



# Unsicherer Kandidat ...

... oder wie grundsätzliche Konstruktionsfehler ins Aus führen

Ein Funk-Wandthermostat mit abgesetztem Wandtaster mit Schaltsteckdose aus Fernost lag bei den Prüfern unserer Qualitätssicherung auf dem Tisch. Er erwies sich als typisches Beispiel für den laxen Umgang mit Sicherheitsvorschriften, wenn es darum geht, den späteren Nutzer vor gefährlichen elektrischen Spannungen zu schützen.

Neben nachträglich behebbaren Mängeln wies das Gerät jedoch einige konstruktive Mängel auf, die auch einer späteren Nachprüfung nicht standhielten – ein Lehrstück für vorausschauendes Denken bei der Gerätekonstruktion.

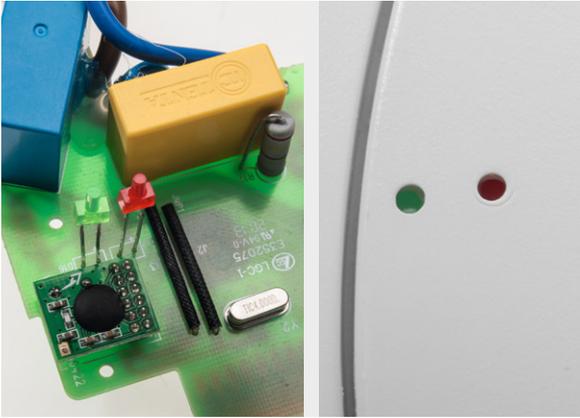


Bild 1: Netzpotentialführende Bauteile sind von außen berührbar, hier die Anzeige-LEDs.

### Gefährlich bis tödlich

Die Kombination sah interessant aus – ein batteriebetriebener Wandthermostat, der eine abgesetzte Schaltsteckdose per Funk ansteuert, versprach eine ganze Reihe Einsatzmöglichkeiten und wäre dazu auch ein sehr preiswertes Angebot gewesen. Also ging das Gerätemuster den Weg aller Neuankömmlinge – in die Qualitätssicherung. Die „Aktenlage“ war in Ordnung, alle beizubringenden Prüfnachweise wie LVD, EMC, RTTE usw. waren dabei und in Ordnung.

Trotzdem fiel namentlich die Funk-Schaltsteckdose durch die Sicherheitsprüfung, und das nicht nur wegen vermeidbarer Sicherheitsmängel, sondern endgültig wegen grundsätzlich konstruktiver Mängel, die einen ungefährlichen Gebrauch unmöglich machen.

Dazu etwas Grundsätzliches vorab. Stecker-Steckdosen-Gehäuse sind von Haus aus ein für den Konstrukteur nicht ganz einfach handhabbares Projekt und müssen der VDE 0620 entsprechen. Für die eigentliche Elektronik, die ja zumeist auch noch über ein nicht galvanisch vom Netz trennendes Kondensatornetzteil betrieben wird, bleibt nicht viel Platz im engen Gehäuse. Das darf auch nicht zu unförmig ausfallen, und es braucht in vielen Fällen eine Belüftung. Und es ist ein Gerät, das auf Nutzerseite oft robustem oder gar unkalkulierbarem Gebrauch unterliegt, dessen Bedien- und Anzeigeelemente durch-

aus auch mal beschädigt werden können. Auch dann muss es noch Berührungssicherheit gegen gefährliche Spannungen bieten. Da kann eine „angekratzte“ Leuchtdiode, die aber ansonsten als Netzpotential dient, schnell zum Lieferanten für einen tödlichen Stromschlag werden. Das Kunststoffgehäuse der Dioden bietet keinen ausreichenden Schutz/Isolation.

ELV baut selbst seit fast 20 Jahren Schaltsteckdosen und Geräte, die in Stecker-Steckdosen-Kombinationen untergebracht sind, und prüft seit Jahren die Importe von Handelsware aus Fernost. Deshalb liegen auch in unserer Qualitätssicherung reichlich Erfahrungswerte zu dieser Konstruktion vor, und natürlich werden alle diesbezüglichen Produkte auch entsprechend geprüft.

Wenden wir uns also der Prüfung der zum Import anstehenden Schaltsteckdose zu. Im Vergleich dazu zeigen wir an einer vergleichbaren Konstruktion aus dem eigenen Hause, wie man es richtig macht.

### Berührungsempfindlich

Unmittelbar nach dem Öffnen fiel auf, dass die Schaltsteckdose, wie bei solchen Geräten üblich, durch ein Kondensatornetzteil versorgt wird. Dadurch kann Netzpotential an allen Bauteilen, also auch an den Leuchtdioden des Geräts, anliegen (Bild 1). Der Baukörper der LED ist als Isolierung nicht zulässig. Bei defekten LEDs oder bei einer hohen Luftfeuchtigkeit kann es beim Berühren zum Stromschlag kommen, da kein ausreichender Sicherheitsabstand (8-mm-Kriechstrecke) gewährleistet ist. Um hier die erforderlichen Sicherheitsabstände einzuhalten, ist eine Konstruktion, wie sie in Bild 2 zu sehen ist, vorzuziehen. Hier ist die LED direkt auf der Platine angebracht und das Licht wird über einen isolierenden Lichtleiter nach außen geführt.

Das nächste Manko sind die rings um das Gehäuse verlaufenden Luftschlitze (Bild 3). Diese sind sehr groß, und man kann mit geeigneten Gegenständen, zu denen z. B. durchaus auch Schmuck zählt, versehentlich oder auch absichtlich („forschende“ Kinder) mit einem Gegenstand netzspannungsführende Teile im Inneren des Geräts erreichen. Diese liegen einfach zu dicht an den Luftschlitzen, hier sind Luft-Kriechstrecken nicht eingehalten.



Bild 2: Sicherer Abstand – die LED sitzt direkt auf der Platine, das Licht wird über einen genügend langen Lichtleiter herausgeführt: Konstruktion eines ELV-Geräts



Bei einer ausreichenden Bauteildimensionierung wären in diesem Gerät eigentlich überhaupt keine Luftschlitze zur Belüftung nötig, weil keine hohe Verlustleistung entsteht. Dies beweisen ungezählte andere Geräte dieser Art. Ohnehin sollten heute die Verlustleistungen generell gering sein, um einen geringen Eigenverbrauch des Geräts zu erreichen.

### Unsicher

Der weitere Blick gilt den Netzanschlüssen. Hier stößt man sofort auf den nächsten Sicherheitsmangel, in [Bild 4](#) dokumentiert. Die Kabel zwischen Stecker-Steckdosen-Einsatz und Platine sind nicht doppelt gesichert wie vorgeschrieben, sondern einfach nur

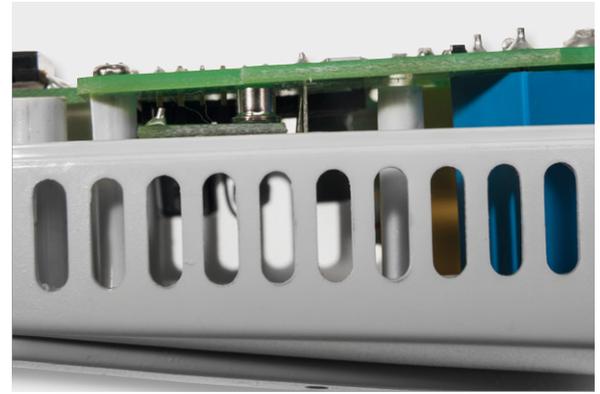


Bild 3: Große Lüftungsschlitze und dicht dahinter netzpotentialführende Bauteile



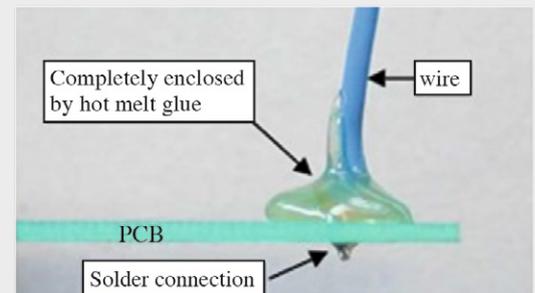
Bild 4: Nicht einmal einfach statt doppelt gesichert: falscher Anschluss von Netzleitungen

ohne Zugentlastung und Sicherung angelötet bzw. angeheftet. Nicht einmal der als Mindestsicherung obligate Heißkleber wurde eingesetzt, und auch das zumindest zu erwartende Durchführen der Leitung durch die Platine und Verlöten auf der Unterseite wurde hier nicht ausgeführt.

Warum ist hier doppelte Sicherheit gegen Lösen besonders wichtig? Löst sich solch eine Leitung, was bei der hier abgelieferten Lösung schon durch mechanische Bewegungen erfolgen kann, da es ja nicht einmal zu einer ordentlich eingesetzten und sauber verlöteten Leitung gereicht hat, so kann diese Teile im Gerät berühren und Schäden bis hin zu einem Brand hervorrufen.

Derartige Leitungen sind nach Norm mit einer doppelten Mindestsicherung gegen Lösen zu versehen, in [Bild 5](#) sind dazu 2 akzeptierte Lösungen zu sehen, in [Bild 6](#) am Muster umgesetzt.

Man kann diese lästige Schwachstelle auch so umgehen, indem man den Stecker-Steckdosen-Einsatz gleich so ausführt, dass seine Kontakte direkt in entsprechende Aussparungen und Lötflächen der Platine fassen und somit keine Verkabelung nötig ist. Verlötet man hier die ohnehin schon mechanisch ver-



Or it must be additionally fixed by a cable binder.

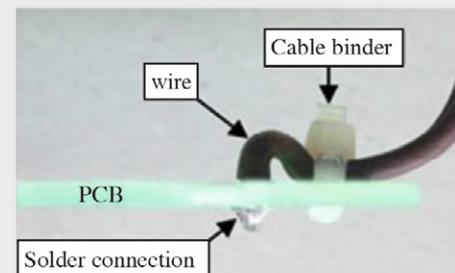


Bild 5: So sind Anschlüsse mindestens auszuführen.



Bild 6: Geht doch ganz einfach – die in Bild 4 dargestellten Anschlüsse sind hier ordnungsgemäß ausgeführt.



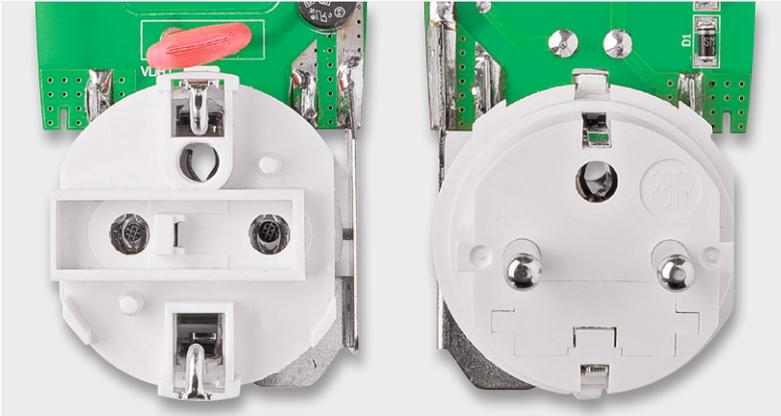


Bild 7: So vermeidet man Probleme bei der netzseitigen Verkabelung: Konstruktion bei einem ELV-Gerät

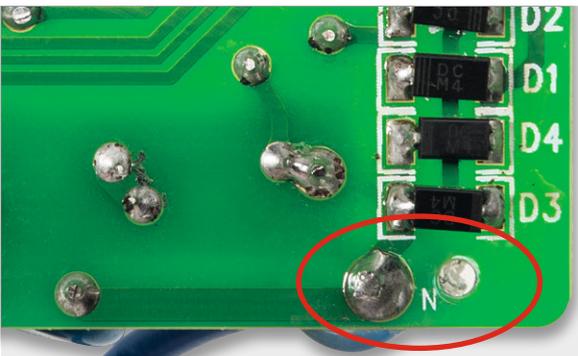


Bild 8: Kriechstrecke zu kurz und dann weiter durch eine Schraube reduziert

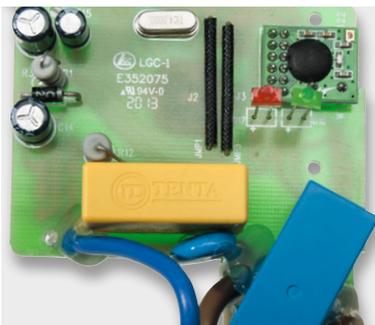


Bild 9: Nein, es ist keiner da – der Entladewiderstand für das Kondensatornetzteil wurde eingespart.



Bild 10: Können Folgeschäden nach sich ziehen: bei der Montage beschädigte Isolierungen

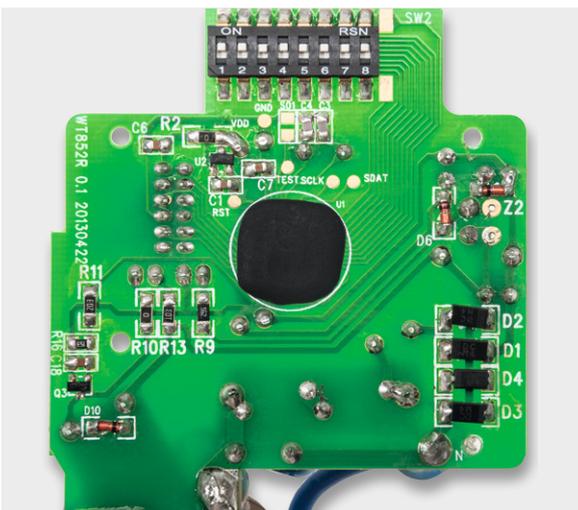


Bild 11: Mangelhaft ausgeführte Lötstellen, wohin man schaut – diese führen später zu Ausfällen.

linkten Kontakte mit reichlich Lötzinn, entsteht eine mechanisch robuste Konstruktion, die auch hohe Ströme übertragen kann. Bild 7 zeigt ein Beispiel hierfür.

Bei der weiteren Prüfung offenbarten sich auch weitere Schwachstellen. In Bild 8 ist z. B. eine Schraube in der Nähe des N-Anschlusses zu sehen, die die ohnehin schon zu geringe Luft-Kriechstrecke weiter verringert.

Und Bild 9 offenbart das Paradestück der Sparwut in der Produktion: Es ist kein Entladewiderstand für das Kondensatornetzteil zu sehen und auch nicht vorhanden. Die Folge: Berührt man nach Entfernen des Geräts aus der Steckdose die Steckerstifte, bekommt man einen Schlag aus der Restladung des Kondensators.

Folge unachtsamer Montage sind die ebenfalls beanstandeten Beschädigungen der Isolierungen der Anschlusskabel, wie sie in Bild 10 zu sehen sind. Hier ist irgendwann ein Kurzschluss vorprogrammiert.

### Geheftet statt gelötet

Ein Negativbeispiel für eine „geheftete“ statt ordentlich gelötete Verbindung haben wir schon in Bild 4 gesehen. Weitere Negativbeispiele liefern die schlecht verarbeiteten Lötstellen auf der Platine (Bild 11) sowie die extrem schlampig ausgeführte Kontaktschweißung der Leitungen an der Steckdoseneinheit (Bild 12). Hier liegt ebenso eine mangelnde bzw. nicht ausgeführte Qualitätskontrolle bei der Produktion vor wie eine schlechte Ausbildung der Arbeiter.

### K. o. für PE

Zum Standard für die Vergabe einer CE-Kennzeichnung oder gar eines GS-Zeichens gehört auch die Prüfung der mechanischen Ausführung der Netzkontakte. Nicht federnde, abbruchgefährdete oder in falschen Dimensionen ausgeführte Netzkontakte können verschiedenste Folgen haben. Durch Funkenüberschlag zu loser und schlecht kontaktierender Verbindungen entsteht Abbrand, in dessen Folge es zu einer hohen Wärmeentwicklung, ja sogar zu Bränden kommt. Es können Gehäuseteile von der Wärme beschädigt werden usw.

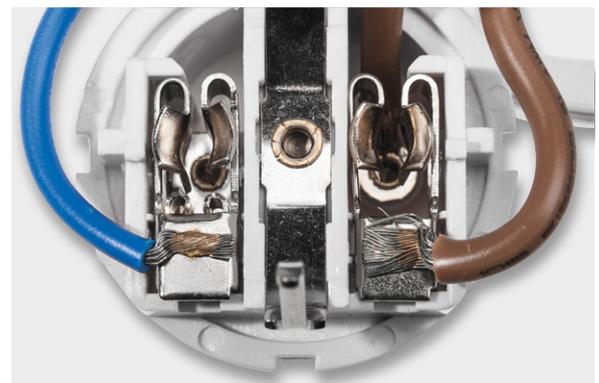


Bild 12: Schlampig verschweißt: die Kabelanschlüsse an der Netzsteckereinheit



Eine fehlende bzw. nicht sicher durchkontaktierte PE-Verbindung ist hier eine besondere Gefahr. Denn angeschlossene Geräte mit Schutzleiter (Schutzklasse I) sind dann eben nicht mehr sicher, der Fehlerstromschutzschalter (RCD) im Stromnetz kann nicht (rechtzeitig) ansprechen – die Folge kann ein tödlicher Stromunfall sein.

Und genau hier fand sich ein weiterer Schwachpunkt der Konstruktion, dieses Mal in der Stecker-Steckdosen-Einheit. Als sicherheitsrelevantes Bauteil ist es nach VDE 0620-2-1 zu prüfen. Die beiden PE-Kontakte sind so ausgeführt, dass sie nicht den Mindestabstand von 29 mm (federnd auf 33 mm) einhalten, **Bild 13** zeigt die Normabstände. Dieses Maß ist zwingend einzuhalten. Zu locker bedeutet Kontaktunsicherheiten und losen Sitz des Steckers in der Steckdose, zu geringer Abstand führt zu hohem mechanischen Widerstand beim Einführen eines Steckers. Dabei kann es auch dazu kommen, dass der Stecker die Schutzkontakte vor sich herschiebt und abknickt bzw. den ohnehin nur mangelhaft befestigten Befestigungsniet aus dem Kunststoff reißt – mit allen Folgen, die man sich dazu denken kann. Die Messung mit einer eigens dafür vorhandenen Norm-Messlehre (**Bild 14**) ergab nur einen Abstand der Kontakte von 27,23 bis 1,67 mm unter der unteren Toleranzgrenze. Damit ist die Steckermechanik von der Konstruktion her durchgefallen, denn dieses Problem beseitigt man nicht eben mal durch schlichtes Nachbiegen.

### Zweite Prüfung: erfolglos

Der Hersteller bekam den Prüfbericht mit allen Hinweisen, wie die Mängel zu beseitigen sind. Einige Monate später erreichte uns ein neues Muster, das wiederum einer Prüfung unterzogen wurde.

Die LEDs sind nun mit isolierenden Lichtleitern versehen (**Bild 15**) und die Lötqualität wurde stark verbessert, auch der Abstand zur Schraube ist nun in Ordnung (**Bild 16**). Ebenso sind nun auch die Netzleitungen doppelt gesichert (**Bild 17**).

Nichts jedoch hat sich bei anderen sicherheitsrelevanten Teilen getan. Die breiten Lüftungsschlitze sind ebenso noch vorhanden wie die leicht ohne Werkzeug zu öffnende und nicht mit einer Schraube gesicherte Abdeckkappe für die Codierschalter auf der Geräterückseite.

Auch an der Stecker-Steckdosen-Einheit wurden keine Veränderungen vorgenommen. Nach wie vor ist der PE-Abstand zu gering (**Bild 18**), die PE-Kontakte lassen sich sehr leicht verbiegen und die Nietungen, mit denen diese befestigt sind, sind immer noch mangelhaft. Damit ist der mangelnde Wille des Herstellers an einer echten Nachbesserung zu erkennen.

### Fazit

Dieses Gerät wird nicht in das ELV-Sortiment aufgenommen. **ELV**

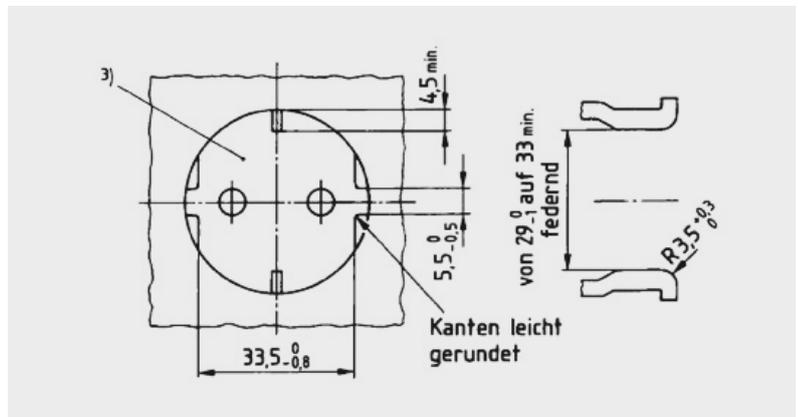


Bild 13: So muss der PE-Kontakt nach Norm ausgeführt sein.



Bild 14: Abstand unter der Norm – die PE-Kontakte liegen zu dicht zusammen und sind leicht einseitig verbogen.



Bild 15: Nachgebessert: Die LEDs haben nun Lichtleiter erhalten.

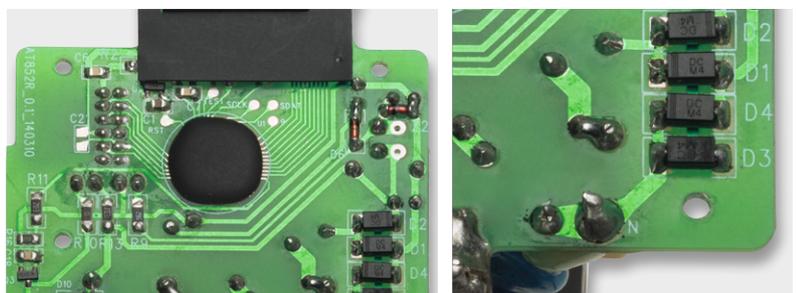


Bild 16: Nachgebessert: bessere Lötqualität und vergrößerte Kriechstrecke



Bild 17: Nachgebessert: Netzleitungen sauber gesichert

Bild 18: Nicht nachgebessert: PE-Kontakte immer noch nicht auf Normabstand, aber nicht mehr verbogen