieses Gerät bei der Überprüfung keine Probleme gemacht hatte.



Abbildung 28: selbst wenn ich keinen Wieder-Prüfzyklus vorgebe (z.B. in 1 Jahr), so ist wenigstens dokumentiert, wann zuletzt geprüft wurde

Eine juristische Relevanz hat dieser Aufkleber jetzt natürlich nicht, aber es schadet nicht, seine Sicherheitsprüfungen ernst zu nehmen und stets sorgfältig zu dokumentieren. Sollte dann trotzdem irgendjemand daran einmal einen gewischt bekommen, so kann einem wenigstens keine grobe Fahrlässigkeit nachgewiesen werden, denn wer eine Prüfung macht, nachweist und damit auch noch dokumentiert, gehört sicher nicht zu den "schlampigsten" Vertretern seiner Art.



Abbildung 29: ein Aufkleber allein schafft noch keine Sicherheit, aber schadet nicht- auch hier von mir aufgebracht auf der getesteten Yamaha P2500S Bühnenendstufe

9 Fazit

Elektrische Sicherheit ist enorm wichtig und auch für unsere uralten Dampf radios und Messgeräte ein Thema. Selbst wenn es nicht immer möglich ist, sie alle auf aktuell gültigen Sicherheitsstandard zu bringen, so genügen oft einfache Dinge, um erkannte Gefahren effektiv und mit vertretbarem Aufwand auszuschließen oder wenigstens zu mildern.

Dabei sollte man immer mit dem Hirn überlegen, was wirklich genau passieren kann und wie groß die Gefahr wirklich ist. Ein fehlender Berührungsschutz im Innern(!) eines Gerätes wäre zwar heutzutage für eine Inverkehrbringung eines neuen Produktes wohl ein "NoGo", war damals aber üblich und wird -wenn wir ehrlich sind- selbst heute wohl kaum jemanden wirklich gefährden. Denn damit davon überhaupt eine Gefahr ausgehen kann, muss jemand das Gerät erst aufschrauben und dann auch noch -bei gestecktem Netzstecker!- darin herumfingern. Das wird niemand machen, der sachkundig ist. Und wer NICHT sachkundig ist, sollte das Gerät schon erst gar nicht öffnen!

Wirklich "gefährlich" sind eigentlich eher andere Gefahren. In extrem leistungsstarken Endstufen möglicherweise auftretende Röntgenstrahlungen oder eine nicht vorhandene Stromabschaltung beim Öffnen einer solchen (Anodenspannung von mehreren kV sind hier möglich).

Das größte Sicherheitsrisiko jedoch sind wir meist selbst, wenn wir das Thema an sich unterschätzen und fahrlässig werden. Also den Stecker bitter immer aus der Dose ziehen (und nicht am Kabel, sondern am Stecker anfassen!), bevor wie ein Gerät aufschrauben! Die Spannungsfreiheit überprüfen, bevor wir an einer Steckdose herumbasteln! Oder den Ehering und sonstiges "Gebimsel" abnehmen, wenn wir mit der Drehmaschine spielen. Oder auch der Bohrmaschine, denn das ist im Prinzip auch eine Drehmaschine- nur mit vertikal gekippter Spindel.

Gefahren lauern überall und mit etwas Sachverstand lassen sich aber eigentlich alle gut beherrschen. Genauso ist das beim Strom. Mit etwas Respekt- aber keiner Angst!- und abgeklärtem Hintergrundwissen können wir unsere alten Dampf radios sicher noch einige Jahrzehnte gefahrlos und ohne schlechtes Gewissen betreiben und benutzen- selbst WENN sie formal eine Sicherheitsüberprüfung nach heutigen Standards nicht immer bestehen würden.

Übrigens besteht diese sogar der weiter oben erwähnte, nicht geerdete B&K 2636: mit 0,01mA Berührungsstrom auf der nicht geerdeten Frontplatte kribbelt es beim Anfassen zwar in den Fingern- gefährdet ist man damit aber trotzdem noch nicht!



Abbildung 30: Berührungsstrommessung an einem absichtlich nicht geerdeten NF-Voltmeter

10 Nachtrag

Für alle die, die sich noch davon überzeugen müssen, dass es dem Einleitungs-Engel vom Anfang auch wirklich gut geht, hier der Beweis! Natürlich geht es ihm ausgezeichnet! Ich habe ihn eigenhändig vor dem Sprung in die Tiefe bewahrt, ihn dazu mit Bier betäubt (ging ganz leicht!) und danach erfolgreich bestärkt, statt in die Tiefe lieber den Sprung in die Ehe zu wagen.

Wie gut oder schlecht dieser allerdings geklappt hat, wurde nicht überliefert. ;-)



Abbildung 31: wieder eine gute Tat vollbracht (auch wenn ich in diesem Moment offensichtlich in Lebensgefahr schwebte (siehe Schild)-aber ich hatte ja einen Schutzengel zur Seite! :-)

Bleibt munter und wenn ihr die Risiken immer gut mit Sachverstand abwägt, kann eigentlich nicht viel schief gehen.

Marc Michalzik,
Januar 2023

11 Auflösung Bilderrätsel - noch nicht ;-)

War ja noch nicht viel Zeit seit dem letzten Reparaturbericht zum R&S URU, aber ich hatte versprochen, Euch die Namen der Rätselfreunde zu nennen. Also: momentan haben bislang drei Personen das Bilderrätsel gelöst:

1. Dietmar
2. Manfred
3. Norman

Damit ich dem Rest meiner Leser/innen den Rätselspaß nicht verderbe, löse ich es noch nicht auf, nenne aber schonmal wie versprochen die Namen :-)

Meinen Glückwunsch!

Stand: 24.01.2023

12 Disclaimer

Hinweise

1. Wer auf dieser Grundlage bastelt, bastelt auf eigene Gefahr!
2. Das hier ist ein privat und hobbymäßig zusammengestellter Reparaturbericht. Ich übernehme keine Garantie für die Korrektheit der hier beschriebenen Inhalte.
3. Ich übernehme keine Folgekosten, die durch evtl. Anwendung der hier beschriebenen Informationen entstehen könnten.
4. Das Basteln in elektrischen Geräten kann für nicht Sachkundige ein hohes Risiko von Verletzungen aller Art bedeuten. Sollten Sie nicht sachkundig sein, lassen Sie bitte lieber die Finger davon.
5. Die kommerzielle Nutzung des hier beschriebenen Wissens ist nicht vorgesehen.
6. Alle Meinungsäußerungen (insbesondere über Firmen oder Hersteller) sind stets rein subjektiver Natur und spiegeln nur meine eigenen Erfahrungen oder persönlichen Vorlieben wider. Sie sind weder als Werbung noch Verunglimpfung dieser Firmen oder Hersteller zu verstehen, sondern als persönliche Meinungsäußerung aufzufassen.
7. Vor dem Veröffentlichen meiner Berichte bemühe ich mich stets im Vorfeld um eine Zustimmung der in meinen Berichten vorkommenden Personen/ Firmen. Wenn Sie der Meinung sind, dass das in Ihrem Fall einmal (unabsichtlich!) vergessen wurde und über bestimmte Darstellungen oder Beschreibungen verärgert sind, so setzen Sie sich zur Problemlösung bitte zuerst direkt mit mir in Kontakt (und nicht gleich mit Ihrem Anwalt ;-).

Die Berichte wurden von mir nach bestem Wissen und Gewissen erstellt.

Disclaimer

Alle Artikel unterliegen dem deutschen Urheberrecht. Keine unerlaubte Vervielfältigung, Aufführung, Weitergabe, Druck. Eine kommerzielle Nutzung des hier beschriebenen Wissens ist nicht vorgesehen. Weiterhin übernehme ich weder Gewähr für die Richtigkeit der Inhalte noch übernehme ich Haftung für Risiken und Folgen, die aus der Verwendung/Anwendung der hier aufgeführten Inhalte entstehen könnten. Nicht-Sachkundigen rate ich generell von Eingriffen in elektrische Geräten und Anlagen dringend ab! Insbesondere verweise ich auf die strikte Einhaltung der aktuell gültigen Sicherheitsvorschriften von VDE und Berufsgenossenschaft über die elektrische Sicherheit!

Rechtliche Absicherung

Grundsätzlich berufe ich mich bei meinen Dokumenten auf mein Menschenrecht der freien Meinungsäußerung nach Artikel 5, Absatz 1 des Grundgesetzes. Dennoch mache ich es mir zu eigen, von den in den Berichten namentlich vorkommenden Personen vor der Veröffentlichung eine Zustimmung einzuholen. Wenn Sie jedoch der Meinung sind, dass Sie persönlich betroffen sind und das in Ihrem Fall versäumt wurde, und Sie sind darüber verärgert, so bitte ich um eine umgehende Kontaktaufnahme (ohne Kostennote!) mit mir. Das gilt auch für den Fall, wenn meine hier bereitgestellten Inhalte fremde Rechte Dritter oder gesetzliche Bestimmungen verletzen sollten. Ich garantiere, dass die zu Recht beanstandeten Passagen unverzüglich entfernt werden, ohne dass von Ihrer Seite die Einschaltung eines Rechtsbeistandes erforderlich ist. Dennoch von Ihnen ohne vorherige Kontaktaufnahme ausgelöste Kosten werde ich vollumfänglich zurückweisen und gegebenenfalls Gegenklage wegen Verletzung vorgenannter Bestimmungen einreichen.

Haftungshinweise

Trotz sorgfältiger inhaltlicher Kontrolle übernehme ich keine Haftung für die Inhalte externer Links. Für den Inhalt der verlinkten Seiten sind ausschließlich deren Betreiber verantwortlich.

Kontakt:

Marc.Michalzik@bymm.de

Dieser Artikel unterliegt dem Urheberrecht. © ®. Alle Rechte vorbehalten. Keine Vervielfältigung, Nachdruck. V1_3, JAN2023, Marc Michalzik.