

# Das HP3458- ein DER Kalibrierstandard!

## 1 Einleitung

Es gibt ein paar Messgeräte auf der Erde, die für eine unglaublich lange Zeit vom Hersteller gebaut und vertrieben wurden. Der Rohde&Schwarz CMS52 beispielsweise war meines Wissens nach über 20 Jahre lang -mit teilweise veränderter HW- in Serie. Das ist für ein Messgerät, das ja stets mit der Entwicklung der Technologie mithalten muss, eine geradezu "uto-pisch" lange Zeitdauer.



Abbildung 1: Hier gibt es zwar zu tun! ☺

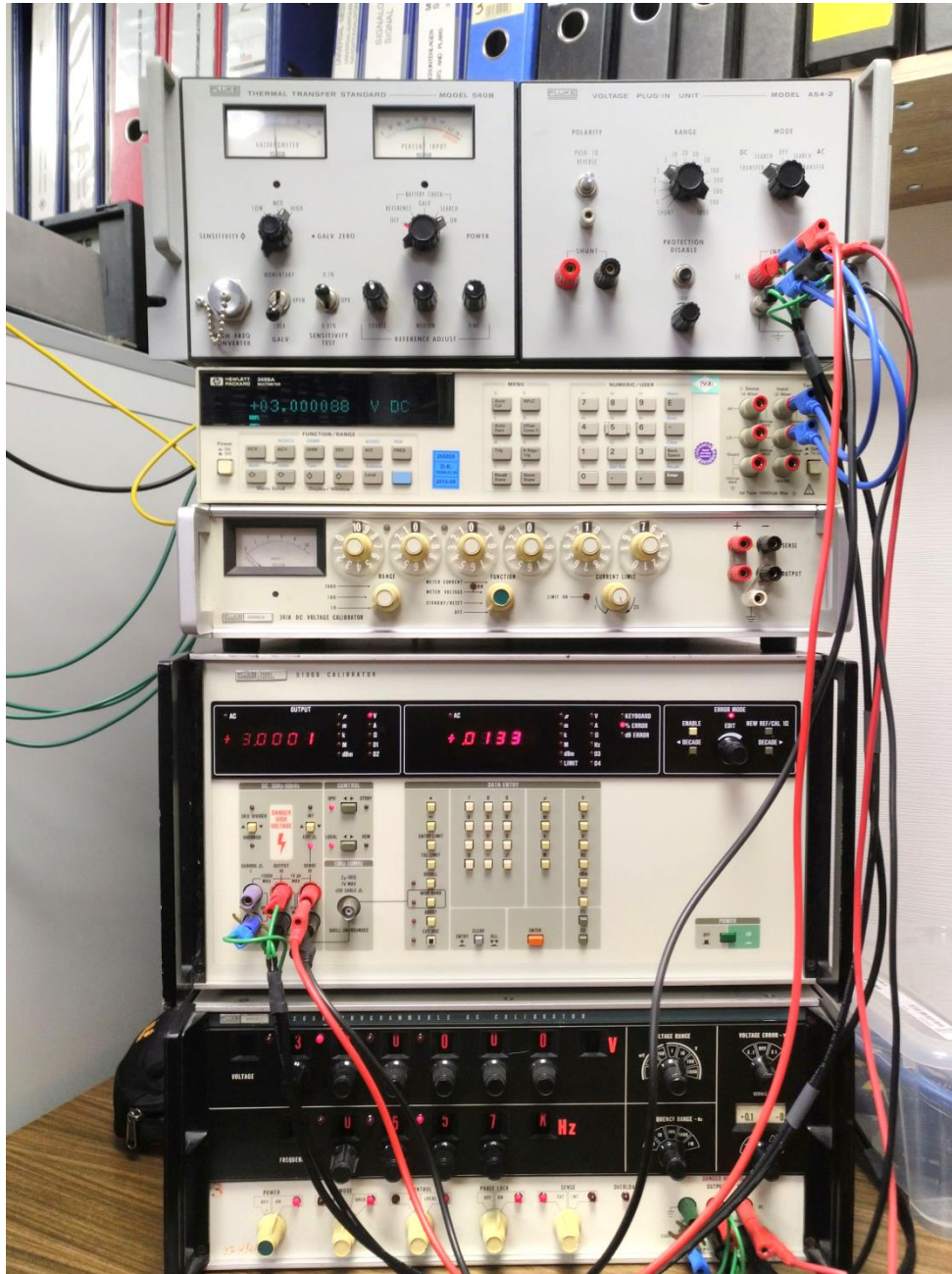
Ein weiteres, mindestens ebenso berühmtes Gerät ist das Labor-Multimeter HP3458A- der Traum eines jeden Volt-Nerds! Das wurde irgendwann in den 80ern entwickelt, und unter dem Namen "Keysight" kann man es sogar noch heute (2019) brandneu kaufen! Physikalische Messgrößen ändern sich eben nicht, und scheinbar sind die damaligen HP-Entwickler mit ihrem 3458-Design so nahe an physikalische Limits herangekommen, dass sich die meisten noch heute die Zähne daran ausbeißen, an dieser Wahnsinnsleistung noch irgendwo einen Hauch Verbesserungspotenzial zu finden!

Das HP3458 ist also eines der besten Multimeter der Welt ("das beste?") und wer so eins besitzt, ist quasi König der Metrology, denn es ist das "Cäsiumnormal der Spannungsmessung" und besser geht es kaum. Und damit beginnt eine meiner größten Herausforderungen, denn heute geht es darum, ein HP3458 mit verloren gegangenen CAL-Daten zu justieren. Und das erst einmal alles mit Hobbymitteln- und ohne große Kosten!

Geht das überhaupt?

Nein!

Will man es "richtig" machen, stößt man sofort auf das größte Problem beim HP3458: es gibt eigentlich gar keine normal käuflichen Kalibratoren mehr, die so genau sind, dass sie noch als Referenz für ein HP3458 brauchbar wären! Ein typisches Henne-Ei-Problem: das Ei ist jetzt aber so groß, dass es nicht mal mehr unter die Henne passt!

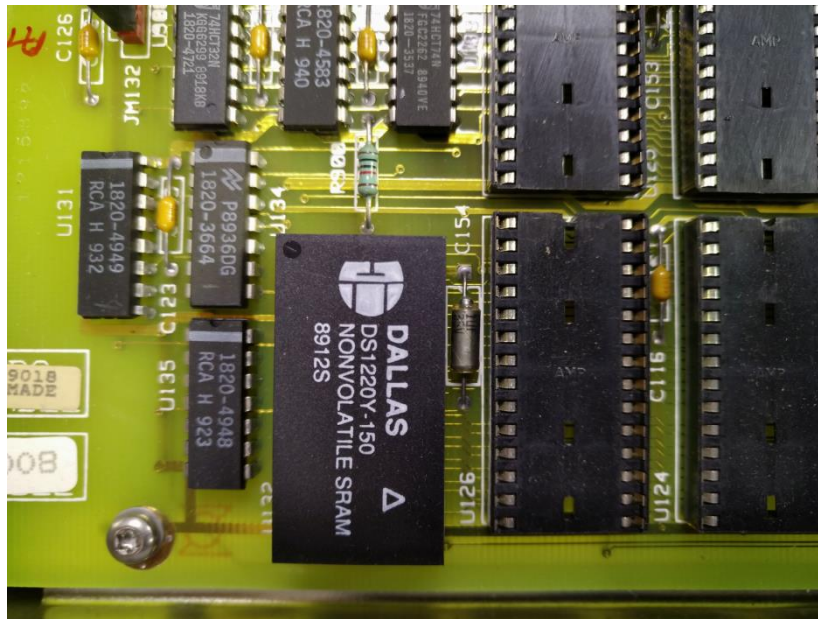


**Abbildung 2: So GANZ schlecht ist mein privates Kalibrierequipment ja eigentlich nicht- es reicht trotzdem nicht für ein HP3458!**

Selbst der hypermoderne Fluke 5730A Multifunktionskalibrator reicht dafür nicht wirklich aus- man kann ihn eigentlich nur als Signalquelle in Kombination mit einem - tatataa!- weiteren HP3458 als TransfERNormal benutzen! Dieses Transfer-3458 muss mit der High-Stability-Option 002 ausgerüstet sein und seine Kalibrierung darf zudem nicht länger als 90Tage zu-

rückliegen, ansonsten reicht sogar das nicht! Fluke selbst schreibt im Rahmen dieser Anwendung sogar etwas von der Notwendigkeit von "Schutzzonen" und einem teilweise reduzierten Vertrauensintervall von 95% statt 99%. Es wird esotherisch!

Weil nicht jeder ein Jopheson-Element zu Hause im Keller hat und auch nicht jeder Nerd mit seinem HP3458 bei der PTB Braunschweig einbrechen kann, um sich dort mal eben 10Volt zu leihen, wird dieses Projekt extrem eng für mich. Selbst professionelle Kalibrierfirmen müssen anhand dieser Anforderungen manchmal "passen", denn wir reden hier bei 10V DC über nicht weniger als 7 Nachkommstellen, die einigermaßen valide und reproduzierbar dargestellt werden müssen. Das geht beispielsweise nur in besonders geschirmten Räumen mit "ruhigem" EMV-Milieu und Klimakontrolle! Habe ich zuhause alles nicht. Geht also schon im Ansatz nicht. Aber wer mich kennt, der weiß, dass ich mich von sowas erstmal nicht abschrecken lasse. Irgendeinen Weg werde ich schon finden- vielleicht mit Zugeständnissen, aber wir werden es definitiv versuchen, so gut es für uns geht und das Optimum herausholen!





Das wird interessant werden, denn eines der insgesamt drei verbauten NV-RAMs ist wahrscheinlich eh schon hin: das HP3458 zeigt beim Einschalten diesbezüglich bereits eine Fehlermeldung: "RAM1 LOW"!



Abbildung 4: unsere Reise beginnt...

Als nächstes sagt mir der Besitzer, dass ihm in einem seiner anderen Geräte mal eines von den Eingangsfiltern im Netzeingang hochgegangen sei. Er hätte hier kein großes Vertrauen mehr in dieses hier, weil es bauglich mit dem "Brandopfer" sei. Ok, wir werden ihm also diese Sorge nehmen und gleich ein neues einbauen.

Dann gilt es, das Netzteil und seine Siebelkos zu checken. Das HP3458 ist nunmal nicht neu, daher ist eine kleine Inspektion sicher nicht unvernünftig. Also auch mit drauf auf die Liste.

Und am Ende sollte das HP3458 sicherlich wenigstens einmal kalibriert werden. Wobei ich hier mit dem Begriff "Kalibrieren" mal was klarstellen muss: es handelt sich beim "Kalibrieren" NICHT(!!!!) um das Einstellen und Herumdrehen an irgendwelchen Potis, wie oft fälschlicherweise angenommen wird! Die eigentliche Arbeit des "Kalibrierens" ist die Feststellung der aktuellen Messabweichung zu einem Kalibriernormal. Dazu macht man einen Vergleich zu einer Referenz und schreibt den Unterschied auf. Mehr nicht!

Was wir hier aber vielleicht ebenfalls brauchen, ist eine "Justierung"! Sollte das NVRAM beim Auslöten seine Daten verlieren (laut Forum passiert das in ca. 25% der Fälle), und hat man vorher keine Kopie über GPIB gezogen, müssen die CAL-Daten neu erzeugt werden. Entgegen allen schwachsinnigen Meinungen in irgendwelchen Foren ist das auch OHNE den Hersteller möglich!!!! Das Problem ist zwar, einen genügend genauen Kalibrator dafür zu finden, aber wenn man so einen besitzt, kann man das auch selber machen! Wirklich! (siehe weiter unten)

Und ich darf es gleich vorausschicken: es wird genau das passieren, was passieren muss: beim Auslöten des CAL-RAMs kippen ein paar Bits- und der Inhalt wird damit unbrauchbar (oder war es schon vorher)! Aber mehr dazu später.

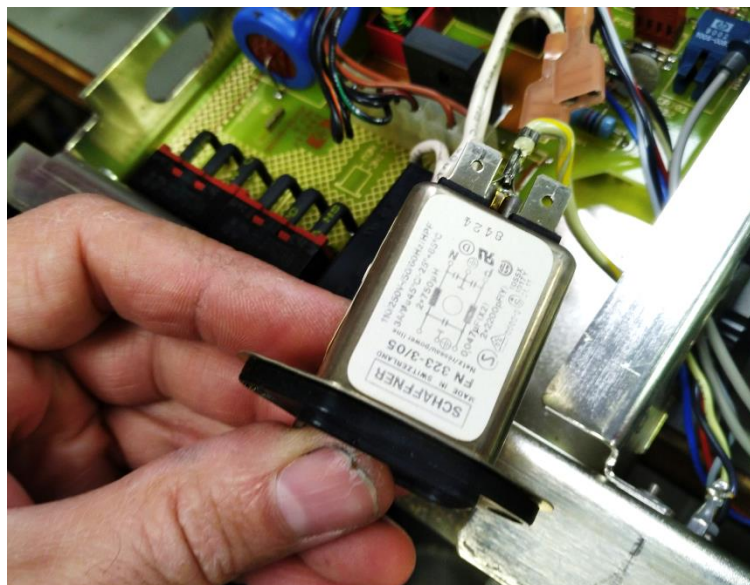
### 3 Netzfilter

Ich beginne also mit dem Netzfilter. Der Vorbesitzer legt mir eines bei, aber das passt leider von den Abmessungen und auch der Anordnung der Anschlüsse nicht. Ich baue also das originale aus und schaue auf den Typ und Hersteller. Es ist ein "Schaffner"- die Firma gibt es sogar heute noch. Also schaue ich mich in ihrem Produkt-Portfolio um. Den originalen Typen finde ich nicht, bestimmt ein für HP speziell gebautes Teil.



**Abbildung 5: die Nieten muss man leider ausbohren**

Aber ich finde einen -lt. seiner technischen Daten- sehr ähnlichen. Der wird bestellt. Schließlich könnten sich die HP3458-Entwickler sogar beim Netzfilter und seiner Abstimmung bezüglich Filter- und Dämpfungswerten etwas gedacht haben, daher achte ich streng darauf, hier nicht "irgendwas" zu nehmen, sondern bleibe möglichst eng am Original!



**Abbildung 6:**

Wenige Tage später ist es da und ich baue es ein. Das originale war mit Nieten befestigt, die ich vorsichtig aufbohren muss. Das neue wird mit M3 Zylinderschrauben befestigt und Zahnscheiben für einen guten Kontakt. Die Erde wird sogar gelötet- interessant.

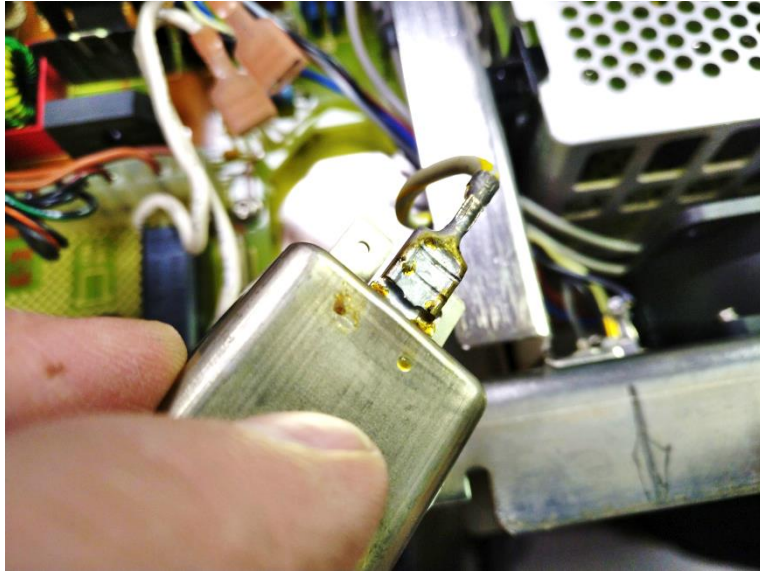


Abbildung 7: gelöteter Erdanschluss

Das neue Netzfilter sitzt und macht einen schlanken Fuß. Prima, hat doch bis jetzt gut geklappt!

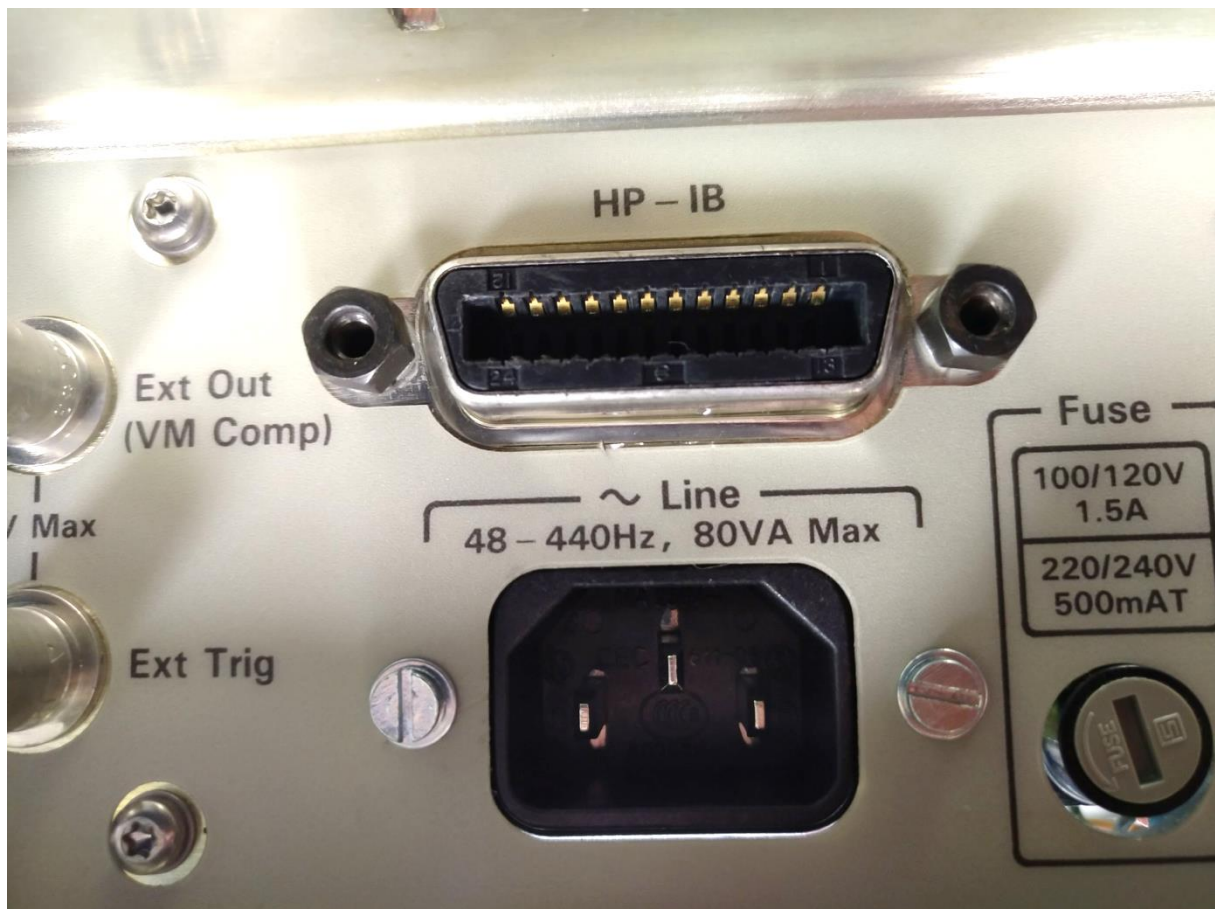


Abbildung 8: ..sieht doch wieder gut aus, oder?



## 4 Netzteil

Ich schaue also weiter nach dem Netzteil.

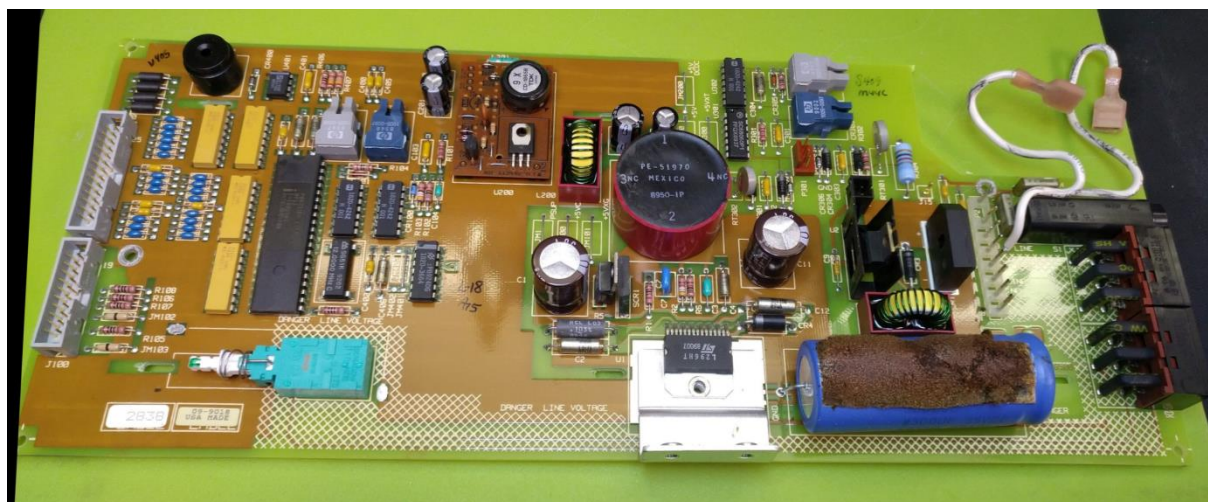


Abbildung 9: Netzteilplatine

Das auszubauen ist etwas fummelig, gelingt mir aber mit etwas Geduld und Sorgfalt. Ich schaue nach etwas Auffälligem (z.B. Spuren von ausgelaufenem Elektrolyt auf der Platine), aber alles sieht gut aus. Lediglich der Schaumstoff auf dem einen flach liegenden Siebelko scheint etwas bröselig, aber sonst alles tip-top.

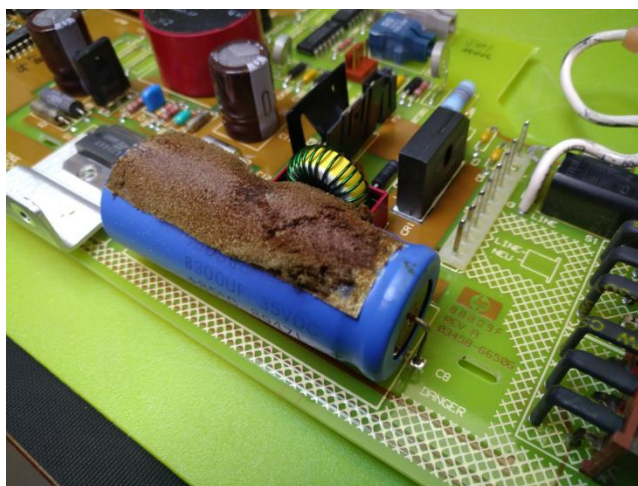


Abbildung 10: Schaumstoff ist etwas bröselig geworden, das wird noch geputzt

Ich löte trotzdem einige der Siebelkos aus und messe sie außerhalb des Instruments mit dem LCR-Meter. Ich bin überrascht: die Werte sind noch so gut, dass ich mich gegen das Austauschen entscheide, sondern die alten wieder reinlöte! Der Grund: die ESR- und Kapazitäts-Werte der neuen Bauteile aus meiner Bastelkiste sind nicht besser!!



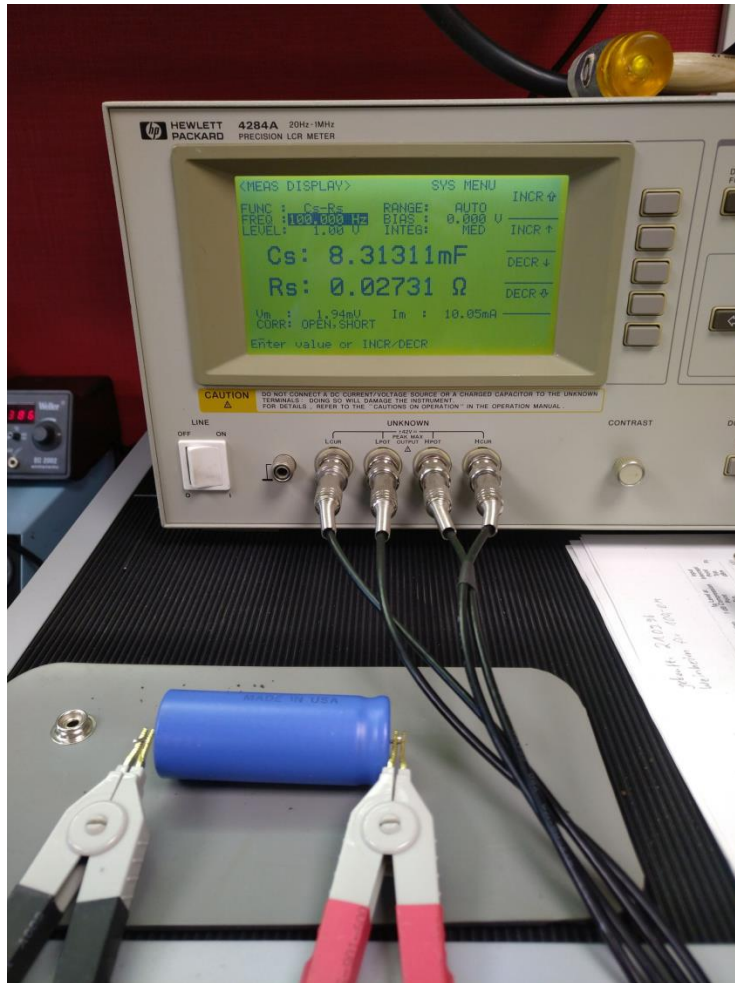


Abbildung 11: Messen der verbauten Elkos mit dem HP4262A

Nach dem Reinigen der Lötstellen geht das Netzteil also wieder zurück ins HP3458. Weitere Auffälligkeiten sehe ich nicht, es sieht noch alles sehr gut aus! Also kümmere ich mich nun um das Hauptproblem: das CAL-RAM!

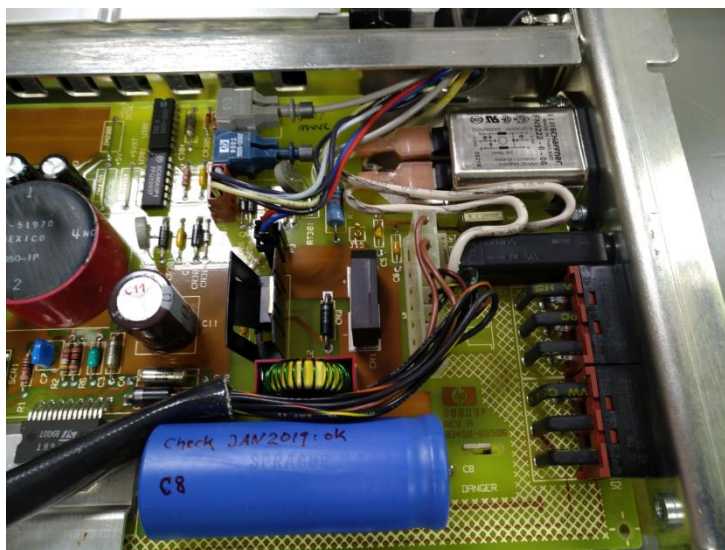
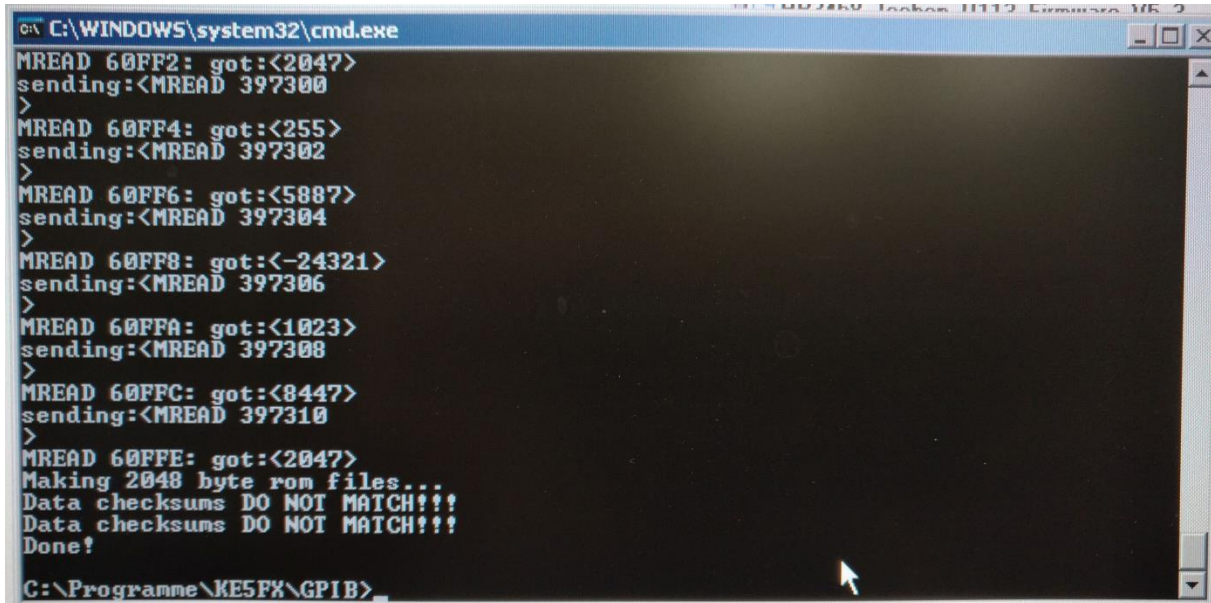


Abbildung 12: frisch geputzt und wieder eingebaut

## 5 CAL-RAM

Dank der Arbeit einiger emsigen Programmierer (z.B. KE5FX John Miles) und Volt-Nerds existiert ein kleines DOS-Programm ("genannt "hp3458.exe"; enthalten in dem KE5FX Toolkit), um die Kalibrierdaten aus dem CAL-RAM über die GPIB-Schnittstelle des HP3458 auszulesen. Der Vorteil liegt darin, dass man dazu keinen Lötcolben braucht und die Daten damit relativ einfach auf Festplatte retten kann, ohne dafür auch nur den Schraubendreher in die Hand nehmen zu müssen. Der Besitzer hatte dies vor einiger Zeit schon selber gemacht und die Daten liegen vor, also kann ich diesen Schritt überspringen und gehe jetzt gleich an das Auslöten des CAL-RAMs.



```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
MREAD 60FF2: got:<2047>
sending:<MREAD 397300>
>
MREAD 60FF4: got:<255>
sending:<MREAD 397302>
>
MREAD 60FF6: got:<5887>
sending:<MREAD 397304>
>
MREAD 60FF8: got:<-24321>
sending:<MREAD 397306>
>
MREAD 60FFA: got:<1023>
sending:<MREAD 397308>
>
MREAD 60FFC: got:<8447>
sending:<MREAD 397310>
>
MREAD 60FFE: got:<2047>
Making 2048 byte rom files...
Data checksums DO NOT MATCH!!!
Data checksums DO NOT MATCH!!!
Done!
C:\Programme\KE5FX\GPIB>
```

Abbildung 13: Auslesen der CAL-Daten mittels HP3458.exe (im KE5FX-Toolkit enthalten)- hier mit (noch) defekten Daten

Gut ESD-geerdet und mit der notwendigen Portion Respekt vor einem HP3458, löte ich das CAL-RAM und seine beiden Brüder (zwei weitere NV-RAMs für Daten) aus. Ich baue das ein, was der Hersteller schon gleich hätte tun sollen: IC-Fassungen! ;-)

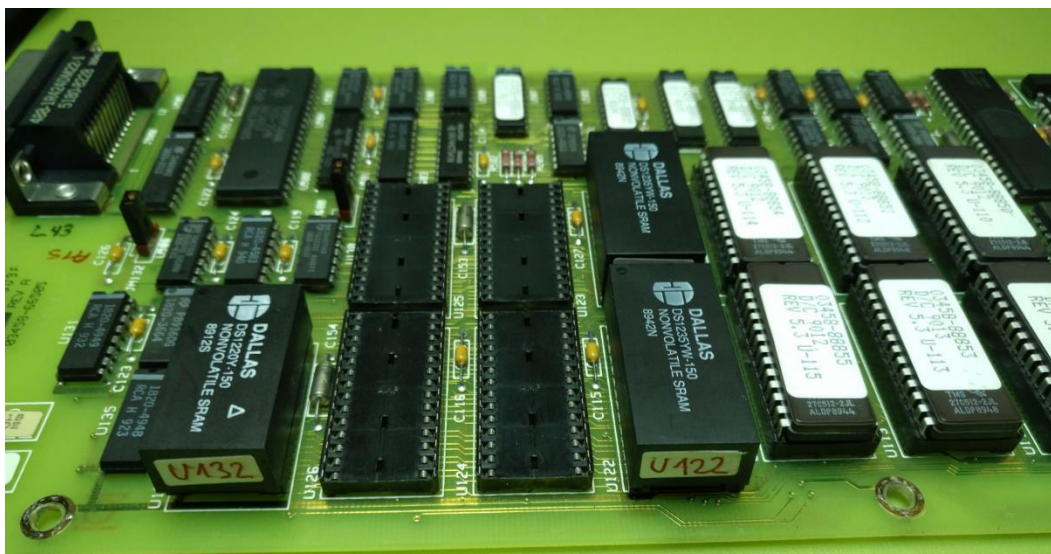


Abbildung 14: IC-Sockel und (noch) alte NV-RAMs



## Das HP3458- ein Kalibrierstandard

Dann trage ich das frisch ausgelötete CAL-RAM zu meinem Batronix Barlino2 EPROM-Brenngerät und lese es aus. Der erhaltene Inhalt (2kB) wird mit dem verglichen, was sein Besitzer damals mal bereits über die GPIB-Schnittstelle ausgelesen hatte. Ergebnis: es gibt Unterschiede!



Abbildung 15: Barlino2 Eprom-Brenner und neues NV-RAM von Distrelec

Und auch das HP3458 bestätigt mir, dass das CAL-RAM mein Auslöten nicht gemocht zu haben scheint: stecke ich die ICs nach dem Auslesen mit dem EPROM-Brenner nun wieder an seine Plätze im HP3458 zurück, gibt's eine CAL-Fehlermeldung!

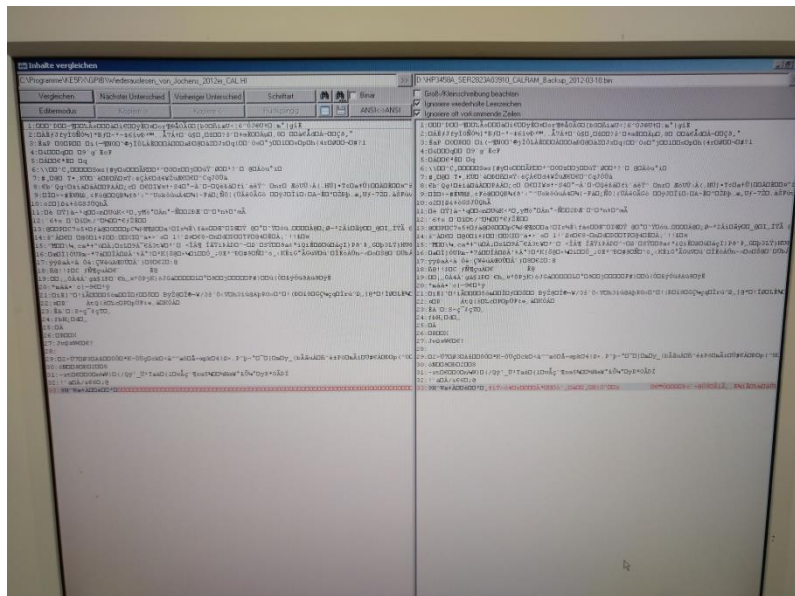


Abbildung 16: Unterschiede beim Vergleich "vorher"/"nachher"

Mist. Beim Auslöten scheint die Wärmezufuhr durch den LötKolben der -eh schon angeschlagenen- kleinen Lithiumbatterie nun endgültig den Rest gegeben und zur Datenveränderung geführt zu haben. Das ist gut möglich, denn in der Vergangenheit hat es bei diesem HP3458 zwischendrin mal "Aussetzer", also auffällige Sprünge in den Messwerten, gegeben- insbe-



sondere nach einem Transport. Jede Wette, dass sich hier bereits eine zunehmend leer werdende Batterie des CAL-RAMs angekündigt hat, das durch Wärmewechsel oder mechanischen Stress (Transport) bereits manchmal "wackelige" Daten lieferte und damit zu falschen Anzeigen führte.

Also war es wirklich höchste Eisenbahn, das alte CAL-RAM rauszuwerfen. Ist zwar schade, dass die Daten nicht mehr zu retten waren (und auch die vom Besitzer damals per GPIB heruntergeladenen Daten waren leider nicht verwendbar!), aber es klappt leider nicht immer alles im Leben. Konzentrieren wir uns nun darauf, wie es weitergeht. Vermutlich erstmal mit der Beschaffung neuer, "frischer" RAMs :-)

## 6 Infos zum NVRAM

Bei der Beschaffung der neuen NV-RAMS habe ich mich vorher ein wenig mit Datenblättern beschäftigt und mir eine eigene Meinung gebildet. Denn nicht immer stimmt alles, was in den Foren erzählt wird und bei einem so wertvollen Gerät wie dem HP3458 wollte ich kein Risiko eingehen. Ich lerne unter anderem:

Die "Y-Version" des Chips hat zwei Batterien drin, von denen durch eine kleine Umschalt-elektronik immer die jeweils vollere ausgewählt wird.

Die Y-Version hat 4,5V; ebenso wie die AD-Version!

Daher wird der Typ "AD" als replacement für "Y" empfohlen (AB hat 4,75V)

Die interner Batterie wird erst bei erster Bestromung aktiviert => "Verfallsdatum" beginnt erst bei erster Benutzung zu laufen!

DS1235 ist dasselbe wie DS1230 (DS1235 hat 5 Jahre, DS1230 hat 10 Jahre garantierten Da-tenerhalt)

Sonst Unterschied: Y-Version hat Reset Timeout von ein paar ms; AD-Version hat 125ms.

Ich wähle als Replacement für unser HP3458 also folgende ICs aus:

Dallas DS1220AD-150 (1 Stück)

Dallas DS1230AD-150 (2 Stück)

Ich kaufe sie von einem deutschen Elektronik-Distributor und bezahle für alle drei etwa 70Euro inkl. Versand. Das ist nicht geschenkt, aber dafür bin ich sicher, auch "korrekte" Ware mit frischen Batterien zu bekommen und nicht irgendwelches asiatisches, um-gelabeltes Alt-Zeugs.



**Abbildung 17: Verrückte Welt: die bestellten NV-RAMs kommen (wegen der eingegossenen Mini-Backup-Batterie) als Gefahrgut mit Warntafel versendet; der Satz 2,2Ah NiCd-Zellen für meinen Akkuschauber hingegen im simplen Luftpolsterumschlag...;-)**

## 7 EINBAU

Sobald die drei ICs angekommen sind, schreibe ich probehalber einmal die vom Besitzer ausgelesenen Daten in das CAL-RAM. Leider merkt das das schlaue HP3458 und begrüßt mich wieder mit Fehlermeldungen. Auch die von mir mit dem EPROM-Brenner jüngst ausgelesenen Daten führen zum gleichen Ergebnis. Das einzig Gute: die Fehlermeldung "RAM1 LOW" ist nun verschwunden, sie kam reproduzierbar von einem der beiden DS1230er- NV-RAMs, die ich ebenfalls durch neue ersetzt habe.

## 8 WAS NUN?

Tja, nun stehe ich vor dem Problem, vor dem so viele HP3458-Besitzer Angst haben: ein HP3458 mit verloren gegangenen CAL-Daten. Glaubt man einigen Leuten in den Foren, wäre das nun das "Aus!" für ein HP3458. Nur der Hersteller selbst könne nun noch helfen, das Gerät wieder zum Funktionieren zu bringen.

Das stimmt so nicht!

Ich muss Euch sagen, dass ich oft sehr skeptisch bin, wenn ich solche Aussagen im Internet lese. Man weiß nie, welche Vorbildung, welches Wissen, welche Erfahrungen (und welchen Vorsatz möglicherweise) derjenige Autor gerade hat. Vielleicht will der einige oder andere ja sogar nur Angst verbreiten, um solche HP3458 mit korrupten CAL-Daten nur günstig jemandem abkaufen zu können. Keine Ahnung, es gibt ja leider nicht nur nette Menschen auf der Welt. Am liebsten probiere ich solche Sachen daher immer selber aus, da weiß ich wenigstens, woran ich bin.

Nach einigen Versuchen (und auch Niederlagen) gelingt es mir schließlich, das HP3458 mit "Bordmitteln" so neu zu justieren, dass alle Fehlermeldungen verschwunden sind! Mehr noch: mir gelingt es, die mit dem KE5FX-Tool per GPIB ausgelesenen Daten mit meinem Barlino2-Brenner in das CAL-RAM neu zu schreiben und in das HP3458 wieder einzusetzen- ohne eine Fehlermeldung damit zu erzeugen!

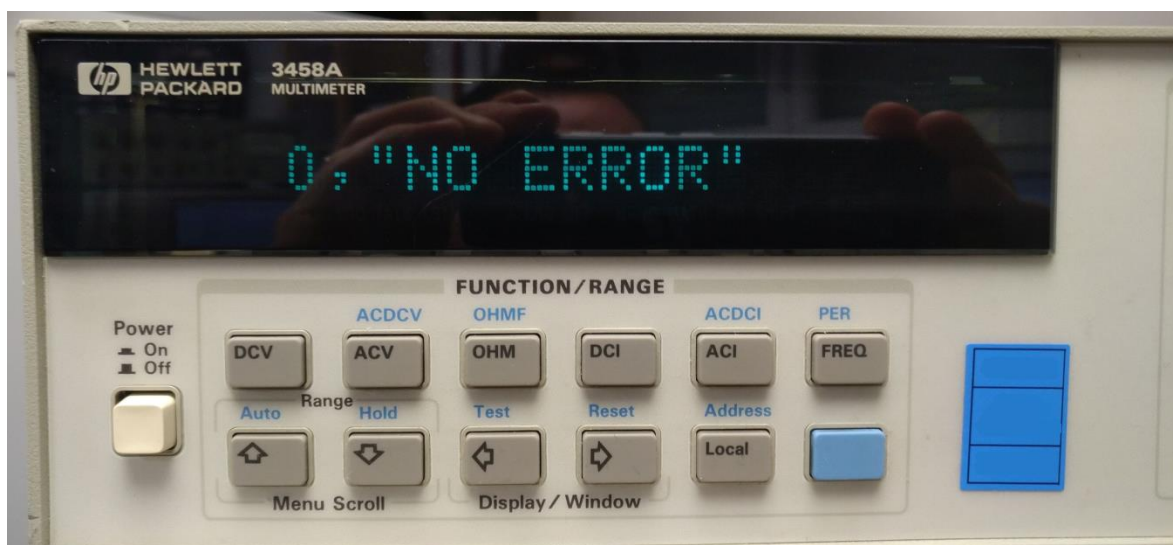


Abbildung 18: das sieht schon besser aus!





Abbildung 19: für „Hausmittel“ schon nicht schlecht! (AC-Justierung mit Thermischem TransfERNormal Fluke 540B)

Damit ist der Nachweis endlich erbracht: man KANN tatsächlich eine Kalibrierung per GPIB auslesen, in ein neues CAL-RAM brennen und das HP3458 damit wieder erfolgreich hochfahren! Eine Aktion, die mir übrigens in den ganzen Internet-Foren fehlt: nahezu jeder redet schlaue davon, dass er sich die Daten auf Festplatte sichert- aber so gut wie niemand berichtet davon, dass -"im Falle des Falles"- das Zurückspielen auch wirklich funktioniert! Das ist so wie bei einer Sicherheitskopie: wenn man das Zurückspielen nie ausprobiert hat, weiß man auch nie, ob einem die Sicherheitskopie im Notfall überhaupt helfen würde- kann also schlimmstenfalls nutzlos sein! Schade, dass das die meisten Forenteilnehmer noch nicht kapiert haben und sich mit dem bloßen Auslesen via GPIB zufrieden geben!

Die Anleitung, wie ich das bei mir gemacht habe, findet ihr als separates Dokument.

Eine Warnung jedoch: diese Anleitung lehnt sich grundsätzlich an das von Keysight/HP/Agilent offiziell verbreitete Vorgehen, weicht aber im Bereich der HF-Frequenzgangskalibrierung (100kHz..8MHz) doch davon ab. Der Grund ist, dass ich leider nicht alle der benötigten ThermalVoltageConverter besitze, die man dafür bräuchte. Ich muss daher auf das korrekte Ausgangssignal meines Fluke5101 Widerband-Calibrators vertrauen- zumindest für diesen Zweck. Das ist sicherlich deutlich schlechter als ein Satz frisch kalibrierter TVC's, wie sie das Manual fordert. Aber leider besitze ich nur einen Fluke540B Thermal Transfer Normal und einen (einzigen) Fluke A55 TVC - für den 0,5V Messbereich. Uns selbst wenn ich die fehlenden TVCs für die benötigten Bereiche hätte, so würden die mir ohne eine

offizielle Kalibrierung (=Liste mit ausgemessenen Abweichungen zu einem \*noch\* besseren Referenz) auch wieder nichts nützen. Und spätestens da reden wir dann über die PTB in Braunschweig- oder zumindest das Werksnormal einer offiziellen Fluke- oder Keysight-Werkstatt.

Das müsst ihr also unbedingt wissen, bevor ihr die CAL-Daten eines HP3458 selber neu schreibt!

Nachtrag April 2019: ich habe gerade einen gebrauchten Ballantines 1394N-10.4 Thermal Converter aus den USA im Zulauf. Natürlich kommt der ohne eine gültige Kalibrierung und entfaltet damit (noch) nicht den vollen Nutzen für mich, aber immer eins nach dem anderen ☺

## 9 JUMPERSTELLUNG

Einen Fallstrick gibt es bei der ganzen Sache: sobald die Justierung komplett neu geschrieben ist, müssen die Jumper, die man vorher umsteckt, unbedingt wieder zurückgesetzt werden! Denn: macht ihr das nicht und zieht das CAL-RAM aus seiner Fassung (z.B. zum Auslesen mit einem EPROM-Brenner), können dabei bereits einige Bits kippen! Mir ist das selber reproduzierbar mehrmals passiert. Trotz sauberer ESD-Maßnahmen (z.B. Erdungsband) und Herausziehen von Netzstecker und Messkabeln wurden beim Herausziehen des CAL-RAMs regelmäßig einige Datenbits verändert. Das konnte ich beim Vergleich des über GPIB ausgelesenen Dateninhalts mit einem Verify im EPROM-Brennprogramm nachweisen. Erst als ich die Jumper alle wieder sauber auf "Schreibschutz" und "Secure-Mode" zurückgesteckt hatte, konnte man das CAL-RAM entnehmen, ohne dass sich dabei Daten in seinem Innern veränderten. Also: vor dem Rausziehen unbedingt die Jumper JM132 und JM600 kontrollieren. Und natürlich mit dem ESD-Armband erden- aber das wisst ihr ja!

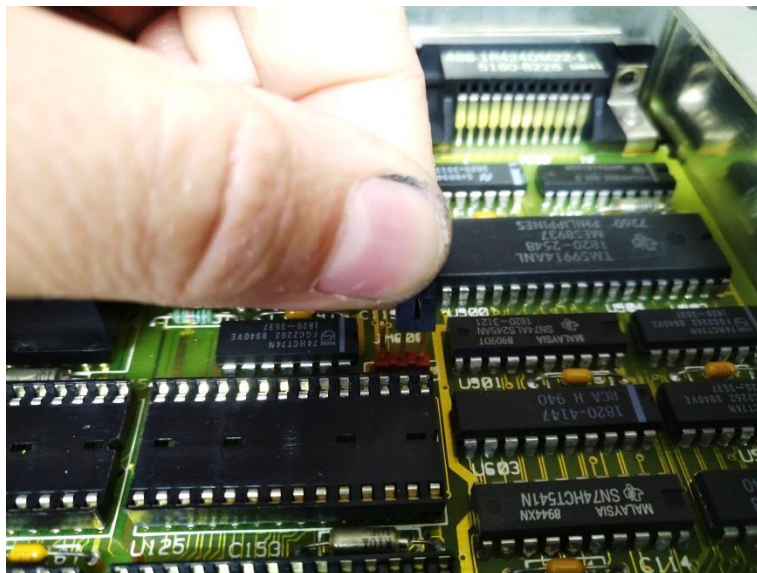


Abbildung 20: die korrekten Jumperstellungen sind für die Justierungen essenziell!

## 10 HP3458-Einstellung

Beim Justieren noch ein kurzer Tipp: mit der Eingabe von NPLC 100 beruhigt man die Anzeige und mit NDIG 8 ruft man die letzte Nachkommastelle beim HP3458 auf.

## 11 Externe Batterie

Entgegen der Aussagen einiger Leuchten aus dem Internet-Forum kann man die Batteriespannung der DS1220/DS1235/DS1230-Chips *\*nicht\** messen! Man kann auch keine externe Batterie anlöten, falls die interne leer ist (jedenfalls nicht über die Anschlussbeinchen). Die interne Batterie ist schlichtweg nicht an die IC-Pins kontaktiert, somit wäre die einzige Möglichkeit, an die Batterie zu kommen, wenn man das Gehäuse von unten mit einem Dremel vorsichtig auffräst. Das sollte möglich sein, denn wenn man das IC auf seine Rückseite legt und mit einer starken Taschenlampe auf die Vergussmasse leuchtet, erkennt man schemenhaft die Umrisse der internen Batterie (es scheint eine Rundzelle zu sein). Nimmt man nun einen kleinen Dremel und fräst vorsichtig drum herum, sollte man mit etwas Geschick die Anschlüsse freilegen können! Einem befreundeten Bastler von mir ist das tatsächlich bereits einmal gelungen, daher reizt es mich ebenfalls. Aus Zeitgründen muss das im Moment aber erstmal warten. Das momentane Ziel ist erstmal, dass wir das HP3458 meines Freundes wieder zum Laufen kriegen und es anständig kalibriert kriegen.

## 12 Nur die Ruhe!

Mit dem erfolgreichen Schreiben der CAL-Daten und der Verifizierung dieser mittels KE5FX-Tool und EPROM-Brenner ist mein Projekt abgeschlossen. Nunja- fast! Dem Volt-Nerd, der angesichts der Schlechtheit meiner verwendeten Referenzen (Fluke5101, Fluke5200 Kalibratoren) gerade der hochrote Kopf kopfschüttelnd auf die Schultern fällt, sei gesagt, dass ich das HP3458 dem Besitzer SO noch nicht wieder zurückgebe! Es wird erst den Fluke5700-Kalibrator und das HP3458 eines offiziellen Kalibrierinstituts sehen, bevor ich das Projekt wirklich abschließe. Wenn man 8 Stellen hinter dem Komma hat, dann will ich wenigstens 7 davon sauber justiert wissen- und das kann ich mit meinen eigenen Mitteln leider nicht mehr gewährleisten. Die von mir durchgeführte Justierung hatte nur den einen Zweck: ausprobieren, wie es geht, Fallstricke erkennen und davon eine Anleitung schreiben! Denn das kann man auch als einfacher Hobbybastler :-)



## 13 Die Rohde&Schwarz "Play-Station 3"

Ein Wort noch zum HP3458.EXE Tool, das im Toolkit von KE5FX enthalten ist. Ich benutze bei mir einen Rohde&Schwarz PSL3 Industrierechner unter Windows XP mit eingebauter IEC-Bus-Karte. Das Programm rufe ich in der DOS-Shell auf mit z.B. "hp3458 C:\meine\_CAL\_Daten.asc". Daraufhin startet das Tool und liest die Daten aus. Vorher muss man natürlich die entsprechenden GPIB-Treiber im PC richtig eingerichtet haben. Aber wenn man das bereits gemacht hatte, funktioniert's auf Anhieb!

Für alle die, die gerade keine PSL3 zu Hause haben: ein "normaler" PC mit IEC-Bus-Karte tut es da sicher auch. Ich empfehle immer die "National Instruments PC-2A" als IEC-Bus-Karte, weil sie ein anerkannter Industriestandard ist, der quasi von allen Programmen unterstützt wird. Damit hat man am wenigstens Ärger, aber dafür ist sie (gebraucht) natürlich auch nicht ganz billig. So bis zu 100Euro wird man derzeit dafür schon ausgeben müssen.

Wenn ihr eine günstigere Karte ergattert, wird es damit bestimmt auch funktionieren, aber es kann sein, dass ihr ein bisschen mit den Treiber fummeln müsst. Auch die HS-USB von National Instruments (USB to IEC-Bus) kann man bestimmt verwenden. Habe ich sogar hier, aber nicht ausprobiert. Das mit der PSL3 ist so schön einfach, weil es so schön sauber und stabil läuft.

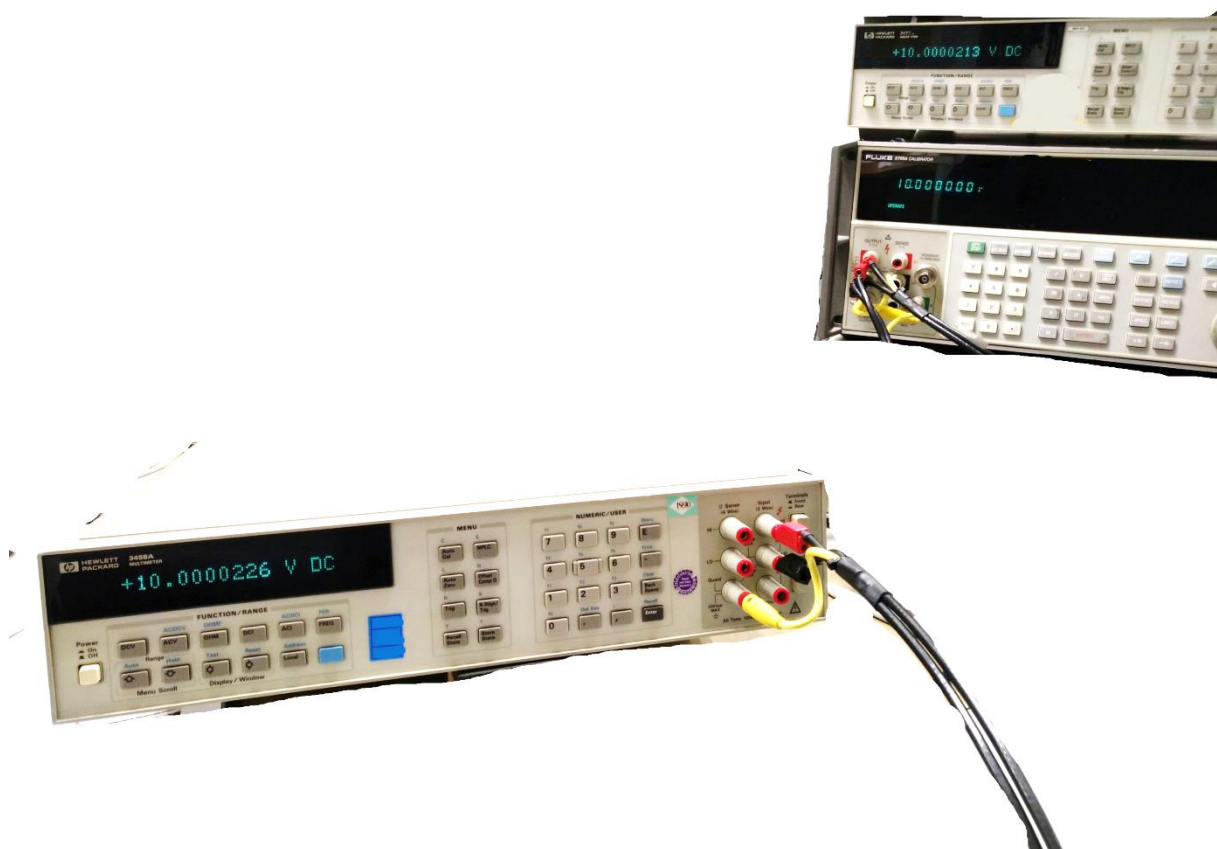
## 14 Nachtrag

Während der Justierung im Kalibrierlabor war ich übrigens überrascht zu sehen, wie gut meine mit "Amateurmitteln" erzeugte Probier-Justierung bereits war!

Der 10kOhm-Normwiderstand, den das kalibrierte Labor-HP3458 zu 10,001 500kOhm gemessen hat, zeigte das von mir zu Hause justierte HP3458 als "10, 001 312kOhm" an. Das ist eine Abweichung von nur 0,0019% zwischen den beiden. Gemäß Spezifikation erlaubt wären beim HP3458 für einen 10kOhm-Widerstand  $\pm 15\text{ppm}$ ; also  $\pm 0,0015\%$  zuzüglich  $\pm 30\text{ppm}$  erlaubte Abweichung durch die Kalibrierunsicherheit meines Fluke 5100 Kalibrator (also weitere  $\pm 0,003\%$ ). Da wir hier aber in Summe(!) sogar nur 0,0019% Messunterschied zum Labor-3458 haben (wenn man das mal als "ideal" annähme), dann sind die beiden Abweichungen zusammen sogar immernoch deutlich besser als die zulässige Abweichung meines Fluke5100 allein gemäß Datenblatt.

Mir ist damals das Justieren meines Fluke5100 Kalibrators also wohl ganz gut gelungen, denn der war ja nun die Referenz für meine Haus-Justierung. Wie ich meinen Fluke5100 wiederum damals justiert habe?

Mit einem kalibrierten HP3458 als Referenz natürlich! :-)



**Abbildung 21:** Damit ihr mir auch glaubt: finale Justierung des HP3458A im akkreditierten Kalibrierlabor. (Aus Datenschutzgründen habe ich die restliche Laborumgebung übermalt.) Man erkennt am Ende der Justierung einen Restunterschied zwischen beiden HP3458's von nur noch  $1,3\mu\text{V}$  @10V DC.

## 15 Disclaimer

Dieser Bericht beschreibt eine mit Hobbymitteln durchgeführte Reparatur/Abgleich eines HP3458. Er erreicht in seinem Ergebnis keinesfalls die Performance, die der Hersteller selbst (Keysight) anbieten kann.

Für Hobbybastler und Elektronik-Fans mag dies eine sinnvolle Anleitung zur Selbstreparatur sein.

**Für den professionellen/industriellen Anspruch bitte ich Euch jedoch in jedem Fall, Euch an das Servicecenter von Keysight zu wenden!**

Ihr erreicht es hier:

<https://www.keysight.com/de/de/home.html>

### 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 wieder. Sie sind weder als Werbung noch Verunglimpfung dieser Firmen oder Hersteller zu verstehen, sondern als persönliche Meinungsäußerung aufzufassen.
7. Vor dem Veröffentlichenden 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 Artikel5, Absatz1 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. V1.2; MAY2019, Marc Michalzik



**Abbildung 22: Abschlussbild: ich und Sohn vor der Elbphilharmonie in Hamburg im März 2019- genauso ein Meisterwerk, das an die physikalischen Grenzen des Machbaren geht (wie das HP3458 ☺)!**



This restoration report is dedicated to Jochen Frieling, † 26th April 2019.



Jochen Frieling, DG6OBE, working at our ham radio test station at the INTERRADIO fair (2013), Hannover, germany. Being part of our “Funkmessplatz” team and adding a lot of his high tech test gear (e.g. a Cesium atomic clock!), he contributed massively to the precision of our tests.