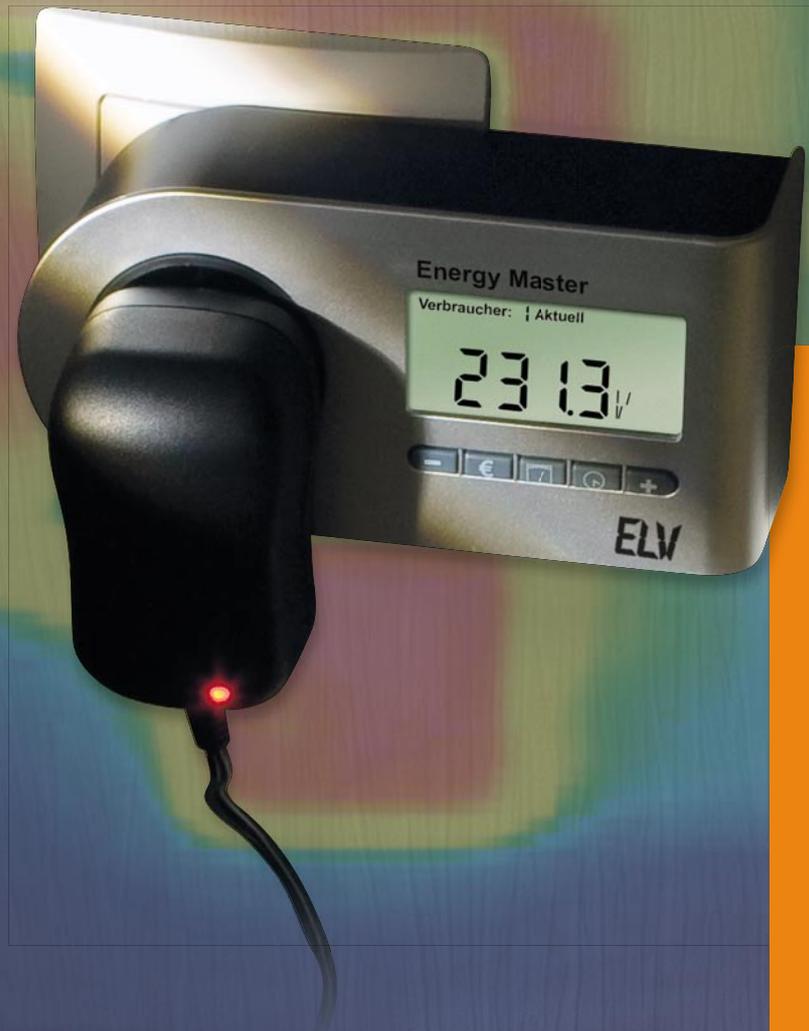


90.2°C



27

Prüfung der Gerätesicherheit in der Entwicklungsphase

Die Beachtung der Gerätesicherheit bei der Entwicklung elektrischer und elektronischer Geräte ist von hoher Bedeutung. Die Marktüberwachung, in Deutschland das Gewerbeaufsichtsamt (bei einigen Geräteklassen auch die Bundesnetzagentur), lässt keine Fehler zu. Wird ein Fehler festgestellt, können dem Hersteller hohe Strafen auferlegt werden. Aber nicht nur das. Bei groben Fehlern kann dies sogar zu einer Rückrufaktion führen. Für den Hersteller wäre dies ein hoher wirtschaftlicher Schaden. Überwacht wird der Markt auch durch den natürlichen Konkurrenzkampf. Jeder ist bestrebt, das bessere Produkt zu verkaufen. Nachlässigkeiten darf sich ein seriöser Hersteller auch deshalb nicht erlauben.

Ein Regelungsinstrument gegen fehlerhafte Produkte ist das Produkthaftungsgesetz. Dieses bezieht sich auf Fehler, die von einem Produkt ausgehen und für die der Hersteller, aber auch der Importeur, der dieses Produkt in die EU einführt, haftet. Geschützt werden durch dieses Gesetz die körperliche Integrität, Leib und Leben. Ein Haftungsausschluss oder auch nur eine Haftungseinschränkung ist gegenüber Verbrauchern ausgeschlossen! Somit ist es unabdingbar, alle Richtlinien und Gesetze bezüglich der Gerätesicherheit einzuhalten.

EnergyMaster – ein Entwicklungsbeispiel

Wieder wollen wir uns an dieser Stelle einem Beispiel zuwenden, an dem man alle „Spielarten“ der Gerätesicherheit aufzeigen kann – dem „Energy Master“ aus dem Hause ELV. Dieser wurde auch als ARR-Bausatz im ELVjournal 6/2010 und 1/2011 vorgestellt (nachzulesen auch unter: www.elvjournal.de). Hier muss ein ganz besonderes Augenmerk auf die Gerätesicherheit gelegt werden. Warum? Da dieses Gerät auch hohe Lasten messen soll, kann es im Gerät zur Entwicklung hoher Temperaturen kommen. Die Stromdichte an zu schwachen Leiterbahnen ist bei dieser Art von Geräten oft die Ursache für zu hohe Erwärmungen, gar Brände.

Zunächst ist im Zuge der Geräteprüfung festzulegen, nach welchen Richtlinien das Gerät geprüft werden muss. In der Hauptsache zutreffend ist hier die Niederspannungsrichtlinie 2006/95/EG. Diese Richtlinie gilt für sämtliche Betriebsmittel, die für eine Nennbetriebsspannung zwischen 50 und 1000 V Wechselspannung bzw. 75 und 1500 V Gleichspannung ausgelegt sind. Sie beschreibt folgende Ziele: Schutz vor Gefahren, die von elektrischen Betriebsmitteln ausgehen können, wie Brandgefahr, Isolationsgrad, mechanische Beanspruchung oder das Verhalten in einem Fehlerfall. Zu bemerken ist, dass es Ausnahmen gibt, für die diese Richtlinie nicht gilt. Ein Beispiel wäre der Bereich der medizinischen Gerätesicherheit. Für diesen gilt ausschließlich die spezialisierte Richtlinie für medizinische Produkte. Ein weiteres Beispiel wäre der Bereich Bauprodukte.

Da der „Energy Master“ unter keine andere Richtlinie fällt, die die Gerätesicherheit betrifft, und mit 230 V Wechselspannung betrieben wird, ist hier folgerichtig die Niederspannungsrichtlinie anzuwenden. Ebenso ist die EMV-Richtlinie anzuwenden. Zudem muss das Gerät einer zutreffenden Norm zugeordnet werden, die eindeutige Aussagen über die Gerätesicherheit für diesen Gerätetyp macht. Für den „Energy Master“ ist dies die Norm EN 61010-1. Diese beschreibt die Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte.

Eindeutig festzustellen ist, dass der „Energy Master“ ein Messgerät ist. Damit ist das Gerät zunächst in die richtige Messkategorie einzustufen. Diese gibt an, welcher Belastung der Messstromkreis unterliegt. Das sind die Arbeitsspannung und eventuelle transiente Belastungen aus dem Versorgungsnetz. Man unterscheidet in dieser Norm die Kategorien CAT I, CAT II, CAT III und CAT IV.

Messkategorie I: Diese gilt für Messungen an Stromkreisen, die nicht direkt mit dem Netz verbunden sind. Hier können die transienten Belastungen unterschiedlich sein. Dem Benutzer muss in diesem Fall eine detaillierte Angabe über die Überspannungsfestigkeit gemacht werden.

Messkategorie II: Sie ist für Messungen an Stromkreisen vorgesehen, die elektrisch direkt mit dem Niederspannungsnetz verbunden sind. Beispiele sind Messungen an Haushaltsgeräten, tragbaren Werkzeugen und ähnlichen Geräten.

Messkategorie III: Die Kategorie für Messungen in der Gebäudeinstallation. Beispiele sind hier Hausverteiler, Schienenverteiler, Geräte für industriellen Einsatz usw.

Messkategorie IV: Gilt für Messungen an der Quelle der Niederspannungsverteilung. Das wären zum Beispiel Messungen an Zählern, an primären Überstromschutzvorrichtungen und Rundsteuergeräten.

Der „Energy Master“ wurde für die Kategorie CAT II konzipiert. In dieser Kategorie (wie auch in den anderen Kategorien) ist Augenmerk auf Kriechstrecken und die Luftstrecken von stromführenden Teilen zu berührbaren Teilen und ebenso zu Teilen mit unterschiedlichem Potential zu legen. In den Tabellen der Norm EN 61010-1 ist dies genauestens festgelegt.

Kritisch angesehen wird diese Art von Geräten, wie schon kurz angesprochen, in Bezug auf deren Wärmeentwicklung. Hier ist es allein schon aufgrund des



Bild 1: Wärmebildkamera i5 der Fa. Flir

Bild 2: Die Temperaturen in der Umgebung des Shunts

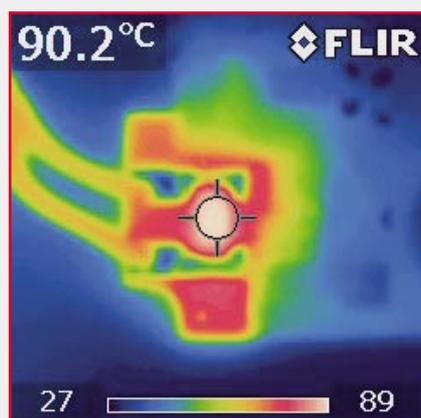


Bild 2a: Wärmebild des untersuchten Bereichs

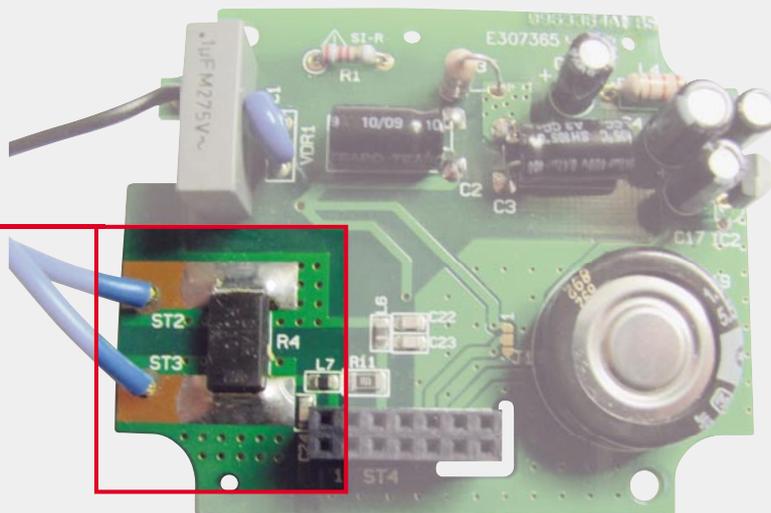


Bild 2b: Im Wärmebild dargestellter Bereich

Bild 3: Temperatur in der Umgebung des Shunts mit lackierter Platine

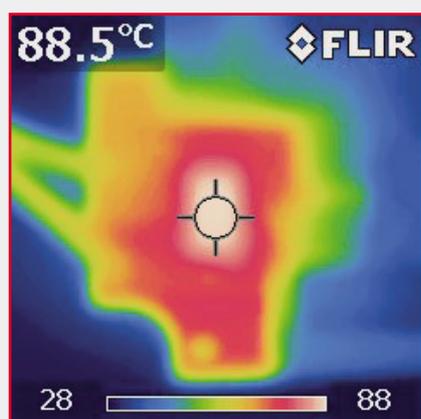


Bild 3a: Wärmebild mit lackierter Oberfläche

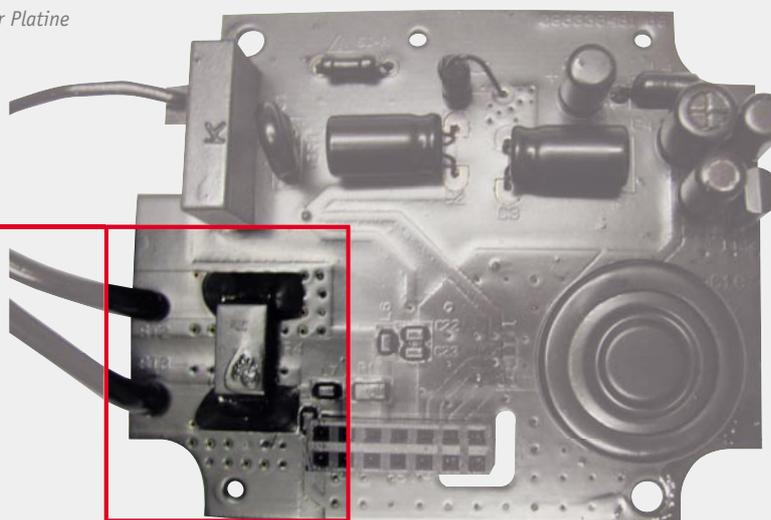


Bild 3b: Dargestellter Bereich der lackierten Oberfläche

Spannungsabfalls über dem Strommess-Shunt offensichtlich, dass sich im Inneren des Gerätes kritische Temperaturen entwickeln könnten. Die Aufnahme mit einer Wärmebildkamera (Bild 1) zeigt ein interessantes Bild (siehe Bilder 2 und 3).

Betrachtet man Bild 2a etwas näher, so zeigt sich, dass hier die Temperatur auf den Kupferflächen und dem Lötzinn um den Shunt sehr klein sein soll. Dies ist jedoch ein gefährlicher Trugschluss. Die Oberflächen sind „blank“. Hier wird die Wärmestrahlung reflektiert und führt eindeutig zu einem falschen Ergebnis. Eine korrekte Messung kann nur mit einer schwarz eingefärbten Platine durchgeführt werden, wie es in Bild 3a und 3b zu sehen ist.

Zu bemerken ist, dass es sich hier um eine Aufnahme eines geöffneten Gerätes bei einer Umgebungstemperatur von 25 °C handelt. Diese Darstellung kann also nur eine orientierende Messung sein. Das wahre Temperaturverhalten kann erst in einem geschlossenen Gehäuse mit der geforderten Umgebungstemperatur ermittelt werden.

Wichtig ist hier, zu erfahren, welchen Temperaturen

die Leiterplatte tatsächlich ausgesetzt ist. Die Leiterplatte ist in ihren Spezifikationen „nur“ bis zu einer Temperatur von 130 °C ausgelegt. Es dürfen sich also keine höheren Temperaturen an der Platine zeigen. Jedoch gestaltet sich die Messung mit einem geschlossenen Gehäuse und der Wärmebildkamera als undurchführbar. Man hat keinen direkten optischen Zugang. Deshalb muss eine andere Lösung gefunden werden. Es bietet sich hier ein Thermometer mit Thermoelementen an, wie in Bild 4 gezeigt.

Das Messprinzip der Thermoelemente beruht auf dem Seebeck-Effekt. Eine genaue Beschreibung dieses Effektes lässt sich leicht im Internet finden, z. B. unter [1].

Nach mehreren so vorgenommenen Messungen stellte sich heraus, dass, wie erwartet, die Temperaturerhöhung oberhalb des Shunts am größten war.

Die Norm EN 61010-1 sieht, wie schon erwähnt, vor, dass das Gerät bei einer Umgebungstemperatur von 40 °C geprüft werden muss. Umgebungstemperaturen in dieser Höhe können in geschlossenen Räumen in der Nähe von Geräten mit ausreichender Wärmeentwicklung leicht erreicht werden. Um die Temperaturmessung mit den richtigen Startbedingungen ausführen zu können, kommt nun ein Klimaschrank (Bild 5) zum Einsatz. Der „Energy Master“ wurde in diesem auf eine Umgebungstemperatur von 40 °C gebracht. Nach Erreichen dieser Temperatur an allen Bauteilen in-



Bild 5: Klimaschrank für Temperaturmessungen ESPEC Typ PL-1KPH

PGM: RUN			2/23 (WED) 14:38:34	
Detail Monitor <Chamber>				
Status Inside Chamber			Time Signals	
Control Items	Temp.	Hum.	<input checked="" type="checkbox"/> Specimen PWR CNTL	
Process Value	+0.0°C	----	<input type="checkbox"/> -----	
Set Point	+0.0°C	OFF	<input type="checkbox"/> Time Signal 1	
Heater%	31.4%	0.0%	<input type="checkbox"/> Time Signal 2	
			Refrig. Control	
			Running	
Current condition inside the chamber.			Time Signal	Program Monitor
			Prev. Screen	

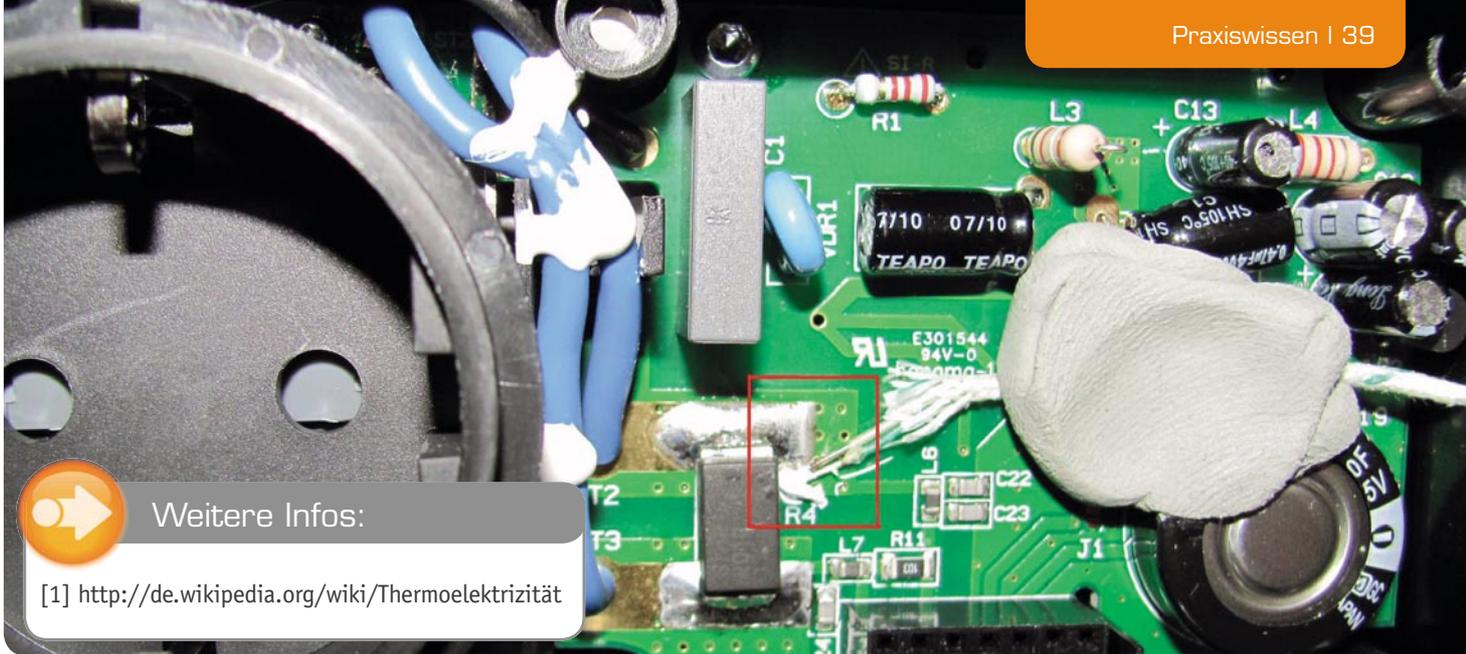


Bild 4: Thermometer der Fa. TESTO mit zwei Thermoelementen

nerhalb des „Energy Master“ beginnt die Aufnahme des Temperaturverlaufs an der heißesten Stelle. Das Thermoelement wurde wie in Bild 6 zu sehen positioniert. Wichtig ist hier die Verwendung von Wärmeleitpaste, um einen guten Wärmeübergang auf das Thermoelement zu gewährleisten. Übrigens ist an dieser Stelle zu erwähnen, dass sowohl der Klimaschrank als auch das Thermometer vor der Messung einer Kalibrierung nach dem vorgeschriebenen Wartungsplan unterzogen wurden.

Für eine Dauer von 30 Minuten erfolgte nun die Aufnahme des Temperaturverlaufs am Shunt (Bild 7). Die ermittelte Temperatur beträgt hier nach 30 Minuten maximal 127 °C. Temperaturmessungen über einen erweiterten Zeitraum ergaben leider, dass der „Verharrungszustand“ einen Wert über 130 °C erreichte. Wie beschrieben, ist die Platine aber nicht für Temperaturen über 130 °C spezifiziert. Eine andere Position des Shunts und auch eine Erweiterung der Leiterfläche auf der Platine ergaben kein zufriedenstellendes Ergebnis. Die überschüssige Wärme konnte so nicht

abgeführt werden. Deshalb musste die Nutzung des Gerätes einer Einschränkung unterworfen werden. Ein Blick auf das endgültige Typenschild lässt die getroffene Maßnahme schnell erkennen: Bei Strömen zwischen 14 A und 16 A ist die Messzeit (Betriebszeit des „Energy Master“) auf 30 Minuten zu begrenzen. Eine Strommessung von mehr als 14 A über einen längeren Zeitraum als 30 Minuten ist damit nicht normenkonform und nicht zulässig. Eine Temperaturmessung über einen quasi unendlichen Zeitraum mit 14 Ampere ergab eine Temperatur von 107 °C – dies ist normenkonform! Allerdings gilt das Gerät bei einem dauerhaften Betrieb mit 16 A nicht als unsicher oder gefährlich. Eine solche Überlastung wird als mögliche Fehlanwendung, d. h. als möglicher Einzelfehler betrachtet.



Weitere Infos:
 [1] <http://de.wikipedia.org/wiki/Thermoelektrizität>

Bild 6: Positionierung des Thermoelementes im Inneren des „Energy Master“

ELV **90473**
Energy Master
230V / 50Hz / max. 16A
Load: max. 14A (16A for 30 Min.)
IP20 CAT II

Teile	Grenzwert °C
Äußere Oberflächen der Umhüllung	
Metall	70
Nichtmetallisch	80
Kleine Flächen, die im bestimmungsgemäßen Betrieb wahrscheinlich nicht berührt werden können	100
Knöpfe und Griffe	
Metall	55
Nichtmetallisch	70
Kleine Flächen, die im bestimmungsgemäßen Betrieb wahrscheinlich nicht berührt werden können	85

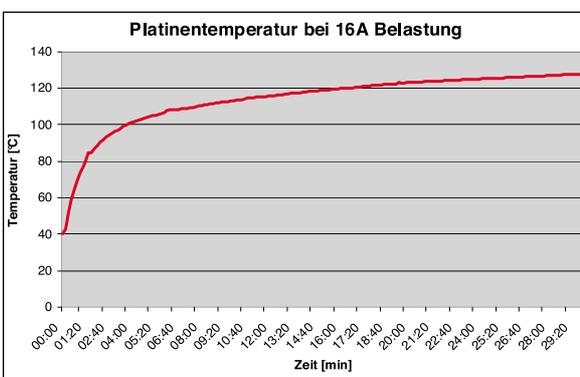


Bild 7: Temperaturverlauf am Shunt

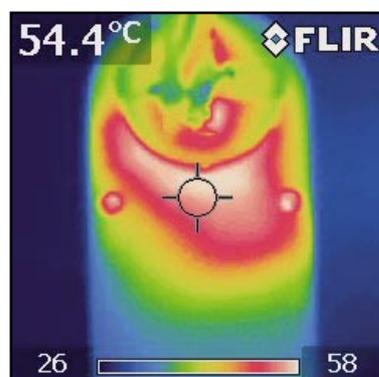


Bild 8: Gehäuse von unten

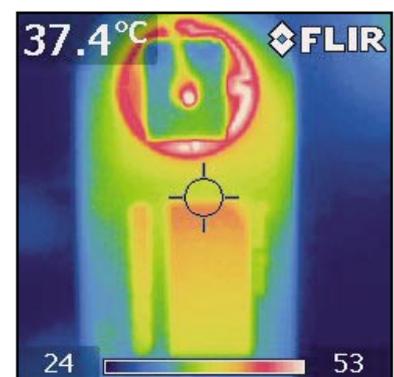


Bild 9: Gehäuse von oben

Gehäusetemperatur

Ein weiteres Problem kann die Gehäusetemperatur bei Berührung darstellen. Auch dies wurde in der Norm EN 61010-1 berücksichtigt. Leicht zu berührende Oberflächen dürfen bei einer Umgebungstemperatur von 40 °C die in Tabelle 1 aufgeführten Werte nicht überschreiten. Kontrollaufnahmen mit der Wärmebildkamera (Bild 8 und 9) erbrachten ein ausreichendes Ergebnis, die maximale Gehäusetemperatur beträgt nicht mehr als 58 °C. Diese Aufnahmen wurden mit einer Belastung von 16 Ampere bei einer Umgebungstemperatur von 25 °C gemacht. Das Gerät war vor der Messung 5 Stunden in Betrieb. Möchte man die Temperatur bei 40 °C Umgebungstemperatur betrachten, darf die Differenz von 15 °C einfach auf die Gehäuse-

temperatur addiert werden. Die Norm EN 61010-1 lässt dieses Vorgehen zu. Es ergibt sich somit eine maximale Gehäusetemperatur von 73 °C, ein Wert, der den Anforderungen der Tabelle 1 bzw. der Norm EN 61010-1 genügt. Hier zeigt sich, dass eine Gerätekonstruktion in Bezug auf die Gerätesicherheit auch Risiken bergen kann, wenn die zutreffende Richtlinie nicht beachtet wird. Eine genaue Prüfung ist deshalb von hoher Bedeutung.

Die elektromagnetische Verträglichkeit hat bei diesem Gerät ebenso Entwicklungsaufwand gefordert. Mögliche Fehlerquellen waren hier transiente Impulse und hochfrequente Störungen auf der Netzleitung. Diese könnten das Messergebnis erheblich verfälschen.

Unter Berücksichtigung aller Richtlinien und natürlich auch der besonderen Fähigkeiten dieses Gerätes ist so aus dieser Entwicklung ein qualitativ hochwertiges und sicheres Produkt entstanden. **ELV**