

## Wie mein Rohde&Schwarz SME42 beim internationalen Feuerwerkswettbewerb gewann.....

oder auch:

**"+13dBm im Nebel"**

Hannover ist schon eine tolle Stadt. Das wissen nicht nur unser ehemaliger Bundeskanzler, und unser ehemaliger Bundespräsident (was immer man auch von ihnen halten möge, aber Geschmack haben sie durch die Wahl ihres Wohnsitzes in Hannover beide bewiesen!), sondern auch die vielen Messebesucher der tollsten Ausstellungen, die diese -darf man "Metropole" sagen?- immer aufs Neue anzieht. Übrigens ist auch das Niveau der (Hobby)-musiker hier enorm hoch; will man hier auf dem Maschseefest mit seiner Rockband auftreten dürfen, muss man echt schon was aus dem Kasten haben. Ich weiß, wovon ich rede, glaubt mir! (Ich durfte nämlich bislang noch nie dort auftreten he he he);-)

Hannover ist aber auch der Gastgeber für ein ganz besonderes Spektakel: nämlich dem internationalen Feuerwerkswettbewerb! Dann kommen tausende Fans des knallenden Getöses mit vielen lauten "Oh's" und "Ah's" im Gepäck in die Herrenhäuser Gärten und genießen die -zugegeben zwar etwas sinnlose- aber doch stets sehr beeindruckende Feuerwerks-Show des jeweiligen Landes. Am Ende gibt's einen Sieger, alle freuen sich und gehen wieder gut gelaunt nach Hause.



**Abbildung 1: Feuerwerkswettbewerb in den Herrenhäuser Gärten**

(Foto: Copyright: HMTG / Hassan Mahramzadeh; Download von [www.hannover.de](http://www.hannover.de))

Beim Überfahren der Hannoverschen Landesgrenze hat mein Rohde&Schwarz SME42 spontan beschlossen, an diesem Wettbewerb teilzunehmen. Austragungsort ist das Hannover Messegelände, Halle 20. INTERRADIO heißt Veranstaltung, für die ich gerade alles auffahre, was ich hier so im Keller an Messgeräten finde (das ist eine Amateurfunk-Messe und ich kümmere mich dort ein wenig um den Messplatz).

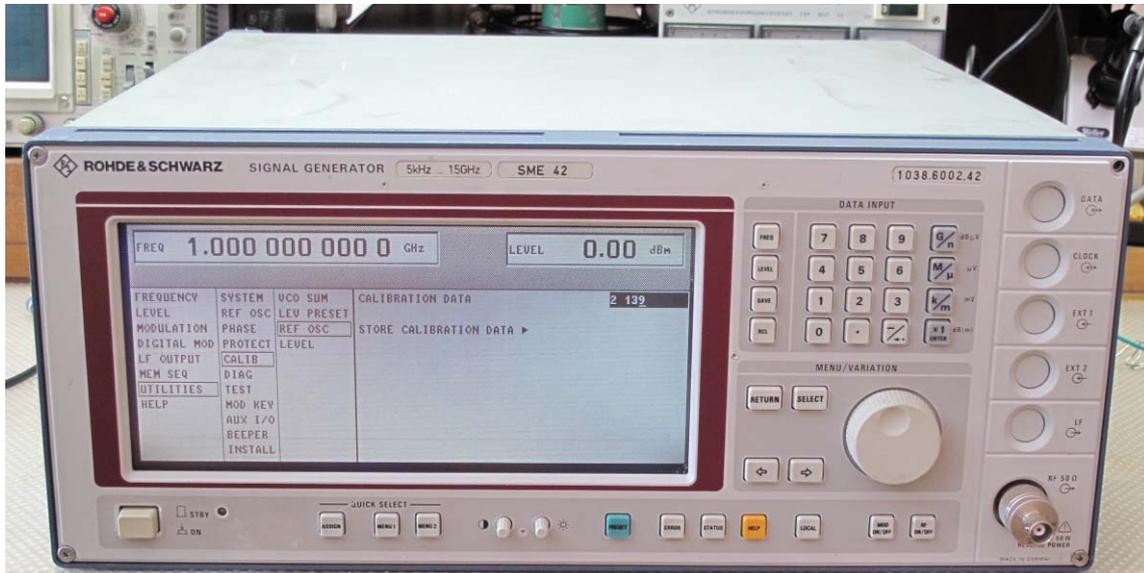


Abbildung 2: Rohde&Schwarz SME42

Gerade ärgere ich mich noch darüber, dass mir beim Einladen die Schutzkappe von meinem SME abgefallen und ich dadurch den Einschaltknopf an unserem Auto abgebrochen habe (sch... auf das Auto, aber das arme Messgerät!), so wird mir der SME gleich beweisen, dass er sich heute noch steigern kann!

Hier, auf der INTERRADIO ist an Wettbewerbern alles zusammengekommen, was Rang und Namen hat: Marconi (tritt an für Italien), Brüel&Kjaer (kämpft für Dänemark), Takeda-Riken (vertritt die stets ehrgeizigen Japaner); die USA schickt mit Fluke, HP und Bird gleich mehrere Anwärter auf die Erstplatzierung. Doch meinem SME läuft heute niemand den Rang ab. Kurz nach der offiziellen Eröffnung wird gezündet: Als Opener seiner Darbietung hat er sich "dunklen Fetzenrauch mit Nebelgranate" ausgedacht (ich würde mal sagen, etwa mit 80er Körnung)- ein Spezialeffekt, der in diesem Wettbewerb noch von keinem anderen seiner Kontrahenten dargeboten wurde! Blass vor Neid müssen die Herausforderer anerkennen, wie sich die schwarze Rauchschwade an unserem Messplatz langsam verzieht und einem lässigen Geruch von Elko-Silizium Platz macht. Jetzt hört man sie wieder; die ganzen "Ohhs" und "Ahhs" eines staunenden Publikums, die jeden Feuerwerker so glücklich machen. Nur irgendwie klingen die ganzen "ohhhs" heute eher wie ermattete "Ohjee's" und die ganzen "Ahhs!" eher nach "Arrgghhh....!". Trotzdem: der SME hat seine Konkurrenten auf die Plätze verwiesen- keine Frage!

Weil er sich bei seiner "Show" so verausgabt hat, kann er an der Siegerehrung leider nicht mehr teilnehmen. Zum Abkühlen und Ausstinken stellen wir den Lokalmatador beherzt unter den Tisch- stellvertretend muss die USA -ausgerechnet mit einem uralten HP8656B- dieses Jahr den Siegerpokal in Empfang nehmen. Unter dem tosenden Applaus des Messplatz-Teams und den traurigen Blicken seines Besitzers hieven wir den SME schließlich nach der Siegerehrung wieder zurück ins Auto (Schutzkappe brauche ich nicht mehr, der Knopf am SME ist

ja eh schon ab) und kurvt wieder in Richtung Kellertreppe. Der penetrante Elko-Silizium-Geruch wird mich noch tagelang im Treppenhaus begleiten.

Mann Jungs, war das ein Tag!

## 1 Neubestückung

Jeder Feuerwerker weiß, dass die wenigen Sekunden optischen Vergnügens oft eine monatelange Vorbereitung voraussetzen. So ist es natürlich auch mit meinem kleinen "Stinker"- er ist nach dieser Kraftanstrengung einfach "ausgebrannt" und muss mit neuer Munition bestückt werden. Also schauen wir mal, dass wir ihn irgendwie wieder fit kriegen für eine erfolgreiche Teilnahme im nächsten Jahr.

## 2 Entschärfen

Eine bereits detonierte Bombe zu "entschärfen", kann jeder Idiot ;-). Aber ebenso einfach ist es aber, einen SME aufzuschrauben. Kurz die Füßchen weg, dann den Deckel angelupft und schon hat man freien Blick auf Zünder und Treibsatz. Zum Ausbau des Zünders (=Netzteil;-) muss man noch von der Rückseite her ein paar Schraubchen rausfummeln, aber dann kann man die Einheit komplett nach hinten hin abnehmen.

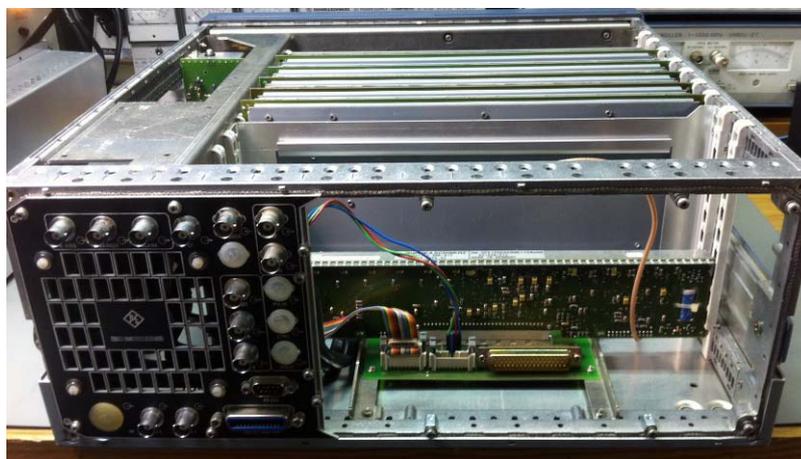
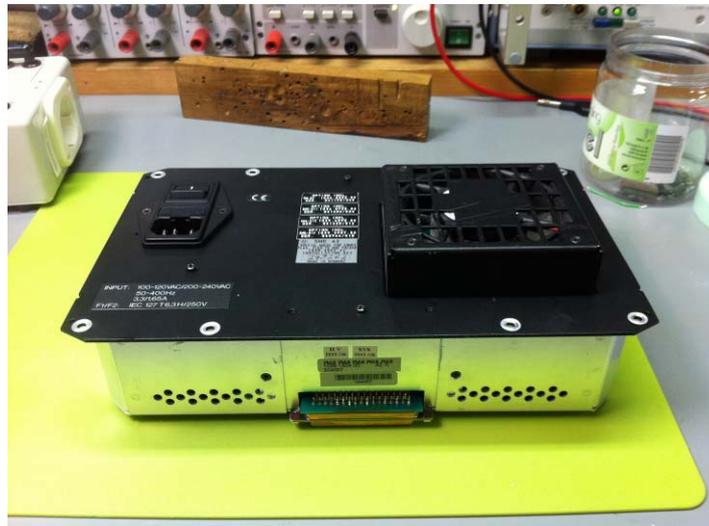


Abbildung 3: SME42 mit...und ohne Netzteil

Die einzige Steckverbindung ist eine 50polige D-Sub-Buchse zum Mainboard, die beim Herausziehen der Netzteil-Einheit gleich automatisch aufgetrennt wird. Das haben die Münchner wirklich mal wieder gut konstruiert, prima!



**Abbildung 4: Zünder und Treibladung ausgebaut**

Interessant ist, dass das Netzteil nicht von Rohde&Schwarz selbst, sondern von der Firma "Puls GmbH" entwickelt wurde. R&S kauft das Netzteil offensichtlich komplett fertig als Baugruppe zu und baut es in seine Produkte ein. Damit bleibt sich das Unternehmen selber treu: denn ich verrate sicher nicht zu viel, dass auch nicht alle Labornetzteile, auf denen "R&S" steht, von den Münchnern selber stammen.



**Abbildung 5: Zünder entschärfen..**

Soweit ich weiß, wurden hier auch externe Firmen mit der Entwicklung beauftragt und Rohde&Schwarz druckt dann nur seinen Namen darauf. Nungut- warum auch nicht: solange das Gerät zuverlässig und gut läuft, kann man sowas ja durchaus machen. Und weil die Bayern echt Humor haben, meine ich zu wissen, dass ein R&S-Netzteiltyp sogar von einer NORD-deutschen Firma (für Münchner Leser, die das Wort "Norddeutsch" möglicherweise nicht kennen, hier die Aussprache in Lautschrift: "praizisch"! ;-)) entwickelt wurde. Vielleicht ist

das der Grund, warum bei diesem Modell der Wechsel des Lüfters so ein Albtraum ist. Hätten die Bayern das mal lieber selber gemacht ;-)



Abbildung 6: Deckel ab....

Aber wir schweifen ab, weiter geht's mit der Feuerwerkerei.

Ich habe also "Zünder und Treibladung" auf dem Basteltisch und schraube gerade die Schutzhaube ab. Darunter kommt eine große Leiterplatte in Sandwich-Bauweise zum Vorschein. Jetzt wird es hässlich. Auf einer von beiden sehe ich schon aus dieser Entfernung einen großen, schwarzen und stinkenden Fleck. Das muss die Startrampe sein!

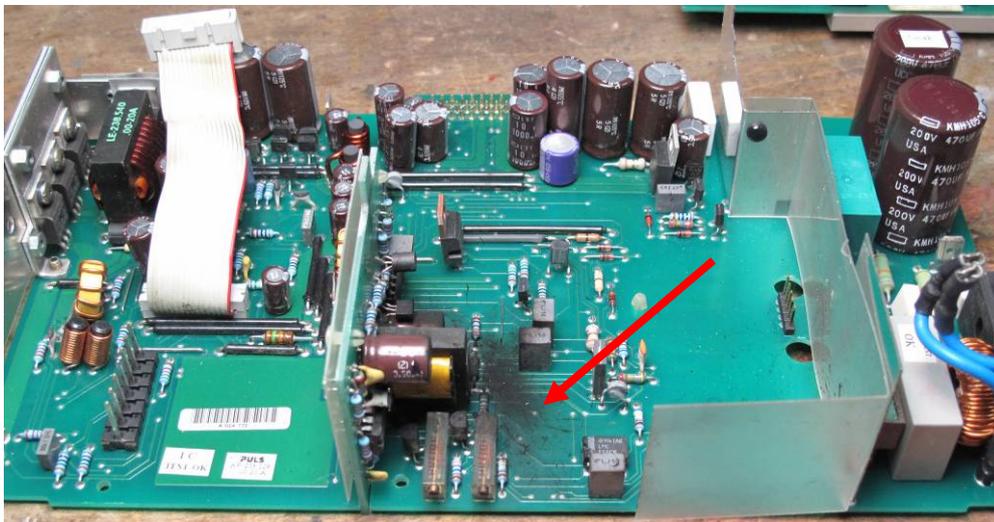


Abbildung 7: erster Blick auf die Startrampe (Leiterplatten wurden schon voneinander getrennt)

Um freie Sicht auf die Feuerstelle zu kriegen, will ich erst einmal beide Leiterplatten voneinander trennen. Die sind durch mehrere Steckverbindungen und zwei hochkant eingesteckte Mini-Baugruppen miteinander verbunden. Nach dem vorsichtigen Auseinanderhebeln hat man dann zwei etwa DIN-A5 große Leiterplatten mit allerhand Krams drauf vor sich liegen.

### 3 Erste Bestandsaufnahme...

Jetzt einfach nur "der Nase nach". Das ist einfach. Da, wo es am meisten nach Schwarzpulver stinkt, liegt der Fehler.

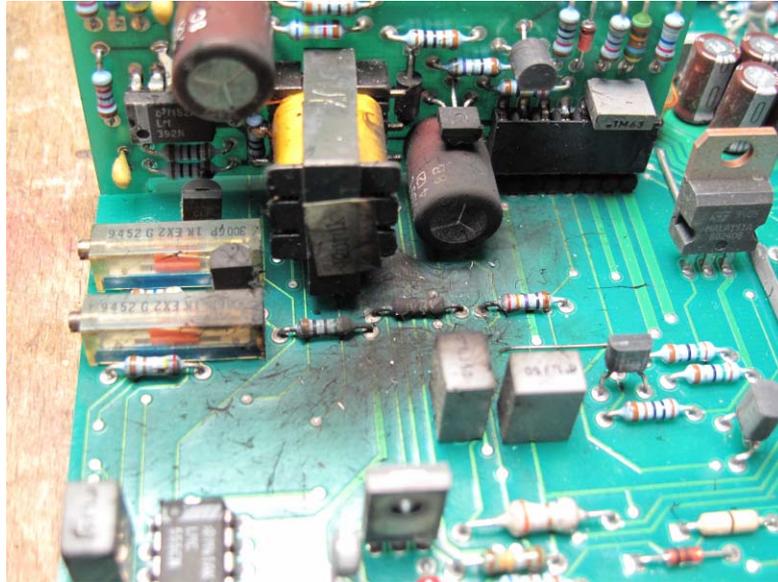


Abbildung 8: ohje....

Ich sehe zwei bis zur Unkenntlichkeit verkohlte Dinge, die wohl mal Widerstände gewesen sein müssen. Überall in der Umgebung schwarze Schlieren (man könnte fast sagen "Flusen" oder "Schwaden"), die sich auf die angrenzenden Bauteile abgesetzt haben. Ein echtes Bild des Grauens. Ob ich das je wieder hinkriege?

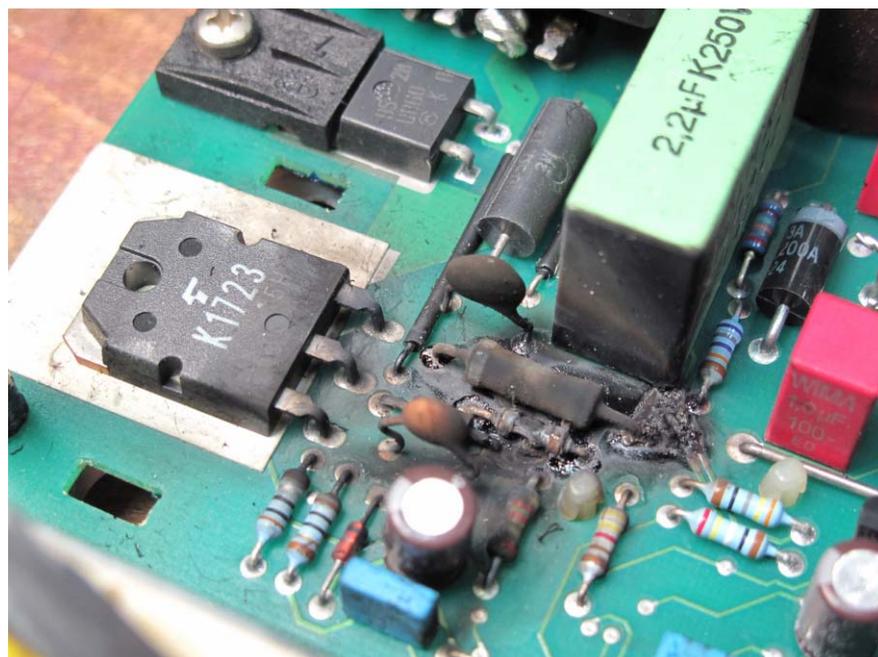


Abbildung 9: ohjeohjeohje.....

## 4 Mal unter uns...

Ich bin etwas entmutigt, denn -ähnlich wie wohl auch bei den Münchnern- gehören Schalt- netzteile nicht zu meinen Kernkompetenzen. Aber leider besteht auch der beste Messsen- der nun auch immer ein bisschen aus Netzteil. Kneifen gilt also nicht!

Inzwischen habe ich durch mein schräges Messgerätehobby schon viele nette Leute kennen gelernt; teilweise, weil ich mal was von ihnen gekauft habe, teils einfach nur, weil wir mal ein Manual getauscht haben oder kommt es neuerdings auch öfter vor, dass mich Elektro- nikfreunde einfach so ansprechen (z.B. auf dem INTERRADIO-Messplatz), um mich ein- mal persönlich kennen zu lernen. Seit ich mich in einem Reparaturbericht zu einem Röh- renprüfgerät einmal öffentlich als Fan der Niederlande "ge-outet" habe, schreiben mir nun haufenweise erleichterte Holländer emails und wollen alle meine Freunde werden. Kein Witz! Ich finde das super! So funktioniert echte Völkerverständigung!

Sollte ich dadurch einmal so berühmt werden, dass ich in die Politik gehe und zum Au- ßenminister ernannt werden, werde ich zuerst die Sprengköpfe aus allen Atomraketen ent- fernen und sie stattdessen mit einer Ladung waffenfähiger, chinesischer Billig-Messgeräten bestücken lassen. Im Einsatzfall werden die dann in 2km Höhe automatisch über dem Feindesland abgeworfen und die dortigen Surplus-Händler dürfen sich dann auf die übrig- gebliebenen China-Messgeräteschrapnelle stürzen und alles wieder mit "Uhu flinke Fla- sche" zusammenkleben. Anschließend mache ich meinen Antrittsbesuch zu allererst in die Niederlande und richte ein Deutsch-Niederländisches Freundschaftsspiel im Fußball aus. Dazu gibt's natürlich Freibier auf deutsche Staatskasse (ist mit Sicherheit billiger als eine weitere Zahlung an Griechenland, ha ha! ;-)) und danach singen wir im Stadion alle die "Biene Maja" zusammen mit Karel Gott. Das dürften dann auch die Tschechen gut finden und schon setzt sich eine positive Kettenreaktion der Freundschaft in Gang. Am Ende gibt's dann Feuerwerk. Dazu kaufe ich sämtliche SME's im Land auf, zeigen ihnen zur Mo- tivation vorher die Herrenhäuser Gärten in Hannover (keine Hilfe, damit auch alle den Witz kapieren: Feuerwerkswettbewerb!)- und schalte sie dann im Stadion alle gleichzeitig ein! Wenn in diesem Moment dann nicht das westeuropäische Stromnetz zusammenbricht, wird das ein echtes Spektakel! Ich nenne es: "+13dBm im Nebel!"

Spaß beiseite. Für den unwahrscheinlichen Fall, dass das sowohl mit dem Außenminister als auch der Netzteil-Reparatur nichts wird, werde ich mich wohl nach einer Austausch- baugruppe umsehen müssen- so wie es einem das R&S-Manual übrigens auch rät!

## 5 Ersatzteile

Bei der Organisation von Ersatzteilen muss man auf Menschen bauen, auf die man sich verlassen kann- und auch auf die Qualität der Dinge, die sie verkaufen. Diesbezüglich habe ich mit dem ebay-Shop "**us\_tec**" wirklich gute Erfahrungen gemacht. Hier hatte ich da- mals Ersatz für das defekte LCD-Display im SME42 bekommen und auch den noch feh- lenden FM-Modulator SM-B5 für meinen SME03. Beides ist normalerweise gar nicht so einfach zu kriegen!

Und auch dieses mal gibt sich Hr. Sander alle Mühe, etwas Passendes für mich zu finden. Kurz darauf stellt er mir sogar gleich zwei Alternativen vor: ein originales Netzteil aus ei-

nem SMIQ (ist baugleich mit SME) sowie eins mit ihm unbekannter Teilenummer aus einem "Radiocommunication Tester" (kann ja fast nur ein CMD gewesen sein), das bei ihm probeweise aber auch in einem SMIQ über mehrere Stunden lang funktioniert hatte.

Das klingt doch alles schon einmal sehr gut, doch zur Freigabe der notwendigen Finanzmittel für ein neues SME-Netzteil habe ich meiner Frau versprochen, vorher wenigstens einen ernsthaften Reparaturversuch des defekten Netzteils unternommen zu haben.

Hr. Sander ist so nett, mir das Ersatz-Netzteil so lange für mich zu reservieren, bis ich Erfolg- oder eben Misserfolg- vermelden kann. Überdies gibt er mir auch noch den Tipp, vor der wieder-Inbetriebnahme unbedingt noch die ganzen Sekundärregelungen zu überprüfen. Dieser Rat ist sehr sinnvoll und ich werde euch auch gleich erklären, was "Sekundärregelungen" sind.

## 6 Los geht's!

Zuerst aber drucke ich mir die Schaltunterlagen des Netzteils in Papierform aus. Glücklicherweise bin ich hier inzwischen ganz gut "sortiert", so dass das kein großes Unterfangen ist. Das Übersichtsbild der Platine muss ich jedoch aus einer Baugruppenversion eines SMIQ Service-Manuals entnehmen, denn in meinem SME-Manual ist der Scan zu schlecht, so dass ich die Bauteilnamen dort nicht erkennen kann. Danke an dieser Stelle übrigens an Craig in Australien, dessen SMIQ-Manual hat mir hier entscheidend geholfen. (Ich sag's ja: man lernt durch so ein Messgerätehobby echt überall auf der Welt nette Menschen kennen!)

Nach dem Ausdrucken und Sichten der Unterlagen kümmere ich mich erstmal um die verkohlten Bauteile. Es handelt sich in der Tat um zwei Widerstände, die in der Umgebung des Leistungstransistors V28 für den so genannten "Pulssteller" liegen. Der Pulssteller ist quasi sowas wie ein Stellglied, das den Stromzufluss in den Primär-Wandlertrafo generiert. (Wie genau das funktioniert, ist mir im Moment auch noch nicht so klar. Verstanden habe ich nur, dass der Wandler mit ca. 70kHz Pulsfrequenz arbeitet und dass die Leistungsdiode V64 mit der Drossel L3 maßgeblich für das korrekte Funktionieren verantwortlich ist.)

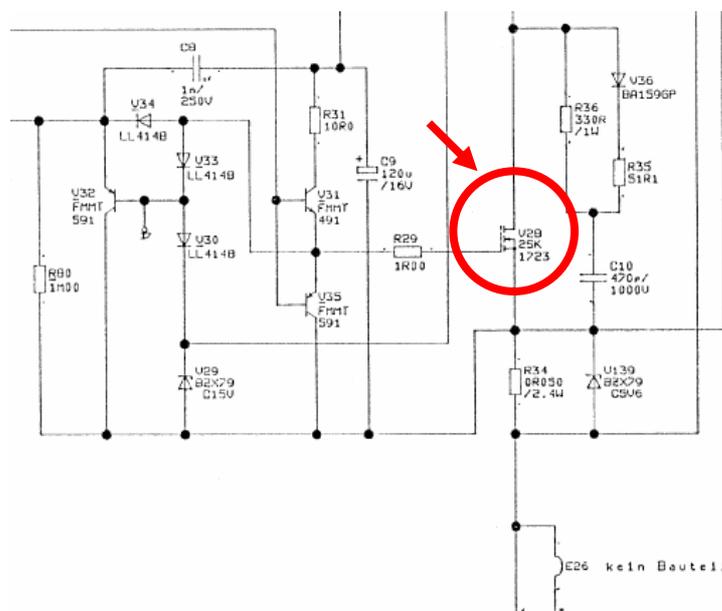


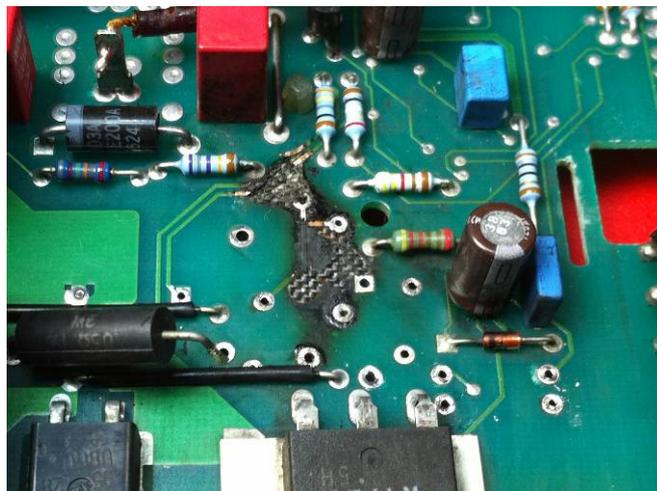
Abbildung 10: Schaltplanauszug um Transistor V28 (Pfeil)

Die beiden verkohlten Bauteile identifiziere ich schließlich anhand des Layoutplans als R35 und R36. Eine gute Reparatur beginnt man nie mit dem LötKolben, sondern ausschließlich mit Schaltplänen und dem bordeigenen Grips! Im ersten Ansatz will ich daher erstmal überlegen, wie diese Widerstände überhaupt hätten kaputt gehen können. Wie es aussieht, sind sie durch extreme Überlast regelrecht abgebrannt- sogar unter ihnen ist die Leiterplatte bis auf das Basismaterial durchgeschmort- daher auch die ganzen schwarzen "Fetzen" in der Umgebung. Glücklicherweise scheint es sich nicht um eine Multilayer-Platine zu handeln, sonst wären bestimmt auch Leiterbahnen im Innern betroffen und das würde unter Umständen sogar das vorzeitige Ende des Reparaturversuchs bedeuten.



**Abbildung 11: Blick auf R35 und R36**

Trotzdem hat es auch zwei Leiterbahnen auf der Oberseite der Platine weggebrannt, die ich später wieder werde flicken müssen. Nicht zuletzt deswegen entscheide ich mich als ersten Schritt dazu, alle Bauteile mit sichtbarem "Feuer- oder Rauchschaden" erstmal pauschal auszulöten und erstmal etwas Platz zu schaffen. Dann wird die Leiterplatte richtig mit Spiritus und Pinsel abgespült- so lange, bis die herunterlaufende Suppe nicht mehr pechschwarz, sondern nur noch leicht grau ist. Hinterher sieht die Platine schon etwas freundlicher aus.



**Abbildung 12: Hausputz**

Jedes Bauteil, das ich auslöte, prüfe ich auf korrekte Funktion. Die als "defekt" erkannten Bauteile markiere ich mir im Schaltplan; so kann ich vielleicht rekonstruieren, was das Feuerwerk im SME ausgelöst haben muss und wie der Fehlermechanismus ablief. Neben den beiden verbrannten Widerständen ist auch die in Reihe geschaltete Diode V36 defekt (Kurzschluss) und der Kondensator C10, der diesem ganzen aufgebrannten Schaltungszweig in Reihe liegt, hat auch nur noch 380pF statt 470pF. Vielleicht alles eine Folge zu hoher Belastung durch denn Fehlerfall?

Im Schaltplan erkenne ich, dass durch einen Parallelpfad zum Pulssteller-Haupttransistor V28 ein sehr großer Strom geflossen sein muss. Weil dieser Parallelpfad über besagten C10 eigentlich nur wechsellspannungsseitig wirken kann (er ist dem ganzen Zweig in Reihe geschaltet), gehe ich davon aus, dass hier ein extrem hoher Wechselstrom geflossen sein muss- oder C10 auf einmal einen Kurzschluss bekommen hat. Weil mein LCR-Meter für C10 jedoch besagte 380pF gemessen hat (und keinen DC-Kurzschluss), habe ich dafür keinen Beweis.

Ich rechne nach: bei 70kHz hat ein Kondensator einen kapazitiven Blindwiderstand von etwa 4,8kOhm. Nehmen wir mal an, durch einen Fehlerfall könnte diese 70kHz und 140V große Wechsellspannung durch diesen Zweig fließen. Vernachlässigen wir alle Widerstände, würde der Stromfluss nur durch diesen Blindwiderstand begrenzt werden. Er würde daher maximal einen Wert von 29mA<sub>eff</sub> erreichen können. Sollte dieser Strom wirklich fließen, so könnte er in den verkohlten Widerständen maximal eine Leistung von 4 Watt umsetzen. Das jetzt aber wirklich nur als ganz, ganz grobe Überschlagsabschätzung- und unter kompletter Ignorierung vieler physikalischer Zusammenhänge (Phasenwinkel, usw.).

Aber könnten 4 Watt einen Widerstand so zurichten und die Leiterplatte unter ihm bis auf das Kernmaterial wegbrennen? Hmmm...so ganz kann ich das nicht glauben. Bestimmt hat der in Reihe liegende C10 (ein 1kV-Typ!) auch mit Leckstromeffekten zu dem Brand beigetragen. Ich werde ihn auf jeden Fall auswechseln. Ebenso den anderen 1kV-Kondensator C7 (47pF). Beide Typen finde ich bei "RS Components" und sie kosten nicht viel, also werde ich sie sicherheitshalber ersetzen. Alleine schon deswegen, weil ihr Gehäuse vom Brand rabenschwarz geworden ist und ich in solche Bauteile generell kein allzu großes Vertrauen mehr in deren Zuverlässigkeit habe.

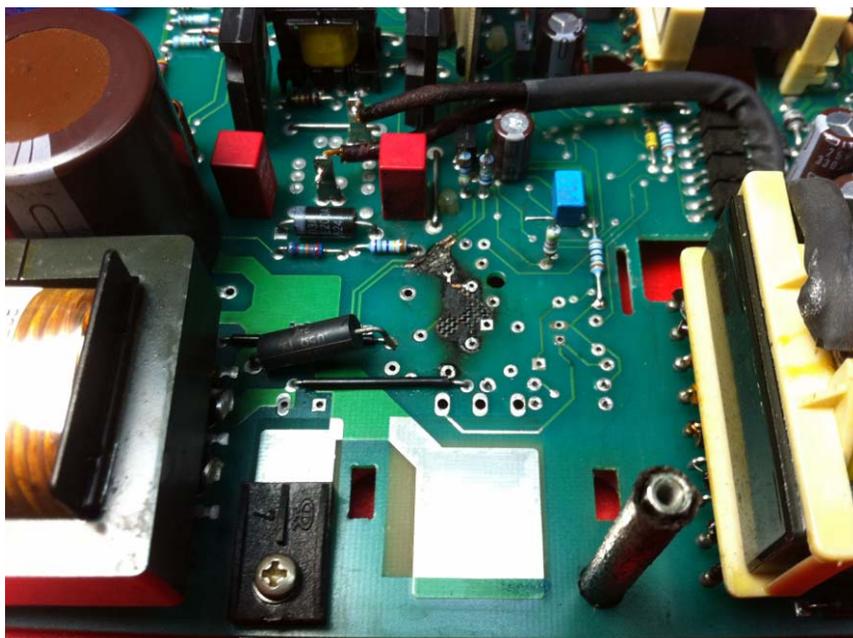


Abbildung 13: weiter aufräumen....und putzen....

Als nächsten Schritt messe ich den Ausgang des Pulsstellers: 0 Ohm! Oh, das kann laut Schaltplan doch aber gar nicht sein! Schließlich finde ich die dicke Supressor-Diode V63 am Pulssteller-Ausgang, die sich als permanenter 0Ohm-Stromschlucker präsentiert. Mann, was in diesem Netzteil wohl alles vorgefallen ist? Ob diese Diode am Ende möglicherweise sogar Schlimmeres verhindert hat?

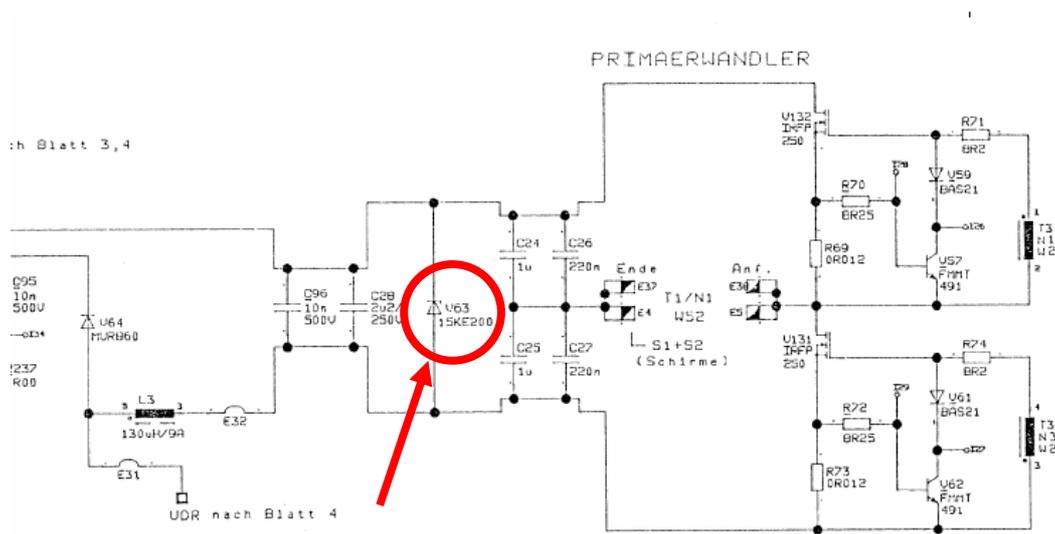


Abbildung 14: Supressor-Diode V63

Das hier wäre natürlich auch eine mögliche Erklärung: diese Diode soll eigentlich nur Überspannungsspitzen kurzschließen und damit den Trafo (und möglicherweise den Pulssteller) schützen. Macht sie jedoch einen permanenten Kurzschluss, kommt zum Wandlertrafo kaum mehr Energie durch. Dadurch sinkt auch seine Ausgangsspannung drastisch- das merkt der dahinter liegende Detektor und die Regelschleife "reißt" den Pulsstellerkreis hoch, damit mehr Energie in den Trafo gepumpt wird. Doch statt am Trafo, kommt die meiste Energie in der Kurzschluss-Diode an- und die verträgt aufgrund ihrer Größe einiges. Wieviel, weiß ich nicht genau. Aber auf jedem Fall weitaus mehr, als die beiden verkohlten Widerstände. In diesem Teil des Netzteils gibt es übrigens keinen Überstromschutz- somit arbeitet der Pulssteller bis zur Selbstaufgabe- und geht beim Ankämpfen gegen den Diodenkurzschluss unter heftigem Stinken und Räuchern kaputt. So könnte es auch gewesen sein!

Wie immer es auch war: unbestritten ist jedoch, dass man sich bei der Konzeption des Netzteils doch einige Mühe gegeben hat, im Falle eines Netzteildefekts großflächige Cholateral-schäden zu vermeiden. Es gibt eine Menge Sicherungseinrichtungen wie Überstrom-Sensoren, Überspannungs-Notbremsen (durch Kurzschließen der Ausgangsspannung), sogar eine Powerfail-Leitung, einen Netzteil-Reset, usw.. Der Pulssteller wird jedoch nicht durch Überstromeinrichtungen überwacht. Aber man kann auch nicht alles absichern; das ist im wahren Leben mit Versicherungen ja auch so.\*

\*Sorry an alle elektronikbastelnden Versicherungsmakler, die mir in diesem Punkt sicher widersprechen werden!

Lustigerweise ist der Schalttransistor des Pulsstellers noch in Ordnung- zumindest ergeben das meine Versuche mit externem Netzteil und "nasser Finger tippt ans Gate" als auch mein kleiner praktischer PeakTech Bauteiletester. Ein N-Kanal-MOSFET mit der Bezeichnung 2SK1723 ist heute so gut wie nicht mehr zu kriegen. Daher bestimme ich bei RS Components

anhand deren praktischer Such-Hilfe online einen Ersatztyp und bestelle mir zwei Bauteile davon mit. Nur für alle Fälle! Denn einlöten tue ich erst einmal wieder den originalen.



Abbildung 15: praktischer Helfer: Halbleiter-Prüfgerät von PEAK (hier beim Test eines BD139)

Ich ersetze noch ein wenig andere Bauteile in der Umgebung; jedoch weniger systematisch als mehr nach optischem Verschmutzungsgrad. Die aufgebrannten Leiterbahnen auf der Platine verfolge ich im Schaltplan und ziehe stattdessen zwei dünne Drähte. Eine Z-Diode wird sicherheitshalber noch ausgetauscht und ein Elko- obwohl beide Bauteile eigentlich noch als ok zu messen waren.

## 7 Eingangsteiler

Während ich noch auf eine Reichelt-Bestellung warte, gucke ich mir das Netzteil einmal von der Eingangsseite her, also der 230V-Seite, an. Zuerst geht der Strom durch ein Filter und einen Gleichrichter, der -zusammen mit einer 230V/110V-Umschaltung- eine Zwischenspannung erzeugt. Das Manual rät dazu, für den Test erst einmal 110V AC per Trennstelltrafo einzuspeisen und nach dem Rechten zu schauen.

Ja, und das geht schon mal schief. Ich speise 110V ein- aber kriege absolut NIX raus. Also haben wir hier noch einen Fehler. Nach etwas Suchen finde ich einen hochohmig gewordenen Strombegrenzungswiderstand R75. Nachdem ich ihn ersetzt habe, kann ich etwa +150V Zwischenspannung über den dicken Netzteilelkos messen.

Das ist mit Sicherheit schon "richtiger" als "0Volt", doch- ist 150V wirklich 100%ig richtig? Ich frage deshalb so naiv, weil es sich ja schließlich um ein Weitbereichs-Netzteil handelt, das zwischen 110V und 230V-Betrieb automatisch umschalten kann. Und weil es direkt hinter dem Gleichrichter ein Umschaltrelais gibt, das laut Manual die Gleichrichter-Elkos in einer bestimmten Betriebsart "kaskadiert" (wie immer das auch gehen soll), könnte es hier noch immer einen (unerkannten) Fehler geben!\*

\*Und wie recht ich damit habe, kommt gleich!

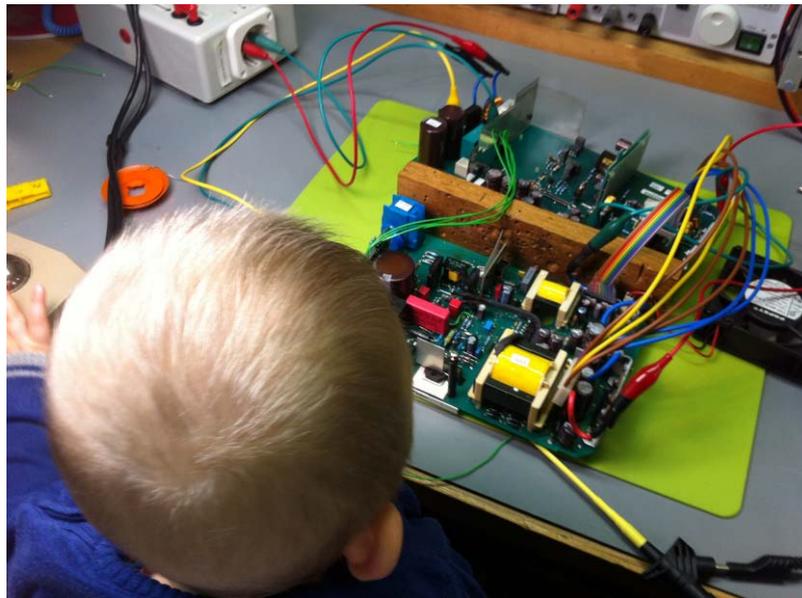
Leider lässt mich das Manual hier ziemlich "dumm sterben". Überhaupt muss ich gestehen, bin ich mit der Beschreibung der Netzteilbaugruppe nicht vollends glücklich. Sie erreicht in

der Qualität einfach nicht das mir sonst bekannte R&S-Niveau. Ich würde meine Hand dafür ins Feuer legen (ah! Da sind wir wieder beim Feuerwerker-Thema ;-) ) dass auch das Manual zu dieser Baugruppe von der extern beauftragten Firma erstellt wurde, denn normalerweise liefert R&S hier tadellose Arbeit ab. Es geht damit los, dass die Baugruppen in Schaltplan, Layoutbild und der Funktionsbeschreibung bis zu drei(!) verschiedene Namen haben, aber immer ein und dasselbe meinen. Das kann echt so richtig verwirrend sein, wenn man beim Erarbeiten der Schaltung von einem "Primärwandler" liest, im Blockschaltbild aber nur einen "Gegentakt-Resonanz-Wandler" findet- oder ist es dann doch der "Hauptschaltregler", der direkt davor sitzt?

Zumindest mein limitierter Denkkapazität ist mit sowas überfordert. Bei so einem komplexen Netzteil mit so vielen verschiedenen getakteten Schaltreglern noch die Übersicht zu behalten, ist eh schon nicht ganz einfach. Werden dann aber noch verschiedene Begriffe für ein und dieselbe Sache verwendet, wird es so richtig eklig. Ich habe daher einen halben Nachmittag gebraucht, um mich erstmal im Pamphlet so einigermaßen zurechtzufinden und einheitliche Begriffe überall dranzuschreiben. Dabei bin ich dann leider auch wieder auf offensichtliche Tippfehler gestoßen; zum Beispiel ist R18 gemeint, genannt wird R8 usw. Ich werde das Gefühl nicht los, dass diese Beschreibung vor der Veröffentlichung nie jemand so richtig durchgearbeitet hat, denn sonst wären solche Fehler aufgefallen. Nunja, es hat ja auch niemand behauptet, dass Schaltnetzteil-Reparieren was für Weicheier sei.

---

Kleiner Einschub:



**Abbildung 16: Probelauf - unter Aufsicht**

Keine Reparatur ohne unseren Jüngsten! Nur wenn er auf meinem Schoß sitzen und alles mitkriegen darf, ist er zufrieden. Mache ich nur die kleinste Messung ohne ihn, brüllt er sofort gekränkt los! Man muss höllisch aufpassen, dass er seine Griffel nicht gerade in die Platine steckt, während man drin herummissst. Allen Eltern, denen jetzt gerade das Blut in den Adern gefriert vor Sorge um die Sicherheit unseres Nachwuchses, sei gesagt, dass ich den Kleinen natürlich vom Messplatz entferne, bevor der Strom eingeschaltet wird. Trotzdem lauern auch ohne Strom überall Gefahren. Aber die können durchaus lehrreich sein. Er weiß inzwischen zum Beispiel, dass ein LötKolben heiß ist und dass abisolierte Kabel furchtbar pieksen können, wenn man ziellos damit herumgrabbelt. Papa weiß inzwischen, dass der Schraubstock furchtbar schmerzhaft sein kann, wenn der Kleine ihn unbedarft losschraubt und er ihm (also mir;-) dann auf den Fuß fällt. Und meine Laborkabel wissen nun im Gegenzug, dass sie gnadenlos gezogen und vollgesabbert werden, wenn sie irgendwo tiefenentspannt auf dem Labortisch herumliegen und einfach nur locker mit Abchillen beschäftigt sind. So hat am Ende jeder was gelernt! :-)

Also Zähne zusammenbeißen, Pamphlet wieder auf und weiterlesen, wie man das Ding laut Hersteller reparieren soll. Das mit 110V/50Hz Netzspannung gespeiste Gerät soll man auf Standby- und Referenzspannungen prüfen und dann auf 230V hochdrehen. Und "Ausgangsspannung 1" soll man kontrollieren. Leider findet sich im gesamten Schaltplan keine Info, was "Ausgangsspannung 1" genau sein soll und wo sie zu finden ist. Aber 5,2Volt soll sie groß sein, das ist doch schonmal was.

Dass man das Netzteil für diesen Test übrigens über den Standby-Pin Nr.17 erst einmal grundsätzlich aktivieren muss, steht da leider nicht und werde ich erst später selber herausfinden. Ich kann es nur wiederholen: das Arbeiten mit dieser Beschreibung ist wahrlich kein Vergnügen. Aber vielleicht bin ich von den schönen Manuals, die ich sonst habe, einfach zu verwöhnt ;-)

## 8 Booten

Die systematische Fehlersuche beginnt -nach erfolgtem Schaltplan- und Beschreibungslesen- mit dem Einschalten. Eigentlich nicht erwähnenswert, oder? Doch! Denn dieses Netzteil ist schon so komplex, dass es tatsächlich sowas wie "booten" muss! Eine extra Platine, die hochkant zwischen den beiden Sandwich-Leiterplatten eingesteckt ist, kümmert sich um die korrekte Einschaltsequenz. Es wäre jetzt etwas übertrieben, das hier jetzt alles im Detail nochmals durchzugehen. Es sei nur soviel gesagt: die Ablaufsteuerung kümmert sich um einen Soft-Start, die automatische 110/230V-Umschaltung und die Erzeugung der Freigabesignale. Freigabe? Ja, tatsächlich! Das Netzteil meldet über Signalleitungen den Betriebszustand nach innen (und außen!). So könnte auch der Hauptprozessor des Messgeräts z.B. eine Übertemperatur erkennen und entsprechend mit Notabschaltung oder Notbetrieb darauf gezielt reagieren. Sehr schlau gemacht!

Was mich etwas verwundert, ist, dass ich laut Anleitung eigentlich ein Klicken eines Relais hören müsste, wenn ich von 110V auf 230V Netzspannung hochdrehe. Ich höre jedoch nichts, und das verwundert mich etwas. Eine kurze Messung am verantwortlichen Relais zeigt mir, dass es auch nicht angesteuert wird, somit kann es natürlich auch nicht klicken! Warum es das nicht wird, kann ich im Moment noch nicht sagen: das Steuersignal wird auf der hochkant steckenden Zwischenplatine erzeugt- keine Chance, da mechanisch mit 'ner Messzinke ranzukommen, während das Netzteil zusammengebaut ist.

Also beschränke ich mich zuerst auf die Kontrolle der Betriebs- und Referenzspannungen. Ich stelle fest, dass der Standby-Wandler seine 12V munter produziert und auch die benötigten Referenzspannungen UREF1, UREF3 und UREF5 alle anliegen. Lediglich bei der Betriebsspannung UH4, die laut Manual 12,8Volt betragen soll, runzele ich etwas die Stirn: ich messe 11,4V. Tja, ist das nun wieder ein Druckfehler im Netzteil-Manual oder habe ich ein weiteres Problem entdeckt? Leider sind bei den 12,8Volt im Manual auch keine Gut/Schlecht-Limits angegeben, schade. Da diese 11,4V aber wenigstens stabil und brummfrei zu sein scheinen, gehe ich dem (noch) nicht weiter nach.

## 9 Service-Adapter

Ich komme mal wieder an den Punkt, an dem ich mir Hilfsmittel basteln muss. Liebe Leute, ich weiß: das Bauen von Adaptern und Hilfsmitteln kostet ganz schön Zeit und nervt auch etwas. Manchmal geht es aber nicht anders und man muss die Energie einfach aufbringen. Insbesondere beim SME-Netzteil haben wir es mit vier Leiterplatten zu tun: zwei große oben und unten, sowie zwei kleine, die senkrecht dazwischen gesteckt sind. Will man da im Betrieb messen (und das muss man, sonst kommt man nicht weiter), muss man sich Verlängerungen und Adapterkabel bauen, so dass man die ganze Baugruppe als "Platinenhaufen" nebeneinander ausgebreitet auf den Arbeitstisch legen und betreiben kann.

Schön gesagt, aber schwer getan. Die Verlängerung des Flachbandkabels geht noch relativ einfach: ein Pfostenverbinder und eine Lötstiftleiste auf 16 Pins abgesägt und mittels Flachbandleitung verbunden; dann mit der Heißklebepistole die Lötstellen versiegelt und sowas ähnliches wie einen "Knickschutz" ausgebildet.

Dieselbe Übung machen wir nochmal für den 5poligen Steckanschluss auf der kleinen Platine mit der Ablaufsteuerung drauf.

Die Flachsteckhülsen-Verbinder verlängere ich einfach mit kurzen Kroko-Laborkabeln.

Das Schlimmste jedoch ist die dicke, 7polige Steckverbindung. Hier läuft richtig Strom drüber, also muss ich mir hier was einfallen lassen. Erst wollte ich ein altes PC-Netzteil dafür opfern und dessen Motherboard-Stecker als Steckverbinder verwenden. Das hätte schön gepasst, doch dann hatte ich folgende Idee: ich schnitt eine kleine Lüsterklemme auseinander. Das metallene Innenleben würde mir helfen: ich drehte auf der einen Seite die Schraube raus und lötete stattdessen dort mein Verlängerungskabel an. Dann schob ich Schrumpfschlauch über das ganze Lüsterklemmen-Schraubteil und schrumpfte es fest. Dann noch die Schraube wieder rein- und fertig ist die eine Seite des einpoligen Schraubadapters! Die andere Seite isoliere ich einfach ab und verzinne das Ende. Auf diese Weise kann man es gut in das Gegenstück auf der anderen Seite der Baugruppe einschieben.

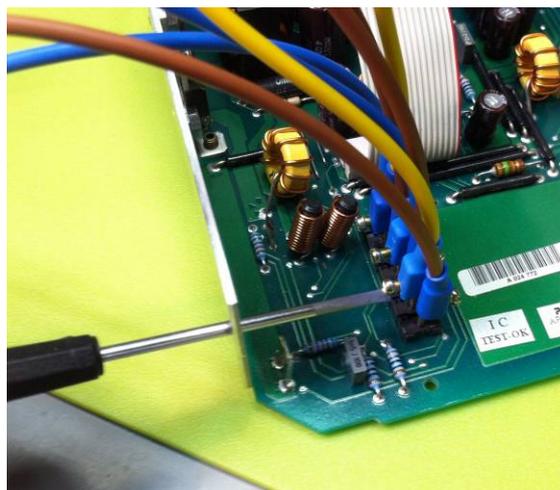


Abbildung 17: entkernte Lüsterklemmen als Serviceadapter

Das alles "nur noch" weitere 6 mal, und schon ist der Adapter einsatzbereit. Das wäre geschafft!

# 10 Ablaufsteuerung

Es ist mir also gelungen, die Sandwich-Platineneinheit mittels Verlängerungen so vor mir auszubreiten, dass -vorausgesetzt der Platinenhaufen ist heile- dennoch ein korrekte Funktion gegeben ist. Also alles anklemmen, die Kroko-Klemmen vorsichtshalber mit Isolierband sichern (hier sind teilweise >300V drauf!), damit dieser SME nicht aus Versehen mein letzter gewesen sein sollte :-/

Sicherheit geht immer vor!

Nun 110V Strom drauf (wie in der Anleitung steht) und dann einschalten und beobachten. Meine 100W-Lampe, die ich standardmäßig immer in Reihe geschaltet habe, glimmt kurz auf und verlöscht dann wieder. Das zeigt mir an, dass kurzzeitig ein relativ hoher Strom geflossen ist und (vermutlich) zum Laden der Elkos im Netzteil genutzt wurde.

Ich höre ein(!) Klicken, dann Ruhe.

Keine Spur von einem zweiten Klicken. Aber jetzt kann ich ja messen!

Ich lerne, dass ein Teil der Netzspannung ausgekoppelt und heruntergeteilt wird. Dieses Signal wird ausgewertet und -liegt es unter einem bestimmten Referenzwert- das Relais K2 gezogen, das dann die Netzteilkos kaskadiert, weil sich das Netzteil dann sicher ist, an einem 110V-Netz zu hängen.

Ich kriege ziemlich schnell heraus, dass genau dieser Referenzwert sehr eigenartig aussieht. Die Spannung nennt das Schaltbild UREF4- schreibt aber leider nirgends, wie genau UREF4 aussehen soll (Schluchtz...!). Also muss ich mir das selber irgendwie herleiten. Ich wühle mich durch die Leiterplatten und ende an einem integrierten Schaltkreis TL431. Das Datenblatt dazu ist 78 Seiten lang- also wieder Lektüre. Es gelingt ihm aber dennoch nicht, die für mich relevante Information lange vor mir zu verstecken: in der Grundbeschaltung, die der SME auch verwendet, soll die Ausgangsspannung bei 2,5Volt liegen. Tut sie aber nicht: es kommen nur 0,6V heraus. Na, da ist doch was faul!

Zuerst tippte ich auf einen defekten TL431. Also lötete ich ihn aus und prüfte ihn gemäß Datenblatt in Minimal-Beschaltung extern an einem Netzteil. Ergebnis: neeee, astreine 2,494V am Ausgang, das Ding ist definitiv heile!

Warum also nur 0,6V im SME? Wird der TL431 vielleicht irgendwie zu niederohmig belastet? Also Ohmmeter raus, zwischen Masse und TL431 gemessen: 55 Ohm! Oh! Das ist wirklich wenig! Und vor allen Dingen ZU wenig, wenn man ins Schaltbild schaut: eigentlich dürfte keiner der angeschlossenen Schaltungsteile den TL431 mit so einer geringen Impedanz belasten!

Ich lasse meine Messzinken in der Schaltung und zupfe zeitgleich die Ablaufsteuerungs-Leiterplatte hinaus. Schwupps- die 55Ohm verschwinden! Aha! Der Kurzschluss kommt also von dort! Nun dauerte es nicht mehr lange, bis ich Pin4 des LM339 Operationsverstärkers auf der Ablaufsteuerung als Stromfresser identifizieren konnte. Probeweise löte ich das Beinchen hoch (was gar nicht so einfach ist bei dem SMD-Teil) und der Kurzschluss verschwindet. Lustigerweise ist es genau das IC, das über 110/230V-Betrieb entscheidet; also letztendlich für das sehnlich erwartete Relais-Klickern verantwortlich ist!

# 11 Umschaltung 110/230V

Der TL431 wird wieder eingelötet (ist ja heile) und stattdessen der defekte LM339 herausgeknipst. Ich wollte es selber kaum glauben, aber ich hatte tatsächlich noch einen als SMD-Version in der Magazinwand (das ist meine "Wand-Bastelkiste"). Also nicht lange gefackelt und die Mittagszeit genutzt, in der die Frau beim Einkaufen und der Sohnemann beim Mittagsschläfchen war. Der Austausch des LM339 dauerte nicht lange.

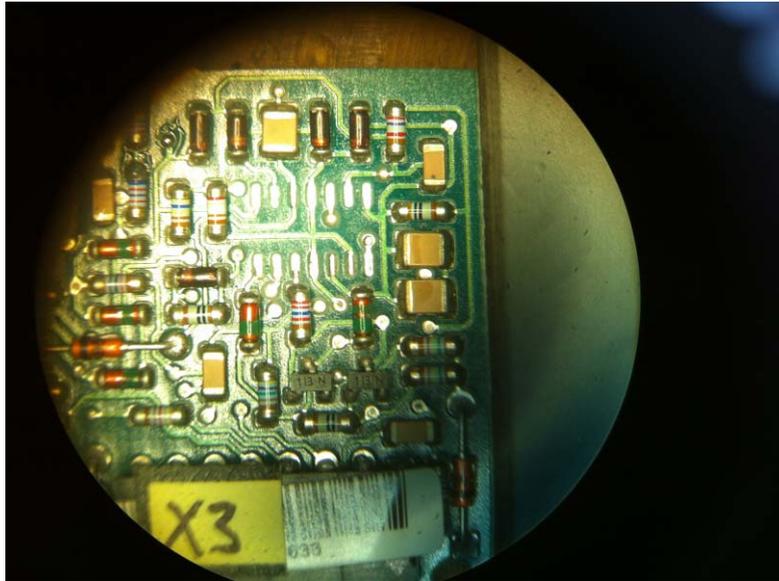


Abbildung 18: Blick durch's Mikroskop: LM339 bereits entfernt

Nach dem Säubern der Lötstelle, Neu-Einbau und kurzer Sichtkontrolle dann der große Moment: Einstecken der Platine und einschalten: jawoll! 2,5Volt stehen jetzt sauber an! Und noch viel toller: es klickt nun 2 mal! Juchuuu! Der SME hat die 110V erkannt und schaltet die Netzteilkos nun endlich korrekt um!

Ich messe über den Lade-Elkos jetzt übrigens 315V DC bei Speisung des SME's mit 230Volt und 275Volt DC bei Speisung mit 110V Betriebsspannung (Leerlauf). Auch eine Angabe, die im Manual hilfreich gewesen wäre... :-/

Damit traue ich mich nun endlich, das Netzteil richtig hochzufahren. Ich verbinde an der dicken 50 pol D-Sub-Buchse die Pins 17 (=Standby-Eingang) mit Pin 15 (Masse) und aktiviere damit das Netzteil. Die Lampe zuckt kurz, es klickert, dann zirpt es laut, die Lampe brennt hell, geht dann wieder aus. Mit ihr verstummt auch das Zirpen. Nach wenigen Sekunden dann dasselbe Spiel von vorn. Es leuchtet, es zirpt - und verstummt. Ich schalte schnell wieder aus, denn ich habe genug gehört.



Abbildung 19: erster Start des Netzteils

Offensichtlich bin ich auf dem richtigen Reparaturweg- aber noch nicht am Ziel! Das Netzteil erkennt den Betriebsfall (230V oder 110V), die Standby- und Referenzspannungen kommen alle, es will auch hochstarten und läuft an. Dann aber schaltet vermutlich irgendeine der wirklich zahlreich vorhandenen Sicherheitsschaltungen das Netzteil wieder ab. R&S nennt das "Hickup-Modus", also so eine Art Sicherheits-Notabschaltung. Hach, ich bin begeistert- hier hat man bei der Entwicklung echt gut mitgedacht, denn ohne diese Sicherheitsschaltung stünde der Sieger des Feuerwerkswettbewerbs für das nächste Jahr gleich schon wieder fest ;-)

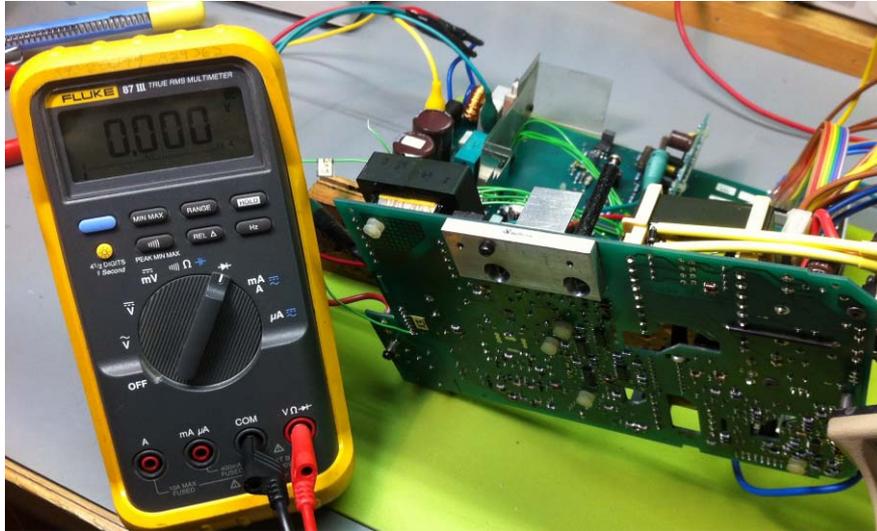
## 12 Ins Blaue...

Jetzt gebe ich zu, machte ich einen kleinen Schuss ins Blaue. Für mich hörte sich das Netzteil so an, als wollte es starten, würde aber sekundärseitig auf einen Kurzschluss arbeiten. Fragt mich nicht warum, aber damit sollte ich richtig liegen (es hätte genausogut ein defekter Wandlertrafo sein können!)! Ich tippte kurz auf einige der sekundärseitigen Gleichrichterdiode- und erschrak: einige von denen waren brüllend heiß! Nanu?!? Von den wenigen Sekunden Betrieb schon so heiß?



Abbildung 20: Gleichrichterdioden zum Messen hochgelötet

Weil man an Dioden so nah an der niederohmigen Sekundärwicklung eines Wandlertrafos so schlecht messen kann, lötete ich sämtliche der 8 Gleichrichterdiode einseitig ab. Dann mal wieder mein geliebtes Fluke 87 Multimeter heraus, Diodentest. Bingo! Zwei der 8 Dioden sind nur noch zweipolige Drahtbrücken.



**Abbildung 21: Multimeter im Diodentest zeigt Kurzschluss an**

Nach einer kurzen Schaltplankontrolle löte ich die beiden defekten aus (entferne damit den Kurzschluss) und fahre das Netzteil erneut hoch. Und was soll ich Euch sagen: es startet!

Ruhig wie ein Kätzchen schnurrt es zufrieden vor sich hin und produziert sämtliche Ausgangsspannungen! Sogar mit zwei Dioden weniger (vermutlich hat die 24V-Seite nun im Moment nur eine Halbwellen- statt Vollwellengleichrichtung) läuft dieses Wunderwerk der Technik weiter; das nenne ich robust!

Die defekten Dioden sind Schottky-Dioden vom Typ BYS21. Die habe ich zufällig leider nicht in der Bastelkiste, aber bei ebay bietet jemand ein Tütchen davon für nur 4 Euro inkl. Versand an. Das klingt doch gut! Dank Internet&Co kann man sowas inzwischen ja schon drahtlos von der Wohnzimmercouch aus bestellen. Tolle Technik! Einziger Nachteil: ständig muss man sich mit irgendwelchen SW-Updates herumschlagen, zu denen einen sein PC zwingt. Als Belohnung wird er dadurch beinahe täglich langsamer und langsamer. Das nervt schon etwas. Am liebsten würde ich manche SW-Programme auch beim Feuerwerks Wettbewerb anmelden. So bunt und poppig, wie die heutzutage meistens daherkommen, hätten sie eine echte Chance.

Aber zurück zum SME.

## 13 Zwischenfazit

Ich fasse mal zusammen, was in dem Netzteil alles defekt war:

- 1) Der Pulssteller um V28 herum als Vorstufe für den Primärwandler (mehrere Bauteile)
- 2) die Leiterplatte UNTER dem Pulssteller ;-)
- 3) die Überspannungsschutzdiode nach dem Pulssteller (Surpressordiode)
- 4) der Strombegrenzungswiderstand im Netz-Eingangsfiler
- 5) ein Operationsverstärker LM339 in der 110V/230V-Umschaltung
- 6) zwei Gleichrichterioden auf der Sekundärseite (24V-Spannungserzeugung)

Das hat sich gelohnt. Damit gewinnt der SME den Feuerwerkswettbewerb auch im Nachhinein völlig zu recht! So viele Zündquellen und Bodeneffekte in Kombination sehe ich sonst auch nur sehr selten. Vielleicht nur noch zu überbieten von der einen Bühnenendstufe, die ich als Student mal als Schrott geschenkt bekommen und versucht habe, sie zu reparieren. Hat nicht lange gehalten. Als sie bei einer Veranstaltung unter der Bühne stand, produzierte sie auf einmal so viel Nebel, dass die Künstler auf der Bühne dachten, ich hätte eine Nebelmaschine installiert. Tja...gleichspannungsgekoppelte Verstärkerzüge von Anfang bis Ende bringen zwar nen tollen Frequenzgang, aber eben auch manchmal viel Rauch... ;-)

## 14 DAUERLAUF

Bevor ich dieses Netzteil jedoch wieder auf meinen SME42 loslasse, will ich es erst noch ein paar Stunden zur Kontrolle laufen lassen (natürlich nur unter Aufsicht). Vorher aber brauche ich natürlich die neuen Gleichrichterioden. Zur Vorsicht werde ich gleich alle 8 auswechseln; man weiß ja nie, wie viel Temperatur sie bereits durch ihre "hitzköpfigen Nachbarn" gesehen haben und wie viel Betriebszeit sie das gekostet hat. So viel Mühe sollte man sich bei Pfennigartikeln wirklich machen- bevor man es hinterher bereut, wenn man zwei Monate später gleich den nächsten Reparaturbericht schreibt ;-)

Die neuen Dioden vom Typ BYS21 treffen wenige Tage später ein und der Wechsel ist unproblematisch. Wie ich mir angewöhnt habe, messe ich jede einzelne Diode vor dem Einlöten kurz durch- bei der Reparatur eines Multifunktionskalibrators ist es mir nämlich schon einmal passiert, dass ich bei einer gut gemeinten Verjüngungskur dann neue, aber defekte(!) Bauteile eingelötet habe. Hinterher versteht man dann die Welt nicht mehr, glaubt mir.

Ein einfacher Diodentest mit dem Multimeter reicht aus; die geringe Diffusionsspannung von nur 180mV bestätigt, dass es sich bei den BYS21 um Schottky-Dioden handeln muss. Die Qualität der Ware ist aber in Ordnung, alle Dioden scheinen heile zu sein. Mit EntlötKolben und etwas Lötzinn ist der Wechsel schnell vollzogen.

Kurz danach schalte ich das Netzteil an 230V ein- es klickert, die 100W-Strombegrenzungslampe blitzt kurz auf, und dann läuft das Netzteil ohne Murren! Ich messe folgende Ausgangs-Spannungen nach (50polige D-Sub-Buchse) und freue mich über folgende Werte:

Pin Nr.	Bezeichnung	Ausgangsspannung SOLL	IST
1	REF5	ohne Angabe	4,94V
31	+12V Standby	11,65..12,35V	11,96V
48	-30V	-31..29V	-30,00V
30	+12V	11,65..12,35V	11,96V
12	-15,3V	-15,75..-14,85V	-15,37V
7	+5,2V	5,15..5,25V	+5,2V
5	+7,7V	7,45..7,95V	+7,87V
3	+15,3V	14,85..15,75V	+15,4V
18	24,5/30V	23,75..25,25V	+24,65V

Das sieht doch wieder alles prima aus!

Um den Dauerlauf test zu machen, wähle ich mir die 5,2V-Spannung an Pin 7 aus. Dort schlieÙe ich Multimeter und mein Lampenbrett an. Letzteres ist meine Last, die durch Zuschalten von 12V-Lämpchen an 5VOLT ziemlich genau 1 Ampère Strom fließen lässt. Das reicht mir als Belastung- schließlich liegt das Netzteil offen auf dem Tisch herum und das Kühlkonzept kann in diesem Zustand nicht greifen. Somit würde eine zu hohe Last ohne ausreichende Kühlung den SME gleich wieder zur erneuten Teilnahme am Feuerwerkswettbewerb motivieren, was ich unbedingt verhindern will (ein Meistertitel pro Jahr reicht mir). Somit finde ich 1 Ampère einen guten Kompromiss zwischen "Funktionstest" und "Feuerwerksteilnehmer". Die 5,2V sind mit maximal 10A Stromabgabe spezifiziert. Aber wie gesagt: ohne eine korrekt installierte Kühlung werde ich diese Grenze so nicht austesten!

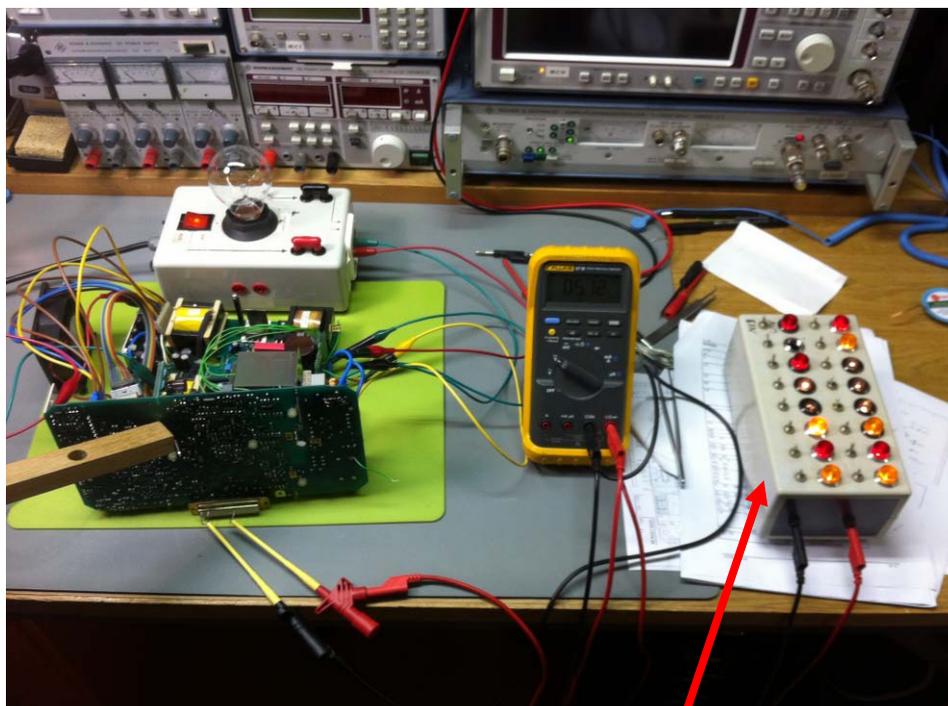


Abbildung 22: Dauerlauf am Lampenbrett

# 15 Der Dauerlauf läuft

Das Netzteil macht jedoch eine gute Figur: es läuft über mehrere Stunden hinweg völlig ohne Murren. Und kein Anzeichen davon, dass hier noch irgendwas warm wird- geschweige denn Rauchschwaden entwickelt.

Hinweis: Die Überschrift ist übrigens eine Tautologie. Wer wissen will, was eine Tautologie ist, liest bei Wikipedia nach. Entgegen sämtlicher Vermutungen kenne ich diesen Begriff nicht aus dem Deutsch- sondern aus dem Physikunterricht. Danke, Herr Behrens! Ich wollte schon immer mal öffentlich damit protzen, dieses Wort zu kennen :-)

Mit dem bestandenen Dauerlaufstest wage ich den Zusammenbau und das Wiedereinsetzen in den SME42. Und was soll ich sagen: das Gerät erwacht wieder zum Leben!



Abbildung 23: (links) SME42 im Testlauf (und mit abgebrochenem Knopf- Hr. Sander sucht aber bereits für mich nach passendem Ersatz ;-)

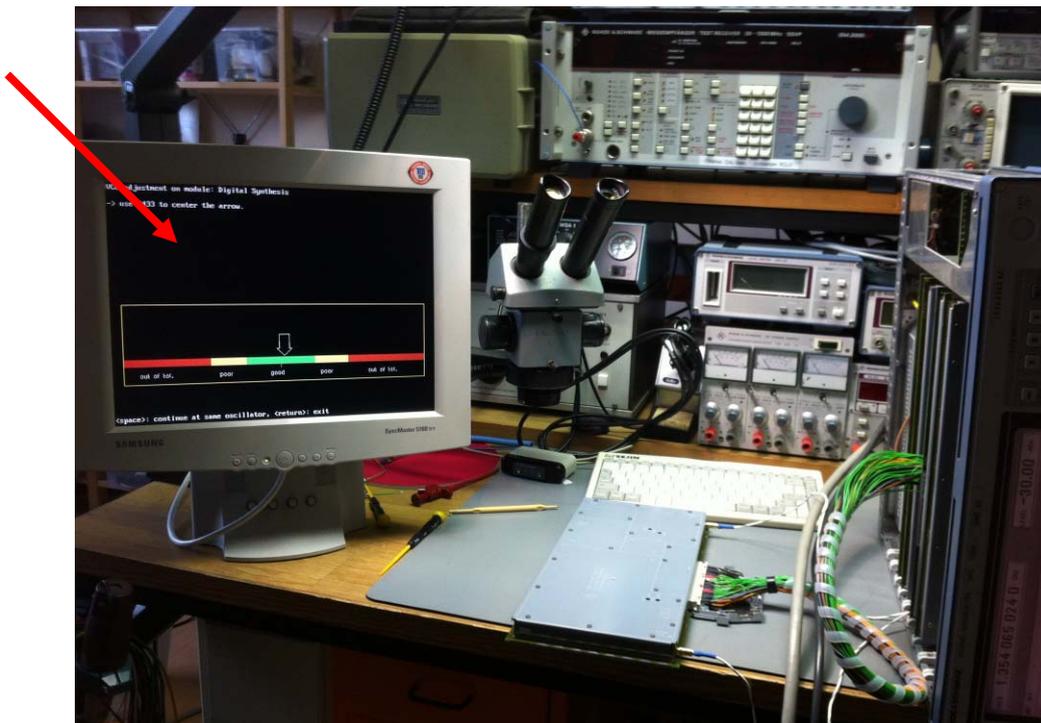
Abbildung 24: (rechts) Stromaufnahme ca. 0,55A bei 230V

Im Hintergrund von Abbildung 23 hinten rechts zu erkennen: sein großer Bruder SME03. Beides sehr feine Messender, für die sich die Mühe des Reparierens auf jeden Fall lohnt!

## 16 ...und über's Ziel hinaus!

Weil ich es mal wieder nicht lassen kann und es GANZ genau wissen will, setze ich nun die schärfste Waffe ein, die ich gegen die SME/SMIQ/SMT-Flotte in der Hand habe: das Service-Kit SK-Z3 von Rohde&Schwarz!

Im Wesentlichen beinhaltet das eine PC-Software, mit deren Hilfe man seinen SME zum Absolvieren einiger Testläufe bewegen kann. Dabei wird das Gerät über die IEC-Schnittstelle angesteuert und die geräteinterne Diagnose abgefragt. Man kann da so ganz tolle Dinge mit machen wie zum Beispiel das hier:



**Abbildung 25: Abgleich einer Baugruppe mit dem Service-Kit SK-Z3**

Das Beispiel zeigt den Abgleich eines VCOs. Der Pfeil zeigt den aktuell eingestellten Arbeitspunkt und ebenfalls, ob der in den Herstellerlimits liegt oder nicht.

Mit diesem Tool kann man auch einen Gesamt-Testlauf machen- so ähnlich also, wie wenn ihr euer Auto in die Werkstatt fährt und die Jungs dort einfach den Diagnosetester dranschallen. An diesem Vorgehen finde ich nichts Anstößiges- solange man sich stets so viel eigenen Grips in seiner Denkmurmur vorhält, um die angezeigten Messergebnisse des Diagnosetesters durch logisches Nachdenken selber bewerten zu können. Das klappt insbesondere bei den mir bekannten Autowerkstätten aber leider nicht immer, was oft zu teilweise schwachsinnig-unnötigen Baugruppenwechseln führt- (die ich als Kunde dann aber auch noch bezahlen muss) aber lassen wir das.

Das Service-Kit jedenfalls prüft anhand festgelegter Prüfroutinen meinen SME42 nun durch und meldet seine Auffälligkeiten. Der erste Prüfpunkt ist das Netzteil: es werden vom eingebauten AD-Wandler seine erzeugten Spannungen gemessen und vom PC-Programm angezeigt. Und: auch das Tool meldet keinerlei Fehler! Alles gut!

### Hinweis:

Bitte fragt mich nicht, ob ich Euch dieses Tool weitergeben kann, denn ich werde es definitiv nicht tun! Ich glaube ich zwar nicht, dass die Jungs von R&S wirklich ernsthaft etwas gegen hobbybastelnde Privatpersonen hätten, die zum Reparieren ihrer Messgeräte auch die passenden Service-Tools benutzen (viel eher vermute ich, dass sie sich insgeheim eher darüber beömmeln würden, mit welchen tlw. abenteuerlichen Methoden wir hier ihre Geräte wieder aufpäppeln), doch könnte der Spaß aufhören, wenn so ein Tool in die falschen Hände kommt (ich denke da an Firmen und Unternehmen, die so etwas professionell betreiben). Außerdem bin ich der Meinung, dass jemand, der durch das Anwenden eines Produkts am Ende irgendwie Profit damit macht, auch so ein Service-Kit bei Rohde&Schwarz ordnungsgemäß kaufen sollte. Schöner Nebeneffekt ist, dass dann auch die Selber-Bastelei mit den Adapterkabeln wegfällt und man sofort loslegen kann. Zeit ist ja hier bekanntlich auch Geld! Apropos: die Mehrwertsteuer kriegt man als Unternehmer ja sowieso wieder zurück ;-)

Ich stelle damit fest: sowohl meine eigenen Messungen an der Baugruppe als auch die eingebaute Gerätediagnose findet keine Auffälligkeiten mehr am Netzteil. Mit diesen beiden Beweisen zusammen kann ich nun ziemlich beruhigt sein, dass die Reparatur gelungen ist.

Das SK-Z3 findet aber leider was Anderes:



Abbildung 26: angezeigte Auffälligkeiten an der Baugruppe A9

Und zwar doch einige leichte "off-limits" an der Baugruppe A9. So ein Mist. Aber das ist eine andere Geschichte.... :-)

### **Am Schluss, aber ganz wichtig (gerade bei Schaltnetzteilen!!!): => !DISCLAIMER!**

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. **In jedem Falle haben Sie die geltenden Sicherheitsbestimmungen zwingend zu beachten!** (DIN VDE 0100, BGV A3, usw.)
5. Die kommerzielle Nutzung des hier beschriebenen Wissens ist nicht vorgesehen.

Dieser Artikel unterliegt dem Urheberrecht. Alle Rechte vorbehalten.

**JAN 2013, Marc Michalzik**