

Workshops

- Defekte Bauteile finden und ersetzen
- TV, HiFi und Haushaltsgeräte reparieren
- Kunststoffe entgilben und entkleben
- Ersatzteile 3D-drucken



Projekte

- Vintage-Joysticks
weinternutzen
- Toaster tunen
- Schweißtisch aus
Baumarktwerkbank



IKEA-Hacks

- Pixelclock aus OBEGRÄNSAD
- Sandmalen auf LACK-Tisch
- IoT-Wecker mit DEKAD-Uhr



6/23

CH CHF 26,50

AT 14,90

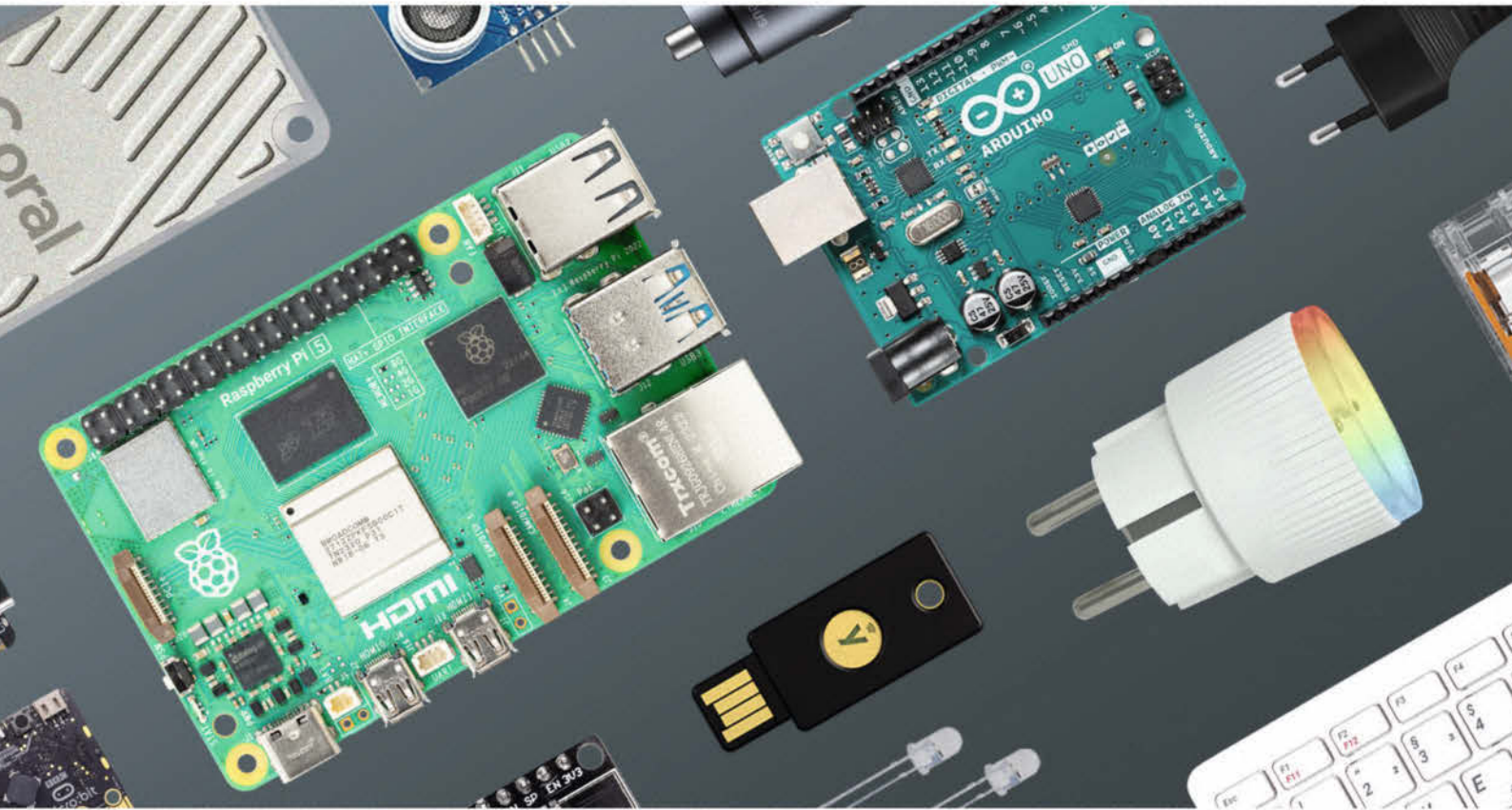
Benelux 15,90

€ 13,50





BERRYBASE
The Maker Shop



RASPBERRY PI | DEV. BOARDS | SENSOREN / MODULE | SMART LIVING | BAUELEMENTE | U. V. M.

ALLES FÜR DEIN NÄCHSTES PROJEKT!

Du möchtest mit dem Raspberry Pi einen Magic Mirror erschaffen, mit dem ESP32 eine Wetterstation verwirklichen oder mit dem Arduino deine eigene CO2-Ampel bauen? Oder planst du vielleicht ein komplettes Smart Home? Kein Problem: Du hast die Ideen, und wir haben alles, was du für dein nächstes Projekt brauchst! Besuche uns auf Berrybase.de.

ENTDECKE MEHR ALS 7.000 PRODUKTE AUF [BERRYBASE.DE](https://Berrybase.de)



Der Lohn der Reparatur

Wir Maker sind ja oft diejenigen, die sofort gerufen werden, wenn etwas nicht funktioniert (siehe die Report-Artikel in diesem Heft etwa auf den Seiten 19, 30, 94). Intern nennen wir diese Artikel „Heldenreisen“. Seien es Computerprobleme („Du arbeitest doch mit Computern“), Waschmaschinen, die nicht waschen („Bestimmt die Elektronik“) oder wenn der Blu-ray-Player streikt.

Mein Schwager wollte mit meiner Schwiegermutter einen Film anschauen und der Player funktionierte nicht. Gut, der Film wurde dann per Streaming-Abo geguckt, Luxusprobleme. Der Player stand ein paar Wochen bei mir, bevor ich ihn mir anschauen konnte. An sich war er schon abgeschrieben, mein Schwager wollte einen neuen kaufen. Die Fehlerbeschreibung lautete: „Der Player ist kaputt, die Schublade geht nicht zu!“

Hätte mich das stutzig machen sollen? Ich versorgte also den Player mit Strom und ja, die Schubladenmechanik gab keinen Mucks von sich. In meinem Kopf ging es schon um Elektronikprobleme, defekte Motoren, Staub auf den Sensoren und so weiter. Also erst mal aufschrauben. Dabei bot sich mir das Bild rechts. Ohne weitere Demontage konnte die Disk mit ein paar Tricks vorsichtig aus dem Mechanismus herausgezogen werden. Ob der kleine Kratzer auf der Unterseite dabei oder beim „Einlegen“ entstanden ist, bleibt ungeklärt. Player und Disk sind gerettet und noch intakt, wieder Elektroschrott vermieden und die „Kunden“ sind zufrieden.

Hier wird aber auch deutlich, wie wichtig die Kommunikation zwischen „Kunde“ und „Reparateur“ ist: Eine Fehlerbeschreibung wie „Hat meine Disk gefressen“ wäre so viel hilfreicher gewesen.

Das zeigt auch, wie wichtig Repair-Cafés (Seiten 54 und 60) sind. Viele Nutzer von Geräten wissen einfach zu wenig über das Innenleben der Dinge, haben nicht das richtige Werkzeug für die Reparatur oder bei netzbetriebenen Geräten zu Recht Respekt. Bei den Preisen für einfache Konsumgeräte lohnt sich die Reparatur in einer Fachwerkstatt oft einfach nicht, die Kosten für Ersatzteile und Arbeitslohn sind schnell höher als für ein neues Gerät. Dabei sind viele häufige Defekte eigentlich einfach zu beheben: Das zeigen auch die Statistiken der Repair-Cafés. Jeder, der ein wenig Bastelgeschick hat, kann dort mitmachen und zum echten Reparatür-Profi-Maker werden.

Als Lohn winkt selten Geld, aber Anerkennung und Erfolgserlebnisse, vielleicht auch Kuchen und leuchtende Kinderaugen, wenn wieder

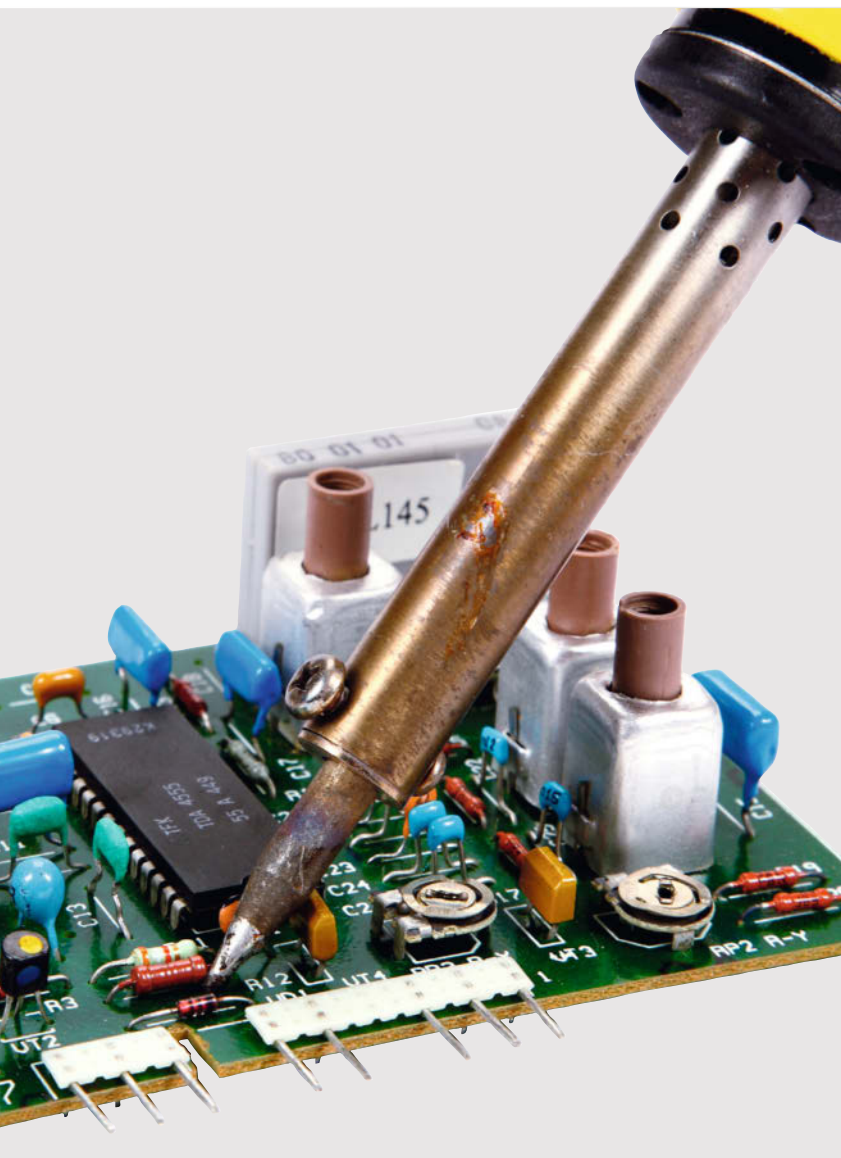


ein Spielzeug repariert wurde. Egal ob im privaten Umfeld oder im Repair-Café: Man lernt eine Menge über den Aufbau und die Funktion der Geräte. Haben Sie Mut zur Reparatur!

Carsten Wartmann

Carsten Wartmann

Sagen Sie uns Ihre Meinung!
mail@make-magazin.de



Bildnachweis Titel: TrotzOlga / Shutterstock.com

Workshops

Falls Ihr Flachbild-Fernseher sich mangels Startbereitschaft nur noch zum Schwarzsehen eignet, ein Tonbandgerät zum Raucher wurde oder Haushaltsgroßgeräte streiken, erfahren Sie hier, wie Sie die wieder zur Raison bringen. Kunststoffteile können Sie mithilfe dieser Workshops wieder in altem weißen Glanz erstrahlen lassen oder per 3D-Druck sogar neu herstellen. Und schließlich verraten wir, welche Elektronik-Teile besonders gerne streiken.

- 16** Retrobright – aus Gelb mach Weiß
- 78** Philips-LED-TV repariert
- 116** Ersatzteile mit Blender konstruieren
- 132** Häufig defekt: Kondensatoren

Inhalt

Joysticks aufrüsten

Joysticks aus den Anfangszeiten der elektronischen Spiele kosteten richtig Geld. Heutzutage liegen sie mangels USB-Stecker aber ungenutzt herum. Rüsten Sie sie doch um. Die dazu notwendigen USB-Controller kosten nur ein paar Euros und sind schnell eingebaut.

10 Alte Joysticks mit USB aufrüsten



- 3** Editorial
- 6** Report: Handgepäck für Maker
- 10** Projekt: Alte Joysticks mit USB aufrüsten
- 16** Workshop: Retrobright – aus Gelb mach Weiß
- 19** Report: Alleskleber
- 20** Projekt: Arduino, ESP und Co. mit Akkus aus Einweg-Vapes betreiben
- 24** Projekt: Tintendruckköpfe in Schuss bringen
- 26** Workshop: Schaltnetzteile reparieren
- 30** Report: Familien-Maker
- 32** Projekt: Klappwerkbank zum Schweißstisch umbauen
- 36** Projekt: Toaster-Tuning
- 40** Projekt: Baumarkt-Whirlpool aufrüsten
- 48** Projekt: Speichertasten für Weller-Lötstation nachrüsten
- 54** Report: Repair-Café: Wegwerfen ist keine Option
- 60** Report: Unverhofft zum Reparatur
- 64** Projekt: IKEA-Matrix gehackt
- 72** Report: Sandmalerei im Couchtisch

IKEA-Hacks

Unsichtbar gesteuert malt eine Stahlkugel wunderbare Ornamente in den Sand unter der Glasplatte eines IKEA-Tisches. Hier erfahren Sie, wie man den effektiv beleuchteten Hingucker baut. Vielleicht möchten Sie sich aber auch mittels eines alt aussehenden Weckers an Termine erinnern lassen.

72 Sandmalerei im Couchtisch

98 IoT-Wecker im Retro-Stil



Toast-Helligkeitsregler

Nur wenige Toaster treffen den am Drehknopf eingestellten Bräunungsgrad auch nur annähernd. Dieses Toaster-Tuning erhöht die Genauigkeit des Helligkeitsreglers beträchtlich, kostet nur wenige Cent und ist schnell gemacht. Damit Sie künftig wieder kräftig zubeißen können.

36 Toaster-Tuning

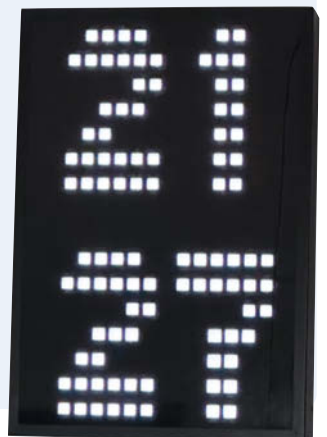


- 78** Workshop: Philips-LED-TV repariert
- 82** Workshop: Revox-Bandmaschinen reparieren
- 88** Projekt: Fehlersuche mit DIY-Signalverfolger
- 94** Report: Pimpel ab & Spannung dran
- 98** Projekt: IoT-Wecker im Retro-Stil
- 106** Workshop: Eigene Ideen 3D-drucken
- 112** Projekt: Wechselakku-Adapter
- 116** Workshop: Ersatzteile mit Blender konstruieren
- 122** Report: Konstruieren statt improvisieren
- 124** Tipps & Tricks: ATX-Power-Adapter, Bürstenaufsatz für PET-Flaschen, IR-Fernbedienung mit Handykamera testen, Leitlack als Retter für Fernbedienungen, Litzen verdrillen, Stickerbögen als Antihaft-Unterlage
- 130** Workshop: Klebrigen Kunststoff reinigen
- 132** Workshop: Häufig defekt – Kondensatoren
- 137** Mehr zum Thema
- 138** Impressum/Nachgefragt

Neues von der Uhrzeit

Die nicht sehr einfallsreichen Leuchteffekte der IKEA-LED-Lampe namens OBEGRÄNSAD nutzen lange nicht alle Fähigkeiten der darin enthaltenen LED-Matrix aus. Dieses Projekt bohrt sie auf und macht durch einen einfachen Prozessortausch eine auch von weitem gut lesbare Digitaluhr daraus. Einen neuen, schwedisch klingenden Namen müssen sie jedoch selbst finden.

64 IKEA-Matrix gehackt



Themen von der Titelseite sind rot gesetzt.

Handgepäck für Maker

Wer kennt das nicht: „Kannst du nicht mal schnell XYZ reparieren kommen?“ oder man rennt für eigene Projekte mehrmals in die Werkstatt, um noch ein Werkzeug zu holen. Wir haben unsere Autoren gefragt, wie sie diese mobilen Einsätze planen und organisieren. Herausgekommen sind spannende Ansätze, die sich jeder zu seinem eigenen, wenn auch sicher nie perfekten „Einsatzkoffer“ zusammenstellen kann.

von Dominik Laa, Gerd Michaelis, Clemens Verstappen und Carsten Wartmann

Alles zum Artikel
im Web unter
make-magazin.de/x9pw



Dominik Laa

Meine Werkzeugausrüstung besteht aus einem großen Wera-Werkzeugset, in dem die meisten gängigen Werkzeuge bereits enthalten sind. Ergänzt habe ich das Set mit einer Kombizange, falls mal spontan ein Kabel durchtrennt werden muss oder eine Zange benötigt wird. Mit dieser Kombination kann man ein Regal aufbauen, Lampen montieren, aber auch elektrische Geräte montieren oder demontieren. Der große Vorteil des Sets ist seine kompakte Größe, sodass es eigentlich in jeden Rucksack passt und auch ohne Auto schnell mitgenommen werden kann. Je nach aktuellem Einsatzzweck kommt noch einiges an Zusatzwerkzeug hinzu.

Vor allem bei Elektrogeräten werden oft Spezialschrauben verwendet – mit einem Universal-Bit-Satz lassen sich die meisten dieser Sicherheitsschrauben öffnen. Ich verwende hier zwei Sets, die miteinander kompatibel sind. Damit lassen sich Schrauben in Fahrrädern, Kaffeemaschinen oder auch Waschmaschinen lösen. Wenn man schon an Geräten arbeitet, ist auch ein Multimeter eine gute Anschaffung. Damit kann man Spannungen, Ströme, Widerstände und vieles mehr messen (Achtung bei Arbeiten mit hohen Strömen oder Spannungen: Lebensgefahr!). Ohne Multimeter kann die Fehlersuche zum Ratespiel werden.

Da ich auch oft Ersatzteile für defekte Bauteile mit dem 3D-Drucker herstelle, habe ich auch gerne einen Messschieber dabei. Damit kann man schnell und unkompliziert Bauteile abmessen, um dann mit CAD-Software einen digitalen Klon zu erstellen.

Das Smartphone ist sowieso immer dabei. Damit lassen sich schnell (Video-)Anleitungen aufrufen, Handbücher lesen oder Explosionszeichnungen von Geräten aufrufen. Für größere Reparaturen oder komplexere Projekte würde ich aber ein Tablet oder einen Laptop empfehlen.



Dominik Laas Werkzeugset besteht aus einem Satz Ratschen, Schraubendrehern, häufig genutzten Bits, einem Spannungsprüfer und einem Schraubenschlüssel.



Fallweise nutzt Dominik noch einen Messschieber, ein Multimeter oder die beiden Bit-Sets.

Gerd Michaelis

Von der Vision eines griffbereit gefüllten Werkzeug- oder Materialkoffers habe ich mich schon sehr lange verabschiedet. Mein „Einsatzkoffer“ ist seit vielen Jahren eher ein dynamisches Konzept als eine fertige Lösung. Immer dann, wenn es mehr ist, als ich mit beiden Händen unterbringen und transportieren kann, benutze ich eigentlich am liebsten eine Stapelbox aus Kunststoff (z. B. Samla von Ikea oder etwas Vergleichbares aus dem Baumarkt) und das aus verschiedenen Gründen.

Zum einen lässt die Vielfalt meiner Interessensgebiete (Mechanik, Elektrik, Holz, u. v. m.) keine sinnvolle feste Zusammenstellung von Geräten, Werkzeugen und Materialien zu, das wäre einfach viel zu viel – wer ein Grundstück hat und Bastler ist, weiß genau, was ich meine. Dann werfe ich in meiner Werkstatt einfach die Dinge, die ich gerade brauche, in die Kiste(n). In der Werkstatt sind feste Zuordnungen von Material und Werkzeug zu nachvollziehbaren Orten zwar unabdingbar, aber es ist ja nur das Lager, in dem man schnell findet, was man für den anstehenden Einsatz eventuell braucht. Der einzige Nachteil ist auf den ersten Blick, dass ich nach dem Einsatz alles wieder aufräumen muss, aber es zwingt mich, die Werkzeuge kurz zu überprüfen und gegebenenfalls zu reinigen, was ich persönlich nicht tun würde, wenn alles in einem Koffer wäre.

Da die Boxen stapelbar sind, kann ich die jeweils benötigte Menge an Werkzeug oder Material leicht skalieren und komme auch bei größeren Mengen immer gut an das heran, was ich gerade brauche – nicht zuletzt, weil die Boxen transparent sind und ich immer gut sehen kann, was wo ist und mich an der



Gerd Michaelis' transparente Lösung

Zusammensetzung des Inhalts der Boxen orientieren kann. Zum Beispiel packe ich gerne Dübel, Schrauben, Bits, Bohrhammer, Steinbohrer, Hammer und Schraubenzieher oder Ring- und Gabelschlüssel in eine Kiste, wenn es darum geht, ein Regal an die Wand zu bringen, und in eine andere Kiste Säge oder Multitool, Feile, Holzbohrer, Stuhlwinkel und Spax-Schrauben, wenn es darum geht, das Regal selbst anzupassen. Analog mache ich das bei Elektro- und Elektronikarbeiten, beim Ausbauen, Renovieren, bei Arbeiten am Auto

oder Fahrrad oder im Garten. So lassen sich die Arbeitsschritte weitgehend im Voraus planen und ich muss nicht ständig Kisten suchen und umräumen, wenn ich etwas Bestimmtes brauche.

Und schließlich kosten solche Kisten fast nichts, zumindest deutlich weniger als ein oder mehrere Werkzeug(roll)koffer – ich muss also nicht besonders darauf achten. Im Gegensatz zum Rollkoffer kann ich die Boxen leicht reinigen, und wenn eine kaputtgeht, nehme ich einfach eine andere.

TECHNIKUNTERRICHT MACHT ENDLICH SPÄß!



Make:Education

Mit **Make Education** erhalten Sie jeden Monat kostenlose Bauberichte und Schritt-für-Schritt-Anleitungen für einen praxisorientierten Unterricht:



Für alle weiterführenden Schulen



Fächerübergreifend



Digital zum Downloaden



Monatlicher Newsletter

Jetzt kostenlos downloaden:

make-magazin.de/education

© copyright by Make: Media GmbH

Clemens Verstappen

Diese Werkzeugtasche hat die Größe eines Kulturbeutels und ist mit Werkzeugen für kleinere Reparaturen rund um Elektronik, Audio, Antennenbau/Sat, Auto und Fahrrad ausgestattet. Die Tasche ist extra gefüttert und hat einen umlaufenden Reißverschluss. Die Tasche habe ich in einem Angelgeschäft gefunden. Bei der Zusammenstellung des Inhalts habe ich Wert auf „klein und leicht“ gelegt, dennoch sollten die wichtigsten Werkzeuge von hoher Qualität sein. Andere sollten universell einsetzbar sein. Diese Werkzeuge sind separat auf dem zweiten Bild zu sehen.

Das Mini-Multimeter ist sehr dünn, nicht zuletzt wegen der beiden Knopfzellen für die Stromversorgung. Neben der Spannungsmessung bis 500 V bietet es eine Widerstandsmessung und einen Durchgangsprüfer. Ich habe zusätzliche Messleitungen mit Krokodilklemmen in der Tasche ergänzt. In der Tabakdose

befinden sich weitere nützliche Utensilien: Kabelschuhe, Aderendhülsen, Lötzinn, Schrumpfschlauch, Lüsterklemmen und etwas Maschinenöl. Ein gasbetriebener Lötkolben hat sich in den letzten Jahren als unentbehrlich erwiesen. Im Garten oder auf dem Dach ist er immer einsatzbereit. Natürlich darf auch ein Feuerzeug für den Gaslötkolben nicht fehlen. Die Taschenlampe ist klein und leicht durch den 18650 Li-Ion Akku, den ich alle Jahre wieder auflade. Der Gliedermaßstab aus Kunststoff ist nur einen Meter lang. Nicht zu vergessen eine kleine Puk-Säge, Feile, Pinzette und eine Bürste zum Reinigen von Lüftern. Die Entlötpumpe habe ich in letzter Zeit allerdings kaum gebraucht.



Clemens Verstappens Einsatztasche

Der hochwertige Teil der Werkzeuge besteht aus zwei Kreuzschlitzschraubendrehern der Größe PH 2 und PH 1 sowie zwei Schlitzschraubendrehern der Größe 5,5 und 3,0 mm. Die für mich wichtigsten Maulschlüssel sind im Bereich von 8 mm bis 13 mm. Allein mit dieser Auswahl lassen sich viele Reparaturen durchführen.

Auf der rechten Seite des Fotos sind die eher universellen Werkzeuge zu sehen. Zuerst der Bitsatz. Für den verstellbaren Schraubenschlüssel („Engländer“) und die Rohrzanze habe ich eine kürzere Version gewählt. Mit dieser Rohrzanze kann man im Notfall auch Kabelschuhe und Aderendhülsen quetschen. Ein Trapezmesser mit Abbrechklinge und ein Seitenschneider dürfen nicht fehlen.

Für Arbeiten im Haushalt habe ich dieses Set oft zusammen mit einem Akkuschrauber mit Bits und Bohrfutter verwendet, manchmal auch zusammen mit einem großen Ratschenkasten.



Links die hochwertigen Werkzeuge, rechts die universellen Werkzeuge

Carsten Wartmann

Ich habe keine richtige Werkstatt. Unser Hauswirtschaftsraum, der eigentlich für Heizung, Waschmaschine und als Stauraum gedacht ist, ist auch meine Werkstatt für Elektronik, Löten und den 3D-Drucker. Für Reparaturen bei Freunden und Verwandten und alles, was mehr Dreck macht, wie Holzarbeiten oder Schweißen, braucht man Werkzeug. Also schnappt man sich ein paar Werkzeuge und die mobile Werkbank, schleppt alles in den Garten oder zum Reparaturort. „Oh“, Mess-

schieber und Bleistift vergessen. Zehn Minuten später merkt man, dass man die Schrauben vergessen hat. „Oh“ (hier schon kein jugendfreier Ausruf mehr), der passende Bit ist im anderen Akkuschrauber. Das artet jedes Mal in ein großes Hin und Her aus. Verschiedene Lösungen mit vorhandenen Pappkartons führten eher dazu, dass am Ende der Arbeiten alle Werkzeuge in verschiedenen Kartons in der Werkstatt (also dem Hauswirtschaftsraum) verteilt waren.



Carsten Wartmanns Tasche ist gepackt.

Meine derzeitige Lösung ist eine Tasche, die ich als Werbegeschenk erhalten habe. Sie ist recht geräumig mit den Maßen von 52 x 22 x 22 cm, hat einen stabilen Reißverschluss und ist gepolstert. Die Polsterung hat gleich zwei entscheidende Vorteile: Die Tasche fällt auch leer nicht in sich zusammen und die Werkzeuge sind gegen Einwirkungen von Außen und die Außenwelt (der Maker) ist vor scharfen Werkzeugkanten beim Tragen geschützt.

Auch prall gefüllt lässt sie sich gut tragen, obgleich sie recht schwer wird, wenn man sie mit vielen Elektrowerkzeugen befüllt. Außen befinden sich noch zwei kleine Netztaschen, innen gibt es leider keine weiteren Fächer. Sollte die Tasche einmal verschlissen sein, gibt es unter dem Suchbegriff „gepolsterte Werkzeugtasche“ einiges im Internet zu finden.

Das Problem mit dem vergessenen Werkzeug ist damit zwar nicht gelöst, aber die Lauferei ist deutlich reduziert. Und besser als Kartons ist sie allemal.

Das Smartphone als unverzichtbares Informationstool und ein Multifunktionswerkzeug habe ich sowieso immer dabei. —caw



Geräumiger, als man denkt.



2. Auflage · 2022 · 382 Seiten · 34,90 €
ISBN 978-3-86490-866-8



2023 · 282 Seiten · 29,90 €
ISBN 978-3-86490-913-9



3. Auflage · 2022 · 366 Seiten · 36,90 €
ISBN 978-3-86490-867-5



2023 · 346 Seiten · 39,90 €
ISBN 978-3-86490-937-5



2023 · 332 Seiten · 29,90 €
ISBN 978-3-86490-952-8



2023 · 208 Seiten · 26,90 €
ISBN 978-3-86490-970-2



2023 · 494 Seiten · 34,90 €
© Copyright by Fackel-Verlag GmbH
ISBN 978-3-86499-366-8





Alte Joysticks mit USB aufrüsten

Die Mechanik alter Gamecontroller kann durchaus erhaltenswert sein, sei es aus nostalgischen Gründen für Retro-Computer oder weil man die Haptik über die Jahre lieben gelernt hat. Solche alten Joysticks mit USB-Anschluss aufzurüsten, ist erfreulich einfach.

von Guido Körber



Kurzinfo

- » Alte Controller am PC verwenden
- » Umbau von analogen Gamepads
- » Nutzung von Tastaturcontrollern

Werkzeug

- » Schraubendreher
- » Lötkolben

Alles zum Artikel
im Web unter
make-magazin.de/xkw6



Mehr zum Thema

- » Dr. Till Harbaum, ESP32-Projekt: Eine kleine Arcade-Maschine bauen, Make 4/23, S. 38
- » Daniel Schwabe, Projekt für Maker: IR-Light-gun für den PC basteln, Make 4/23, S. 66



Atari-Stick (links) und Apple-Paddles (rechts).
Vorne ein Adapter, um Atari- und Commodore-Sticks an den Apple II anzuschließen.

Bereits auf den ersten Computern wurden Spiele gespielt. Richtig los ging es dann in den 1970ern, als Heimcomputer verfügbar wurden, die auch für Privatpersonen erschwinglich waren.

Die ersten Spiele waren noch relativ einfach. Entsprechend einfach waren auch die Anforderungen an die Bedienung. Meistens nutzte man ein Paddle, so benannt nach dem englischen Wort für u.a. den Tischtennisschläger. Der Name war auch sehr passend, denn bei vielen der frühen Spiele ging es um die Steuerung von einem Schläger, wie bei Pong oder Breakout.

Der Aufbau des Gamecontrollers war entsprechend einfach: Ein Gehäuse mit einem Dreh- oder Schiebepotentiometer drin, eventuell noch eine Taste dazu – Ergonomie oft Fehlanzeige. Schnell kamen aber weitere Spielideen und Bedienkonzepte hinzu. Steuerung per Tasten, Schalterjoysticks und ana-

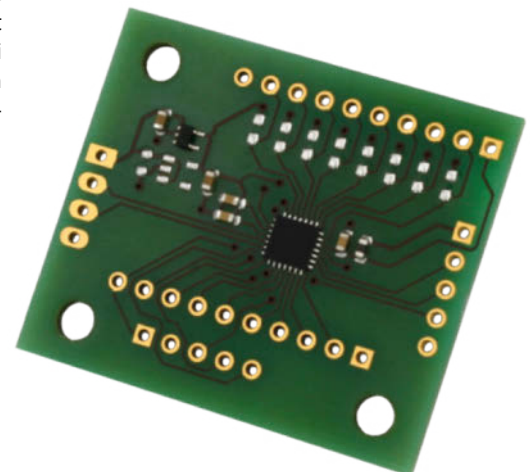
loge Joysticks. Die Arcade-Version von Missile Command hatte sogar einen Trackball.

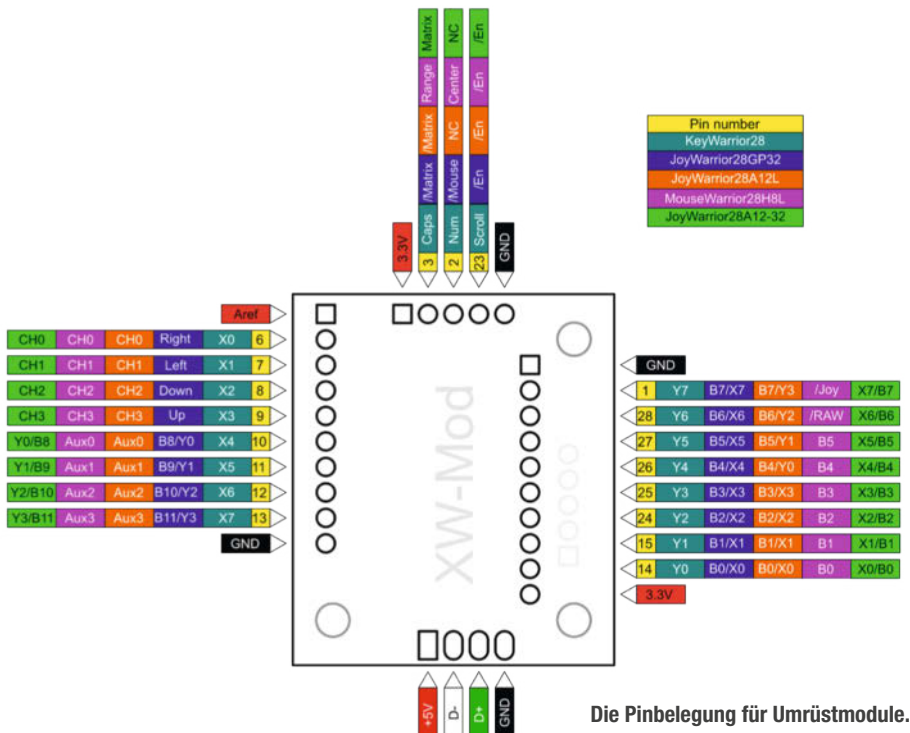
Mit den ersten universellen Spielkonsolen wie der Atari 2600 wurden Schalterjoysticks weit verbreitet. Der wenig später erscheinende Apple II setzte auf analoge Eingänge mit bis zu vier Achsen für Potentiometer mit 150 Kiloohm. Die Homecomputer von Atari und Commodore (ab dem VC20) boten einen Anschluss für die Schalterjoysticks der Atari-

2600-Konsole an. Von denen gab es bald eine riesige Auswahl mit verschiedenen Ausstattungen und Qualitäten.

Der erste IBM-PC bekam die Anschlussmöglichkeit für Gamecontroller über eine

Die Familie der JoyWarrior-, KeyWarrior- und MouseWarrior-Module von Code Mercenaries bietet mehrere Optionen für die Aufrüstung oder den Selbstbau von Gamecontrollern mit USB-Schnittstelle. Wer nicht selber Hand an den Code für einen Arduino, Raspberry Pi Pico o. Ä. legen möchte, findet hier für die meisten Anwendungen eine fertige Lösung.





spezielle Erweiterungskarte, die den „Gameport“ als 15-poligen D-Sub-Miniatur-Steckverbinder zur Verfügung stellt. Von der Funktionsweise ist der Gameport dem des Apple II nachempfunden, aber für Potentiometer mit 100 Kiloohm ausgelegt. Eigentlich nahe genug dran an Apple, aber da die Kalibrierung von Joysticks damals nicht vom System erledigt wurde, konnte es zu Prob-

lemen führen, wenn man einen Joystick für die andere Plattform umrüstete.

Mit der zweiten Generation der universellen Spielkonsolen wurde es dann unübersichtlich. Mit dem Nintendo Entertainment System (NES) tauchte das Gamepad auf. Ab da hatte gefühlt jede Spielkonsole einen eigenen Stecker für die Gamecontroller. Dazu kamen dann auch noch exotische Controller, wie

Lichtpistolen (die nur mit Bildröhren funktionieren) und Handschuhe.

Die Einführung von USB ab 1995 setzte dem Kabelgewirr dann glücklicherweise ein Ende. Aber wenn man nun einen der alten Controller herumliegen hat und diesen wegen des tollen Designs oder nur der Nostalgie wegen wieder einsetzen möchte, was tut man dann?

Als erste Idee mag man an einen Adapter denken. Das wird aber nicht ganz einfach. Wegen der vielen verschiedenen Schnittstellen könnte man damit ein Sonderheft füllen. Und dann steht man immer noch vor den Herausforderungen der Umsetzung. Beispielsweise ist es nicht unbedingt einfach, die passenden Buchsen zu beschaffen und man müsste die diversen Protokolle programmieren. Es gibt zwar für einige Varianten fertige Adapter zu kaufen, aber wir nehmen ja lieber selber das Werkzeug in die Hand. Also Schraubendreher und Lötkolben raus, wir spielen Dr. Frankengamecontroller! Weitere Tipps zum Aufschrauben stehen im Kasten „Auf die Füße achten!“.

Digital oder Analog

Ganz grob lassen sich die Gamecontroller in solche mit digitalen oder analogen Steuerelementen einteilen.

Bei den digitalen ist es recht einfach. Das sind die klassischen Arcade-, Atari-Commodore-Sticks (inklusive des legendären Competition Pro) und Gamepads (ohne Thumbsticks, diese gehören zu den analogen Controllern).

Ein digitaler Gamecontroller benutzt Schalter bzw. Taster und ist entsprechend einfach umzurüsten. Man kann ihn auch wahlweise zur Tastatur machen, sodass auch Spiele, die keine Joysticks direkt unterstützen, damit gesteuert werden können. Der Aufbau ist typischerweise so, dass alle Schalter gegen einen gemeinsamen Anschluss schalten. Nach klassischer digitaler Schaltungslogik wird gegen Masse geschaltet und der Eingang mit einem Widerstand gegen die positive Versorgungsspannung gezogen.

Wird ein Tastaturcontroller eingebaut oder sind sehr viele Schalter vorhanden, dann ist wahrscheinlich eine Anordnung in einer Schaltermatrix notwendig. Auch das ist nicht schwierig, nur muss man hier aufpassen, dass die Schalter so angeordnet sind, dass keine Phantom Keys (siehe dafür den gleichnamigen Kasten) entstehen. Eventuell sind dann Dioden an den Schaltern vorzusehen.

Für den Umbau eines digitalen Gamecontrollers benötigt man einen USB-Controller für Schalterjoysticks oder einen Tastaturcontroller. Dann bedarf es noch etwas Arbeit, um die Leitungen zu verfolgen, damit man sie

Auf die Füße achten!

Oft verstecken sich Schrauben auf der Unterseite unter den Gummifüßen des Controllers. Diese kann man meistens mit einem kleinen Schraubendreher entfernen, da sie i.d.R. geklebt sind. Aber Vorsicht, die braucht man nach dem Eingriff wieder, sonst wackelt der Joystick. Also entweder neue Gummifüße besorgen, oder die alten auf ein Stück Trägerfolie von z.B. Klebeband packen.



Da hat sich die Schraube also versteckt! Der Gummifuß sitzt jetzt etwas seitlich davon.



Wenn der Gummifuß beim Abnehmen kaputtgeht, gibt es im Fachhandel selbstklebende Füße.

Phantom Keys

Phantom Keys sind Tasten, die in einer Matrix als betätigt erscheinen, obwohl sie es nicht sind. Der Effekt kann ab drei gleichzeitig betätigten Tasten auftreten. Wenn diese drei Tasten drei der vier Ecken eines Rechtecks in der Matrix bilden, dann kann der Controller rein elektrisch nicht erkennen, welche Tasten wirklich betätigt sind, sondern erkennt alle vier Ecken als aktiv. Das kann durch Dioden an den Tasten vermieden werden, oder durch eine Anordnung, die solche rechteckigen Muster verhindert.

richtig anschließt. Für weitere Informationen zu digitalen Controllern siehe Kasten „Digitale Controller“.

Jetzt wird's Analog

Bei analogen Controllern kann einem so einiges begegnen, wenn man die „Haube“ aufmacht. Hat der Controller eine Force-Feedback-Funktion, dann ist die Frage, ob der Controller auch ohne diese nutzbar ist, denn die Umrüstung würde extrem aufwendig werden. Die Technik hat sich nie weit genug durchgesetzt, um die Hersteller zu wirklich einheitlichen Lösungen zu bewegen.

Auch bei der Realisierung der analogen Achsen gibt es einige Optionen. Glück hat man, wenn der Controller (wie die überwiegende Mehrzahl) Potentiometer verwendet. Es gibt aber auch Joysticks mit Hall-Sensoren. Die haben den Vorteil von viel weniger Verschleiß, dafür ist der Anschluss nicht unbedingt einfach. Hier sind dann einige elektrische Parameter zu klären und ggf. elektrische Anpassungen vorzunehmen, damit Sensor und USB-Controller zusammen funktionieren.

Eher ein Fall für „zurück in die Vitrine“ sind Controller, die mit optischen Sensoren arbeiten, wie es bei ein paar Modellen der Microsoft Sidewinder-Familie der Fall war.

Wir konzentrieren uns auf die Controller mit Potentiometern. Zu denen mit Hall-Sensoren, bei denen wir genug über den Sensor herausfinden können, gibt es im gleichnamigen Kasten noch ein paar Tipps.

Potentiometer: Meist ganz einfach

Der ganz große Vorteil beim Umrüsten eines Gamecontrollers mit Potentiometern – egal ob Joystick, Thumbstick, Lenkrad oder Ruderpedale – ist die Tatsache, dass man hier

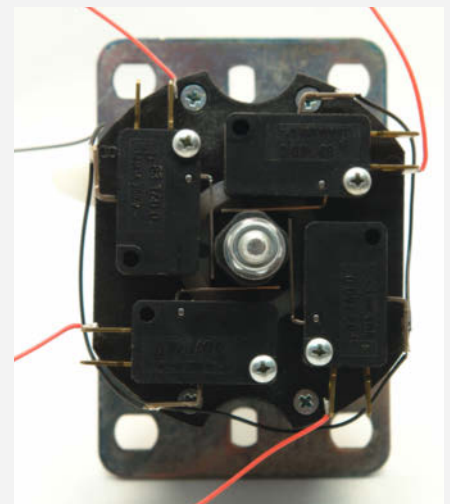
Digitale Controller

Digitale Joysticks gibt es auch in sehr robuster Ausführung mit Schaltern in Industrie- bzw. Spielhallenqualität. Solche Joystickeinheiten kann man auch einzeln kaufen und sich seinen Wunsch-Joystick bauen. Allerdings gibt es auch einfache Ausführungen mit Gummimembranen oder Metallschnappscheiben (im Volksmund auch „Knackfrosch“), für diese gelten dann dieselben Hinweise wie für Gamepads.

Gamepads sind meistens sehr einfach aufgebaut, um Kosten zu sparen. Statt mechanischer Schalter kommen hier meistens Gummimembranen zum Einsatz, deren Gegenstück die Leiterplatte ist. Hier ist oft etwas Sucherei notwendig, um die richtigen Leiterbahnen zu finden, oder man kappt diese nahe am Schaltelement. Aber Vorsicht, die Gummimatte muss wieder drauf, also die Lötstelle nicht darunter platzieren. Wenn das Gamepad schon einen Controller für ein altes Interface enthält, dann kann man auch diesen entfernen und an seinem alten Platz dann alle Signale abgreifen.



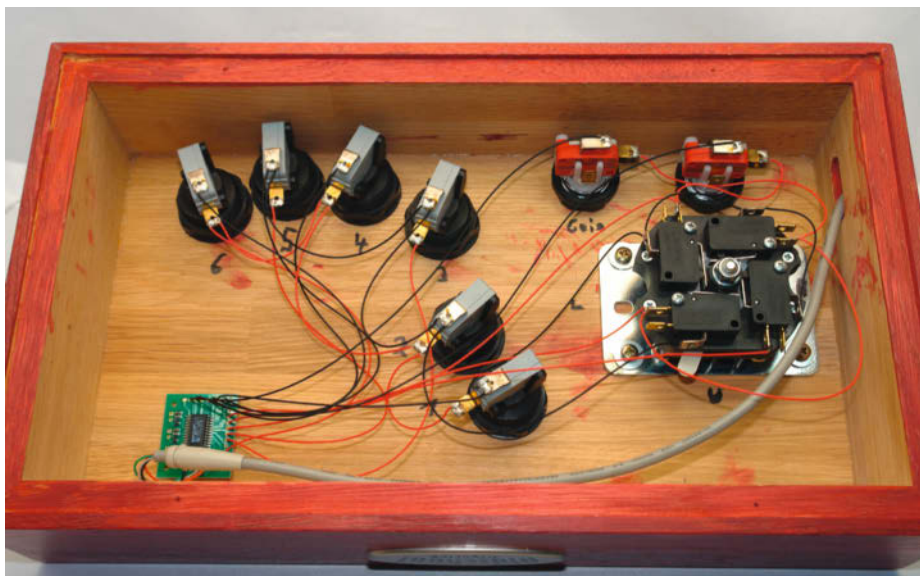
Ein einfacher Joystick; die Spiralfeder sorgt für die Zentrierung, die Kontakte sind aus Federblech.



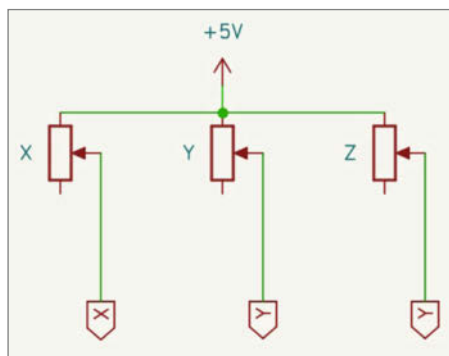
Joystickmechanik in Spielhallenqualität, die Schalter werden auch im Maschinenbau verwendet.



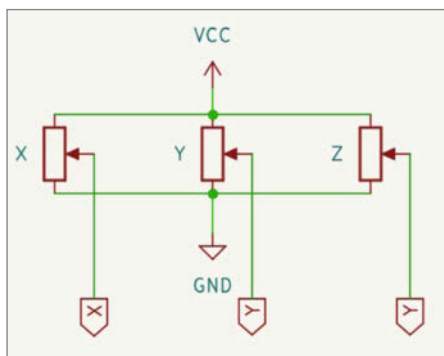
Leiterbahnen und ein Gummidom mit leitfähigem Plastik (schwarz) bilden einen billigen, aber zuverlässigen Schalter.



Der Tastaturcontroller (Modell KW24) im Joystick erlaubt es, Spiele mit Tastencodes zu steuern.



Potentiometer am Gameport



Potentiometer am A/D-Wandler

die grundsätzliche Funktion ganz schnell sehen kann. Das Potentiometer wird durch eine der Achsen bewegt. Bei Joysticks ist in aller Regel eine Kreuzmechanik vorhanden, die die Bewegungen auf die X- und Y-Achse überträgt. Mehr dazu in Kasten „Analoge Controller“.

Bei einem klassischen Gameport-Controller (egal welcher Gameport) ist ein Ende aller Potentiometer mit der Versorgungsspannung verbunden und der Schleifer liefert den variablen Widerstandswert für die jeweilige Achse.

Für die Umrüstung auf einen modernen Joystickcontroller braucht man in der Regel alle drei Anschlüsse der Potentiometer, da diese als Spannungsteiler verwendet werden und eine Spannung für die A/D-Wandler liefern.

Als Elektronik kann man ein Mikrocontrollerboard wie Arduino oder Raspberry Pi Pico nehmen, für die notwendige Firmware gibt es diverse Projekte. Die Links dazu finden Sie über die URL im Kurzinfo-Kasten. Es gibt aber auch diverse fertige Controllerboards auf dem Markt. Wichtig bei der Auswahl ist, vorher zu gucken, wie viele Schalter der Gamecontroller hat und wie viele Achsen benötigt werden. Die Hutschalter (auch Coolie Hat genannt) haben mindestens vier Schaltkontakte. Bei der Auswahl der Elektronik ist dann noch zu beachten, dass diese auch mit dem Widerstandswert der Potentiometer klar kommt. In PC-Joysticks sind es 100-Kiloohm-Potentiometer, bei Apple 150 Kiloohm und in Industriejoysticks häufig deutlich kleinere Werte wie 10 Kiloohm, 5 Kiloohm oder sogar nur 1 Kiloohm.

Hall-Sensor

Der Hall-Effekt sorgt in bestimmten Materialien für eine Spannung in Abhängigkeit von einem externen Magnetfeld, wodurch sich berührungslos Positionen messen lassen. Häufig werden Hall-Sensoren mit internen Verstärkern versehen, um einen besser nutzbaren Spannungsbereich zu erzielen.

Leider ist hier so gar nichts standardisiert. Es gibt Hall-Sensoren, die ein Ausgangssignal über den gesamten Versorgungsspannungsbereich abgeben, aber auch solche, die nur relativ zur Hälfte der Versorgungsspannung etwas variieren. Hier ist auf jeden Fall zu empfehlen, erst zu messen und dann zu löten, oder es sogar sein zu lassen, wenn man nicht einen längeren Ausflug in die Elektronik machen möchte.

Für die Umrüstung eines Hall-Gamecontrollers ist auf jeden Fall etwas mehr Elektronikwissen notwendig. Zunächst muss man den eigentlichen Sensor identifizieren und die Ausgangssignale verfolgen. Den Controller muss man dann mit Strom versorgen und prüfen, ob man nachvollziehen kann, was für ein Signal der Sensor erzeugt und wie es umgesetzt wird.

Wenn der Hall-Sensor nicht den gesamten Spannungsbereich des Joystickcontrollers abdeckt, ist das nicht automatisch ein Problem, ein relativ großer Bereich kann durch die Kalibrierungsfunktionen auf den meisten Plattformen kompensiert werden.

Garantiert falsch rum ...

An den Potentiometern schließt man an dem Ende, das die hohen Werte liefern soll, die Versorgungsspannung (oder ggf. Referenzspannung von der Elektronik) an und am anderen Ende Masse. Die Schleifer gehen an die Achseneingänge. Beim Joystick muss die Bewegung nach links und nach vorne und bei einem Throttle (Gashebel) die Bewegung nach hinten die kleineren Werte produzieren. Beim Verkabeln die Leitungen nicht zu kurz machen: Oft genug merkt man, dass dreimal mechanisch um die Ecke gedacht dann doch falsch war und das Potentiometer sich in genau die andere Richtung bewegt, die Achse also verdreht ist.

Spaß mit Tasten

Manche Gamecontroller haben in einem Griff gleich eine ganze Phalanx von Tasten und Schaltern. Hier ist dann etwas Detektivarbeit gefordert, um herauszufinden, wie die denn verkabelt sind. Sollte man dafür den Griff

zerlegen müssen, dann ganz vorsichtig. Die Konstruktionen gleichen oft einem komplexen 3D-Puzzle, aus dem einem Federn entgegenhüpfen können. Das kann dann bis zur Forensik führen, um zu ermitteln, wo denn welches Teil vorher war.

Sind die Schalter alle mit einer gemeinsamen Leitung verbunden, wird es relativ einfach: gemeinsame Leitung an Masse und die einzelnen Leitungen an die Button-Eingänge der Elektronik, die hoffentlich genug Eingänge hat. Bei einer Matrixanordnung muss die verwendete Elektronik das können und es sind dann noch die Hinweise zu den Phantom Keys zu beachten.

Und Action!

Wenn alles verkabelt ist, sollte der erste Test vor dem kompletten Zusammenbau erfolgen. Also Gamecontroller anschließen und Kontrollfeld oder ein passendes Tool starten, um zu prüfen, ob alle Achsen und Tasten funktionieren und die Achsen auch in die richtigen Richtungen laufen.

Und dann heißt es nur noch zuschrauben und viel Spaß beim Retro-Gaming mit echten Vintage-Controllern! —das

Analoge Controller

Die Potentiometer in den Gamecontrollern sind ganz oft etwas anders, als man es sonst gewohnt ist. Mechanisch lässt sich ein Drehpotentiometer typischerweise um etwa 270° drehen. Das wäre für die meisten Gamecontroller aber ungünstig, denn z. B. der Knüppel eines Joysticks lässt sich meistens nur um ca. $\pm 30^\circ$ auslenken. Daher werden Potentiometer mit einem kleineren elektrischen Winkel eingesetzt, bei denen sich der Widerstandswert nur innerhalb eines gewissen Winkels um die Mittelstellung ändert.



Von links nach rechts: Potentiometer, Hall-Joystick und Mini-Joystick



Klassische Joystick-Mechanik:
Die Federn zentrieren die Achsen, der Stick bewegt die Kreuzmechanik und die Potentiometer können zum Trimmen bewegt werden. Der Joystick hat eine USB-Elektronik erhalten und ist jetzt wahlweise Joystick oder Maus.



Wir schreiben Zukunft.

2 Ausgaben MIT Technology Review
als Heft oder digital
inklusive Prämie nach Wahl

35%
Rabatt

mit-tr.de/testen



Retrobright aus Gelb mach Weiß

Retro-Enthusiasten kennen das Problem: Der gehegte und gepflegte C64 läuft noch immer wie am ersten Tag – sieht aber aus, als ob er seit 1982 heftiger Kettenraucher ist. Vergilbtes Plastik ist ein Phänomen bei vielen älteren Geräten. Mit der Technik des sogenannten Retrobrights kann dieser Verfärbung entgegengewirkt werden.

von Daniel Schwabe



Kurzinfo

- » Bleichen ohne spezielle Tools
- » Verwendung von originalen Teilen
- » Original-Ästhetik

Checkliste



Kosten:
10 Euro

Material

- » Cream Oxide 12%
- » Unterlage
- » Sprühflasche

Mehr zum Thema

- » Dr. Till Harbaum, Galagino, Make 4/23, S. 38
- » Johannes Börnsen, Wie man klebrige Kunststoff-Oberflächen reinigt



Alles zum Artikel
im Web unter
make-magazin.de/xvu8



Kleinteile, die gebleicht werden sollen, werden am besten auf einem Tablett angeordnet.

Warum werden bestimmte Plastikgehäuse eigentlich mit der Zeit gelb? Die betroffenen Plastikteile bestehen aus ABS-Plastik (Acrylnitril-Butadien-Styrol). In diesem Material können verschiedene chemische Prozesse ablaufen, die das Vergilben vorantreiben. Der Bekannteste ist wahrscheinlich die Aufspaltung des für Feuerresistenz hinzugefügten Broms. Daneben gibt es noch Oxidationsvorgänge und die Umstrukturierung von Isomeren. Wer mehr über die chemischen Vorgänge wissen will, kann eine Abhandlung über diese Vorgänge in der Kurzinfo finden. Im Endeffekt bedeutet es aber Folgendes: Man kann das Vergilben des Plastiks schwer bis gar nicht verhindern, dank dieser Anleitung aber rückgängig machen. An dieser Stelle kommt Retrobright ins Spiel: Mit einem Bleichmittel (in diesem Fall eine Creme zum Haarebleichen)

wird die oberste Schicht des Plastik gebleicht und so wieder schön weiß.

Vorgehen

Das hier beschriebene Verfahren funktioniert ohne zusätzliche Geräte und nutzt die UV-Strahlung der Sonne. Wer UV-Lampen besitzt, kann auch in der Wohnung bleichen.

Zunächst benötigt man natürlich einen Probanden. In diesem Fall ist es ein C64.

Dieser wird als Erstes auseinandergenommen. Dafür zieht man mit einem modernen Keycap Puller die Tasten von der Tastatur. Dabei muss man aufpassen, dass die kleinen Federn, die von unten gegen die Plastikkappen drücken, nicht wegspringen und verloren gehen.

Danach wird das Gerät umgedreht und die Schrauben entfernt. Ist das geschehen, kann

man das obere Teil des Gehäuses abheben. Nun müssen im Gerät selber die Schrauben entfernt werden, die die Technik festhalten. Das Plastikgehäuse liegt jetzt in seinen Einzelteilen vor uns. Bevor man anschließend mit der chemischen Behandlung beginnt, empfiehlt sich – je nach Zustand des Gerätes – eine Reinigung mit Spülmittel. Immerhin soll ja das Plastik gebleicht werden und nicht der Staub von 41 Jahren unbegrenzter Möglichkeiten.

Sind die Teile sauber, bereitet man alles vor, um sie zu bleichen. Dafür ordnet man die Kleinteile – in diesem Fall die Tastenkappen – auf einer separaten Unterlage an.

Dieses Papptablett kommt danach, zusammen mit den beiden großen Teilen, auf eine Unterlage (am besten eignet sich ein alter Duschvorhang). Für den Bleichvorgang wird



Sobald alles eingesprüht in der Sonne liegt, heißt es: warten.

UV-Licht benötigt. Das bekommt man am nachhaltigsten von der Sonne. Deshalb müssen alle Teile in der Sonne liegen.

Als letztes mischt man das Bleichmittel an. Bei früheren Anwendungen hat eine 12%-Bleichcreme gut funktioniert und macht auch hier einen guten Job.

Das Mittel wird in einer alten Sprühflasche im Verhältnis 1:2 mit Wasser gemischt. Auch dieses Verhältnis hat sich in früheren Anwendungen – an einem Amiga 500 und einem Nintendo SNES – bewährt.

Mit dieser Mischung werden jetzt alle in der Sonne liegenden Plastikteile einge-

sprüht. Hierbei ist ganz wichtig: Diese Chemikalien dürfen nicht in die Natur gelangen und alle Teile müssen außerhalb der Reichweite von Tieren aufgebaut werden.

Optional kann man jetzt die Plastikteile in durchsichtige Frischhaltefolie einwickeln, um die Verdunstung der Chemiemischung zu verhindern. Wenn das nicht gemacht wird, muss man unbedingt in regelmäßigen Abständen nachsprühen.

Damit der Vorgang funktioniert, müssen die Teile immer in der Sonne liegen. Und deshalb muss man sie immer wieder mit dem aktuellen Sonnenstand mitziehen. Je nachdem, wie sonnig es ist, kann nach ein paar Stunden schon wieder alles abgebaut werden. Das Bleichen des C64 für diesen Artikel war nach 5 Stunden fertig. Lässt man die Teile länger in der Sonne, passiert aber auch nichts Schlimmes.

Jetzt müssen die Teile „geputzt“ werden, um alle Bleichmittelreste zu entfernen. Auch dafür verwendet man Spülmittel, Wasser und eine Bürste. Danach kann man das Gerät zusammenbauen und es erstrahlt mit hellem Plastik – fast wie neu.



Haarfärbeprodukte eignen sich hervorragend für den Retrobright.



Vorher



Nachher

Bedenken

Wie in der Retro-Szene immer wieder zu hören ist, besteht die Gefahr bzw. die Angst, dass dieses Vorgehen das Plastik porös macht und das Gehäuse damit irgendwann zerstören könnte.

Dazu haben wir einen befreundeten Chemiker befragt. Seine Antwort: Ja, der Vorgang kann das Plastik beschädigen. Allerdings wird die Oberfläche nur leicht beeinträchtigt. Voraussetzung dafür ist allerdings, dass das Plastik keine Risse oder andere Beschädigungen hat. Dann findet die chemische Reaktion nur an der Oberfläche statt.

Der Autor dieses Artikels hat den hier beschriebenen Vorgang bereits vor Jahren an einem Amiga-500-Gehäuse durchgeführt und es sind bisher keine Probleme bzgl. der Integrität des Gehäuses aufgetreten. Das ist selbstverständlich nur anekdotische Evidenz. —das

Alleskleber

Es gibt Fälle, bei denen man Kleben als Reparaturtechnik instinktiv ausschließt: Zu wenig Fläche, zu große Kräfte, zu klaffende Spalten. Doch die Klebstoffindustrie hat inzwischen so manches Wundermittel im Angebot.

von Peter Tschulik

Als Vater von zwei Töchtern bin ich als „Systemadministrator“ der Familie Sätze gewohnt wie: „Es funktioniert nicht!“ oder: „Ich hab nichts gemacht!“ Doch ein Anruf meiner Tochter, dass sich ihr Laptop nur mehr mit Gewalt aufklappen ließe und dieser wegen der Gefahr der Überhitzung der CPU auch nicht mehr startet, verhiieß nichts Gutes.

Nach dem Aufschrauben des Gehäuses offenbarte mir das Innere das gesamte Desaster: Das rechte Scharnier, das den Bildschirm mit dem Gehäuse verbindet, war vollständig ausgebrochen. Und zwar so, dass die Plastikführungen rund um die Schmelzmuttern komplett zerstört waren. Wie das – laut meiner Tochter ohne Gewalteinwirkung – passieren konnte, ist mir bis heute ein Rätsel.

Die Ursache des ersten Problems, dass der PC mit einer Fehlermeldung bezüglich Überhitzung der CPU nicht startet, war rasch gefunden, da sich eines der losen Plastikteile im Prozessorlüfter verfangen hatte und diesen blockierte. Obwohl dieser Fehler rasch behoben war und der Rechner damit prinzipiell wieder lief, ist ein Laptop mit einem gebrochenen Scharnier normalerweise ein Fall für den Schrottplatz, da man Gehäuseteile in der Regel nicht als Ersatzteil kaufen kann. Doch so leicht gibt ein Maker nicht auf!

Schweißnaht aus der Flasche

Ich konnte mich erinnern, dass ich vor einiger Zeit auf der Modellbaummesse in Wien ein Klebeset bestehend aus einem Kleber und einem Füllgranulat erstanden hatte, der dort als „Schweißnaht aus der Flasche“ angepriesen wurde. Inzwischen gibt es diesen Kleber unter verschiedenen Namen und Verpackungen im gut sortierten Baumarkt (Links siehe Kurz-URL am Ende des Artikels). Bei dem Kleber handelt es sich um einen Industriekleber mit hoher Klebekraft, kurzer Trocknungszeit und leider auch stolzem Preis (rund 25 Euro), aber der lohnt sich. Das Granulat besteht aus winzigen Kügelchen, die es in unterschiedlichen Farben gibt (mein Granulat ist schwarz). Die versprochene Schweißnaht kommt dadurch zustande, dass das Granulat zum Beispiel in einen Klebespalt gefüllt und danach mit dem Klebstoff beträufelt wird. Das Granulat saugt den Klebstoff auf und es bildet sich festes Material zur Überbrückung des Spalts, eben wie bei einer Schweißnaht. Dickere Schichten erzielt man,

indem man den Vorgang mit Granulat und Kleber einige Male wiederholt. Überschüssiges Granulat kann einfach weggeblasen werden.

Praxistest

Gesagt getan! Ich positionierte die drei losen Schmelzmuttern an den richtigen Stellen und fixierte diese mit jeweils einem Tropfen Sekundenkleber. Danach umhüllte ich die Schmelzmuttern wie auf Bild 1 gezeigt mit der „Schweißnaht“.

Ich musste allerdings penibel darauf achten, dass kein Kleber in die Schmelzmutter selbst eindringt, da dies den Reparaturvorgang zunichte gemacht hätte. Nach einer entsprechenden Trocknungszeit schraubte ich das Scharnier wieder an und es hielt bombenfest – wahrscheinlich besser als je zuvor.

Beim Versuch, den Laptop einzuschalten, kam jedoch der große Rückschlag: In unmittelbarer Nähe lag der Einschalttaster auf der Hauptplatine, in den Klebstoff eingedrungen war! Da tat sich nichts mehr.

Gott sei Dank konnte ich den Taster relativ leicht auslöten und durch einen neuen ersetzen. Dieses Missgeschick wäre leicht vermeidbar gewesen, wenn ich die nahe der Klebestelle liegenden Bauteile mit Kreppband abgedeckt hätte. Nun läuft der Laptop wieder zur vollsten Zufriedenheit meiner Tochter und ich bin glücklich, gleichzeitig einen Beitrag zu meinem finanziellen Budget durch den vermiedenen Neukauf eines Rechners wie auch für die Umwelt geleistet zu haben!

Weitere Anwendungen

Ich möchte an dieser Stelle noch zwei Anwendungen der Kombination aus Granulat und Kleber zeigen, die ich in anderen Projekten erfolgreich umgesetzt habe. Beim ersten Beispiel geht es darum, auf einer Metallplatte eine Verschraubungsmöglichkeit zu schaffen. Das war deshalb notwendig, da es auf der anderen Seite keinen Platz für eine Schraube oder eine Mutter gab. Zuerst platziert man die Mutter

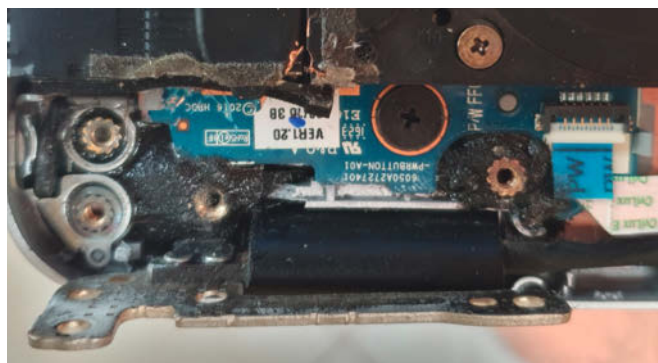


Bild 1: Die gelungene Reparatur am Laptop-Scharnier; das schwarze Granulat rund um die Schmelzmuttern wird durch den Klebstoff verbunden und hält die Muttern bombenfest.

auf der Metallplatte, fixiert diese mit Sekundenkleber und umgibt die Mutter mit einer „Schweißnaht“ (Bild 2).

Die zweite Anwendung ist die Verbindung unterschiedlicher Materialien (oder auch gleicher) untereinander. Ich habe damit die rechtwinklige Verbindung einer Polystyrolplatte mit einer Aluminiumplatte ohne Verwendung eines Winkels oder einer Verschraubung hinkommen, indem ich wieder die „Schweißnaht“ beiderseitig entlang des Stoßes aufgebracht habe, was dann bombenfest hält.

Noch zwei Tipps zum Kleber selbst: Damit dieser länger hält, sollte man diesen laut Anleitung im Kühlschrank in einem verschlossenen Glasgefäß lagern. Und da die Spitzen des Klebers leicht verkleben, sollte man immer genug Ersatzspitzen zur Hand haben. Auf der Modellbaummesse gab mir die Verkäuferin gleich eine Handvoll davon mit; das hat sich ausgezahlt.

—pek

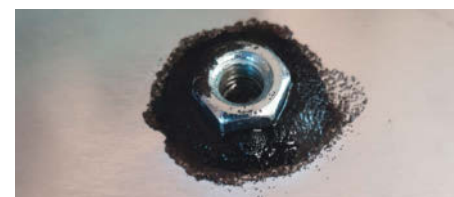


Bild 2: Montage einer Mutter auf einer Aluminiumplatte



Arduino, ESP und Co. mit Akkus aus Einweg-Vapes betreiben

In E-Zigaretten dienen Lithium-Ionen-Akkus als Energiequelle. Ist die Zigarette aufgeraucht, landen sie im Müll. Es sei denn, Sie geben ihnen in Bastelprojekten ein zweites Leben. Das schont den Geldbeutel und die Umwelt.

von Dr. Till Harbaum

Kleine Arduino-Bastelprojekte mobil betreiben zu können, kann sehr praktisch sein. Die dazu nötige Energie kommt in der Regel aus Akkus, deren Preis den des eigentlichen Projekts schnell übersteigen kann. Einen Akku extra für ein ggf. selten benutztes Projekt anzuschaffen, lohnt häufig nicht und wäre oft unnötige Ressourcenverschwendung. Was kaum jemand weiß: In handelsüblichen Einweg-Vapes dienen Lithium-Ionen-Akkus als Energiequelle. Ihnen in Bastelprojekten ein zweites Leben zu geben, schont den Geldbeutel und vermeidet, dass kostbare Rohstoffe im Müll landen. Fragt man im Freundes- und Kollegenkreis herum, dann hat man schnell eine kleine Sammlung leergedampfter Vapes beisammen. Dem Besitzer erspart man damit immerhin die fachgerechte Entsorgung. Dass in Einmal- und Wegwerfprodukten überhaupt wertvolle Lithium-Ionen-Akkus stecken, überrascht zunächst. Der Grund liegt im hohen Strombedarf der in den Vapes verbauten Aroma-Verdampfer, den übliche Einwegbatterien nicht liefern können.

Eine Einweg-Vape ist sehr einfach aufgebaut und besteht aus drei wesentlichen Komponenten: Ein Heizelement in einem kleinen Aromatank ist über einen Durchflussschalter mit dem bereits erwähnten Akku verbunden. Saugt der Nutzer am Gerät, dann schließt der Luftstrom den Schalter, der Akku versorgt das Heizelement mit Energie und der Aroma-Dampf entsteht. Die zum Verdampfen nötige Energie ist recht hoch und der Akku belegt etwa den halben Platz in der Vape. Auch an den Herstellungskosten der Vape dürfte der Akku den wesentlichen Anteil haben.

Praktischerweise lassen sich die Vapes leicht demontieren. Mundstück und Endkappe lassen sich mit einer Zange einfach abziehen und das Innenleben herausziehen (Bild 1). Dass das gesamte Innenleben das süßliche Aroma angenommen hat, darf einen dabei nicht stören. Der Akku ist nur über zwei dünne Kabel mit dem Rest verbunden und ist mit dem Seitenschneider schnell freigelegt. Den Akku mit Alkohol abzuwischen mildert den Geruch etwas ab, aber beim späteren Anlöten von neuen Kabeln wird trotzdem ein heftiger Aromastoff unvermeidlich sein.

Mir sind in Vapes zwei Akku-Bauformen begegnet: Die etwas häufiger anzutreffende Variante in 13400er-Bauform hat einen Durchmesser von 13mm, ist 40mm lang und hat eine Kapazität von gut 2 Wattstunden bzw. 550mAh. Die kleinere Variante kommt bei ebenfalls 13mm Durchmesser aber einer Länge von nur 30mm auf 1,33Wh bzw. 360mAh (Bild 2). Beides sind Kapazitäten, mit denen sich im Arduino-Umfeld einiges erreichen lässt. Ein Arduino-Nano nimmt ca. 125 Milliwatt auf und lässt sich aus dem großen Akku gut 16 Stunden betreiben, während der kleine Akku für immerhin zehn Stunden gut ist. Da man selten den Ar-

Kurzinfo

- » Akkus aus Einweg-E-Zigaretten ausbauen
- » ESP-Boards aus Lithium-Akkus versorgen
- » Schaltung für Mini-Arcade aus Make 4/23

Checkliste


Zeitaufwand:
1 Stunde


Kosten:
ab 1 Euro

Mehr zum Thema

- » Dr. Till Harbaum: Galagino, Make 4/23, S. 38
- » Clemens Verstappen: Kapazitätsmessgerät für Powerbanks und Akkuzellen, Make 1/20, S. 100
- » Jan Wegener: Lithium-Ionen-Akkus testen und wiederverwenden, Make 2/21, S. 70

Material

- » alte Einweg-E-Zigarette
- » Laderegler

Werkzeug

- » Lötausrüstung
- » kräftige Zange


 Alles zum Artikel
im Web unter
make-magazin.de/xe6v



duino alleine nutzt, kommt dazu natürlich der Strombedarf der verwendeten Peripherie. Aber selbst ein ESP32 mit kleinem TFT-Display und einer Stromaufnahme von 200mA bzw. einer Leistungsaufnahme von einem Watt hält mit dem großen Vape-Akku gut zwei Stunden durch. Für eine kleine mobile Spielkonsole ist das ein durchaus brauchbarer Wert.

Gerade bei kostenlosen Akkus liegt es nahe, mehr als einen Akku zu verbauen. Ein zuverlässiges paralleles Laden und Entladen von mehr als einer Zelle ist aber nicht trivial

und erfordert eine Auswahl exakt zueinander passender Zellen, was bei Akkus aus unbekannten und unterschiedlichen Quellen kaum möglich ist. Wir raten daher davon ab, mehrere Vape-Akkus parallel zu betreiben.

Etwas zusätzliche Elektronik

Mit dem Akku alleine ist es aber noch nicht getan. Für den Betrieb am Arduino/ESP fehlen noch drei Dinge: Der Akku muss aufgeladen werden, er muss dem Mikrocontroller eine



Bild 1: Der Akku ist neben der Gehäusehülle das größte und vermutlich teuerste Bauteil einer E-Zigarette.



Bild 2: Diese beiden Akkuformen findet man meist beim Ausschachten.

passende Betriebsspannung liefern und er sollte vor Tiefentladung geschützt werden. Für all diese Aufgaben gibt es kleine und billige Elektronikmodule im Online-Handel. Um die Handhabung möglichst einfach zu halten, bietet sich eine Ladung per USB an. Als Ausgangsspannung für den Arduino und seine Kollegen sind 5 Volt häufig praktisch, denn

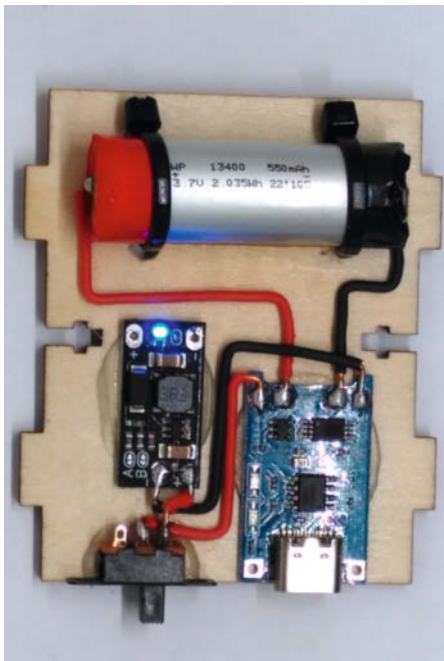


Bild 4: Die Akku-Stromversorgung für den kleinen Spieleautomat Galagino: Oben der Akku, darunter links der Spannungswandler, rechts die Lade-Elektronik.

selbst wenn die eigentlichen Mikrocontroller mit niedrigeren Spannungen arbeiten, sind die Experimentierplatinen in der Regel auf eine 5-Volt-Versorgung via USB ausgelegt. Als dritte Komponente verhindert eine einfache Schutzschaltung, dass der Akku durch Tiefentladung beschädigt wird. Vapes enthalten solch eine Schaltung nicht, aber bisher habe ich es nicht erlebt, dass der Akku einer Vape tatsächlich leer war. Der Aromatank hat offensichtlich immer vorher aufgegeben und der Akku ist nie Gefahr gelaufen, tiefentladen zu werden.

Genau diese drei Aufgaben erfüllt die Elektronik in einer handelsüblichen Power-Bank und so verwundert es auch nicht, dass sich im Fernost-Versand eine breite Palette von kleinen Modulen findet, die über je einen USB-Anschluss zum Laden und Entladen verfügen und sich direkt an den Li-Ionen-Akku anschließen lassen (Bild 3). Es gibt aber auch reine Lademodule und Module, die eine andere Ausgangsspannung als 5 Volt liefern können. Auch eine Batterieschutzschaltung ist nicht immer integriert und muss ggf. separat nachgerüstet werden.

Ich habe mehrere Varianten im Einsatz. Einen ESP32-basierten Spieleautomaten betreibe ich an einem USB-C-Lademodul mit integriertem Batterieschutz sowie einem separaten 5-Volt-Wandler zur Erzeugung der Ausgangsspannung (Bild 4).

Einige meiner Arduinos nutzen dagegen ein etwas älteres Micro-USB-basiertes Modul, das Lade- und 5-Volt-Entladeschaltung integriert, dafür aber keine Schutzschaltung mitbringt, sodass diese an der Batterie nachgerüstet wurde (Bild 5). Eine separate Erzeugung

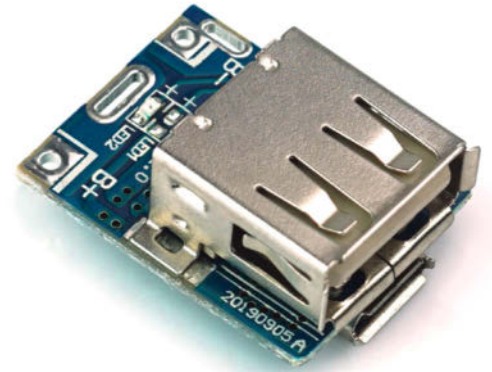


Bild 3: Im Online-Handel kostet so eine Power-bank-Elektronik nur etwas mehr als ein Euro.

der Ausgangsspannung hat den Vorteil, dass man einen Schalter zwischen Akku und Spannungswandler legen kann. Im abgeschalteten Zustand belastet so der Eigenverbrauch des Wandlers den Akku nicht und die 5 Volt werden nur dann bereitgestellt, wenn der Verbraucher auch tatsächlich genutzt wird. Wirklich kritisch ist das nicht, denn der Eigenverbrauch der integrierten Lösungen ist so gering, dass der Akku auch nach Wochen nur einen Bruchteil seiner Ladung auf diesem Weg verloren hat.

Das Ladegerät

Ein Aspekt, den man unbedingt im Auge haben sollte, ist der Ladestrom. Die verschiedenen Lademodule unterscheiden sich deutlich im Ladestrom, der je nach Modell meistens zwischen 500mA und 2A liegt. Es scheint natürlich verlockend, einen höheren Ladestrom zu nutzen, füllt ein 2A-Lader doch selbst den großen Akku rein rechnerisch in guten 15 Minuten auf. In der Praxis senken die Lader aber mit steigender Füllung den Ladestrom, so dass man auch mit einem 2A-Lader eher mit einer Ladezeit von 30 Minuten bis zu einer Stunde rechnen muss. Kann die USB-Quelle die 2A auch zu Beginn nicht liefern, dann dauert es entsprechend länger. Auch wenn die ursprüngliche USB-Spezifikation maximal 500mA vorgesehen hat, können auch ältere USB-Ladegeräte häufig höhere Ströme liefern. Aber selbst mit 500mA ist der Akku nach einer guten Stunde wieder voll, was für viele Anwendungen absolut akzeptabel ist.

Nachteilig bei einem hohen Ladestrom ist, dass man ggf. die Fähigkeiten des Akkus überschreitet und auch die eher simplen Lademodule erwärmen sich selbst stärker, je mehr Ladestrom sie liefern. Wer auf Nummer Sicher gehen will, nutzt einen geringeren Ladestrom. 500mA ist für eine 550mAh-Batterie in der Regel ein sicherer Wert. Er lässt sich entweder beim Kauf des Lademoduls passend berücksichtigen, oder aber man passt sein Modul entsprechend an. Meistens muss dafür nur ein Widerstandswert geändert werden. Welcher Widerstand dafür auf welchen Wert geändert

werden muss, ist mithilfe des Datenblatts des auf dem Modul verwendeten Lade-ICs herauszufinden. Sehr häufig kommen preisgünstige Typen wie der TP4056 (bei reinen Lademodulen) oder der TP5400 (bei Modulen mit integrierter Ausgangsspannungserzeugung zum Einsatz. Die passenden Datenblätter sind leicht zu finden.

Ebenfalls beachten sollte man die maximale Ausgangsleistung, die der Spannungswandler liefern kann. Einfache Schaltungen auf Basis z.B. des MC34063 oder des SB6286 können zwar Ausgangsströme von bis zu 2A sehr effektiv, also ohne größere eigene Verluste, erzeugen. Bei den Preisen dieser Module im niedrigen Eurocent-Bereich sparen die Hersteller aber, wo sie können, und knapp bemessene Spulen und Kondensatoren führen ggf. dazu, dass die Ausgangsspannung unter hoher Last nicht sehr stabil ist. Für den Betrieb eines Arduino oder ESP32 mit einfacher Peripherie reicht es in der Regel dennoch. Bei größeren Lasten empfiehlt es sich, die Stabilität der Ausgangsspannung mit einem Oszilloskop zu überprüfen.

Stimmt man den Akku-Aufbau auf das verwendete Controllerboard ab, dann lässt sich häufig noch etwas mehr Laufzeit herauskitzeln. Während die Wandlung der Akkuspannung auf die 5 Volt für den Arduino durch effiziente Boost-Wandler erfolgt, wird auf vielen Mikrocontroller-Platinen die 5-Volt-Spannung durch einfache Längsregler wieder reduziert, z. B. auf 3,3 Volt für einen ESP32. Bei diesem Schritt gehen 30% der Energie im Regler verloren. Effizienter wäre es, die 3,3 Volt für den ESP32 direkt aus der Batteriespannung zu erzeugen, ohne den Umweg über 5 Volt zu gehen. Einige Controller und Peripheriekomponenten lassen sich sogar direkt am Akku

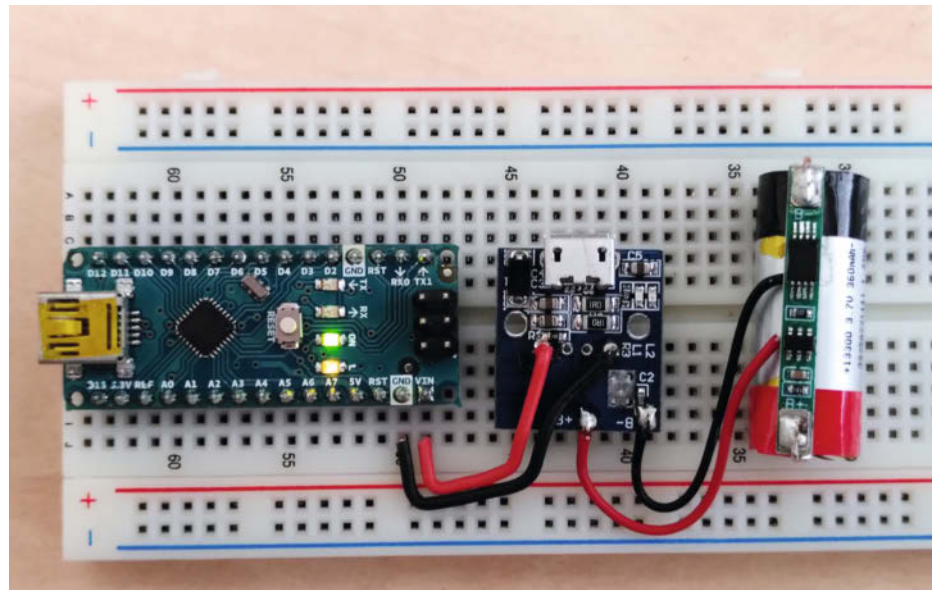


Bild 5: Die Schaltung für einen Arduino: Auf der Akkuzelle ist die Schutzelektronik des Akkus zu sehen.

betreiben, wenn Sie mit Spannungen zwischen ca 3,0 und 4,2 Volt auskommen, wie es z. B. bei einigen niedrig getakteten ATmegas der Fall ist oder bei der LED-Beleuchtung eines TFT-Bildschirms. Die gesamte Energie der Batterie steht dann dem Verbraucher zur Verfügung und geht nicht in Reglern und Wandlern als Wärme verloren.

Insgesamt kann man auf diesem Weg für Gesamtkosten von ein bis zwei Euro ein typisches Arduino-Projekt von der kabelgebundenen Versorgung befreien. Für die meisten Anwendungen reicht es, einfache Module aus dem Online-Versand passend zu verschalten. Bei so einer Lösung sollte man beim Laden in

der Nähe bleiben und dem Akku etwas Misstrauen entgegenbringen. Auch wenn es sich um handelsübliche wiederaufladbare Akkus handelt, so sind sie in den Vapes nie für das Wiederaufladen vorgesehen gewesen und letztlich wird niemand garantieren, dass sich diese Akkus gefahr- und problemlos aufladen lassen. Will man größere Lasten versorgen oder den Akku besonders schnell oder unbeaufsichtigt laden, dann ist sehr viel mehr Sorgfalt angesagt und Lade- und Entladeverhalten sind genau zu verstehen und an den Akku anzupassen. Mangels Dokumentation der Akkus sollte man dabei eher konservativ vorgehen. —hgb

c't SICHER EINKAUFEN
Online-Shopping ohne Probleme

Schützen Sie sich vor Betrug
Bankkonten und Kreditkarten schützen
Sicheres Bezahlen auf Kleinanzeigenportalen

Digital bezahlen
PayPal, Giropay, Karte, Womit bezahlen?
Probleme im Ausland vermeiden

Kaufprobleme lösen
Erfolgreich reklamieren
Käuferschutz richtig einsetzen

Frustfrei shoppen

Heft + PDF mit 29 % Rabatt

Online-Shopping ohne Probleme: c't hilft.

- ▶ Die wichtigsten Regeln für den Onlinekauf
- ▶ Schützen Sie sich vor Betrug
- ▶ Kaufprobleme lösen
- ▶ Käuferschutz richtig einsetzen
- ▶ Digital bezahlen
- ▶ Auch als Heft + digitale Ausgabe mit 29 % Rabatt

Heft für 14,90 € • PDF für 12,99 € • Bundle Heft + PDF 19,90 €



shop.heise.de/ct-sicher-einkaufen23

Tintendruckköpfe in Schuss bringen

Alte Tintendrucker mit verstopften Düsen müssen kein Fall fürs Recycling sein. Gerade bei Tintentank-Modellen lohnen sich mehrfache Reinigungsversuche. Geduld und unsere Tipps können eine teure Neuanschaffung ersparen.

von Rudolf Opitz

Der Epson EcoTank ET-4550 kam 2015 auf den Markt und gehört zur zweiten von Epson in Deutschland verkauften Tintentank-Generation. Tintendrucker mit fest eingebauten, günstig nachfüllbaren Tanks und hoher Reichweite kosten rund das Dreifache vergleichbarer Patronendrucker, drucken aber um eine Größenordnung billiger. Ein defekter Druckkopf wäre bei einem Epson-Gerät ein wirtschaftlicher Totalschaden. Doch verstopfte Düsen lassen sich oft reparieren. Es lohnt sich allerdings nur bei Tintentank- und Jumbokartuschen-Druckern, da bei der Reinigung viel Tinte verbraucht wird.

Das Problem eines Testredakteurs ist, dass er nur mit wenigen (privaten) Geräten Langzeiterfahrungen sammelt, weil er stets die neuesten Modelle testet. Unser Testmuster des EcoTank ET-4550 behielten wir im ständigen Gebrauch, testeten ihn 2017 ein zweites Mal und konnten erstmals von Langzeiterfahrungen berichten. Die vergangenen zwei Jahre verstaubte der Drucker in einem Regal des Druckerlabors. Eigentlich wollten wir das Altgerät nun entsorgen, doch vorher sollte er noch einmal einen Düsentest drucken. Dabei zeigte sich, dass der EcoTank bis auf einige Aussetzer noch ganz passabel Schwarz druckte, die Grundfarben aber kaum noch zu sehen waren.

Luftproblem

Anders als die Druckköpfe von Canon und HP, in deren Tintenkamern die Tinte zum Kochen gebracht wird und die entstehende Gasblase die Tinte aus der Düse schleudert (Bubblejet-Verfahren), arbeiten Epson-Druckköpfe mit Piezoelementen. Legt man eine Spannung an eine Tintenkammerwand aus Piezomaterial,



verformt sich diese und befördert die Tinte aus der Düse und auf das Papier. Mit Flüssigkeiten klappt das gut, doch bildet sich eine Luftblase in der Kammer, hat der Piezodrucker ein Problem.

Flüssigkeiten lassen sich kaum komprimieren, Gase dagegen recht gut. Hält man bei einer luftgefüllten Spritze die Kanüle zu, kann man den Kolben ziemlich weit in die Spritze drücken. Bei einer mit Wasser gefüllten Spritze gelingt das nicht. Piezos sind über die angelegte Spannung zwar gut steuerbar, haben aber einen geringen Hub: Sie schaffen es nicht, die Luft in der Kammer (der Spritze im Beispiel) so weit zusammenzudrücken, dass sie etwa einen Tintenpfropfen aus der Düse (der Spritzenkanüle) schießen kann.

Epson stattet seit 2014 seine Tintendrucker mit PrecisionCore-Druckköpfen aus, bei denen die Tinte das Piezoelement umfließt und so die Wirkfläche vergrößert (Siehe Kurzlink).

Die neuen Druckköpfe kamen aber erstmals in den EcoTank-Modellen der dritten Generation zum Einsatz, der ET-4550 hat noch die Druckkopf Vorgänger, die schwerer zu reinigen sind.

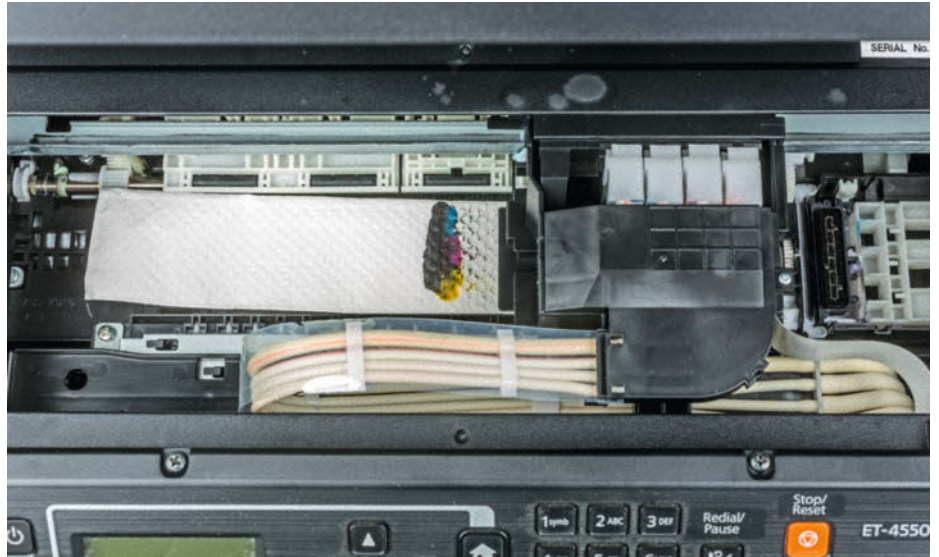
Aber die Hersteller haben noch einen anderen Trick, um Luft aus den Druckkammern herauszubekommen: Sie entgasen die Tinte, sodass sie Luftbläschen auflösen kann. Wie viel Gas eine Flüssigkeit lösen kann, hängt von Druck, Temperatur, von der Flüssigkeit und dem Gas ab. Druckertinten bestehen zum großen Teil aus Wasser. Um das Wasser zu entgasen, reicht es zum Beispiel, den Druck zu senken. Beim Aufschrauben einer Sprudelflasche passiert das Gleiche.

Geduld und Tinte

Nach der ersten Reinigung des ET-4550 zeigte dessen Display wieder „Düsentestmuster drucken“ an. Beim Düsentest verbraucht der Drucker wenig Tinte; es geht eher darum, alle Düsen einmal anzusprechen und ein zusammenhängendes Muster zu drucken, bei dem Aussetzer schnell auffallen. Der zweite Test sah schon besser aus: Schwarz war fast fehlerlos und das Muster für Magenta wieder gut erkennbar. Doch dort, wo die Muster für Gelb und Cyan zu sehen sein sollten, blieb das Papier beharrlich weiß. Das änderte sich auch nach den nächsten zwei Reinigungsvorgängen nicht. Enttäuscht schalteten wir den Drucker aus und ließen ihn übers Wochenende stehen.

Der nächste Testdruck am folgenden Montag zeigte nicht nur ein fast fehlerloses Magentamuster, sondern auch ein gelbes – die durch die vorangegangenen Spülvorgänge ausgetauschte Tinte hatte in den Kammern offenbar einiges an Luftblasen aufgelöst. Nach einem weiteren Reinigungsvorgang brachte der Drucker das gelbe Testfeld dann fast fehlerfrei zu Papier. Cyan fehlte jedoch weiterhin, auch nach weiteren Ruhetagen, gefolgt von Reinigungsphasen. In den Ruhephasen sollte der Drucker kühl stehen, denn kühle Tinte löst mehr Luft als warme.

Vielleicht saß vor den Düsen doch ein größerer Batzen eingetrockneter Tinte? Einen Epson-Druckkopf entfernt man zum Reinigen nicht so einfach wie bei den Bubblejet-Druckern von Canon und HP. Der ET-4550 hat aber wie Patronendrucker, bei denen die Patronen direkt auf dem Druckkopfträger sitzen, eine Druckwerkklappe. Geöffnet kommt man so gut an den Druckweg und den Druckkopfschlitten heran. Im abgeschalteten Zustand ist der Schlitten ganz rechts arretiert. Größere Kraft sollte man niemals aufbringen: Entweder der Druckkopfschlitten bewegt sich leicht oder gar nicht. Wenn nicht, schaltet man den Drucker ein und zieht den Netzstecker, wenn sich der Drucker initialisiert und den Schlitten hin und her fährt. Danach ist der Schlitten leicht entlang seiner Schiene bewegbar.



Um angetrocknete Tinte vor den Düsen zu lösen, kann man beim ET-4550 ein saugfähiges, angefeuchtetes Papier in den Druckweg legen und den nicht arretierten Kopfschlitten vorsichtig darüber schieben. Nach 20 Minuten entfernt man das Papier und startet eine weitere Reinigung.

Wir suchten ein saugfähiges fusselfreies Papier. Man kann ein Stofftaschentuch oder Küchenkrepp nehmen. Gute Erfahrungen machten wir mit Einmalhandtüchern, wie man sie in Spendern öffentlicher Toiletten findet. Faltet man ein solches Papierhandtuch einmal längs, passt es genau in den Druckweg. Wir feuchteten es mit etwas destilliertem Wasser in der Mitte leicht an – Epson empfiehlt nur dies oder CR02-Reinigungsflüssigkeit – und schoben den Kopfschlitten über die angefeuchtete Stelle. Nach 20 Minuten entfernten wir das Papier und schalteten den Drucker ein.

Der erste Düsentest bot kaum eine Verbesserung, der zweite nach einer Reinigung dafür umso mehr: Das Cyan-Muster erschien, wenn auch noch mit Unterbrechungen. Nach weiteren Reinigungen und einer Nachtruhe druckte der alte EcoTank, den wir beinahe zum Recycling gegeben hätten, wieder einwandfrei.

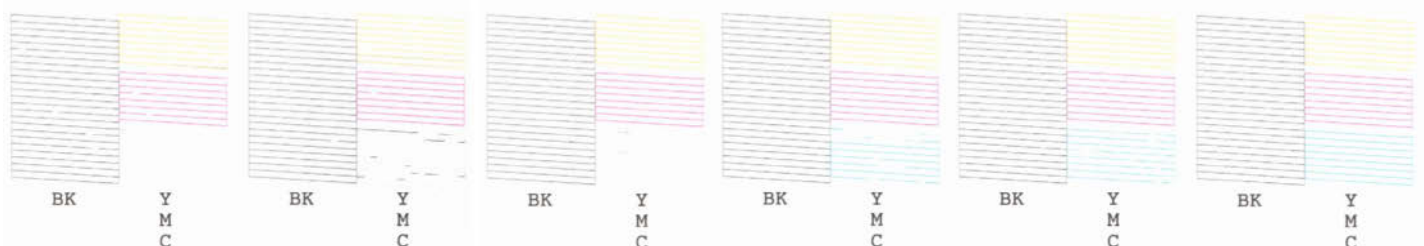
Gönnt man einem Tintendrucker etwas Pflege und artgerechte Behandlung, kann er viele Jahre Freude bereiten: Schalten Sie den Drucker immer über die Power-Taste aus und

lassen Sie ihn die Parkposition erreichen, bevor Sie zum Stromsparen die Steckdosenleiste ausschalten. Wenn der Drucker wenig zu tun hat, drucken Sie einmal im Monat einen Düsentest. So können sich die Düsenkammern mit frischer gaslösender Tinte füllen. Tinten-drucker überstehen auch mehrere Monate Standzeit, wenn sie dunkel und kühl gelagert werden.

Falls die Druckköpfe dann doch vertrocknet sind oder Luft gezogen haben, geben Sie Ihrem Drucker noch eine Chance und nicht gleich nach dem zweiten erfolglosen Reinigungsversuch auf. Wer etwas mehr Zeit und Geduld investiert, kann einen guten alten Drucker vor dem Schrott bewahren und sich eine teure Neuanschaffung ersparen. —caw

Dieser Artikel erschien zuerst in der c't 20/22.

Alles zum Artikel im Web unter make-magazin.de/xean



Düsentestmuster von links nach rechts: Nach ersten Reinigungen erscheinen die Muster von Gelb und Magenta, aber Cyan fehlt. Im zweiten Muster taucht etwas Schwärzliches im Cyanfeld auf – angetrocknete Tinte? Nach Einsatz eines feuchten Papiers gibt es zunächst keine Besserung (3). Weitere Reinigungsschritte und Ruhephasen später taucht auch Cyan im Düsentest auf, nach zwei weiteren Reinigungen ist das Muster fehlerfrei.



Schaltnetzteile reparieren

Wehe, wenn sie defekt sind, die Helfer im modernen Haushalt. Bei den häufigsten Fehlern kann der Maker aber meist selbst Hand anlegen, um Wasch-, Spülmaschine oder den Trockner wiederzubeleben. Wie das geht und was man dazu benötigt wird im Nachfolgenden beschrieben.

von Hans Borngräber

Defekte weiße Ware wie Wäschetrockner, Waschmaschine oder Spülmaschine bringen einen modernen Haushalt in arge Schwierigkeiten. Reparaturen sind meist kostspielig und die Wartezeiten auf den Service wird in Tagen gemessen. Da türmt sich schnell einiges an schmutziger Wäsche/Geschirr auf. Vieles kann aber durchaus selbst repariert werden. Um Fehler, bei denen irgendwo Wasser ausläuft, weil eine Pumpe oder ein Schlauch inkontinent geworden ist, geht es hier nicht. Da sieht man ja schnell, wo die Ursache sitzt. Dieser Artikel beschäftigt sich mit streikender Elektrik und Elektronik.

Es gibt zwei Fehlerquellen, die in diesem Bereich oft bei dieser Gerätekategorie auftreten:

- Defekte Türschalter.
- Defekte Schaltnetzteile.

Bei einem defekten Türschalter macht die Maschine nichts, so, als ob sie keinen Strom bekommt. Doch bevor man das Netzteil schuldig spricht, muss man erst diesen Schalter als Ursache ausschließen. Defekte Türschalter haben meistens nur ihren vom Konstrukteur der Maschine vorgesehenen Montageplatz verlassen. Oder anders gesagt: Sie sind durch die Vibrationen beim Lauf der Maschine locker geworden und bekommen es nicht mehr mit, wenn die Tür geschlossen wird. Hier muss der Maker sich mit der Konstruktion der Türmecha-

nik beschäftigen, was nicht immer einfach ist. Denn die Fantasie der Konstrukteure, diese Mechaniken besonders kompliziert zu gestalten, scheint endlos zu sein. Auch an eine leichte Zugänglichkeit wird da meist nicht gedacht. Aber hat man es geschafft, ist die Freude im Hause groß und eine Belohnung in Form eines Kaltgetränkes ist einem sicher. Manchmal hat halt der dienstbare Haushaltsgeist nur eine Schraube locker.

Falls das Problem nicht im Bereich Tür lag, dann bekommt die Maschine wirklich keinen Strom und man sollte die zweite Fehlerquelle,

das Schaltnetzteil untersuchen. Was früher mit mechanischen Schaltwalzen gesteuert wurde, wird heute von Mikroprozessoren gesteuert. Diese benötigen stabile Versorgungsspannungen, meist Gleichspannungen von 5 oder 3,3 V. Bereitgestellt werden die von Schaltnetzteilen, die sich bei den verschiedenen Geräten durchaus ähneln. Daher kann diese Anleitung für die Maschinen zahlreicher Hersteller benutzt werden.

Warum kommen Schaltnetzteile statt Transformatoren zum Einsatz? Das hat zwei Gründe: Trafos sind viel teurer als ein paar elektroni-

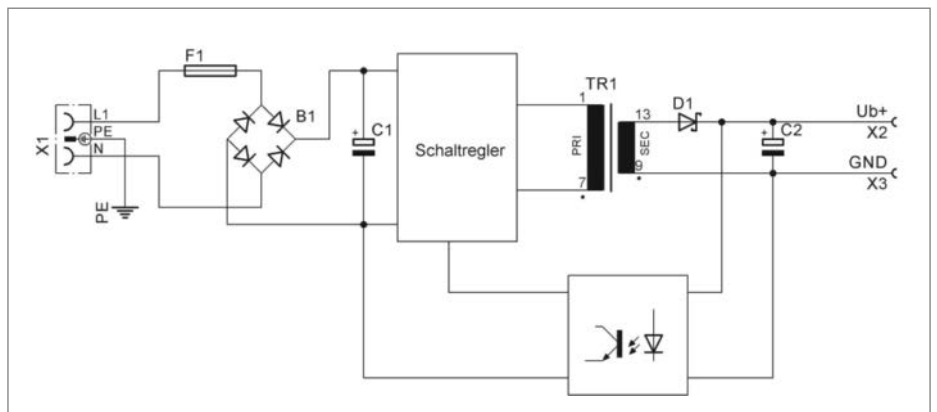


Bild 1: Blockschaltbild eines typischen Schaltnetztes in Haushaltsmaschinen

sche Bauteile. Sie brauchen viel Platz und sind in der Fertigung aufwändig zu montieren, da sie aufgrund ihres Gewichts meist noch eine zusätzliche Halterung mittels Schrauben brauchen. Also greift die Industrie zu einer kostengünstigeren Technik. Das sind halt dann die Schaltnetzteile. Außerdem wird es einfacher, die geltenden EU-Vorschriften (u. a. EU-Verordnung 1275/2008) einzuhalten.

Fehlererkennung und Suche

Wie erkennt man nun, ob man es mit einem Fehler im Schaltnetzteil zu tun hat? Wenn man den Türschalter als Ursache ausschließen kann, deutet folgendes auf einen Fehler in der Stromversorgung hin:

- die Maschine lässt sich nicht mehr einschalten (alles bleibt dunkel),
- die LEDs und/oder das Display flackern,
- die Maschine „spinnt“, macht also unsinnige Aktionen,
- sie gibt unlogische akustische Signale von sich.

All dies lässt auf einen Komplettausfall der Stromversorgung oder mangelhafte Ausgangsspannungen schließen. Grund genug, sich dem Netzteil zuzuwenden.

Funktionsweise eines Schaltnetzteiles

Will man eine defekte Maschine im Haushalt reparieren, hat man das Problem, dass es keine Schaltpläne für den privaten Maker gibt. Da die Entwickler sich aber meist streng an die Datenblätter der Chip-Hersteller halten, kann man mit deren Datenblättern die Schaltung in der Regel schnell nachvollziehen. Ein paar grundlegende Kenntnisse, wie so ein primär getaktetes Schaltnetzteil funktioniert, sind da sehr von Nutzen.

Ohne Transformator sind diese Schaltnetzteile auch nicht. Die Transformatoren sind nur viel kleiner als normale Transformatoren und aus anderen Materialien. Meist benutzen sie Ferritkerne an Stelle von Trafoblechen bei gleicher Leistung. Das ist möglich, weil diese Transformatoren nicht mit 50 Hz, sondern mit wesentlich höherer Frequenz (bis über 100 kHz) arbeiten. Je höher die Frequenz der Wechselspannung ist, umso kleiner kann der Transformator ausfallen. Die höhere Frequenz der Wechselspannung wird vom Schaltregler-IC erzeugt. Bild 1 zeigt eine typische Schaltung solch eines Netzteils.

Zunächst wird die Netzwechselspannung mittels eines klassischen Brückengleichrichters gleichgerichtet und von einem Sieb-Elko geglättet. Das Schaltregler-IC erzeugt aus der Gleichspannung (ca. 320 V) eine Wechselspannung mit einer Frequenz von bis zu 132 kHz. Der kleine Transformator TR1 wird mit dieser Wechselspannung versorgt und liefert auf seiner Sekundärseite eine Wechselspannung

Kurzinfo

- » So erkennt man die Fehlerursachen Türschalter und Netzteil
- » Arbeitsweise Schaltnetzteil
- » Austausch des Regler-ICs

Checkliste



Zeitaufwand:
3 Stunden



Kosten:
7 Euro

Mehr zum Thema

- » Heinz Behling: Spannende Angelegenheit, Make-Sonderheft 2017, S. 72
- » Florian Schäffer: Spannungsumwandlung, Make-Sonderheft 2018, S. 64

Material

- » Schaltregler TNY2XX-Serie

Werkzeug

- » Schlitz- und Kreuzschraubenzieher
- » Flachzange
- » Seitenschneider
- » Kunststoffspatel aus dem KFZ-Bereich
- » Multimeter
- » Lötausrüstung
- » Entlötpumpe oder Entlötlitze
- » Trenntrafo

Alles zum Artikel
im Web unter
make-magazin.de/xsa2



von ca. 9-12 V. Diese Spannung ist galvanisch getrennt vom Netzpotential! Sie wird wieder gleichgerichtet und dient als Eingangsspannung für einen Längsregler oder aber auch einem getakteten Regler, der daraus dann die Elektronik-tauglichen 3,3 V und/oder 5 V macht. Es gibt aber auch Schaltregler-ICs, die keinen zusätzlichen Niederspannungsregler benötigen, weil die Ausgangsspannung des Trafos rückgekoppelt über einen Optokoppler (Netztrennung) zum IC ist, der dann die Primärspannung des Trafos entsprechend regelt wie im Bild gezeigt. Auf diese Weise werden die zweite Stabilisierung und somit einige zusätzliche Bauteile eingespart. Wer mehr über

Netzteile wissen möchte, findet viele Infos dazu im Make Sonderheft Elektrotechnik.

Bei dem Schaltregler-IC, das für die meisten Fehler verantwortlich ist, handelt es sich um einen Chip der TNY2XX-Serie. Dieses Bauteil ist in der Zwischenzeit vom Hersteller zwar abgekündigt worden, man bekommt es aber noch bei Distributoren wie Digikey oder Mouser. Ebay (Suchbegriff „TNY“) ist auch eine gute Quelle, da sich dort einige Händler auf Ersatzteile für häufig auftretende Fehler spezialisiert haben. Sie bieten den Chip incl. einem 3-Watt-Vorwiderstand als Kit für ca. 6 Euro an. Der Vorwiderstand ist aber nicht bei allen Maschinen verbaut.

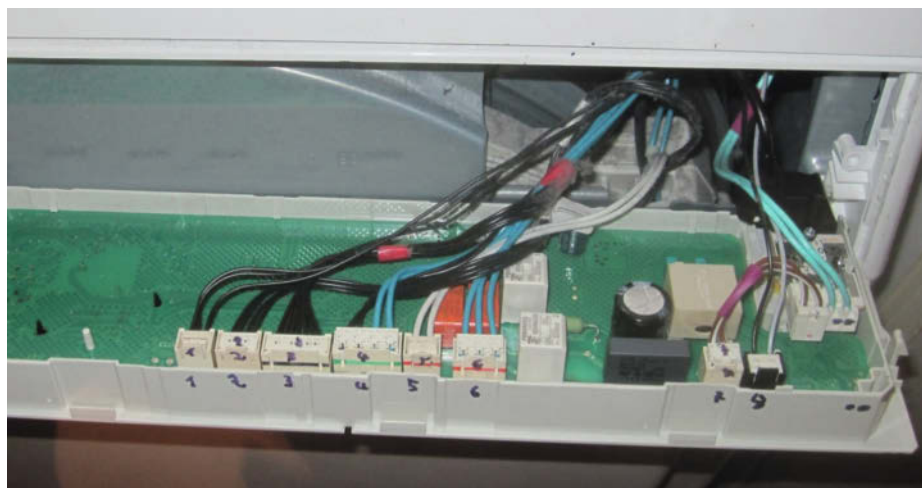


Bild 2: Markieren Sie unbedingt Stecker und Buchsen, damit es später keine Verwechslungen gibt.

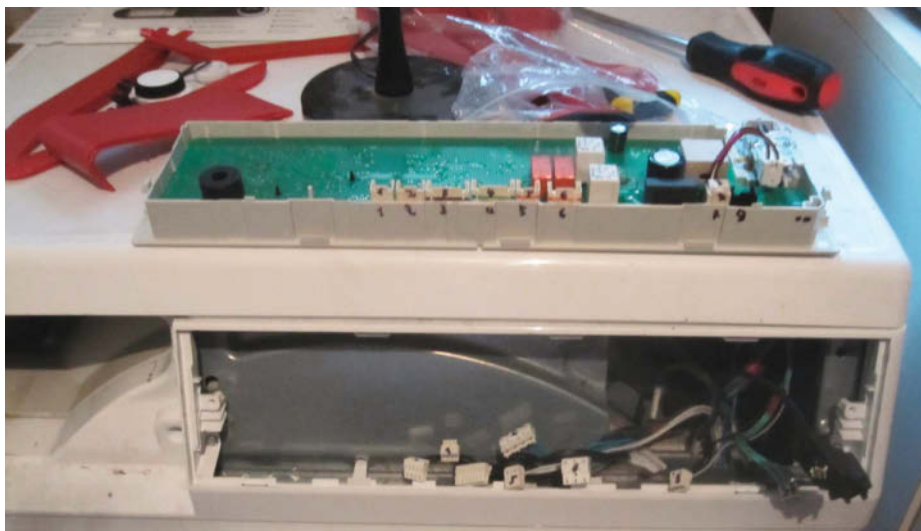


Bild 3: Die Platine ist im Bedienpanel (oben auf der Maschine) auch nur eingeklipst und muss vorsichtig daraus gelöst werden.

Vorgehensweise

Bevor man loslegt: Unbedingt als erstes den Netzstecker ziehen, denn nicht alle Teile im Inneren sind netzgetrennt! Dann muss das Netzteil erst einmal gefunden werden.

Bei den meisten Haushaltsgeräten befindet es sich gemeinsam mit der Steuerelektronik direkt hinter dem Bedienpanel. Geschirrspülmaschinen bringen die Platinen aber oft auch im Boden der Maschine unter. Allen ist gemeinsam, dass sie richtig schlecht auszu-

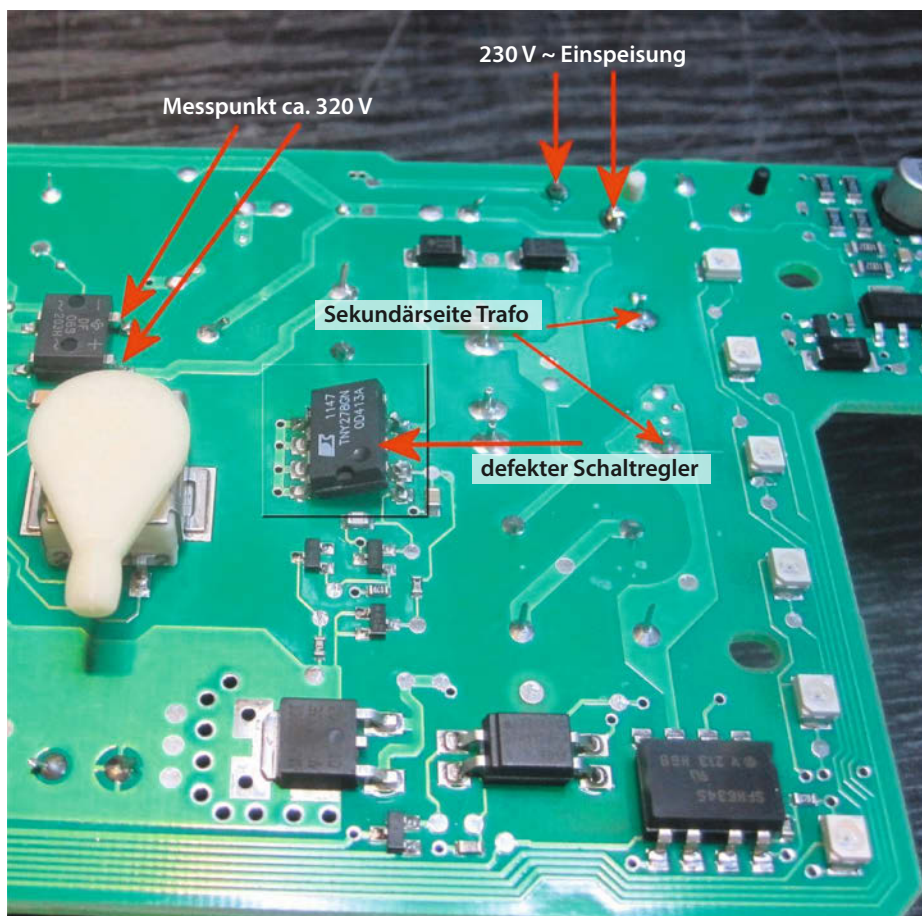


Bild 4: Hier sehen Sie, wo die Eingangsspannung angeschlossen und wo gemessen wird.

bauen sind. Vieles ist mit kleinen Kunststoff-Haken geclipst, die schnell abbrechen. Die wichtigsten Hilfsmittel bei der Arbeit sind daher Kunststoffspatel aus dem PKW-Bereich. Die helfen dabei, möglichst wenig Schaden an der Außenhülle des Geräts anzurichten, wenn man mit ihnen die eingeklipsten Teile heraushebelt.

Am Beispiel eines Miele-Wäschetrockners wird im Folgenden die Vorgehensweise gezeigt. Erster Schritt: Abdeckung der Front entfernen. Dazu zunächst den Knopf des Drehschalters abziehen. Die Front ist wie gesagt geclipst. Einfach mit den Spateln dahinter hebeln und mutig abziehen. Dann muss das Bedienpanel ausgebaut werden. Dazu die beiden Kreuzschlitzschrauben rechts und links entfernen. Mit dem Kunststoffspatel das Bedienpanel sehr fest nach unten drücken. Dann kann man es nach vorne herauskippen. Es ist sehr viel Kraft notwendig, um die unten sitzenden Federbleche nach unten zu drücken.

Die Elektronik ist mit mehreren Steckverbindern mit dem Rest der Maschine verbunden. Die Stecker am besten mit einem Filzstift kennzeichnen (Bild 2), damit man nachher noch weiß, wo was hingehört. Dann erst die Stecker abziehen.

Jetzt kommen wieder die Kunststoffspatel zum Einsatz. Mithilfe der Spatel wird die Elektronik vom Bedienpanel getrennt (Bild 3). Vorsicht, damit nichts bricht. Bei der Aktion fällt der Bedienschalter auseinander. Er lässt sich aber leicht wieder zusammenbauen.

Die weitere Reparatur erfolgt nun am Elektronik-Arbeitsplatz. Hier gibt es einige Sicherheitsregeln zu beachten. Niemals die Platine direkt aus dem 230V-Netz versorgen. Das ist lebensgefährlich! Der Einsatz eines Trenntrafos ist unbedingt erforderlich. Jetzt wird gemessen (siehe Sonderheft Elektrotechnik). Die Platine an den Trenntrafo anschließen (siehe Bild 4) und die 230V-Spannung einschalten. Liegen die 320 V am Gleichrichter an und die LEDs auf der Platine bleiben dunkel, ist der Schaltregler defekt. Fehlen die 320 V, ist der Gleichrichter verdächtig, was aber nur sehr selten der Fall ist. Schalten Sie die Versorgungsspannung jetzt wieder ab.

Den Regler gilt es jetzt zu tauschen. Dabei heißt es Vorsicht walten zu lassen. Die Platinen der Haushaltsgeräte sind nicht von der besten Qualität, sodass man schnell eine Leiterbahn zerstören kann. Das beste Werkzeug zum Auslöten des Reglers ist ein Heißluft-Lötkolben. Sollte keiner vorhanden sein: Die Beinchen des ICs mit einem kleinen Seitenschneider abzwicken und die Reste mit Lötkolben und Entlötlitze/-pumpe entfernen. Dann die Platine mit Spiritus reinigen und das neue IC einlöten. Sollte das Schaltnetzteil den 3-Watt-Vorwiderstand besitzen, erneuern Sie den ebenfalls. Denn auch wenn er

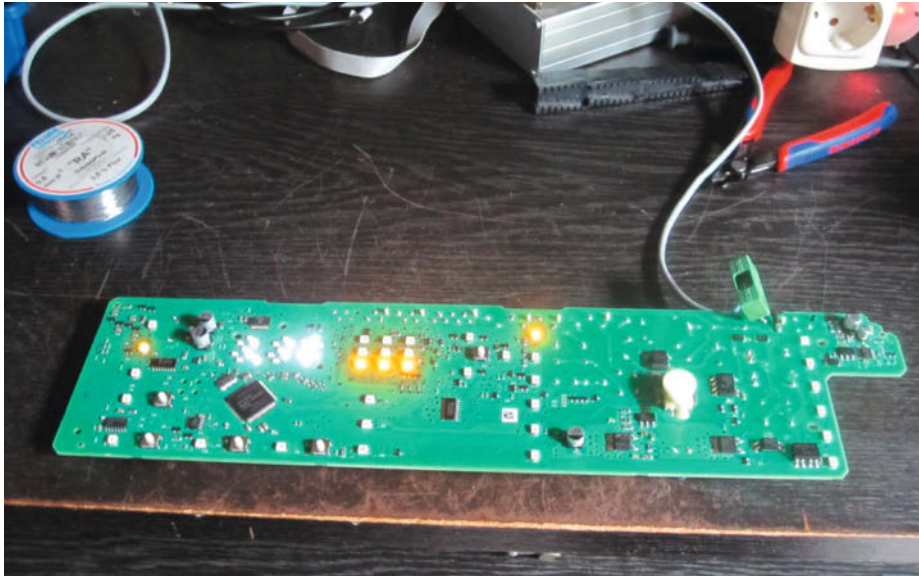


Bild 5: Leuchtende LEDs zeigen, dass der Patient wiederbelebt wurde.

noch heil aussieht: Er ist in 99,9% der Fälle ebenfalls defekt.

Als Nächstes kommt der Test: Schalten Sie die Spannung vom Trenntrafo wieder ein: Die LEDs der Platine leuchten nun wieder (Bild 5), sofern Sie den Regler richtig eingelötet haben.

Jetzt kann man die Platine wieder einbauen. Die Schritte sind natürlich umgekehrt wie beim Ausbau. Vergessen Sie dabei nicht die Teile des Wahlschalters und bitte alle Kabel wieder einstecken. Schon haben Sie eine Menge Geld gespart und können Ihren Wäsche-/Geschirrborg mit der nun funktions-tüchtigen Maschine (Bild 6) abarbeiten.

Kostenvergleich

Bevor ich mich an die Arbeit machte, nahm ich Kontakt mit dem Miele-Kundendienst auf und fragte nach Ersatzteilen bzw. einer Reparatur. Der Austausch der Platine dürfe nur durch einen Miele-Mitarbeiter erfolgen und solle incl. Arbeitszeit einen vierstelligen Betrag kosten. Das war mir dann doch zu viel für eine sechs Jahre alte Maschine. Die Kosten für das Ersatzteil (TNY264pn) beliefen sich auf lediglich 6,21€ incl. Porto. Dazu kamen drei Stunden Arbeit und ein paar Flüche über den Ausbau der Elektronik. Hat sich also mehr als gelohnt.

—hqb



Bild 6: Die Maschine ist wieder einsatzbereit.

OXOCARD CONNECT

PLUG-AND-PLAY ELEKTRONIK

Einstecken und sofort ausprobieren
Steck eine Cartridge in die OXOCARD
CONNECT und sofort startet dein Code

**Leistungsfähige browserbasierte IDE
mit über 100 Beispielen und komplettem
Source-Code**



OXOCARD INNOVATOR KIT



**Kostenloser Elektronik- und Programmierkurs
mit 15 Experimenten (14-99J)**



**Jetzt im
heise Shop
bestellen**

In der Schweiz bei Galaxus oder Brack

www.oxocard.ch

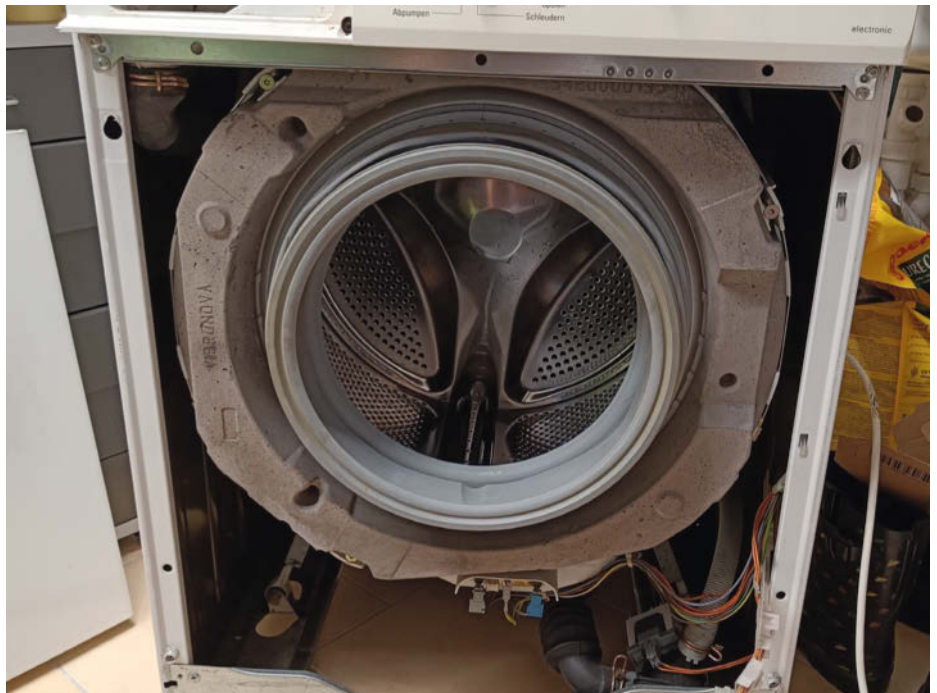
Familien-Maker

Ich repariere eigentlich alles. Oder besser gesagt, ich versuche es, denn einige Dinge des täglichen Lebens wie Autos, Smartphones und alles, was mit GaWaSch (Gas, Wasser, Sch...muddelwasser) zu tun hat, liegt mir nicht oder erfordert sehr spezielle Werkzeuge.

von Carsten Wartmann

Mit zwei Kindern gibt es viel Spielzeug zu reparieren, sei es ein kaputtes Gelenk an einer Spielfigur mit einer Schraube aus der Grabbelkiste oder der Kabelbruch am Headset meines Sohnes. Mit den heute gut verfügbaren Informationen im Internet sind auch Reparaturen an Fernsehern oder Weißer Ware gut möglich.

Ich habe vor mehr als 20 Jahren anlässlich eines Umzugs eine Waschmaschine (Siemens WMXL 1060/12) gekauft. Bisher habe ich einmal vor ca. 8 Jahren die festgefressene Laugenpumpe erneuert und vor ca. 3 Jahren, als die Maschine nicht mehr schleuderte, die Kohlebürsten des Trommelmotors ausgetauscht. Mit zwei Kindern (14 und 8) läuft die Maschine im Prinzip ständig. Am Wochenende (natürlich) flog der FI-Schalter beim Heizungsprogramm raus. Mein Verdacht war ein defekter Heizstab, der dann über das Wasser Strom an den Schutzleiter abgibt und den FI-Schalter auslöst. Nach über 20 Jahren kein Wunder, wenn man bedenkt, dass das Wasser in Berlin recht hart, also kalkhaltig ist. Und nein, es wurde kein „Kalkschutz“ verwendet.



Die geöffnete Front der Waschmaschine



Kleine Reparaturen ...



... und große Reparaturen: der alte Heizstab nach über 20 Jahren Betrieb



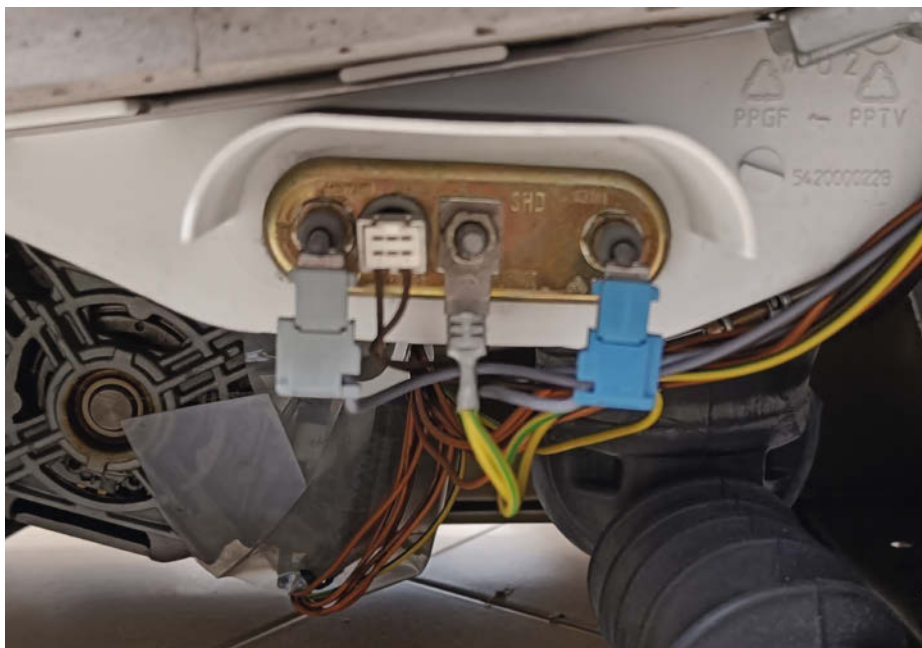
Sie heizt wieder!

Im Internet findet man dazu viele Videos. In einem heißt es: „Bei den meisten Maschinen kommt man von der hinteren Revisionsklappe an den Heizstab, ansonsten muss die komplette Front demontiert werden.“ – Ratet mal. Nachdem das erledigt war, konnte ich den Heizstab inspizieren. Er maß am Multimeter 25 Ohm, was in der Größenordnung stimmt. Zwischen dem Erdanschluss und dem Heizelement maß ich aber nur einen Widerstand von 20 kOhm, der während der Messung auch noch stetig sank. Vermutlich passiert dort eine Elektrolyse, die wiederum leitende Ionen produziert. Dabei sollte doch eigentlich gar kein Kontakt zwischen Erde und den Anschlüssen bestehen.

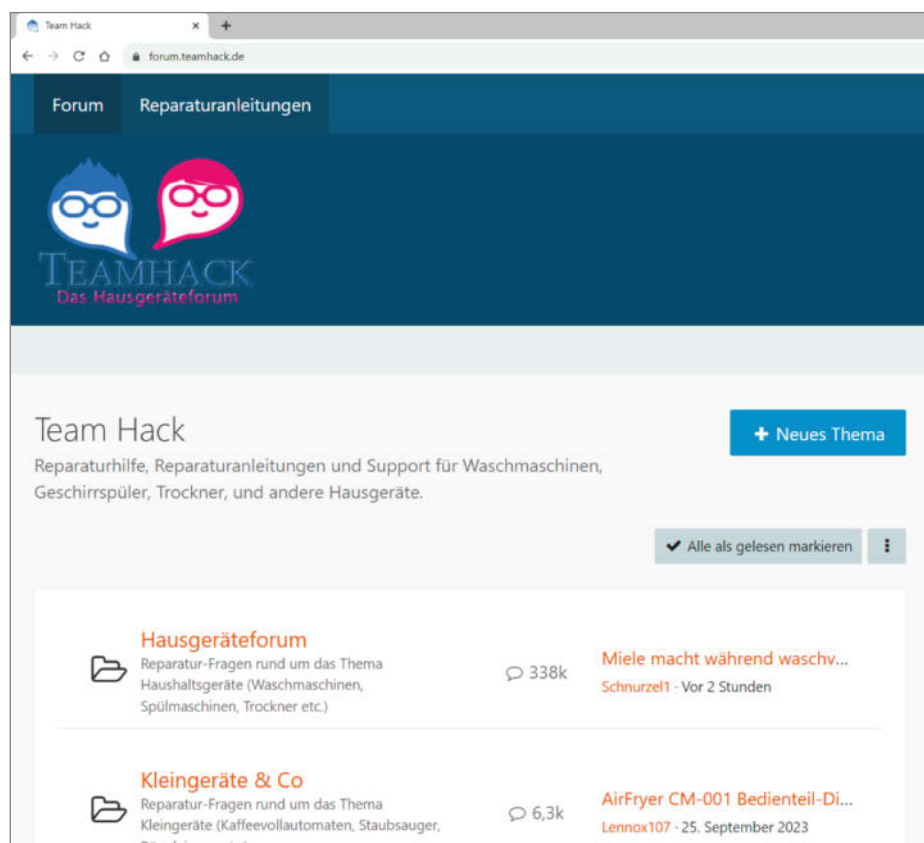
Die Demontage war nicht angenehm und 20 Jahre hartes Wasser haben ihre Spuren hinterlassen. Der Heizstab war nur mit sanfter Gewalt aus seinem Sitz zu bekommen. Jetzt konnte ein Widerstand von 6 kOhm zwischen den Kontakten und der Erdung gemessen werden. Nach $U=R \cdot I$ sind das 38 mA, mehr als genug um einen FI auszulösen.

Nun ging es an die Suche nach dem passenden Ersatzteil, diese sollte unbedingt mit der genauen Typennummer vom Typenschild der Waschmaschine erfolgen, denn es gibt hunderte Variationen mit anderen Markennamen, wenn ein Gerät über viele Jahre sehr beliebt ist. Mit der kompletten Nummer (zusätzlich ist in der FD-Nummer das Baujahr kodiert) findet man aber sehr schnell Ersatzteilshop.de, die auch eigene Reparaturvideos produzieren, oder das Teamhack-Forum (alle Links über die Kurz-URL). Hier bekommt man Reparaturanleitungen und kann auch Fragen stellen, die, wenn man sich an die Forenregeln hält, auch kompetent beantwortet werden.

Also bestellte ich einen kompatiblen Heizstab. Originalteile haben oft wesentlich längere Lieferzeiten und ich habe mit den Nachbauten gute Erfahrungen gemacht. In den wenigen Tagen bis zur Lieferung reinigte ich den Bottich der Waschmaschine und die Pumpe von 20 Jahre altem Kalkschlamm. Der Zusammenbau war mit ein paar Fotos, die ich gemacht hatte, schnell erledigt. Als Test



Das Heizelement. Der kleine weiße Anschluss ist der Temperaturfühler.



Das Teamhack-Forum und die Reparaturanleitungen sollte jeder Maker in seiner Linkliste haben.

habe ich den Türkontakt überbrückt, um bei offener Front besser sehen zu können, ob die Dichtung des Heizstabes trocken bleibt. Inzwischen läuft die Maschine wieder und ich hoffe, dass uns das vielleicht noch viele Jahre den Kauf einer neuen erspart. Denn es heißt, dass die Maschinen heutzutage nicht mehr

so lange halten wie die alten Modelle und wegen der vielen Elektronik schwieriger zu reparieren sind.

—caw



Klappwerkbank zum Schweißtisch umbauen

Ein Schweißgerät erweitert die heimischen Maker-Möglichkeiten ungemein. Um zu verhindern, dass sich das Objekt durch die beim Schweißen eingebrachte Hitze verzieht, müssen die Teile fixiert werden. Dieser einfache Schweißtisch bietet verschiedene Spannmöglichkeiten, ist einfach nachzubauen und zu verstauen und besteht aus Teilen, die Sie in jedem Baumarkt finden.

von Johannes Börnsen



Vielleicht haben Sie im Keller noch eine dieser einfachen Klapp-Werkbänke, wie sie für rund 30 Euro im Baumarkt oder beim Discounter-Sonderangebot zu kaufen sind: Einfache Winkelbleche bilden den klappbaren Unterbau. Die viel zu kleine Arbeitsfläche besteht aus zwei MDF-Platten, deren Abstand zueinander über zwei Kurbeln an der Vorderseite verändert wird, um Werkstücke einzuspannen.

Wirklich Spaß macht das Arbeiten an einer solchen Werkbank nicht, weswegen es mir auch nichts ausgemacht hat, meine zum Umbau in einen Schweißstisch zu opfern. Wobei opfern – eigentlich trifft es „aufwerten“ besser. Denn typischerweise eignen sich diese günstigen Werkbänke weder zum Sägen noch Hämmern besonders gut: Dafür sind sie zu leicht und wackelig. Bei der Nutzung als Schweißstisch ist das aber nicht so wild: Die beim Schweißen auftretenden Kräfte halten sich in Grenzen. Und mit Tragkraft von 100 kg bis 200 kg reichen diese Werkbänke auch für mittelgroße Projekte aus.

Bei kommerziellen Schweißstischen besteht die Arbeitsfläche meist aus einer mindestens 6 mm starken Stahlplatte. In dieser befinden sich in einem quadratischen Raster angeordnete Löcher, in denen sich Zwingen oder spezielle Spannsysteme für Schweißstische befestigen lassen. Für unsere DIY-Werkbank tauschen wir die beiden MDF-Arbeitsflächen der Klappwerkbank gegen zwei geschweißte Flächen aus Quadratrohr. Parallel angeordnet und mit Querstreben verbunden, bilden die Rohre die neue Arbeitsfläche.

Die Zwischenräume eignen sich, um Werkstücke mit Schraubzwingen an jeder beliebigen Stelle des Schweißstisches festzuklemmen. Neben dem Quadratrohr sind zur Montage lediglich ein paar Gewindeschrauben, Beilagscheiben und Muttern nötig. Über die URL im Kurzinfo-Kasten finden Sie einen Link zu der von mir verwendeten Werkbank sowie eine genaue Liste der weiteren Materialien. Ergänzt wird das durch ein Video vom Bau des Schweißstisches.

Ans Werk

Zunächst wird die Werkbank nach Anleitung aufgebaut. Montieren Sie dabei auch die MDF-Arbeitsflächen. Wir werden sie zwar später wieder entfernen, vorübergehend leisten sie aber als Untergrund zum Verschweißen der neuen Arbeitsflächen gute Dienste. Wenn Sie Glück haben, schneidet das Personal im Baumarkt Ihre Quadratrohre direkt auf die benötigte Länge zu. Da es hier nicht auf jeden Millimeter ankommt, ist auch ein Zuschnitt per Winkelschleifer mit Trennscheibe oder notfalls einer manuellen Metallsäge möglich. Die Maße für die von mir verwendete Werk-

Kurzinfo

- » Nachbau auch für Schweißanfänger möglich
- » Geringer Materialaufwand, nur eine Quadratrohrgröße
- » Platzsparend zu verstauen

Checkliste



Zeitaufwand:
ein Tag



Kosten:
100 Euro

Material

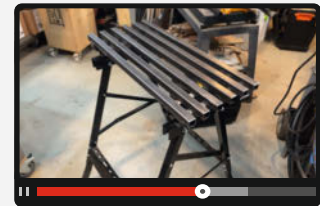
- » Quadratstahlrohr 25 x 25 mm, Maße und Stückzahl siehe Link
- » Gewindeschrauben, Beilagscheiben und Muttern M5

Werkzeug

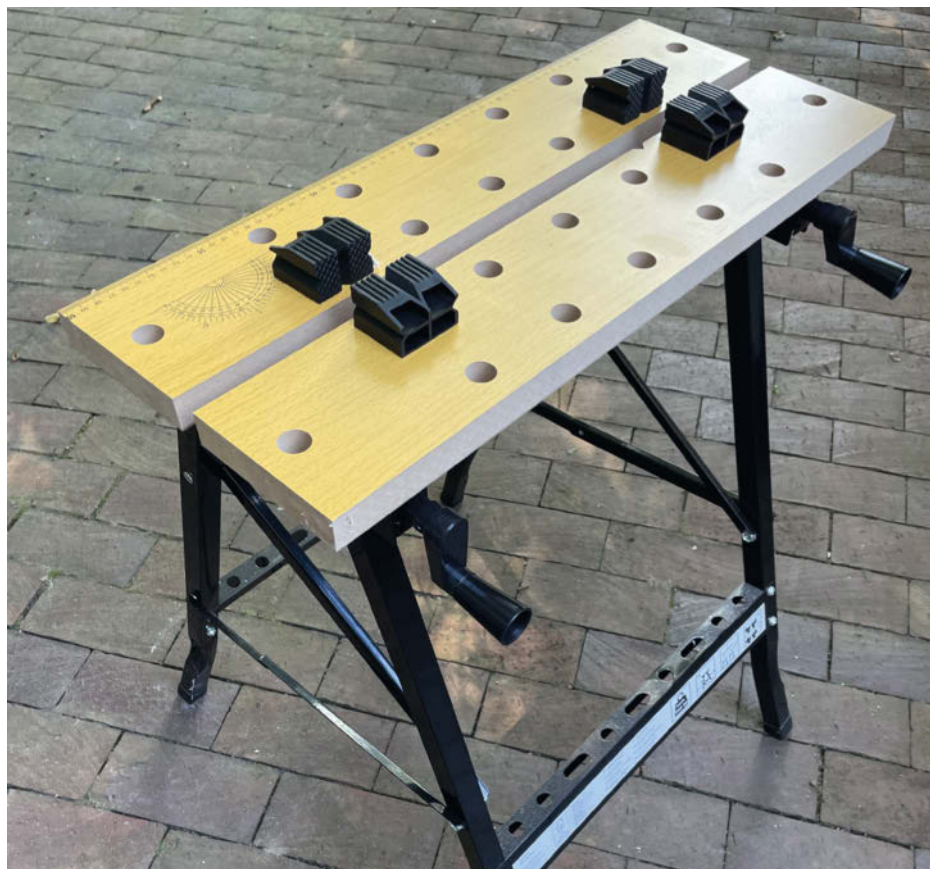
- » Schweißgerät und passende Schutzausrüstung
- » Winkelschleifer mit Schrubb- oder Schleifscheibe und Trennscheibe

Mehr zum Thema

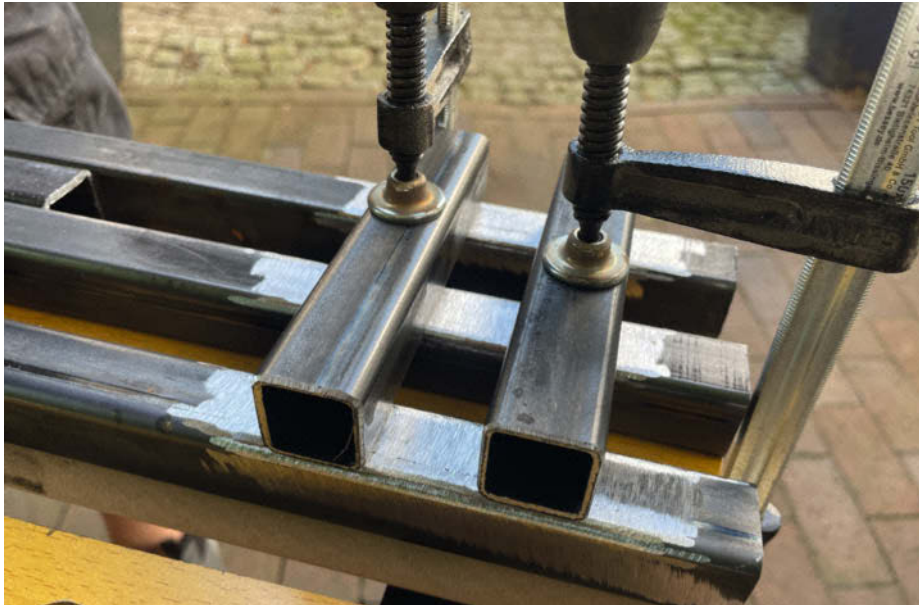
- » Moritz Metz, Einstieg ins Schweißen, Make Sonderheft 2021 „Loslegen mit Metall“, S. 104
- » Video: Umbau der Klappwerkbank zum Schweißstisch



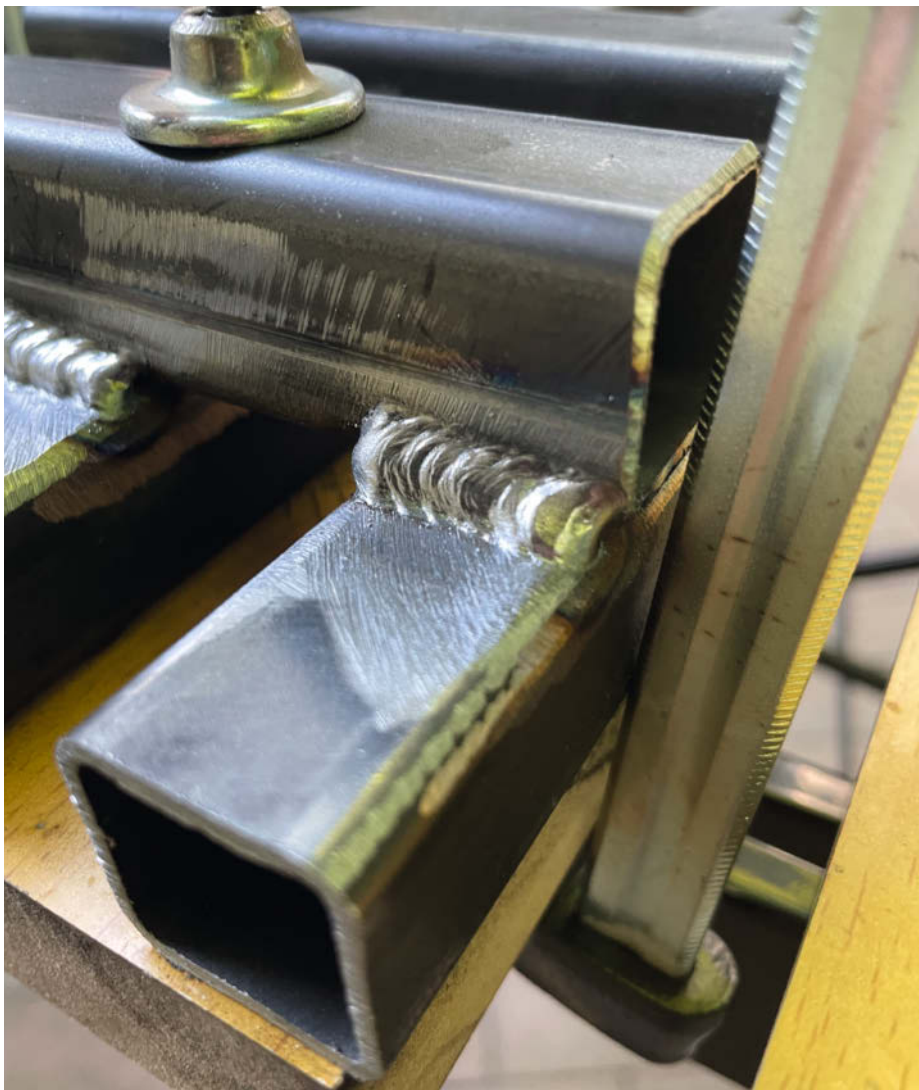
Alles zum Artikel
im Web unter
make-magazin.de/xn38



Fürs Hämmern und Sägen wenig praktisch, als Basis für einen Umbau zum Klapp-Schweißstisch aber optimal: eine einfache Werkbank vom Discounter im Urzustand.



Zwingen sichern die blank geschliffenen Verbindungsstreben gegen Verziehen und Verrutschen. Die Position der Verbindungsstreben ist so gewählt, dass sie über den Befestigungslöchern für die Arbeitsflächen liegen.



Diese Naht wurde mit einem MIG/MAG-Gerät mit 90A geschweißt.

bank entnehmen Sie der Skizze; passen Sie die Längen gegebenenfalls an Ihre Werkbank an.

Welches Schweißverfahren Sie zum Bau des Schweißtisches nutzen, ist prinzipiell egal. Sollten Sie noch kein Schweißgerät haben, finden Sie in unserem Sonderheft „Loslegen mit Metall“ eine Übersicht der gängigen Hobby-Schweißverfahren. Egal welches Schweißverfahren Sie wählen: An beiden Werkstücken müssen zuerst die Bereiche der zukünftigen Schweißnaht blank geschliffen werden. Nur so entsteht ein unterbrechungsfreier Lichtbogen, der den Stahl gleichmäßig verflüssigt. Am einfachsten geht das mit einem Winkelschleifer und einer Fächer- oder Schruppscheibe.

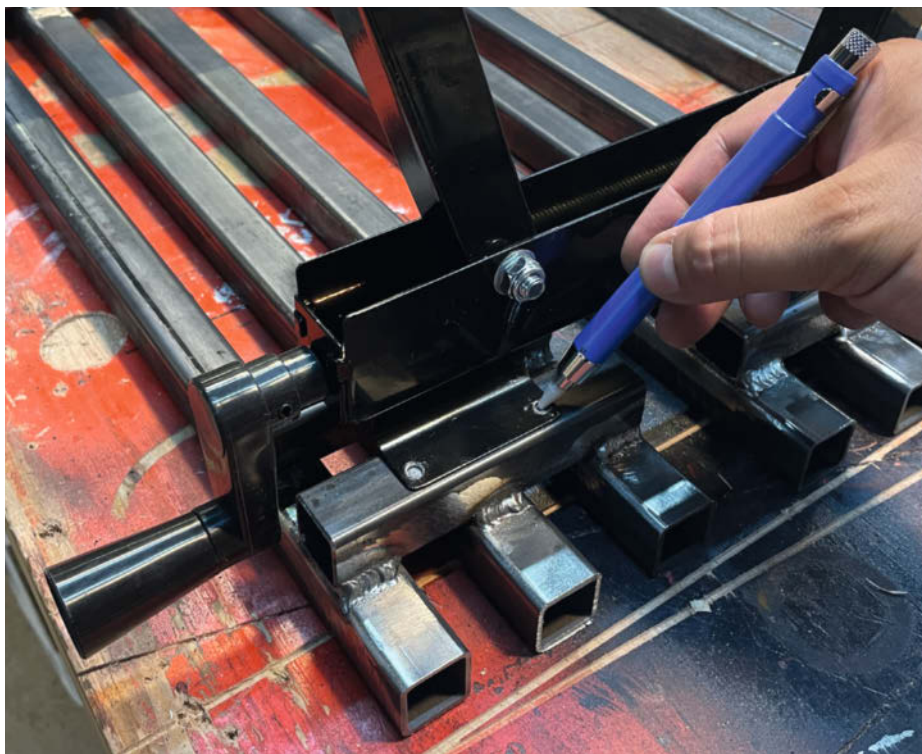
Verbinden Sie die Masseklemme des Schweißgerätes mit den Quadratrohren und verschweißen Sie nacheinander die Rohre. Um die Position der Verbindungsstreben festzulegen, richten Sie diese von oben schauend genau neben den Umhausungen der Gewindestange der Werkbank aus.

Die Verbindungsstreben sollten so ausgerichtet sein, dass sie genau über den Löchern des Winkelbleches der Werkbank liegen, damit diese später verschraubt werden können. Ich konnte Reststücke der Quadratrohre zweckentfremden, um den Abstand der Streben vorzugeben und diese parallel auszurichten. Es reicht vollkommen, die Kreuzungen der Streben nur von der Unterseite zu verschweißen. Und keine Panik, wenn die Schweißnähte nicht besonders schön werden: Meine erste Version dieses Schweißtisches war nur mit einzelnen Schweißpunkten geheftet und hat trotzdem gute Dienste geleistet.

Als Nächstes werden die Bohrungen zur Befestigung der neuen Arbeitstische angezeichnet. Demontieren Sie dazu die MDF-Arbeitstische und übertragen Sie die bestehenden Montagelöcher der Werkbank mit einem Stift auf die Verbindungsstreben der neuen Arbeitstische. Zur Vereinfachung der Montage habe ich die Bohrungen jeweils einen Millimeter größer gewählt als den Durchmesser der Schrauben. Nach dem Entgraten der Bohrungen können Sie die neuen Arbeitstische mit der Werkbank verschrauben, womit die Werkbank fertig montiert ist.

Schweißtischpflege und Spannmöglichkeiten

Wenn Sie die Oberseite der Arbeitstische blank schleifen (am besten mit einem Winkelschleifer mit Drahtbürstenaufsatz), können Sie die Masseklemme des Schweißgerätes an ein Ende des Tisches klemmen. Dann überträgt sich die Masse über den Tisch auf das Werkstück. Damit das auch so bleibt, empfiehlt es sich, die Tische mit Maschinentischpflege-mittel einzusprühen, um Rost vorzubeugen.



Die an der Werkbank vorhandenen Befestigungswinkel dienen auch zur Montage der neuen Arbeitsflächen.

Eine zusätzliche Schicht Trennspray verhindert, dass sich Schweißspritzer mit dem Arbeitstisch verbinden. Stattdessen können die dann einfach weggewischt oder mit einem Meißel abgestoßen werden.

Handelsübliche Schraubzwingen aus dem Baumarkt reichen, um Werkstücke auf dem Schweißtisch zu befestigen. Entfernen Sie davon nur die roten Kunststoffschühchen, die Druckstellen verhindern sollen: Beim Schweißen würden sie in der Hitze schmelzen und

sich nervig anhänglich mit Ihrem Werkstück verbinden. Ich habe damit mehr Erfahrung gesammelt, als mir lieb ist.

Eine große Hilfe beim Schweißen sind auch günstige Magnetwinkel. Sie fixieren Werkstücke je nach Ausführung in unterschiedlichen Winkeln zueinander. Diese Magnete lassen sich mit einer Zwingen auch auf den Arbeitstischen des Schweißtisches befestigen, um etwa einen Rahmen mit 90°-Winkeln zu verschweißen.

—jom

Es geht auch größer!

Tipp: Wenn Sie auf die Klemm-Mechanik der Arbeitstische verzichten können, können Sie statt zwei getrennter Teile auch ein großes, zusammenhängendes Gestell verschweißen. Damit tauschen Sie die senkrechte Spannmöglichkeit der beiden Arbeitstischhälften gegen einen zusammenhängenden, ebenen Arbeitstisch.

Diese Option kann von Vorteil sein, weil die beiden Teile der Arbeitsfläche nie exakt in einer Flucht sein werden – dafür weist das Werkbankgestell zu große

Toleranzen auf. Alternativ kann man an beiden Enden der Werkbank mit Zwingen ein jeweils etwa 40 cm langes Quadratrohrstück auf der Unterseite der Werkbank montieren, was beide Arbeitstischhälften in dieselbe Ebene drückt.

Eine weitere Variationsmöglichkeit wäre, die neuen Arbeitsflächen etwas größer als die ursprünglichen MDF-Arbeitsflächen zu bauen. Mehr Platz ist immer gut, aber übertreiben Sie es nicht: Je größer der Tisch wird, desto wackeliger wird das Untergestell.

Erweitern Sie Ihren Horizont!

So reizen Sie Linux voll aus



Heft + PDF
mit 28 % Rabatt

Linux-User schätzen die vielen Möglichkeiten, das System an ihre Bedürfnisse anzupassen. **c't Linux-Praxis** zeigt Ihnen weitere Tricks und Kniffe, die Sie noch nicht gesehen haben. Seien Sie gespannt auf diese Themen:

- ▶ Das eigene Linux einrichten, erweitern, optimieren
- ▶ Windows und Linux als Dual-Boot
- ▶ Linux als Tonstudio
- ▶ System anpassen und administrieren
- ▶ Daten sichern und wiederherstellen
- ▶ Auch als Bundle mit Buch "Linux – Das umfassende Handbuch" vom Rheinwerk-Verlag erhältlich!

Heft für 14,90 € • PDF für 12,99 €
• Bundle Heft + PDF 19,90 €

 shop.heise.de/linux-praxis23

Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten oder ab einem Einkaufswert von 20 € (innerhalb Deutschlands). Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.



Toaster-Tuning

Mein Toaster machte es mir nie recht: Weißbrot kam nur als Presskohle heraus und Schwarzbrot war kaum warm. So sollte kein Frühstück beginnen. Nach einem weiteren derartigen Start in den Morgen landete der Toaster auf der Werkbank, um ihn eigenen Wünschen anzupassen.

von Florian Schäffer



O bwohl es sich beim benutzten Gerät um ein Markengerät handelt (Bosch TAT6004), lässt der Bräunungsgrad von dunklem Brot sehr zu wünschen übrig. Ich habe es gerne knusprig und dunkel, was meinem Toaster aber auch auf der höchsten Stufe nur nach zwei Durchgängen gelingt. Als ich es endlich leid war, wurde er kurzerhand aufgeschraubt und so umgebaut, dass von nun an Stufe 6 auch wirklich dem Namen „Röstbrot“ gerecht wird.

Erstaunen kommt auf, als ich sehe, wie primitiv die Geräte heute noch immer aufgebaut sind. Das grundsätzliche Prinzip ist sicher jedem bekannt, aber eine Frage stellt sich mir zum Beispiel immer: Wieso bleibt der Hebel nicht unten eingerastet, wenn der Netzstecker gezogen ist? Die Mechanik ist einfach: Mit dem Hebel wird ein Plastikklotz nach unten geschoben, der die Kupferkontakte zusammendrückt und dadurch den Strom fließen lässt. Am Hebel befindet sich noch eine Metallplatte, die beim Niederdrücken auf einen Elektromagneten stößt. Solange die Spule des Magneten von Strom durchflossen wird, hält der Magnet die Platte und damit den Hebel unten fest.

Spezial-IC

Die Elektronik wird von einem IC mit der Bezeichnung PT8A2511 gesteuert, der ausschließlich für Toaster entwickelt wurde. Der Chip misst die Temperatur im Toaster und kann über drei Taster gesteuert werden. Das Schaltbild aus dem Datenblatt zeigt die einfache Beschaltung. Die Versorgungsspannung wird über die Widerstands-Heizdrähte bereits reduziert und über die Z-Diode auf 3,9 V eingestellt. Der Bräunungsgrad wird über ein paar Widerstände geregelt, welche die Toastzeit variieren. Der Widerstandswert des NTC (negativer Temperaturkoeffizient) wird bei steigender Temperatur kleiner. Damit soll vermutlich eine gleichbleibende Bräunung bei jedem Toastvorgang sichergestellt werden, auch wenn das Gerät bereits heiß ist. In geringem Maße wird die Zeit dadurch auch verlängert, wenn eine gefrorene Brotscheibe eingelegt ist.

Für die Tuning-Maßnahme ist aber nur das Poti auf der Steuerplatine interessant. Die Beschriftung ist nicht mehr lesbar, aber eine Messung ergibt, dass mit ihm ein maximaler Wert von etwa 150 kΩ eingestellt werden kann. Der Mittelabgriff ist mit dem einen Ende der Schleifbahn verbunden und zusätzlich ist ein Widerstand (R11) von 2 MΩ parallel geschaltet. Dieser Widerstand dient als Schutz für den Toaster. Bei defektem Poti könnte dieses durch Unterbrechung einen unendlich großen Widerstand liefern, der zu einer so langen Laufzeit führt, dass das Gerät überhitzt. R11 verhindert dies und beschränkt den maximalen Widerstand auf seinen Nennwert (zuzüglich der weiteren Widerstände, die in Reihe

Kurzinfo

- » Widerstandswerte verändern
- » Praktischer Haushaltsgeräteumbau
- » Spezial-IC für Toaster

Checkliste



Zeitaufwand:
1 Stunde



Kosten:
10 Cent (Widerstand) bis 2 Euro (Poti)



Löten:
minimale Kenntnisse reichen



Hochspannung:
keine Arbeiten an Netzspannung führenden Bauteilen

Material

- » Widerstand oder Poti

Werkzeug

- » Multimeter
- » Lötstation und Zubehör

Mehr zum Thema

- » Dieser Artikel erschien zuerst unter dem Titel „Weiße Jungs bringen's nicht“ in der Make-Ausgabe 3/17 auf Seite 26
- » Daniel Bachfeld, Strombremse, Make 1/16, S. 50, im Volltext gratis online zu lesen
- » Daniel Bachfeld, Strombremse Teil 2, Make 2/16, S. 56, im Volltext gratis online zu lesen

Alles zum Artikel
im Web unter
make-magazin.de/x91w



geschaltet sind und nicht weiter betrachtet werden). Im Regelbetrieb beeinflusst der große Widerstand den Regelbereich des Potis kaum (es handelt sich tatsächlich um ein Poti mit 200 kΩ).

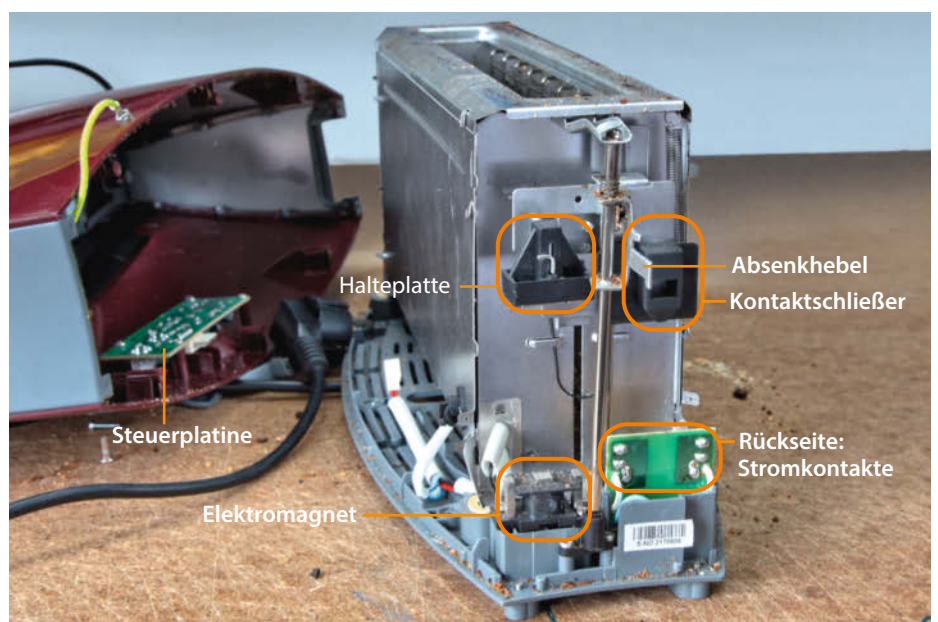
Nach Belieben

Um die Zeit an die eigenen Vorlieben anzupassen, muss einfach nur der einstellbare Widerstandswert geändert werden. Für längere

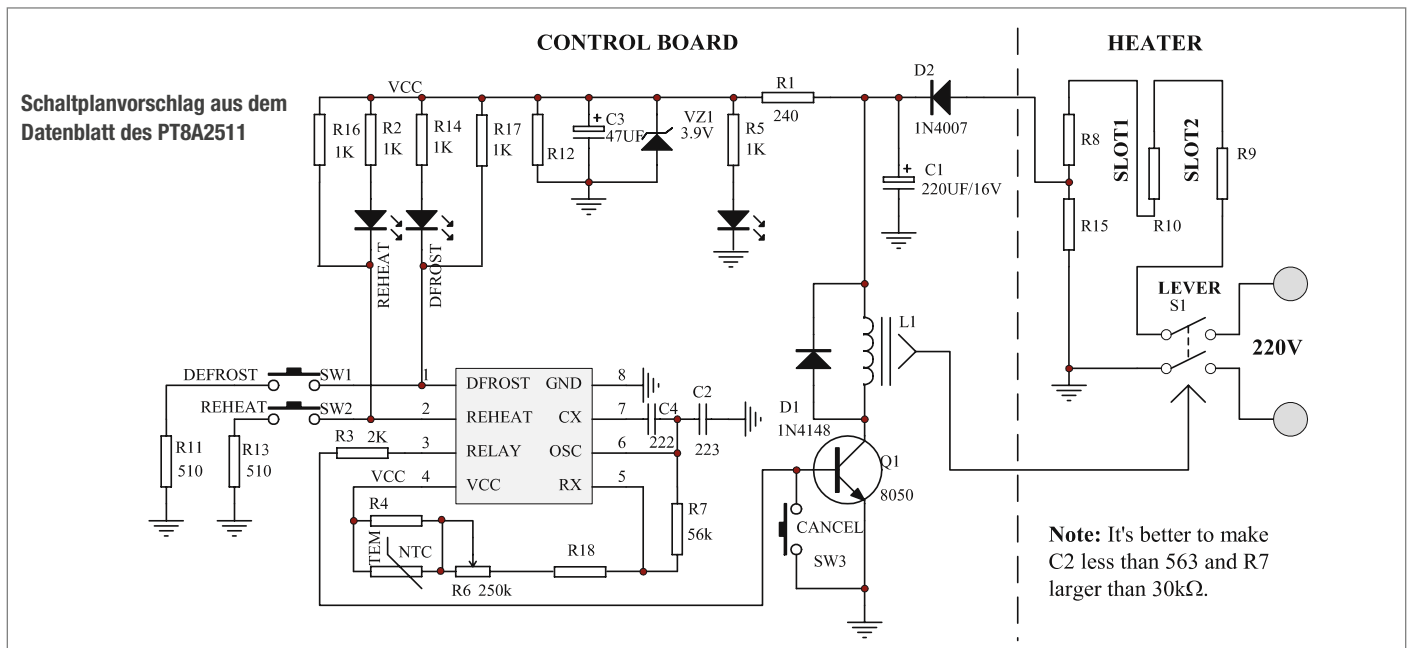


Netzspannung

Bevor Sie das Gerät öffnen, trennen Sie es von der Netzspannung. Arbeiten an 230-V-Geräten sind gefährlich. Im konkreten Fall wird jedoch nur an der Niedervolt-Schaltung gearbeitet, was ungefährlich ist.



Der Blick ins Innere enthüllt unter anderem Haltemagnet und Kontakte für die Netzspannung.



Ein zusätzlicher Widerstand wurde in Reihe geschaltet.

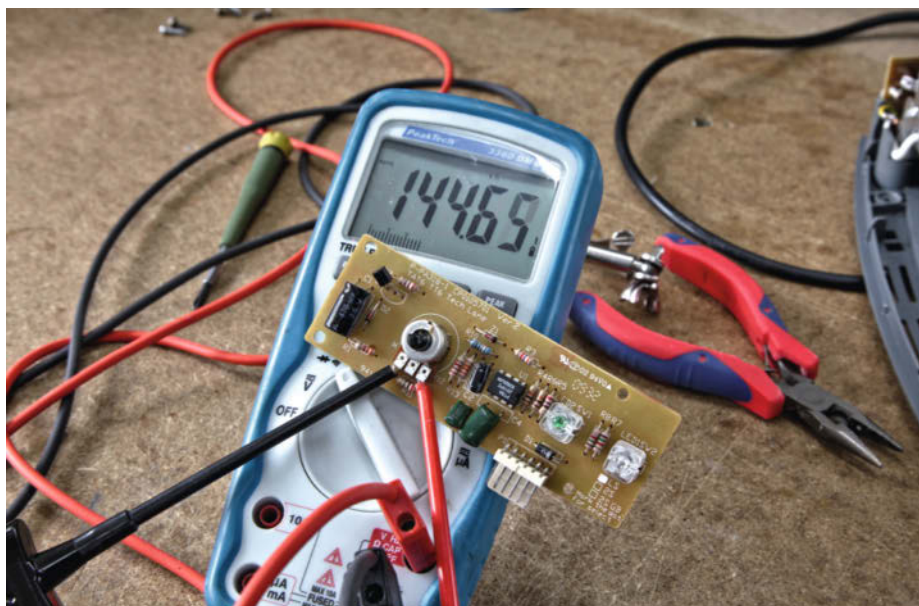
Zeiten und dunkleren Toast ist eine Verlängerung notwendig, die durch einen größeren Widerstand erreicht wird. Sind die Toasts immer zu dunkel und es soll kürzer geröstet werden, muss der Wert verkleinert werden. Am einfachsten kann das erreicht werden, in dem man das Poti austauscht.

Jedes Poti hat einen Bereich, der bei annähernd 0 Ω beginnt und sich bis zum Nennwert erstreckt. Bei den meisten Modellen ändern sich die Werte linear, es gibt aber auch logarithmische Potis und weitere Sonderformen.

Für hellere Toasts ist zu klären, ob einfach nur eine feinere Einstellung gewünscht oder

auch die niedrigste Stufe noch zu lang ist. Im ersten Fall können Sie ein Poti mit kleinerem (End-) Wert benutzen. Da beim zweiten Fall der kleinste Potiwert (0 Ω) immer noch zu einer zu langen Laufzeit führt, hilft ein Tausch des Potis nichts. In dem Fall müssen Sie sich an die Widerstände halten, die zum Poti in Reihe geschaltet sind und diese verkleinern. Für längere Laufzeiten kann das Poti einfach gegen ein höherohmiges getauscht werden (die Strombelastbarkeit ist unkritisch).

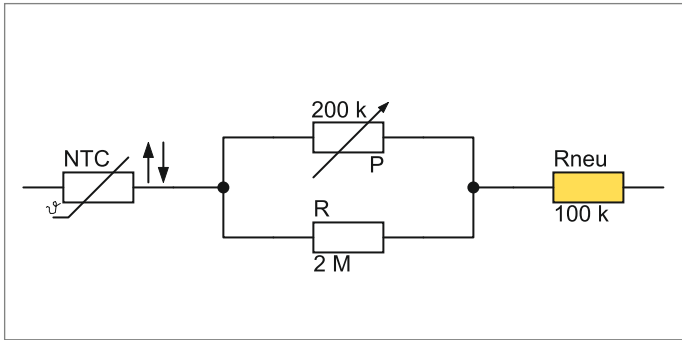
Weil gerade kein passendes Poti vorhanden und Wochenende war, wurde im Beispiel auf der Platinenunterseite die Leiterbahn zum Poti aufgetrennt, mit einem Glasfaserpinsel der Lötstopplack entfernt und ein



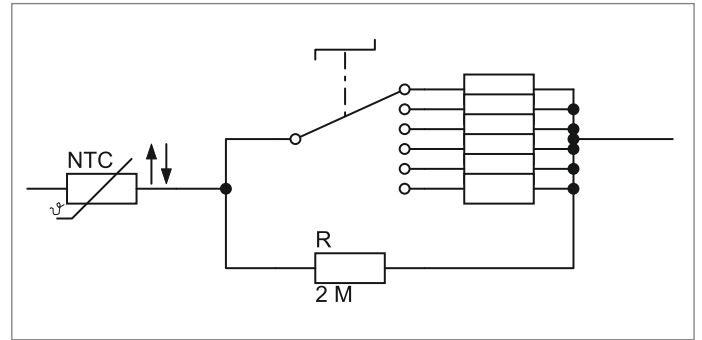
Messung des Poti-Widerstandes. Die reale Schaltung weicht etwas vom Schaltplanvorschlag ab.

NTC und PTC

Ein Heißleiter leitet den Strom bei hoher Umgebungstemperatur besser als bei niedrigen. Weil sich der Widerstand verringert, nennt man das Bauteil auch NTC-Widerstand: Negative Temperature Coefficient Thermistor. Kaltleiter (PTC-Widerstand: Positive Temperature Coefficient Thermistor) verhalten sich genau anders herum: Bei steigender Temperatur steigt der Widerstandswert; der Strom wird weniger gut geleitet. Die Widerstandsänderung ist bei beiden Typen nicht linear. Die Bauteile werden als einfache Temperatursensoren eingesetzt oder als selbststrückstellende Sicherung (PTC-Sicherung: Polymeric Positive Temperature Coefficient, kurz Polyfuse).



Der neue Widerstand wird in Reihe geschaltet, weil kein passendes Potentiometer verfügbar ist.



Das Poti kann auch durch einen Drehschalter ersetzt werden, der zwischen verschiedenen Widerstandsgrößen umschaltet.

Widerstand mit 100 kΩ eingelötet, sodass sich eine Reihenschaltung mit dem Potentiometer von etwa 250 kΩ ergibt. Es kann dann zwar keine (sehr) kurze Laufzeit mehr eingestellt werden, weil die Reihenschaltung nicht mehr auf 0 Ω kommen kann, aber das ist in meinem Fall in Ordnung.

Familienwahlschalter

Hat der Ehemann/die Ehefrau schon wieder den Bräunungsgrad verstellt und jetzt müssen Sie am Drehgriff Ihre mühsam ermittelte Feineinstellung erneut finden? Dann tauschen Sie das Poti doch gegen einen Drehschalter

aus. Ermitteln Sie die (etwa vier) Widerstandswerte des Potis, die Ihre Familie braucht und bauen Sie dann statt des Potis einen Schalter mit entsprechenden Festwiderständen ein. Jetzt reicht ein Dreh auf die gewünschte Stellung und der Familienfrieden ist wieder hergestellt. —pek

Es gibt 10 Arten von Menschen. iX-Leser und die anderen.

Jetzt Mini-Abo testen:
3 digitale Ausgaben + Bluetooth-Tastatur nur 19,35 €
www.ix.de/digital-testen

3x testen

iX 3
Migration auf S/NAIA
Phishing-sicheres Login
Passwort-Alternative: Passkeys + FIDO2-Sticks im Vergleich
Malware-Analyse mit OSINT
IDE für Testautomatisierung
ESIP: Die 4. Generation
AD sicher administrieren
Zeitreihen in Python
GitOps mit Cross

MAGAZIN FÜR PROFESSIONELLE IT



Baumarkt-Whirlpool aufrüsten

Wir zeigen Ihnen, wie Sie Ihren Bestway Spa Whirlpool für Fernsteuerung über Funknetz und Alexa-Unterstützung mithilfe eines ESP-Controllers hacken.

von Mark Liebrand

H heute hat praktisch jeder Baumarkt aufblasbare Whirlpools im Angebot. Für wenige hundert Euro holt man sich Vergnügen und Entspannung ins Haus, welche man sonst meist nur aus dem Urlaub kennt. Die Technik ist über die Jahre recht ausgereift. Das Aufstellen gelingt ohne besondere Vorkenntnisse. Unser Autor hat sich nach dem Kauf seines Whirlpools durch das WiFi-remote-for-Bestway-Lay-Z-SPA Projekt gearbeitet und stellt Ihnen dieses Projekt und seine Erfahrungen damit hier vor. Damit lassen sich Whirlpools des Herstellers Bestway um eine WLAN-Steuerung und eine Alexa-Integration erweitern.

Dieser Hack wird möglich durch einen ESP-Controller, der in die Standardelektronik des Whirlpools eingebaut wird. Der ESP-Controller stellt eine Verbindung zwischen WLAN und der Elektronik des Whirlpools her. Er loggt sich in das WLAN ein und stellt eine Web-Schnittstelle zur Verfügung. Über eine Webseite lassen sich danach alle Funktionen, die an der Tastatur und auf dem Display des Geräts bedienbar bzw. ablesbar sind, aus der Ferne abrufen. Zusätzlich gibt es noch einige weitere Funktionen wie Zähler für Statistik, Merker für Chlor und Filterwechsel und eine MQTT-Anbindung.

Die WLAN-Anbindung eröffnet neue, praktische Möglichkeiten. Man kann damit den Pool aus der Ferne steuern, und z.B. nach dem Bad die Temperatur absenken. Außerdem kann man damit den Energieverbrauch (und damit die Kosten) im Blick behalten. Steht der Pool etwas weiter weg, ist am Handy komfortabel ersichtlich, ob die richtige Temperatur bereits erreicht ist.

Technisch ist die Lösung recht simpel, was den Nachbau ebenfalls einfach macht. Der ESP-Controller (ein ESP8266) wird in die Kommunikation zwischen der Pumpe und der Tastatur eingeklinkt. Der Controller steuert auf der einen Seite die Pumpe und kommuniziert auf der anderen Seite mit Tastatur und Display. Die Software macht einen ausgereiften Eindruck.

Ich habe jedoch einen für manchen Leser möglicherweise relevanten Nachteil festgestellt: Der modifizierte Pool braucht zum Starten ein funktionierendes WLAN. Das klingt absurd, aber der ESP-Controller startet nur normal, wenn das im Controller konfigurierte WLAN erreichbar ist. Falls nicht, öffnet der Controller seinen eigenen Access Point zur Konfiguration und macht sonst nichts anderes. Dann bleibt das Display des Pools dunkel und nimmt keine Eingaben entgegen.

Zu viel Information

Auf der Projektseite findet man recht ausführliche Informationen zur Umsetzung. Das Projekt existiert schon länger. Viele Poolbesitzer haben dort Informationen beigetragen. Liest

Kurzinfo

- » Bestway Whirlpool mittels ESP-Controller fernsteuerbar machen
- » Alle wichtigen Funktionen über eine Webseite abrufbar
- » Einbindung in Hausautomation per MQTT möglich

Checkliste



Zeitaufwand:
3 bis 4 Stunden



Kosten:
20 bis 60 Euro

Mehr zum Thema

- » Heinz Behling, Marktübersicht: Controllerboards fürs Smart Home, Make 4/23, S. 12
- » Andreas Koritnik, ESP-Projekt: Smarten Gaszähler mit Smart-Home-Integration basteln, Make 3/23, S. 20

Material

- » ESP8266 Controller mit Stiftleisten
- » JST SM Stecker 4- oder 6-polig

Werkzeug

- » Lötkolben samt Zubehör
- » Micro-USB-Kabel
- » Schrumpfschlauch
- » Heißluftpistole
- » Schraubenzieher Kreuzschlitz
- » Seitenschneider
- » Abisolierzange



Alles zum Artikel
im Web unter
make-magazin.de/x7qj



man sich die Beiträge durch, so ist man allerdings erstmal etwas ratlos. Es gibt eine große Vielzahl von Aufbauvarianten und es ist nicht gleich klar, wann was benötigt wird. Hier geht es im Wesentlichen darum, dass die Schnittstellen zum ESP mit einem Spannungswandler (5V zu 3,3V) versehen sind. Es gibt hier zwei Versionen des Wandlers ohne klare Aussage, wann was zum Einsatz kommt. Dazu kommt noch die Feststellung, dass es auch ohne geht.

Ich habe mich an dieses Thema zunächst ohne Spannungswandler herangewagt. Meine Vermutung ist, dass das der unsicheren Situation geschuldet ist, ob der ESP8266 an den GPIO-Pins 5V-tolerant ist oder nicht. Mein Controller D1 Mini NodeMCU mit ESP8266-12F hat auf der Verpackung einen Hinweis auf 5V-Verträglichkeit. Die Elektronik in der Pumpe kommt mit dieser Konstellation (ohne Spannungswandler) scheinbar ebenfalls klar. Am Ende hat es funktioniert (bei mir ist es eine Pumpe vom Typ S100101).

Dass der Autor der Software bei Github mittlerweile eine neue, stark überarbeitete Version der Controller-Firmware veröffentlicht hat, ist eine weitere Hürde: Viele Anleitungen in den Diskussionsforen sind damit hinfällig. Ein Update der offiziellen Dokumentation

Die Startseite des Web-Interfaces zeigt alle wichtigen Funktionen auf einen Blick. Oben rechts ist die Schaltfläche, um das Menü für den Zugriff auf weitere Einstellungen und Funktionen zu öffnen.



Das Pumpenmodell ist auf dem seitlich angebrachten Typenschild ersichtlich.

habe ich nicht gesehen. Deshalb möchte ich in diesem Artikel beschreiben, worauf meiner Erfahrung nach bei der Umsetzung zu achten ist und wie die Umrüstung gelingen kann.

Wer mit Spannungswandler arbeiten möchte, der findet auf der Projektseite die nötigen Gerber-Dateien, um eine Platine herstellen zu lassen. Für das Anfertigen der Platinen kann man einen Dienstleister in Fernost beauftragen (z.B. bei pcbway für ca. 30 Euro). Die Spannungswandler bekommt man im Elektronik-Fachhandel oder im Zweifel über AliExpress. Da bei Platinenbestellungen normalerweise mindestens fünf Stück geordert werden müssen, kann man also gut beide auf den Projektseiten genannten Spannungswandler ausprobieren.

Die ersten Schritte

Als ersten Schritt sollten Sie herausfinden, ob das Innenleben der Pumpe so ähnlich aussieht

wie auf den Fotos und wie auf der Projektseite auf GitHub gezeigt.

Die aktuell wohl am häufigsten verwendete Pumpe hat umlaufend auf halber Höhe des Gehäuses sechs Schrauben, die von unten erreicht werden können. Sind diese sechs Schrauben herausgeschraubt, kann man den Deckel vorsichtig abnehmen.

Das Projekt ist für Pumpen mit 4- und 6-poligem Stecker geeignet. Dabei handelt es sich um JST-SM-Stecker, die man im Fachhandel kaufen kann. Hat man den richtigen Stecker, ist der Einbau später nur ein Dazwischen-Einstecken. Beim ESP8266-Controller ist es praktisch, wenn dieser steckbare Stiftleisten hat.

Dann lässt sich der Controller einfach tauschen. Für die Kabelverbindung vom 4/6-fach Stecker zur Stiftleiste gibt es mehrere Möglichkeiten. Wer eine entsprechende Crimpzange hat, kann Dupont-Stecker verwenden. Ich habe mich dafür entschieden, die Kabel an die

Stiftleiste anzulöten und vorher einen Schrumpfschlauch aufzustecken.

Bei der Dupont-Steckerlösung kann es schwierig werden, die jeweils zwei 5V- und GND-Anschlüsse mit dem Stecker zusammenzupressen. In jedem Fall sollte man bei den Stiftleisten die nicht benötigten Pins mit einem Seitenschneider entfernen, damit hier später keine ungewollten Kontakte zustande kommen. Wichtig ist natürlich die korrekte Belegung der Ports am Controller und die richtige Orientierung der Stecker. Hier kann es schnell zu Verwechslungen kommen.

Die Abbildung zeigt die Anschlüsse im Falle von 6 Kabeln. Hier sollten Sie genau hinschauen, wie der Anschluss erfolgt. Die Steckverbinder haben zwei breite Seiten. Die Abbildung ist so zu verstehen, dass die Verriegelung der Stecker sichtbar ist. Die Farben des gekauften Steckers passten in diesem Fall zur Verkabelung in der Pumpe. Das muss aber nicht so sein, die Reihenfolge ist wichtiger als die Farben. 5V und GND werden beidseitig verbunden, damit das Display mit Strom versorgt wird. Auf der Pumpenseite wird das weiße einzelne Kabel (also das Kabel am gegenüberliegenden Ende von 5V auf der rechten Seite des Controllers) nicht verbunden. Das ist der Lautsprecher, der zukünftig vom ESP8266-Controller direkt angesprochen wird.

Integration von Amazon Alexa

Wer zu Hause Alexa hat, findet in den folgenden Absätzen eine Anleitung, wie man dem Standardprojekt eine Alexa-Integration hinzufügen kann. Wer das nicht braucht, der macht einfach im Abschnitt „Vorbereiten des Controllers“ weiter.

Eigene Smart-Home-Geräte können bei Alexa integriert werden. Das Entwicklerportal von Alexa beschreibt viele mögliche Schnittstellen, die auf unterschiedliche Geräte zugeschnitten sind. Das Konzept von Amazon sieht vor, dass die Schnittstelle zum eigenen Smart-Home-Gerät immer in der Amazon-Cloud ist. Das eigene Gerät – hier also der Controller – muss also aus der Amazon-Cloud erreichbar sein. Das macht die Sache recht aufwendig und einigermaßen komplex. Zum Glück gibt es noch einen anderen Weg, eigene Geräte einzubinden.

Amazon hat die Möglichkeit geschaffen, dass Geräte einiger Hersteller direkt – ohne Cloud – im lokalen Netz gesteuert werden können. Ein solches Gerät ist z.B. der Philips Hue Hub (das ist das Zigbee-Gateway, mit der die Philips-Lampen gesteuert werden). Findige Entwickler haben Bibliotheken geschrieben, die einen solchen Hub im LAN simulieren. Hier lassen sich dann eigene Geräte anlegen und mit Alexa verbinden.

Sicherheit

Bevor es losgeht, noch einige Worte zur Sicherheit. Bei Strom in Kombination mit Wasser ist immer besondere Vorsicht geboten. Der Pool darf nicht mit offenem Pumpengehäuse betrieben oder benutzt werden. Vor dem Öffnen des Pumpengehäuses ist der Netzstecker zu ziehen. Auch wenn ich keine derartigen Hinweise in den Foren gefunden habe – es besteht grundsätzlich das Risiko, mit dem hier beschriebenen Eingriff etwas kaputtzumachen. Insbesondere sollte

man der Pumpe keine Kurzschlüsse etc. zumuten. Es ist prinzipiell möglich, den Eingriff bei gefülltem Pool vorzunehmen. Bei mir kann ich die Pumpe vom Pool trennen ohne das Wasser abzulassen. Dafür muss ich im Pool die Öffnungen für die Zirkulation verschließen. Die Lufteinführung, um die Wasserblasen zu erzeugen, lässt sich ebenfalls entfernen. Hier scheint es ein Rückschlagventil zu geben, das allerdings bei meinem Pool nicht ganz dicht ist.

Durch den simulierten Hub wird das Ganze als Lichtsteuerung erkannt. Deshalb muss man hier etwas kreativ sein. Die Funktionen werden auf drei „Geräte“ verteilt: Whirlpool, Heizung und Temperatur. Mit „Whirlpool“ schaltet man die Wasserblasen ein und aus. Die Steuerung der Heizung und der Temperatur ist auf die letzten beiden „Geräte“ verteilt. Während „Heizung“ einfach nur die Heizung ein- bzw. ausschaltet, kann mit „Temperatur“ die Zieltemperatur eingestellt werden. Folgende Kommandos funktionieren:

- Alexa, schalte die Heizung ein.
- Alexa, schalte den Whirlpool ein.
- Alexa, setze die Temperatur auf 35 Grad.

Das Abfragen der Temperatur funktioniert leider nicht, da Alexa das nicht unterstützt. Fügt man den Code für die Alexa-Integration zum Projekt hinzu, ist der Webserver auf Port 82 erreichbar (nicht mehr auf Port 80). Alexa scheint Informationen nur von Port 80 abfragen zu wollen. Um die Code-Anpassungen möglichst gering zu halten, habe ich die beiden Webserver nicht zusammengeführt.

Die Anpassungen am Code sind überschaubar. Im lib-Ordner werden die drei Dateien aus der Hue-Emulation hinzugefügt. Im main.cpp muss Code in den Funktionen setup und loop hinzugefügt werden. Ich habe darauf verzichtet, den vollständigen Code auf Github zu veröffentlichen, da beide Projekte unterschiedliche Lizenzen haben. Stattdessen habe ich online ein Skript und Patch zur Verfügung gestellt, mit denen sich der Code zusammenführen lässt. Den zusammengeführten Code muss man dann im Visual Studio Code Editor öffnen und kompilieren lassen.

Um den Code zu erhalten, benötigen Sie einen Linux-Rechner (z.B. einen Raspberry Pi):

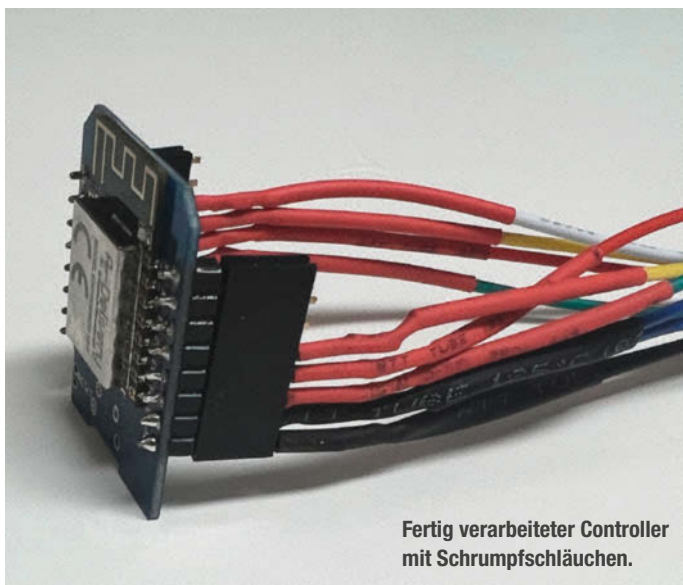


6 Schrauben halten von unten das Gehäuse fest: 2 Schrauben mittig an Position A und 4 Schrauben seitlich, rechts und links an Position B.

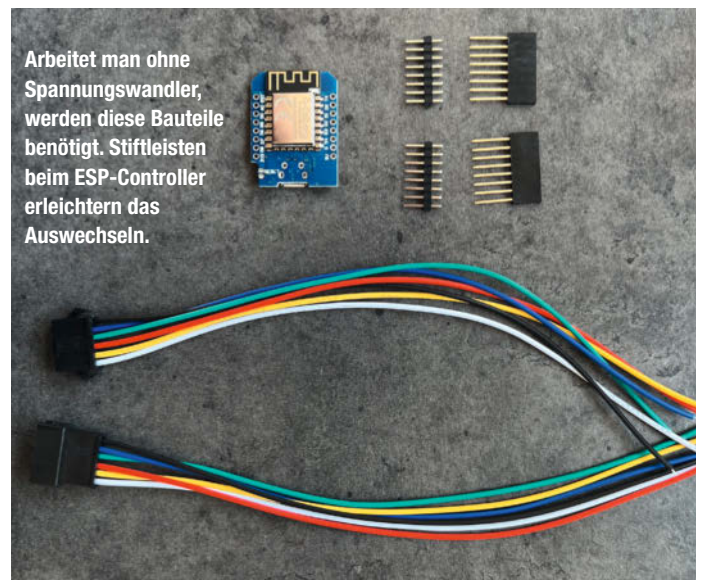
```
git clone https://liebrandapps/spa.git
cd spa
./addAlexa.sh
```

Der aktualisierte Code steht dann im Verzeichnis WiFi-remote-for-Bestway-Lay-Z-SPA. Diese Version des Codes sollte nun für die weiteren

Schritte genutzt werden. In der Windows-Welt funktioniert das Patchen mit Skript nicht ohne zusätzliche Tools. Da die Anpassungen im Code überschaubar sind, können Sie diese auch im Editor selbst vornehmen. Online finden Sie dazu eine Schritt-für-Schritt-Anleitung zur Anpassung des Codes.



Fertig verarbeiteter Controller mit Schrumpfschläuchen.



Arbeitet man ohne Spannungswandler, werden diese Bauteile benötigt. Stiftleisten beim ESP-Controller erleichtern das Auswechseln.

Achtung: Die Kabelfarben können abweichen!

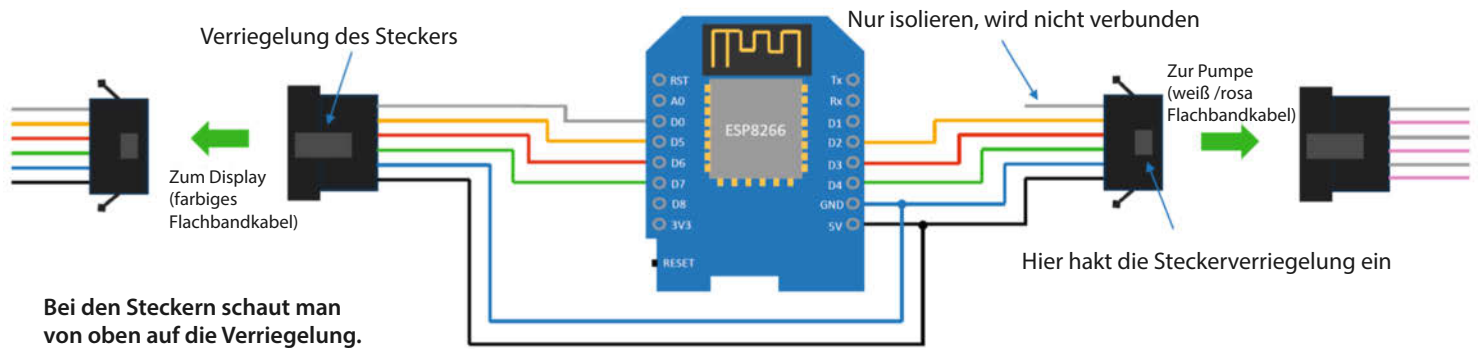
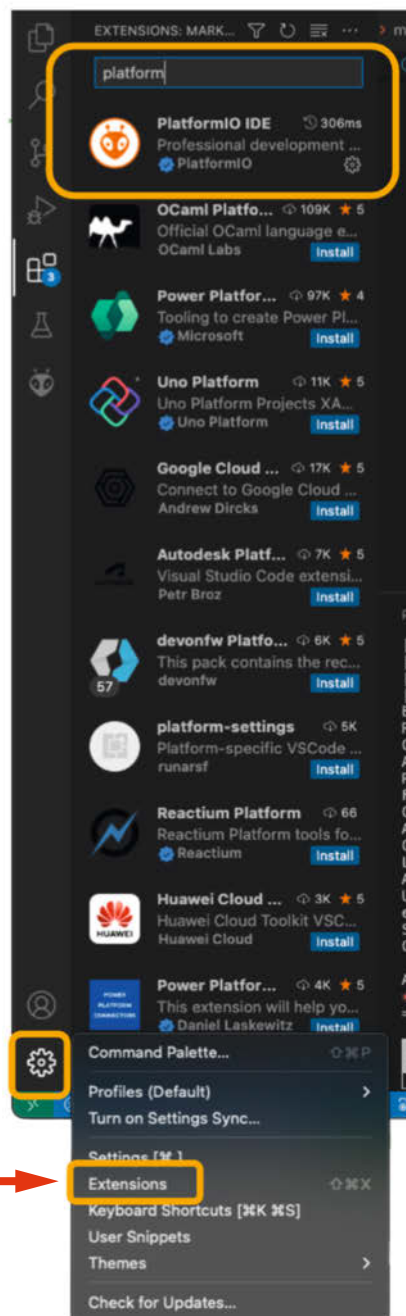


Diagramm zur Verkabelung des ESP-Controllers. Die Farben können abweichen. Es kommt auf die richtige Reihenfolge an.

- 3 Diese Erweiterung muss installiert werden, danach den Ordner „Code“ aus dem WiFi Projekt öffnen



Installation der Erweiterung „PlatformIO“ für Visual Studio Code.

- 1 Extensions installieren

2

Wer im Umgang mit dem Editor Visual Studio Code nicht geübt ist, findet in der Abbildung eine Übersicht, welche die verschiedenen Schritte mit Bildschirmfotos zeigt.

Vorbereiten des Controllers

Zum Vorbereiten des Controllers schließen Sie diesen über ein Micro-USB-Kabel an Ihren Rechner an, installieren Visual Studio Code und folgen den Anweisungen zu PlatformIO für das Flashen der Firmware. Hier sind auch die Anweisungen und Screenshots im Handbuch des Projekts sehr nützlich. Hat der Controller einen CH340-Chip anstelle eines CP2102, kann es beim Flashen eine Fehlermeldung geben (Invalid head of packet). In dem Fall setzen Sie in der Datei platformio.ini den Wert für `upload_speed` auf 460800.

Der Flash-Vorgang selbst besteht aus zwei Schritten. Es werden Firmware und Dateisystem separat geflasht. Bevor Sie den Controller einbauen, sollte Sie diesen – angeschlossen an die USB-Stromversorgung des Rechners – konfigurieren. Damit lassen sich einige Fehlerquellen ausschließen, falls es später nicht funktioniert.

Zunächst wird das WLAN konfiguriert. Hat man alles richtig gemacht, bucht sich der Controller in das heimische WLAN ein. Über die Weboberfläche Ihres Routers finden Sie die IP-Adresse heraus und geben diese in die URL-Zeile eines Browsers ein. Erhalten Sie nun eine 404-Fehlermeldung „Seite nicht gefunden“, dann hat es mit dem Dateisystem-Flashen nicht funktioniert. Im Erfolgsfall bekommt man die Startseite mit verschiedenen Angaben und Buttons. Hier sollte oben die aktuelle (Zimmer-)Temperatur angezeigt werden. Über das Menü oben rechts erreichen Sie die „Hardware Config“. Hier wird einiges eingestellt.

- Modell: Bei mir ist es das 2021er-Modell mit 6 Drähten. Das wird auf der Pumpenseite (CIO) wie auch auf der Displayseite (DSP) eingestellt.

- Bei der Platine (PCB) wählen Sie Custom
- Die Port-Belegung habe ich von der Projektseite übernommen: CIO data/td/rx=4, clk/tx=3, cs/lc=2, DSP data/td/tx=7, clk/rx=6, cs/lc=5, audio=0

Wenn das etwas eigenwillige Audio-Feedback bei Tastendruck nervt, kann man die Audioausgabe unter „SPA Config“ abschalten.

Haben Sie sich für die Alexa-Integration entschieden, können Sie in der Alexa-App nach neuen Geräten suchen lassen und diese dort einbinden.

Einbau des Controllers

Haben Sie alles konfiguriert und sind alle Kabel mit dem Controller verbunden, geht es an das Einbauen in das Pumpengehäuse. Bei den verwendeten Steckern ist ein Verpolen eigentlich unmöglich. Wenn alles funktioniert, meldet sich das Display nach wenigen Sekunden. Dieser Vorgang dauert allerdings etwas länger als beim originalen Setup.

Bleibt das Display dunkel, funktioniert etwas nicht richtig. Prüfen Sie, ob der Controller vielleicht einen eigenen WLAN Access-Point aufgemacht hat. Das würde bedeuten,

Installation MQTT BROKER MOSQUITTO auf einem RASPBERRY PI

MQTT ist im IoT-Bereich (Internet of Things) ein Standard für den Austausch von Informationen oder die Steuerung über das Netz. Die Abkürzung MQTT steht dabei für Message Queue Telemetry Transport. Dabei wird immer ein Broker benötigt, weil dieser die verschiedenen Teilnehmer über Publish-Subscribe miteinander verbindet. Der Publisher veröffentlicht eine Nachricht unter einem Topic (Thema – eigentlich nur eine Zeichenkette); der Subscriber abonniert ein Topic und bekommt dann diese Nachricht. Die Nachrichten bestehen aus Zeichenketten, oft im JSON-Format. Um MQTT nutzen zu können, ist ein tieferes Verständnis dieser Details nicht nötig. Mit folgenden Anweisungen installieren Sie auf einem Raspberry Pi einen MQTT Broker:

```
sudo apt update
sudo apt upgrade
sudo apt install -y mosquitto mosquitto-clients
```

Die Installation richtet den Broker als Service ein, der nach einem Neustart wieder gestartet wird. Mit folgender Anweisung prüfen Sie auf Fehlermeldungen:

```
mosquitto -v
```

Erscheint hier nichts Ungewöhnliches, läuft mosquitto.

Bei dieser einfachen Installation können sich beliebige Clients verbinden. Es erfolgt keine Zugangskontrolle mit User/Password. Daher sollte man diese Installation nie im Internet verfügbar machen!

Bedienung von PlatformIO.

4 Datei-Ansicht →

5 Ggf. Änderungen manuell durchführen →

6 Hochladen der Firmware (ESP-Controller muss dafür mit einem USB-Kabel angeschlossen sein)

7 Hier wird das File-System hochgeladen

Bauen der Firmware

Serial Monitor (Debug Meldungen...)

Hardware Config

Hardware:

Select your CIO (pump) model:
☐ 6 wire, pre 2021
☒ 6 wire, 2021
☐ 6 wire, 2021 with hydrojets
☐ 6 wire, 54149E
☐ 4 wire, 54173
☐ 4 wire, 54154
☐ 4 wire, 54144
☐ 4 wire, 54138
☐ 4 wire, 54123

Select your DSP (display) model: ?
☐ 6 wire, pre 2021
☒ 6 wire, 2021
☐ 6 wire, 2021 with hydrojets
☐ 6 wire, 54149E
☐ 4 wire, 54173
☐ 4 wire, 54154
☐ 4 wire, 54144
☐ 4 wire, 54138
☐ 4 wire, 54123

Select your PCB:
☐ V1
☐ V2
☐ V2B ?
☒ Custom ?

Pinout ?
 CIO data/tx 4 clk/rx 3 cs/lid 2
 DSP data/tx 7 clk/rx 6 cs/lid 5 audio 0

save

Einstellungsseite für die Hardware-Konfiguration.

dass das zuvor konfigurierte WLAN nicht funktioniert. Die ESP-Controller sind übrigens keine Weltmeister in Sachen WLAN-Reichweite. Es kann also auch sein, dass der Empfang am Aufstellungsort im Gehäuse zu schwach ist. Bucht sich der Controller in das konfigurierte WLAN ein und ist die Webseite erreichbar, dann wird zumindest der Controller korrekt mit Strom versorgt (und ist dabei nicht einen 5-V-Spannungstod gestorben). Dann könnte es entweder an der Verkabelung der anderen Leitungen liegen oder die Port-Belegung in den Einstellungen ist fehlerhaft. Ist alles einfach nur „tot“, sollte man den Controller entfernen und am PC überprüfen, ob er noch funktioniert.

Wenn alles läuft, können Sie sich an das Zusammensetzen des Gehäuses machen. Das Gehäuse bietet ausreichend Platz für die zusätzliche Hardware. Dauerhaft ist es wohl besser, wenn Controller und Leitungen nicht frei im Gehäuse liegen und möglicherweise mit der Heizung in Berührung kommen. Daher habe ich den Controller an die Seitenwand des oberen Gehäuseteils geklebt.

Feinschliff

Über die MQTT-Schnittstelle lässt sich der Whirlpool in eine Hausautomation einbin-

den oder einfach nur per Skript steuern. Im Kasten „MQTT Broker Mosquitto“ finden Sie eine Anleitung für die Installation eines MQTT-Brokers. In den Einstellungen gibt man den MQTT-Server mit der IP-Adresse an. Ein Servername scheint nicht vorgesehen zu sein. Im Heimnetz ist das wohl zu verschmerzen.

Belässt man es bei den Standardeinstellungen, aktualisiert der ESP-Controller alle 10 Minuten unter dem Topic `layzspa` seinen Status. Unter `layzspa/message` lässt sich beispielsweise die Temperatur auslesen.

Um den Controller über MQTT zu steuern, veröffentlicht man MQTT-Messages (zum Beispiel vom Rechner mit einer Desktopapplikation) unter dem Topic `layzspa/command`. Die Payload der MQTT-Nachricht ist im JSON-Format.

Folgende Payload setzt die Temperatur auf 33 Grad:

```
{ „CMD“: 0, „VALUE“: 33, „XTIME“: 0, „INTERVAL“: ““, „TXT“: ““ }
```

Um die Heizung einzuschalten, wird folgende Payload benötigt:

```
{ „CMD“: 3, „VALUE“: 1, „XTIME“: 0, „INTERVAL“: ““, „TXT“: ““ }
```

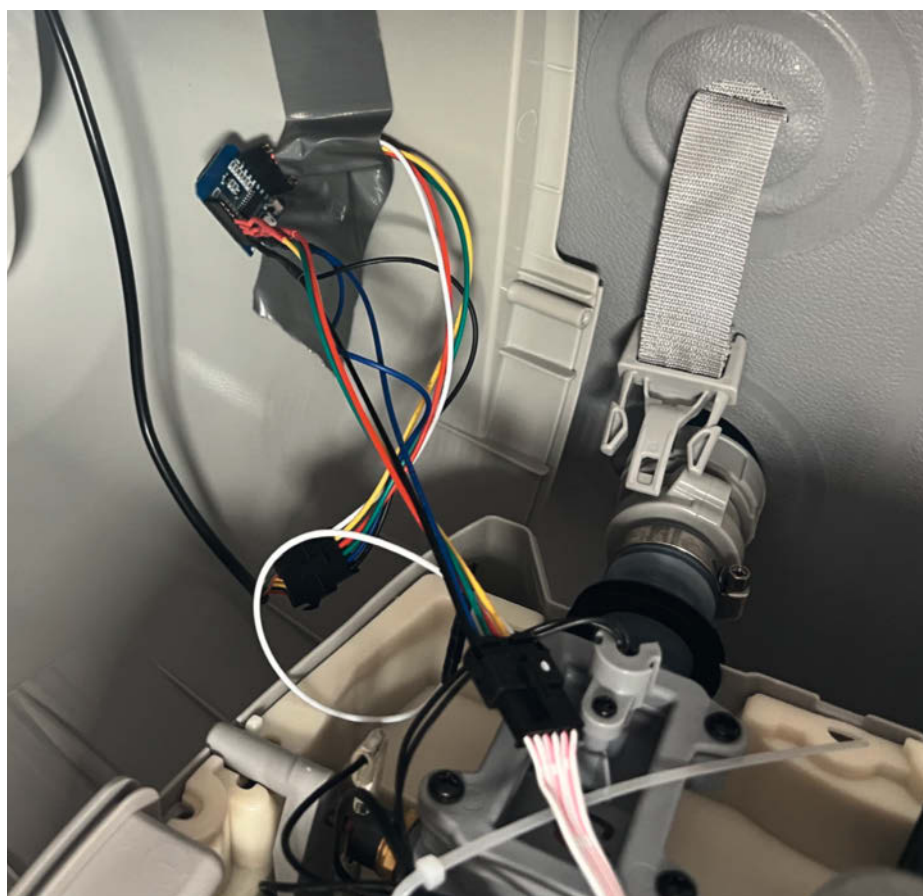
Wurde die MQTT-Nachricht erfolgreich verarbeitet, quittiert die Software das mit MQTT-Statusmeldungen. Außerdem sollte man die Änderung auf der Webseite im Browser sehen. Im Fehlerfall bekommt man keine Rückmeldung. Die Kommandos sind in der Datei `enums.h` unter `enum Commands` definiert. Bei den meisten Kommandos erschließt sich anhand des Textes die Funktion. Intern wird die Aufzählung durch Zahlen – beginnend mit 0 – umgesetzt. Daher muss man in der JSON-Datei eine Zahl bei CMD senden. Bei den Parametern heißt es ausprobieren oder man liest sich in den Quelltext der Datei `bwc.cpp` ein.

Fazit

Durch dieses Projekt ist es möglich, Temperatur und Heizung aus der Ferne zu kontrollieren. Das ist von Vorteil: Da der Energieverbrauch eines solchen Geräts nicht unwesentlich ist, kosten falsche Einstellungen oder vergessenes Herunterregeln unnötig Ressourcen und Geld. Die Alexa-Integration ist ein nettes Extra, welches den Whirlpool dann wirklich smart macht.

Auf der Seite des Projektes befindet sich eine Übersicht über kompatible Whirlpool-Modelle und deren Modellnummern. Außerdem findet sich dort eine Liste mit Boards, die auf Kompatibilität getestet sind. Diese Listen werden unregelmäßig upgedatet. Der Link dazu ist in der Onlineinfo enthalten.

—das



Im Gehäuse ist genug Platz, um den Controller zu befestigen.

Make:

JETZT IM ABO GÜNSTIGER LESEN



GRATIS!



2x Make testen mit über 30 % Rabatt

Ihre Vorteile im Plus-Paket:

- ✓ Als **Heft** und
- ✓ **Digital** im Browser, als PDF oder in der App
- ✓ Zugriff auf **Online-Artikel-Archiv**
- ✓ **Geschenk**, z. B. Make: Tasse

Für nur **19,40 €** statt **27-€**

Jetzt bestellen:
make-magazin.de/miniabo



Speichertasten für Weller-Lötstation nachrüsten

Kann man eine gute Lötstation noch besser machen? Ja, es geht und kostet Sie gerade einmal 10 Euro. Mit dem kleinen Umbau und einem Arduino rüsten Sie Speichertasten für Ihre wichtigsten Löttemperaturen nach und sparen so mehrere hundert Euro.

von Florian Schäffer



Die bewährte Lötstation Weller WE 1010 ist schon seit Jahren im Handel und wir hatten sie bereits in der Make-Ausgabe 5/18 kurz vorgestellt (siehe Link in der Kurzinfor). Für nach wie vor rund 145 Euro erhalten Sie eine digitale, temperaturgeregelte Lötstation mit LötKolben und Zubehör vom Markenhersteller. Langlebigkeit, eine große Auswahl an hochwertigen Lötspitzen, gute Temperaturregelung und vor allem ein ergonomischer LötKolben sind wichtige Merkmale.

Einziger Wermutstropfen ist, dass es keine Speichermöglichkeit für verschiedene Temperatureinstellungen gibt. Das ist etwas lästig, denn zwischen zwei Temperaturen wechselt man häufiger. Meistens sind es zum Beispiel 350 °C für bleihaltiges Lötzinns und etwa 400 °C zum Abisolieren von Kupferlackdrähten. Nutzen Sie wechselweise noch bleifreies Lötzinns, kommt eine weitere Arbeitstemperatur hinzu. Im Auslieferungszustand können Sie die Soll-Temperatur nur schrittweise über Auf- und Abwärtstaster einstellen. Die günstigste Station von Weller mit Speichertasten und ansonsten ähnlicher Ausstattung kostet aber schon deutlich über 400 Euro – ein satter Aufpreis für die Tasten.

Funktionswünsche und Lösungsansatz

Wenigstens zwei Taster für den Abruf individueller Temperaturvorgaben wären bei der WE 1010 praktisch. Die jeweiligen Temperaturen könnten fest vorgegeben sein, denn meistens nutzen Sie sowieso Ihre favorisierten Werte unverändert, sobald Sie etwas Erfahrung gesammelt haben.

Das besondere Extra wäre natürlich eine jederzeit umprogrammierbare Tastenbelegung, so wie das bei anderen digitalen Lötstationen auch der Fall ist. Wenn das Gerät schon offen ist, dann kann auch gleich noch eine Power- und Status-LED rein, damit man auch im Dunkeln oder von der Seite erkennen kann, ob die Station läuft und in welchem Betriebszustand sich unsere Erweiterung befindet.

Nachdem die Wunschliste beisammen ist, stellt sich die Frage, wie das realisiert werden kann. Ein Blick ins Innere der WE 1010 zeigt, dass die Station relativ einfach aufgebaut ist. Die gesamte Steuerung erfolgt über einen Mikrocontroller, der leider unzugänglich unter dem großen LC-Display steckt. Am Rand gibt es eine Anschlussleiste, die sehr nach einem Interface aussieht, über die der Hersteller die Firmware im Controller aufspielen und ändern kann. Über dieses könnte der Controller eventuell umprogrammiert werden. Vielleicht gibt es sogar in der Firmware bereits die Funktion für Speichertasten, denn auf dem Display wird die gleiche Symbolik benutzt wie bei anderen Stationen auch, um anzuzeigen, welche Soll-

Kurzinfor

- » Tastendrucke bei einem Gerät mit dem Arduino simulieren
- » Daten im EEPROM des ATmega dauerhaft speichern und auslesen
- » Timer zur Steuerung der Blinkfrequenz einer LED nutzen

Checkliste

-  **Zeitaufwand:**
etwa 4 Stunden
-  **Kosten:**
ab 10 Euro (je nach Board, ohne Lötstation)
-  **Programmieren:**
Grundkenntnisse Arduino/C++
-  **Löten:**
Schaltungsaufbau auf Lochrasterplatine
-  **Hochspannung:**
Ungefährlich, da nur Verbindungen zu Niederspannung

Material

- » Arduino Nano oder ähnliches Board mit ATmega328 (5 V, 16 MHz)
- » 2 NPN-Standard-Transistoren BC547 oder vergleichbar
- » LED 20 mA
- » Elko 220 µF/6,3 V
- » 2 Widerstände 4,7 kΩ
- » Widerstand 150 Ω
- » 2 Taster
- » Lochrasterplatine ca. 4 × 6 cm
- » Montagematerial, Litze, Zweikomponenten-Kleber etwa UHU Endfest

Mehr zum Thema

- » Dieser Artikel erschien zuerst in der Make-Ausgabe 6/18, S. 122
- » Florian Schäffer, Universalzähler dank Taschenrechner-Hack, Make 5/18, S. 80
- » Luca Zimmermann, Lötstation – selbstgebaut, Make 5/16, S. 12
- » Florian Schäffer, Lizenz zum Löten, Make Sonderheft 2017 „Richtig loslegen“, S. 78


Alles zum Artikel im Web unter
make-magazin.de/xf47



Temperatur gewünscht ist. Dafür müsste man aber das Display auslöten und am Controller nach den passenden Anschlüssen suchen oder eine neue Firmware programmieren. Das ist aufwendig und fummelig und die Erfolgsaussicht, Tastenanschlüsse zu finden, ist gering. Wären tatsächlich welche vorhanden, ist es sowieso nur eine Frage der Zeit, bis der Hersteller reagiert und die Firmware für neue Modelle abändert.

Deshalb gehen wir einen anderen Weg und greifen einen Trick aus der Make-Ausgabe 5/18 auf, mit dem Tastendrucke bei Taschenrechnern durch externe Taster oder Sensoren ausgelöst wurden (siehe Link in der Kurzinfor). Leider können wir die aktuell eingestellte Temperatur nicht ermitteln, um von dieser zum neuen Wunschwert zu gelangen. Aber es gibt einen Umweg: Die Auf- oder Ab-Taste an der Station kann nicht nur sequentiell gedrückt, sondern auch festgehalten werden. Die Temperatureinstellung wird dann schnell nach unten oder oben geändert und endet bei der kleinstmöglichen Temperatur von 100 °C oder der größtmöglichen von 450 °C. Um eine neue Temperatur einzustellen, kann ein zusätzlich eingebauter Mikrocontroller erst einmal so tun, als würde der Anwender eine der beiden Tasten lange drücken. Damit setzen

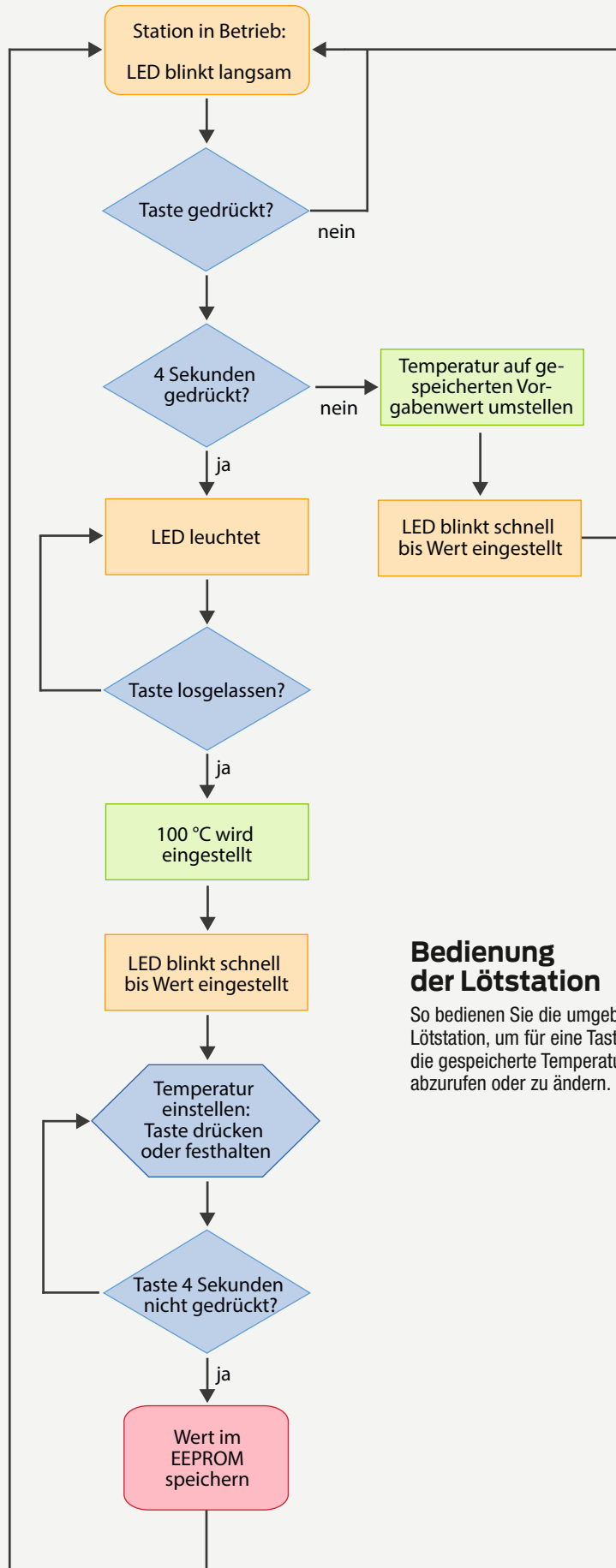
wir die Temperatur beispielsweise auf die minimalen 100 °C, von der wir uns nun durch einzelne Tastendrucke bis zum gewünschten Wert hocharbeiten können.

Bedienkonzept

Wird eine der neu eingebauten Speichertasten einmal kurz gedrückt, ändert der Arduino zuerst die Temperatureinstellung zum oberen oder unteren Endwert (je nachdem, welche Temperatur näher ist). Anschließend werden so viele einzelne Tastendrucke simuliert, wie nötig sind, um zur Wunschtemperatur zu gelangen.

Nun ist die flexible Änderung der hinterlegten Temperaturen einfach zu realisieren. Wird eine Taste lange gedrückt, wird die Temperaturanzeige bis zur unteren Grenze gestellt und anschließend werden die manuellen Tastendrucke des Benutzers gezählt. Erfolgt innerhalb einer eingestellten Zeit (vier Sekunden ist die Vorgabe) kein erneuter Tastendruck, wird der eingestellte Wert im EEPROM des Arduino gespeichert, von wo er beim Einschalten auch ausgelesen wird.

Die LED zeigt dem Benutzer an, in welchem Zustand sich das Programm gerade befindet. Langsames Blinken (alle zwei Sekunden) steht



Bedienung der Lötstation

So bedienen Sie die umgebaute Lötstation, um für eine Taste die gespeicherte Temperatur abzurufen oder zu ändern.

für den normalen Betrieb der Station. Schnelles Flackern zeigt an, dass die Temperatur gerade vom Arduino verstellt wird. Dauerhaftes Leuchten und Aufleuchten bei Tastendrücken wird genutzt, um den langen Tastendruck und die einzelnen Tastendrücke bei der Wertänderung zu signalisieren.

In der Praxis sieht das aus Benutzersicht so aus: Um einen neuen Wert für eine Taste einzustellen, drücken Sie die Taste lange (vier Sekunden). Die LED leuchtet währenddessen dauerhaft (fängt die LED an zu flackern, haben Sie losgelassen oder die Taste prellte und die bereits gespeicherte Temperatur wird eingestellt). Sobald die LED erlischt, lassen Sie die Taste los. Die LED flackert und die Temperaturanzeige wird auf 100 gestellt. Hört die LED auf zu flackern, können Sie die Taste wiederholt drücken oder auch festhalten, bis der neue Wert erreicht ist. Warten Sie zum Abspeichern, bis die LED wieder normal alle zwei Sekunden blinkt.

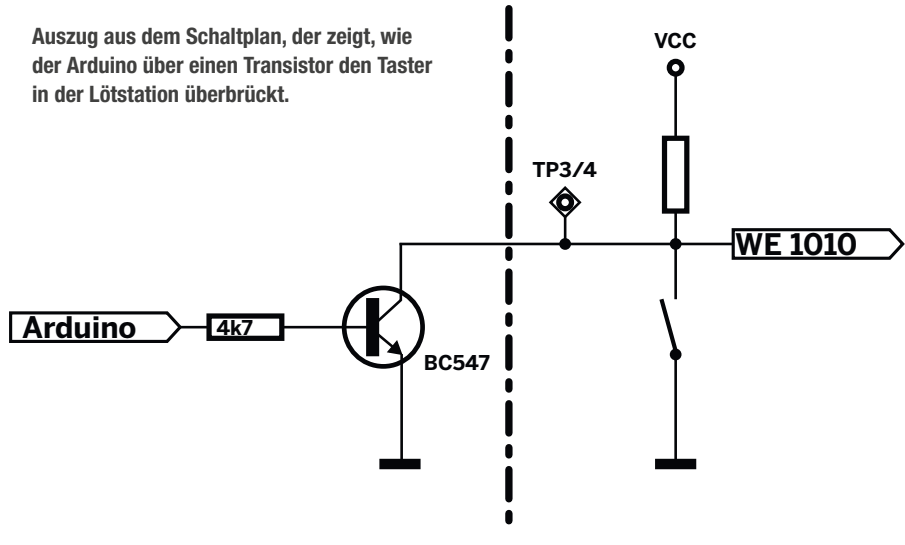
Technischer Aufbau

Die Station lässt sich sehr einfach öffnen. Dazu sind nur die zwei Schrauben auf der Rückseite neben dem Netzkabelanschluss zu entfernen. Mit einem Schraubendreher (oder besser einem Kunststoffspatel, damit keine Macken am Gehäuse zurückbleiben) hebeln Sie zwischen den beiden Schraubenlöchern das blaue Oberteil etwas nach außen vom schwarzen Unterteil weg und nach oben. Dadurch haken Sie die Rastnasen auf der Rückseite aus und können dann das Oberteil nach oben und vorne kippen, um die Nasen an der vorderen Unterseite im Inneren auszuhebeln. Die Frontplatte hängt dann schon lose nur noch am Unterteil.

Die Platine in der Station kommt unserer Umbauidee sehr entgegen: Die zwei Testpunkte TP3 und TP4 sind mit den Kontakten für die zwei Tasten verbunden. Diese sind auf der anderen Seite der Platine als offene Leiterbahnen ausgeführt, die mit der Gummitastenkappe auf der Frontseite kurzgeschlossen werden. Der so gebildete Schalter zieht die 5V Betriebsspannung, die über einem Pull-up-Widerstand an je einem I/O-Pin des Controllers der Station anliegt, gegen Masse. Unsere Schaltung muss also nur diese Spannung ebenfalls gegen Masse schalten, wofür ein einfacher NPN-Schalttransistor bestens geeignet ist.

Im Programm ist eingestellt, wie lange die Tasten maximal zu drücken sind, um einmal durch den gesamten Wertebereich zu fahren. Die Vorgaben im Quellcode sind so gewählt, dass der Endwert sicher erreicht wird. Um anschließend die gewünschte Temperatur einzustellen, folgen viele einzelne Impulse bis zum Zielwert. Wie sich zeigte, ist die Elektronik in der Lötstation nicht in der Lage, sehr schnelle Signale für einzelne Tastendrücke zu verarbeiten.

Auszug aus dem Schaltplan, der zeigt, wie der Arduino über einen Transistor den Taster in der Lötstation überbrückt.



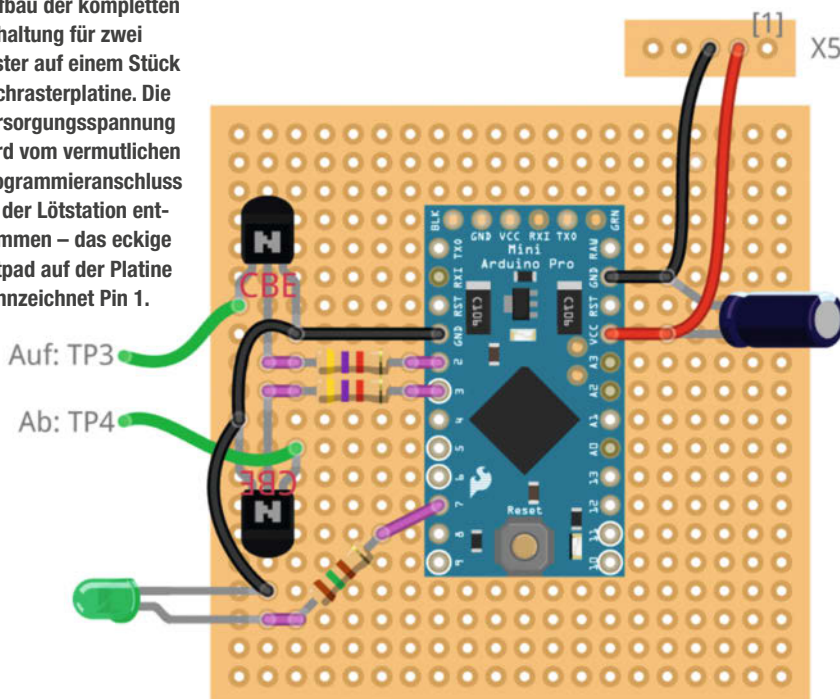
Kommt es Ihnen nicht aufs Grad genau an, können Sie durch Ändern der Vorgaben im Code kürzere Impulse für die simulierten Tastendrücke generieren und so schneller die neue Temperatur erreichen. Dann kann es aber vorkommen, dass die Station sich bei einzelnen Impulsen verschluckt und der Zielwert um ein paar Grad verfehlt wird.

Die LED wird über einen Vorwiderstand an einen I/O-Pin des Arduino angeschlossen, damit wir sie vom Programm aus steuern können. Der Elektrolytkondensator ist elementar

wichtig und stabilisiert die Spannung, die wir von der Programmierleiste X5 abzapfen.

Um Platz zu sparen, wurde bei Entwicklung dieses Umbaus ein Arduino Pro Mini verwendet. Dieser war etwas kleiner und günstiger als ein Nano, bot aber keine USB-Buchse zum Programmieren, sodass man einen zusätzlichen USB-Seriell-Adapter benötigte. Falls Sie keinen arbeitslosen Pro Mini mehr haben (Arduino bietet das Board nicht mehr an), nutzen Sie einfach einen Nano, dann entfällt auch das Hantieren mit dem Adapter.

Aufbau der kompletten Schaltung für zwei Taster auf einem Stück Lochrasterplatine. Die Versorgungsspannung wird vom vermutlichen Programmieranschluss X5 der Lötstation entnommen – das eckige Lötpad auf der Platine kennzeichnet Pin 1.



fritzing

Hier kommt Verstärkung



Das **Make-Sonderheft** bietet einen praxisorientierten Einstieg in Schaltungen mit Operationsverstärkern inkl. Experimentierset.

Will man Sensorsignale verarbeiten oder verstärken, Spannungen überwachen oder Audiosignale filtern: Mit geringem Aufwand und ohne komplizierte Berechnungen setzt man Operationsverstärker ein. Das Heft erklärt, wie alle Schaltungen funktionieren.

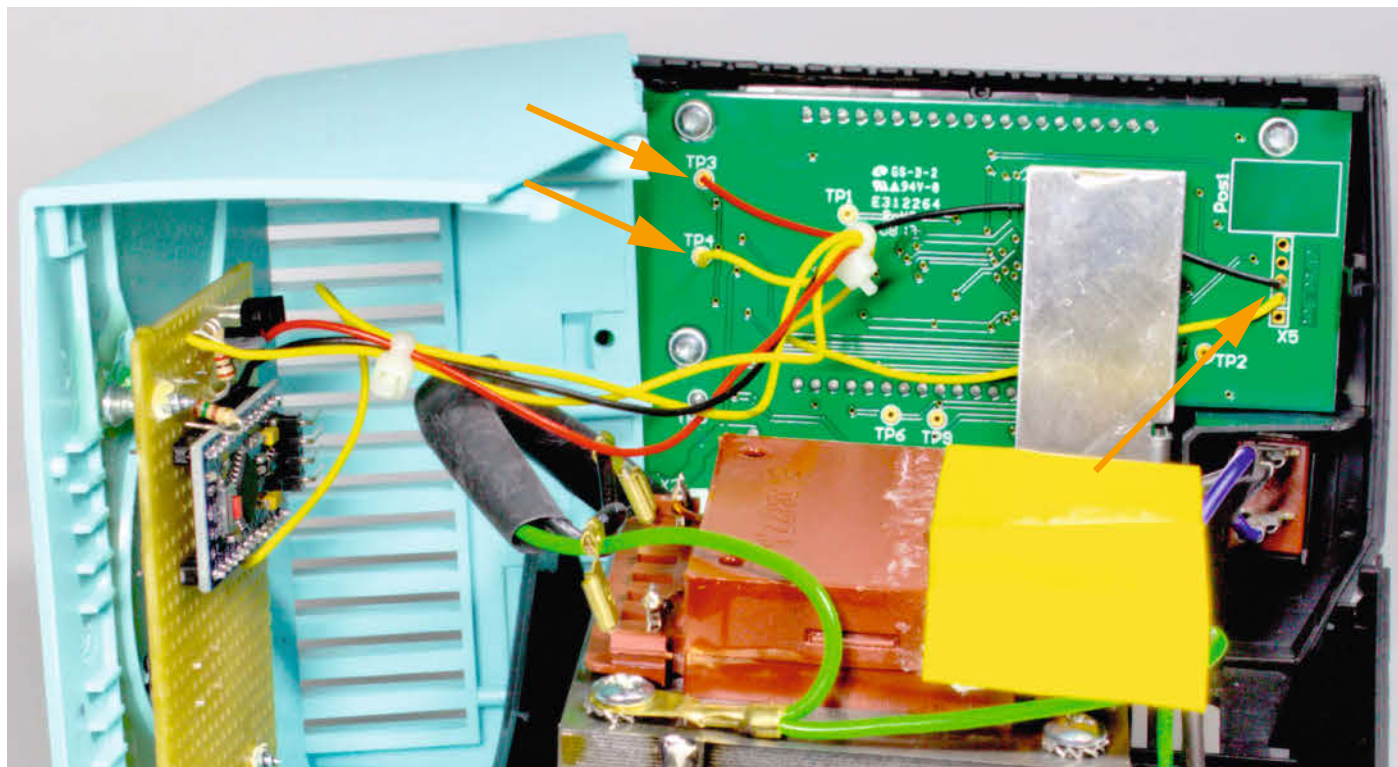
- ▶ Operationsverstärker verstehen
- ▶ Komparatoren und Schmitt-Trigger erklärt
- ▶ Spannungsversorgungen und virtuelle Masse
- ▶ Schaltungen selbst entwerfen und berechnen
- ▶ Viele praktische Anwendungen
- ▶ **Inklusive Experimentierset Operationsverstärker**

Heft + Experimentierset für nur 49,95 €

 shop.heise.de/make-opv

Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten oder ab einem Einkaufswert von 20 € (innerhalb Deutschlands). Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.

 heise Shop



Die Lochrasterplatte wurde nach dem Bohren der Löcher für die Taster und die LED an den Gehäusedeckel geklebt. Die Schrauben dienen lediglich als Abstandshalter. Über die Lötunkte (Pfeile) wird die Hauptplatine mit der Erweiterung verbunden.

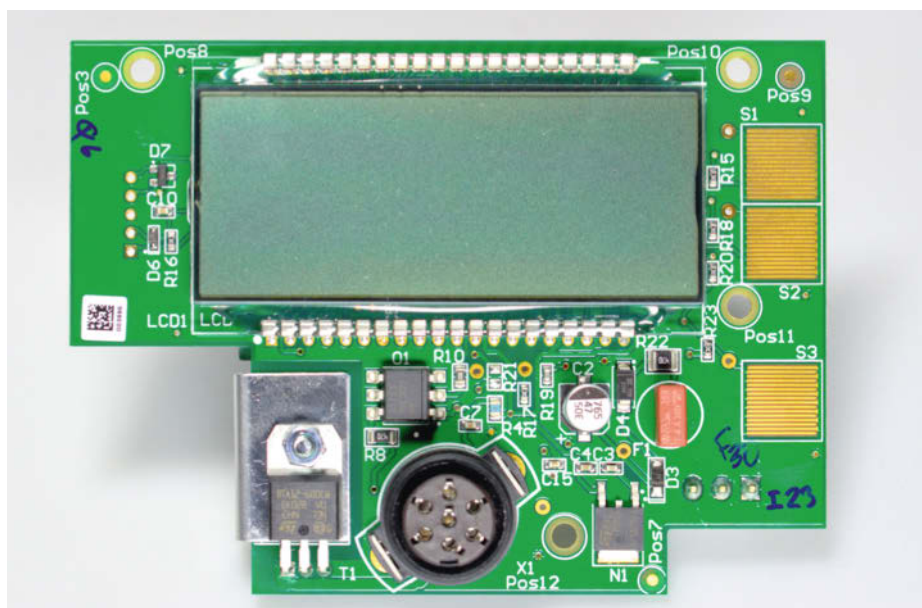
Für die Taster können Sie das Modell wählen, das Ihnen am besten gefällt. Im Muster-aufbau sind Kurzhubtaster verbaut, die auf der Kupferseite der Lochrasterplatte stecken. Um das Gehäuse der Station nicht mit Schrauben zu verschandeln, ist die Platine mit Zweikomponentenkleber eingeklebt worden, nachdem die Löcher für die Taster und die LED gebohrt

wurden. Einfach in die Platine gedrehte Blechschrauben dienen als primitive Abstandshalter. Es kann nicht schaden, über die Netzanschlusskontakte des Trafos noch eine Isolation (aufgeschnittener Schrumpfschlauch, Hartfaserplatte oder Ähnliches) zu legen und diese ebenfalls festzukleben. Damit werden gefährliche Kurzschlüsse verhindert, sollte

sich Ihre Platine durch Vibrationen oder Stöße einmal lösen.

Den Sourcecode können Sie wie immer über den Link in der Kurzinfor am Artikelanfang herunterladen, in der Arduino IDE passend zu Ihrem Controller kompilieren und übertragen. Neben den ausführlichen Kommentaren im Code werden einige interessante Aspekte im hier abgedruckten Auszug erläutert. Wenn Ihnen die zwei Speichertaster nicht ausreichen, können Sie mehr nachrüsten, indem Sie diese an weitere I/O-Pins des Arduino anschließen und den Programmcode erweitern.

—pek



Für den Umbau müssen Sie die Platine gar nicht komplett ausbauen – rechts sehen Sie die Tastenfelder, die aus vielen parallel verlaufenden Leiterbahnen bestehen.

Gewährleistung und Netzspannung

Sobald Sie Umbauten an der Lötstation vornehmen, erlischt Ihr Gewährleistungsanspruch – auch wenn der Umbau nicht Schuld an einem Defekt sein sollte. Testen Sie eine neue Station also lieber vorher ausgiebig.

Sobald Sie das Gerät öffnen, liegen die Netzanschlüsse im Inneren frei. Arbeiten Sie am offenen Gerät nur bei abgezogenem Netzkabel!

we1010_hack.ino

```
#include <EEPROM.h>
```

```
uint16_t Temp1 = 350;
uint16_t Temp2 = 400;
const uint8_t KeyUp = 2;
const uint8_t KeyDown = 3;
const uint8_t KeyTemp1 = A0;
const uint8_t KeyTemp2 = A1;
const uint16_t TempMin = 100;
const uint16_t TempMax = 450;
const uint8_t TLength = 70;
const uint8_t TPause = 150;
const uint16_t TMaxDiff = 4500;
const uint8_t LedPin = 7;
volatile uint16_t TimerValue;
const uint16_t LedNormal = 65535 - 2 * 16000000 / 1024.0;
const uint16_t LedFast = 65535 - 0.05 * 16000000 / 1024.0;
const uint16_t LedOn = 65530;
```

```
void SetLedSpeed (uint16_t LedSpeed)
{
    digitalWrite(LedPin, LOW);
    cli();
    TCCR1A = 0;
    TCCR1B = 0;
    TimerValue = LedSpeed;
    TCNT1 = TimerValue;
    TIMSK1 |= (1 << TOIE1);
    if (LedSpeed)
        TCCR1B |= (1 << CS10) | (1 << CS12);
    sei();
}
```

```
void SetNewTemp (uint8_t KeyTemp)
{
    // ...

    if (KeyTemp == KeyTemp1)
    {
        EEPROM.write(0, (NeueTemp >> 8));
        EEPROM.write(1, NeueTemp);
        Temp1 = NeueTemp;
    }
    else
    {
        EEPROM.write(2, (NeueTemp >> 8));
        EEPROM.write(3, NeueTemp);
        Temp2 = NeueTemp;
    }
}
```

```
ISR(TIMER1_OVF_vect)
{
    TCNT1 = TimerValue;
    digitalWrite(LedPin, digitalRead(LedPin) ^ 1);
}
```

```
void loop()
{
    // ...

    temp = (EEPROM.read(0) << 8) | EEPROM.read(1);
    if (temp == 0xFFFF)
    {
        EEPROM.write(0, (Temp1 >> 8));
        EEPROM.write(1, Temp1);
    }
    else
        Temp1 = temp;
    // ...
}
```

Die Bibliothek wird benötigt, um Speicherzugriffe auf das EEPROM zu vereinfachen.

Hier geben Sie die gewünschten Temperaturwerte für den ersten Start vor und wie schnell die Tastendrücke ausgeführt werden. Für die verschiedenen Blinkgeschwindigkeiten (z. B. alle 0,5 Sekunden) der LED werden der maximale Timerwert (65535), der CPU-Takt (16 MHz) und der eingestellte Vorteiler oder *Prescaler* (1024) benötigt.

Zur Konfiguration der Timer werden die Konfigurations- sowie das Zählerregister initialisiert. Es wird eingestellt, dass bei einem Überlauf die Interruptbehandlung ausgeführt werden soll, und der Timer wird gestartet, indem der Vorteiler eingestellt wird.

Weil die Temperatur als 16-Bit Wert (*word*) vorliegt, werden zwei Bytes im EEPROM pro Wert benötigt. Durch Rechtsshift wird zuerst das höherwertige Byte gespeichert und dann das niederwertige. Die Temperatur für Taste 1 befindet sich in den Bytes 0 und 1 und die zweite Temperatur in den Bytes 2 und 3.

Löst der Timer den Überlauf-Interrupt aus, wird das Zählregister neu belegt und die LED wechselt von Hell auf Dunkel oder umgekehrt.

Bei einem fabrikneuen ATmega befinden sich keine Daten im EEPROM und alle Bytes haben den Wert `FFHex`. In dem Fall wird der im Code vorgegebene Wert ins EEPROM geschrieben. Ansonsten wird der ausgelesene Wert als Vorgabe für die Taste benutzt.

Repair-Café: Wegwerfen ist keine Option

Reparatur-Initiativen verstehen sich einerseits als Beitrag gegen industrielle Strategien des geplanten Lebensendes von Produkten und andererseits als gelebte Praxis, um ein Zeichen gegen die Wegwerfgesellschaft zu setzen und einen Beitrag zum Umweltschutz zu leisten.

von Ulrich Schmerold



Egal, wie sich diese Reparatur-Initiativen nennen: Repair Café, Reparier-Bar, Elektroniksprechstunde, Reparatur-Treff, Elektronikhospital, Café Kaputt und so weiter – sie alle haben das gleiche Ziel: Müll vermeiden und Werte erhalten. Mehr als 1500 Initiativen sind derzeit in Deutschland aktiv, und ständig kommen neue hinzu.

Meist arbeiten dort ehrenamtliche Helferinnen und Helfer aus verschiedenen Fachrichtungen, z. B. Elektriker, Elektroniker, Radio- und Fernsehmechaniker, aber auch Schneiderinnen, Mechaniker oder Bastler aus allen Berufen. Grundsätzlich ist jeder willkommen, der etwas zum Repair-Café beitragen möchte.

Der/die VerbraucherIn (Kunde) kann sich während oder vor der Reparatur gerne bei Kaffee und Kuchen stärken. Meistens ist die Neugierde der Kunden, bei der Reparatur zuzusehen und etwas über das mitgebrachte Gerät zu erfahren, sehr groß. Oft möchte der Kunde auch selbst Hand anlegen. So entsteht ein ganz besonderer Bezug zum mitgebrachten Gerät: „Das habe ich selbst repariert!“

Repariert wird fast alles, was transportabel ist. Vom geliebten Radio aus den 50er Jahren über CD-Player bis hin zu Staubsaugern, Hochdruckreinigern, Toastern und Kaffeemaschinen. Waschmaschinen, Trockner und ähnliche Geräte sind aufgrund ihrer Größe ausgeschlossen. Viele Repair-Cafés bieten auch Fahrrad- und Kleiderreparaturen oder Handyhilfe für ältere Menschen an.

Die Reparatur ist in der Regel kostenlos, eine kleine Spende für die Spendenkasse ist nicht obligatorisch, aber willkommen. Der Inhalt der Spendenkasse wird dann für die eigenen Kosten des Repair-Cafés und als Spende z. B. für soziale Projekte verwendet. Notwendige Ersatzteile müssen jedoch extra bezahlt werden und sollten vom Kunden bis zum nächsten Termin besorgt werden.

Was wird repariert?

Das Spektrum der Geräte, die ins Repair-Café gebracht werden, ist sehr vielfältig: Sehr oft

handelt es sich um ein Lieblingsgerät des Kunden, z. B. ein altes Radio, eine Küchenmaschine („So eine gute Küchenmaschine gibt es heute nicht mehr“), einen Mixer oder einen CD-Player, der nur noch sporadisch funktioniert.

Manchmal gibt es auch skurrile Spielzeuge, wie zum Beispiel einen Dinosaurier, der leuchtende Augen hat, laufen und brüllen kann (zumindest bevor er kaputt ging). Nach der Reparatur läuft er wieder stolz durch den Raum – zur Freude aller Anwesenden.

Die Hitliste der häufigsten Reparaturen bei uns:

- Austausch defekter Anschlusskabel
- Austausch von Kohlebürsten in Bohrmaschinen, Mixern und Küchenmaschinen
- Reinigung von optischen CD- und DVD-Leseköpfen
- Reinigen von magnetischen Ton- oder Videoköpfen
- Beseitigen von Kontaktfehlern in Schaltern
- Reinigen von Fernbedienungen (nach ausgelaufenen Batterien)
- Kaffeemaschinen: meist Verkalkung oder Fremdkörper
- Toaster: Haltemagnet oder Heizspirale
- Staubsauger: Motor, Leckagen, Verstopfungen
- Föhn: Netzkabel oder Heizelement ersetzen
- Mixer: Verkrustungen, die den Motor blockieren

Das richtige Werkzeug

Für die Servicetechniker (Maker, Reparateure) stellt sich vor dem Einsatz die Frage: welche Werkzeuge nimmt man mit ins Repair-Café? Wird man zu einem Problem im Bekanntenkreis gerufen, ist es noch relativ einfach, den Werkzeugbedarf einzugrenzen, da man bereits weiß, um welches Gerät es sich handelt. Im Repair-Café ist das schon wesentlich schwieriger, da nicht vorhersehbar ist, welche Geräte zur Reparatur gebracht werden.

Fangen wir mit dem Wichtigsten an: Strom! Im Repair-Café arbeiten in der Regel mehrere Reparateure gleichzeitig, und jeder braucht an seinem Arbeitsplatz Strom. Da die Räumlichkeiten in der Regel nicht als Elektroarbeitsplatz ausgestattet sind, müssen sich oft alle eine Steckdose teilen. Daher sollte jeder Reparatur eine eigene Mehrfachsteckdose und ein Verlängerungskabel mitbringen. Ein Feuerlöscher steht hoffentlich gleich daneben.

Gehen wir systematisch vor: 95 % aller Geräte, die zur Reparatur gebracht werden, haben einen Stecker, eine externe Stromversorgung (Netzteil) oder Batterien. Das A und O ist also ein –gutes– Multimeter. Um damit messen zu können, muss das Kundengerät natürlich geöffnet werden. Daher ist ein Schraubendrehersatz unbedingt erforderlich. Dieser sollte verschiedene Größen von Schlitz-



Gut, wenn die Gemeinde solche Container bereitstellt, das reduziert die illegale Entsorgung enorm.

Kreuzschlitz- und Torx-Schraubendrehern enthalten. Da die Hersteller von Elektrogeräten oft eine Reparatur verhindern wollen, bauen sie auch Schrauben ein, die sich mit Standard-Schraubendrehern nicht öffnen lassen. Um dennoch ins Innere vordringen zu können, gibt es Bitsätze für alle denkbaren Schraubenköpfe. Auch diese sind meist unverzichtbar. So mancher Servicetechniker hat sich schon seinen eigenen Schraubendreher geschliffen, um Schrauben öffnen zu können, die bisher allen Werkzeugen widerstanden.

Im weiteren Verlauf werden sehr unterschiedliche Werkzeuge benötigt: Manchmal ist ein Lötkolben (samt Lötzinn) notwendig, um abgerissene Drähte wieder anzulöten oder um kalte Lötstellen nachzulöten. Ein Seitenschneider, eine Crimpzange mit Aderendhülsen, diverse Kabelschuhe und verschiedene Schrumpfschläuche sind für Reparaturen an Netzleitungen unbedingt erforderlich. Auf keinen Fall darf hier gepfuscht werden, indem z. B. die Litzen, statt sie mit Aderendhülsen zu versehen, einfach verlötet werden! Schließlich geht es um die Gesundheit und das Leben der Kunden!

Die weiteren Werkzeuge werden im Folgenden nur beispielhaft aufgeführt und stellen keine abschließende und immer zutreffende Liste dar.

Das Verhältnis der einzelnen Reparateure untereinander ist meist sehr gut und ungezwungen. So ist ein benötigtes Werkzeug meist im Kollektiv der Servicetechniker vorhanden. Meist genügt die Frage: „Hat jemand ein ...“ in den Raum gerufen und die Reparatur kann weitergehen.

Außerdem werden oft folgende Dinge benötigt.

- Eine Rolle Küchenpapier, es ist immer etwas schmutzig oder fettig



Die Besitzer der Geräte helfen gerne bei der Reparatur.



Von repairMonitor.org erfasste Reparaturen (ein Bruchteil der weltweiten Reparaturen).



Das defekte Anschlusskabel einer alten Stehlampe kann schnell lebensgefährlich werden.

- Wattestäbchen z. B. zum Reinigen von Tonköpfen oder der Laseroptik in CD-Spielern
- Reinigungsflüssigkeit (Isopropanol, Elektroreiniger)
- Eine Lupe, manche Fehlerstellen sind sehr klein oder die Augen der Reparierenden sind nicht mehr so gut.
- Ein Satz aller gängigen Sicherungen (F, mT, T, fällt eigentlich schon unter Material und nicht mehr unter Werkzeug)
- Seitenschneider
- Spitzzange
- Pinzette(n)
- Für größere Geräte wie z. B. einen Hochdruckreiniger ein Satz Maul-/Ringschlüssel oder ein Nusskasten

Zum Eigenschutz empfiehlt sich ein eigener Fehlerstromschutzschalter (FI) am Arbeitsplatz mit einem Auslösestrom von idealerweise 0,01 A. Dieser verhindert nicht nur gefährliche/tödliche Berührungsströme, sondern löst in der Regel auch vor dem in allen Häusern vorgeschriebenen FI (0,03 A) aus. So steht nicht plötzlich die ganze Reparaturwerkstatt ohne Strom da, wenn an einem Gerät ein Fehlerstrom auftritt. Und man entgeht den strafenden Blicken aller anderen Reparateure. Und wer garantiert, dass der hauseigene FI überhaupt noch funktioniert? Und falls ja, dass man da schnell rankommt?

Als Premium-Ausstattung gibt es heute auch bezahlbare mobile Oszilloskope, die bei elektronischen Fehlern sehr hilfreich sein können. Die Handhabung und Fehlersuche, insbesondere bei Geräten mit Netzspannung, will allerdings geübt sein.

Ersatzteile

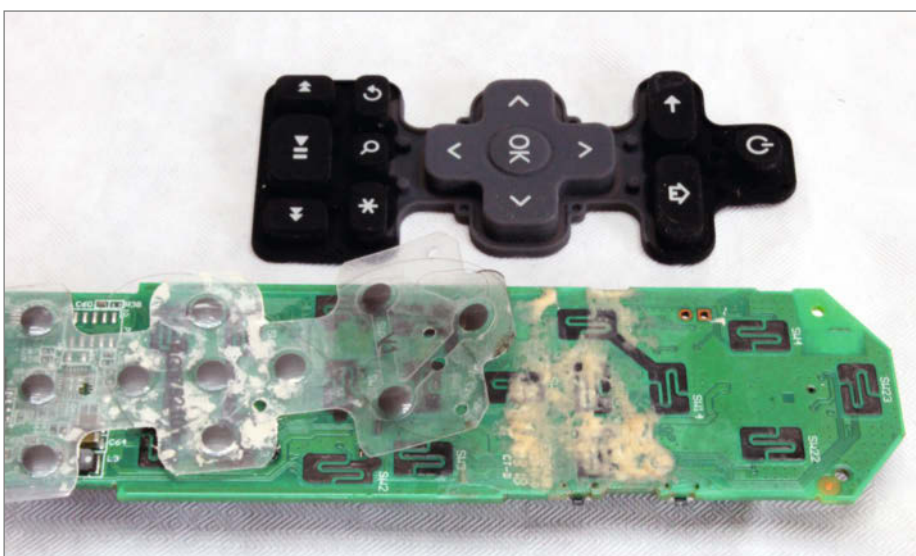
Natürlich hat jeder Reparatur eine gewisse Auswahl an Ersatzteilen dabei, die sich aus seinem Erfahrungsschatz ergibt. Dazu gehören z. B. verschiedene Anschlusskabel mit Steckern (recycelt aus alten Geräten), eine möglichst große Auswahl an Gerätesicherungen, Kabelendhülsen, Flachstecker oder verschiedene Kabellitzen.

Wenn es dann spezieller wird, z. B. Geräteschalter, Druckschalter, Thermosicherungen, Motorkohlen oder elektronische Bauteile, muss der Kunde auf den nächsten Termin vertröstet werden. Bis dahin besorgt entweder

Operativer Eingriff am Dino (er hat überlebt).

der Kunde selbst oder der Reparatur das Ersatzteil. Engagierte Reparateure nehmen das Gerät aber auch mit, besorgen das Ersatzteil und reparieren das Gerät zu Hause. Die Übergabe erfolgt dann entweder beim nächsten Repair-Café oder der Kunde holt das Gerät beim Reparatur zu Hause ab. Für ältere Menschen gibt es auch den Service, dass wir das Gerät zum Kunden nach Hause bringen.

Den einen guten Tipp für die Suche nach Ersatzteilen gibt es eigentlich nicht. Normalerweise suchen wir einfach bei eBay oder allgemein mit Google. Es ist immer wieder erstaunlich, dass wir dort Ersatzteile auch für Geräte finden, die über 40 Jahre alt sind. Wenn das Ersatzteil fast, aber nicht genau passt, wird



In dieser Fernbedienung sind die Batterien ausgelaufen. Nach einer sorgfältigen Reinigung funktionierte sie wieder einwandfrei.



es oft auch passend gemacht. Zum Beispiel Motorkohlen, die sich mit Schmirgelpapier leicht auf das gewünschte Maß bringen lassen.

Der 3D-Drucker spielt im Repair-Café eher keine Rolle. Bei den einzelnen Terminen würde die Zeit nicht ausreichen, um Ersatzteile am PC zu konstruieren und dann auszu-drucken. Wir bekommen auch kaum Geräte, die mit einem 3D-Bauteil repariert werden könnten. Beschädigte Gehäuse werden eher mit einem Zweikomponenten-Schnellkleber geflickt.

Fehlersuche

Wie geht man nun vor, um die Fehlerursache zu finden? Zunächst lohnt sich eine genaue optische und olfaktorische (geruchliche) Inspektion: Hat die Zuleitung auffällige Knickstellen oder eine beschädigte Isolierung? Gibt es Brandspuren im Gerät? Riecht das Gerät verkohlt? Sind lose Kabel erkennbar? Sind Elkos (Elektrolytkondensatoren) aufgebläht oder geplatzt (riecht nach altem Fisch)? Erfahrene Reparatoren sehen oft sehr schnell, warum das Gerät nicht mehr funktioniert.

Da in 95 % der Fälle das Gerät mit Strom betrieben wird, folgt man nun mit dem Multi-



Grundausstattung an Werkzeug

Container orchestrieren in der Praxis



Mit Kubernetes haben Sie Zugriff auf ein mächtiges Werkzeug zur Containerorchestrierung inklusive riesigem Open-Source-Ökosystem. Dieses c't-Sonderheft richtet sich an alle, die schon mit Containern arbeiten, Admins wie Entwickler gleichermaßen. Wir reichen Ihnen das komplette Handwerkszeug, um Ihren ersten Kubernetes-Cluster einzurichten und zeigen erprobte Strategien aus der Praxis für Storage und vieles mehr:

Heft + PDF mit 28 % Rabatt

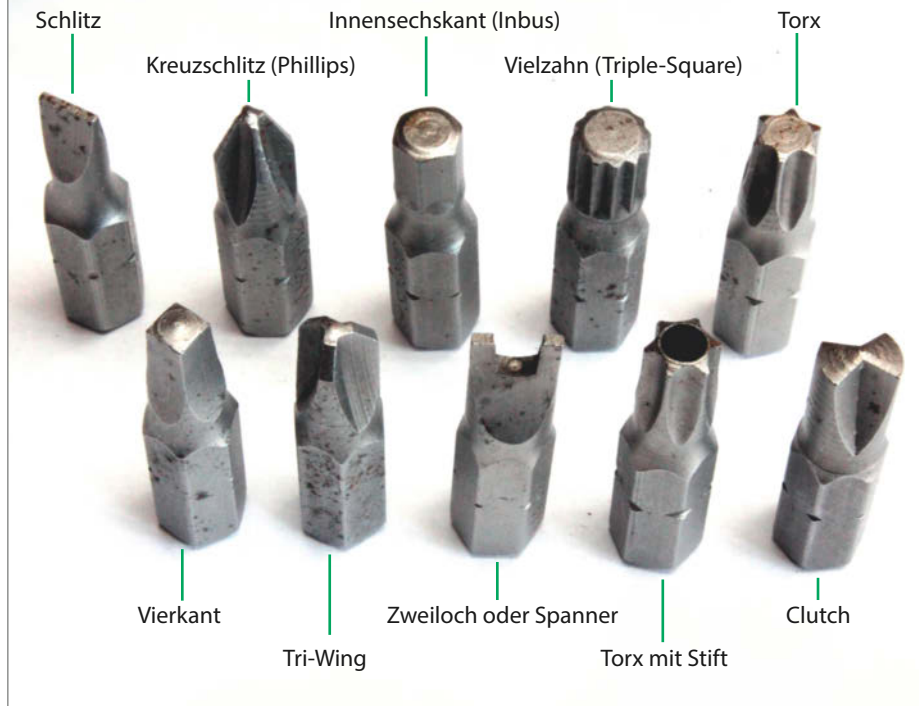
Heft für 22,50 € • PDF für 19,90 €
• Bundle Heft + PDF 30,50 €



shop.heise.de/ct-kubernetes

Sicherheits-Bits

Viele Hersteller verwenden aus Sicherheitsgründen spezielle Schrauben (z. B. in Netzgeräten), aber die passenden Bits sind inzwischen leicht und günstig zu bekommen.



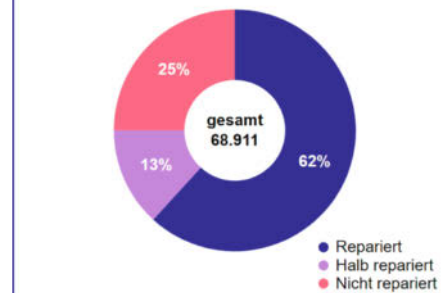
meter dem Stromverlauf. Sind z. B. am Ende des Netzkabels noch 230 V anliegend? Ist die Verbindung vom Netzkabel zum Gerät in Ordnung? Ist eine eventuell vorhandene Gerätesicherung noch in Ordnung? Funktioniert der Geräteschalter? Liegt nach einem Gerätetrafo die Niederspannung an? Ist der Gleichrichter in Ordnung?

Ist bei Niederspannungsgeräten das Netzteil in Ordnung, ist die angegebene Spannung

am Stecker messbar? Sind die Kontakte im Batteriefach korrodiert? Haben die Batterien noch genügend Energie? Ist eventuell eine Batterie ausgelaufen? Auch bei Niederspannungsgeräten sollte der Spannungsverlauf mit einem Multimeter überprüft werden.

Die gute Nachricht: Ein Großteil der Fehler wird hier bereits entdeckt und kann behoben werden. Wenn nicht, sind ab diesem Punkt meist umfangreiche Fachkenntnisse erforder-

Erfolgsrate



repairmonitor.org

Die Erfolgsrate (weltweit der teilnehmenden Initiativen) kann sich wirklich sehen lassen!

lich. Nicht jeder Reparatur ist in der Lage, komplizierte elektronische Schaltungen mit einem Oszilloskop auszumessen und auf Fehlersuche zu gehen.

In den Repair-Cafés haben sich deshalb oft Spezialgebiete unter den Reparateuren herauskristallisiert. Das macht das Reparieren effektiver und erfolgversprechender. Nur Kaffeemaschinen repariert niemand gerne (warum nur? - „Ich habe hier ein Puzzle für Sie – mein Freund hat die Maschine schon auseinandergenommen“). Dennoch sind sie in der Statistik von vielen Reparaturinitiativen ganz oben anzutreffen.

Sehr oft sind es aber auch mechanische Probleme, die ein Gerät lahmlegen, z. B. ein gerissener Gummiantriebsring in einem Kassettenrekorder, fehlendes Schmieröl in einer Pumpe, Schmutz auf der Lasereinheit eines CD/DVD-Spielers, verstopfte Schläuche oder Ventile in einer Kaffeemaschine oder ein verzogenes Gehäuse, das den Antrieb behindert.



Arbeitsplatz-Stromversorgung mit Sicherheitsfeatures



Fehlersuche an einem Kenwood-Tuner mit einem portablen Oszilloskop.

Erfreulich ist, dass Repair-Cafés Reparaturquoten bis zu 90 % erreichen. Das bedeutet, dass fast alle Kunden zufrieden nach Hause gehen. Aber auch die anderen Kunden verlassen das Repair-Café meist beruhigt, da sie nun einerseits wissen, dass sie ihr Gerät mit gutem Gewissen entsorgen können und andererseits viel gelernt haben.

Übrigens ...

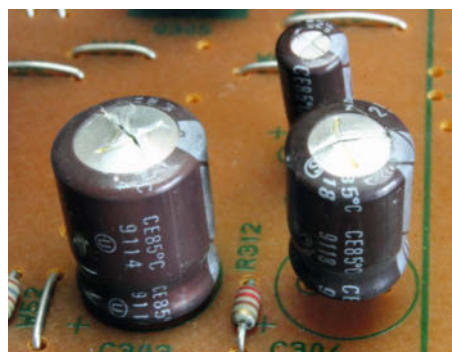
Wenn sich nun jemand angesprochen fühlt und auch in einem Repair-Café mitarbeiten möchte, ist er oder sie (der Frauenanteil ist erschreckend gering) immer willkommen. Das nächstgelegene Repaircafé findet man über Websites und Organisationen, die sich der Reparatur verschrieben haben. Die Links haben wir unter der Kurz-URL gesammelt. Gute Reparateure aller Fachrichtungen werden immer gesucht. Am Ende macht es auch noch Spaß, in die glücklichen Gesichter unserer Kunden zu blicken und einen kleinen Beitrag zur Müllvermeidung bzw. zum Umweltschutz geleistet zu haben. —caw



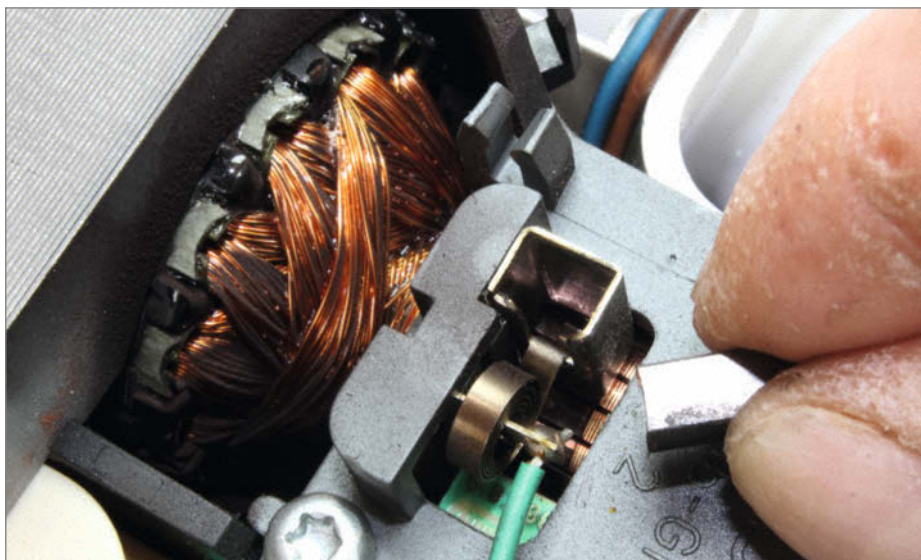
Alles zum Artikel
im Web unter
make-magazin.de/tx1



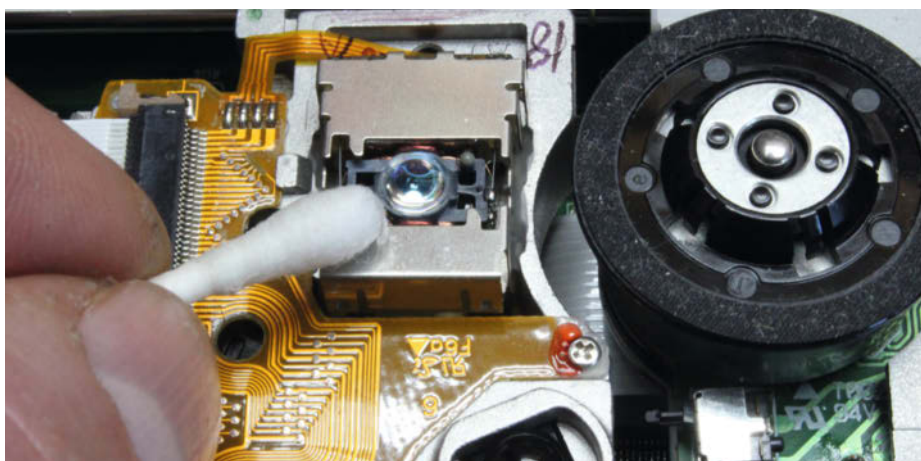
Häufig benötigtes (Verbrauchs-) Material



Bei der Sichtkontrolle entdeckt: aufgeblähte Kondensatoren. Der kleinere Kondensator im Hintergrund ist noch in Ordnung.



Verbrauchte Motorkohle an einer Küchenmaschine. Vor dem Einbau der neuen Kohle musste diese mit Schmirgelpapier auf Maß gebracht werden.



Reinigung einer DVD-Lasereinheit mit Wattestäbchen und Isopropanol

Arbeiten an einem Hochdruckreiniger. Der Fehler fand sich im Inneren eines Geräteschalters.





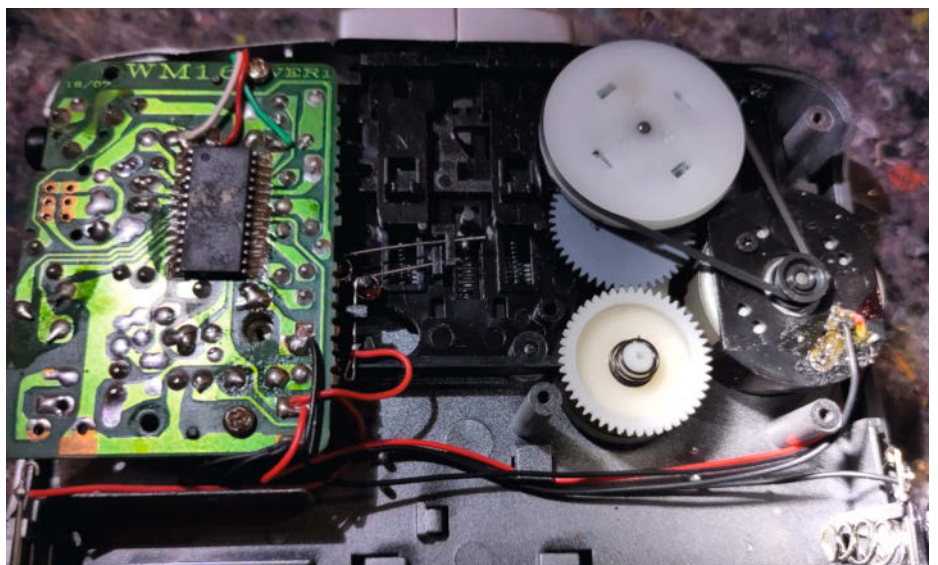
Unverhofft zum Reparatteur

Gibt ein älteres Gerät den Geist auf, muss man es nicht gleich wegwerfen. Stattdessen sollte man lieber bei einem Repair-Café vorbeischaun. Und wenn es der Zufall will, erlebt man sogar etwas, womit man gar nicht gerechnet hätte.

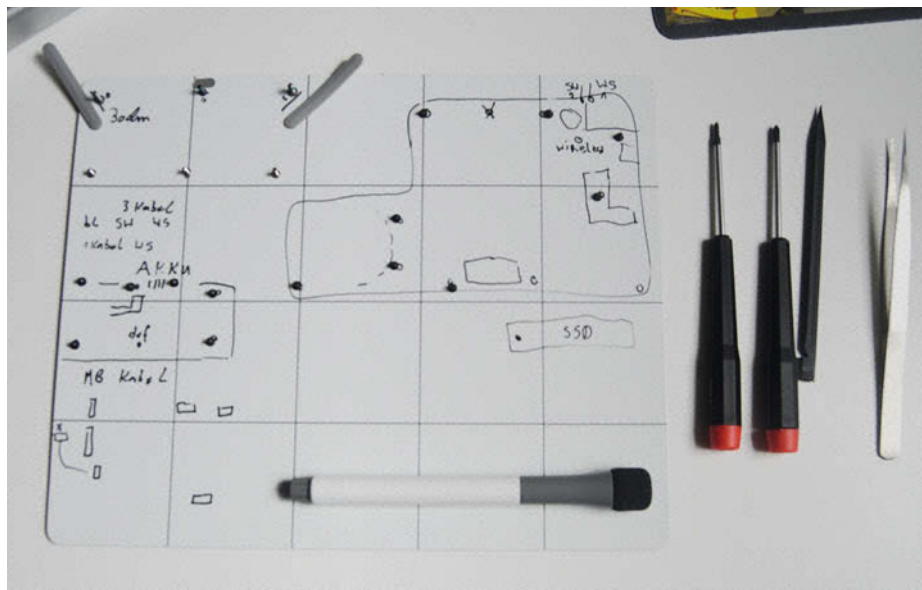
von Rainer Holzkamp

Als ich im Frühjahr 2023 einen Artikel im lokalen Kiezblättchen über das Repair-Café in Lichterfelde las, fasste ich den Entschluss, dort ohne Termin einfach mal vorbeizuschauen. Als Reparaturfall hatte ich mein Lieblingsradio dabei, das mich schon seit 30 Jahren begleitet. Meine eigenen Reparaturversuche waren bislang nicht erfolgreich gewesen und ich hoffte, dass die dortigen Experten einen Tipp für mich hätten.

Nachdem ich mich vorgestellt und etwas zugeschaut hatte, fragte man mich, ob ich nicht auch helfen wolle. Das Reparatteur-Team sei heute etwas schwach besetzt. Werkzeug hatte ich sogar dabei und da ich eine Ausbildung im Elektronikbereich absolviert hatte, konnte ich den Reparatteur Bruno gleich bei einer Lampenreparatur unterstützen. Ehe ich mich versah, erwartete danach schon mein erster Kunde mit einer defekten Fernbedienung. Diese war ziemlich verdreckt und wohl mit süßen Flüssigkeiten in Kontakt



Bei diesem Kassettenabspielgerät ist der Antriebsriemen gut erreichbar. Bei den kompakteren Radio-Kassettenrecordern wäre ein Reparatur wesentlich aufwändiger.



Diese abwischbare Arbeitsunterlage lässt sich sehr gut für Notizen verwenden.



Um diese Bürste von Haaren zu befreien, braucht man ein feines Werkzeug.

gekommen. Also zerlegte ich das Gerät und reinigte es gründlich mit Alkohol. Dabei lernte ich auch gleich, dass man kein Aceton dafür verwenden darf, da das die Leiterbahnen angreift. Nach dem Zusammenbau funktionierte die Fernbedienung wieder – meine erste Reparatur war erfolgreich verlaufen.

Schmier- und Reinigungsmittel

Wie im letzten Absatz beschrieben, ist Alkohol das ideale Reinigungsmittel, wenn Platinen gereinigt werden müssen. Wenn Teile geschmiert werden müssen, ist es wichtig, dass das Schmiermittel nicht nach einiger Zeit verharzt. Hier ist reines Glycerin eine gute Wahl. Damit konnte ich bei einem CD-Player die CD-Schublade wieder aktivieren, sodass sie nicht mehr beim Öffnen hängen blieb. Die Flüssigkeit trug ich dafür vorsichtig

mit einem Wattestäbchen an den entsprechenden Stellen auf.

Reparatur nicht immer möglich

Beim nächsten Gerät, einem Radio-Kassetten-Recorder, funktionierte der Kassettenteil nicht. Nach dem Öffnen des Gerätes stellte sich schnell heraus, dass der Antriebsriemen spröde und gerissen war. Diesen zu ersetzen würde mehrere Stunden dauern, da man das komplette Gerät hätte zerlegen müssen. Zudem sind bei alten Produkten die Kabel und Platinen oft noch ohne Stecker verbunden, sodass man alles auseinander- und wieder zusammengelötet müsste. Auch das Ersatzteil, ein genau passender Riemen, ist schwer zu beschaffen. Daher musste ich diesen Reparaturversuch leider abbrechen, da er den vorgesehenen Zeitrahmen von

einer halben Stunde weit überschritten hätte.

Arbeitsmethoden

Zu einem weiteren Termin brachte mir jemand eine Küchenmaschine zur Reparatur. Diese war wohl heruntergefallen und die Platine hatte an einer kleinen Ecke einen Bruch. Ich zog das Kabel für die Tasten ab und löttete kleine Drahtbrücken über die Platine, um die durchtrennten Leiterbahnen zu überbrücken. Nach dem Zuschrauben drehte der Motor wieder. Leider ließ er sich aber nicht mehr mit den Tasten steuern und ich musste den Kunden unverrichteter Dinge ziehen lassen. Im Nachhinein erkannte ich, welcher Anfängerfehler mir unterlaufen war: Ich hatte vergessen, das Kabel für die Tasten wieder anzustecken! Daher notiere ich mir seitdem jeden Zerlegungsschritt, damit ich



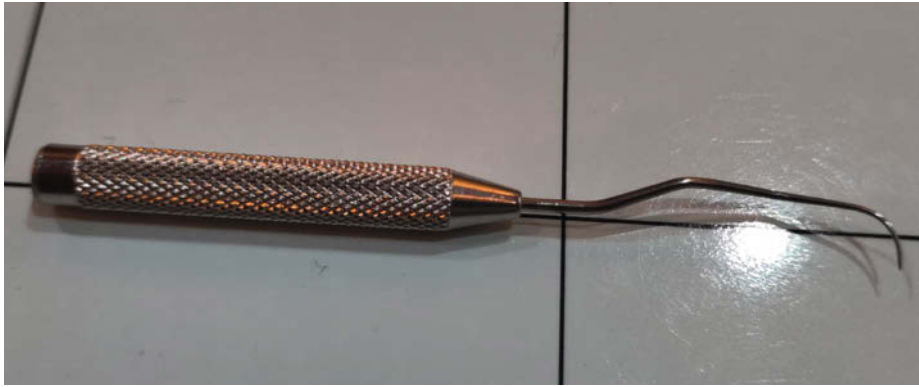
Jetzt gibt's eine aufs Dach!

- ▶ So kann jeder Stromkosten senken
- ▶ Das eigene Balkonkraftwerk
- ▶ Mikrowechselrichter kaufen und einsetzen
- ▶ Photovoltaik für alle
- ▶ Ertrag und Verbrauch im Blick
- ▶ Auch als Angebots-Paket Heft + PDF + Buch „Photovoltaik - Grundlagen, Planung, Betrieb“ erhältlich!

Heft für 19,90 € • PDF für 16,90 € • Bundle Heft + PDF 26,90 €



shop.heise.de/ct-solarstromguide23



Zweckentfremdet: Mit diesem Werkzeug arbeitet man normalerweise an Zähnen.

beim Zusammenbauen nicht wieder etwas vergesse. Im Internet habe ich dafür eine magnetische Arbeitsunterlage gefunden, die mit abwischbaren Stiften beschriftet werden kann. Das war eine meiner nächsten Anschaffungen.

Spezialwerkzeuge

Oft sind es die kleinen Spezialwerkzeuge, die die erfahrenen Reparateure bereithalten. Bei einem Akku-Staubsauger ließ sich die rotierende Bürste nicht mehr drehen bzw. der Motor schaffte es nicht, die Bürste zu drehen. Hier half ein Tool aus der Zahnarztpraxis, mit dem man die Flusen aus dem schmalen Spalt herausholen konnte. Mit einem kleinen Schraubendreher hat das nicht funktioniert.

Die Industrie macht es den Reparateuren aber auch nicht leicht, Geräte zu öffnen. Entweder sind die Schrauben so weit versenkt, dass man mit einem Standard-Steckschlüssel nicht in die Öffnung kommt oder es sind Spezialschrauben verbaut. Als Reparatur kann man sich seine Werkzeuge aber modifizieren, etwa mit einem Trennschleifer, um z.B. einen

gewöhnlichen Schraubendreher als Verlängerung in den Schlitz stecken zu können.

Teile kleben

Diese Reparaturmethode wird gerne angewandt. Doch nicht jeder Kleber eignet sich optimal für jedes Material. Mit dem Universalhelfer Sekundenkleber kann man schnell mal zwei Teile wieder zusammenfügen. Um aber z.B. Staubsaugerschläuche zu reparieren, sollte man lieber spezielle PVC-Kleber verwenden. Sie lösen die Oberflächen an, sodass sich diese verbinden, sobald die Lösungsmittel sich verflüchtigen. Diese benötigen jedoch bis zu vierundzwanzig Stunden, um auszuhärten.

Kleben muss aber nicht immer die richtige Lösung sein. Bei einem Kassettenspieler war der Mitnehmer, der die Spule der Kassette dreht, abgefallen. Mein erster Gedanke war: Sekundenkleber. Nach dem Öffnen des Gerätes und genauerer Betrachtung stellte sich aber heraus, dass der Mitnehmer nur wieder aufgesteckt werden musste. Damit war das Gerät repariert und wir hatten wieder eine zufriedene Kundin. Der Einsatz von Sekundenkleber hätte an dieser Stelle

fatale Folgen gehabt und den Mitnehmer für die Ewigkeit fixiert.

Fazit

Bei der Gerätereparatur lernt man eine Menge, da man sich in die Funktionsweise des Gerätes reindenken muss. Warum löst der Toaster nicht mehr aus? Wieso öffnet die CD-Player-Schublade nicht mehr? Das sind die Fragen, die im Repair-Café im Team gelöst werden. Die Reparateure helfen sich gegenseitig mit Werkzeugen oder Tipps, wie etwas zu lösen ist. Oft reicht aber schon ein Tropfen Alkohol zum Reinigen oder Glycerin zum Fetten, um ein Gerät wieder nutzbar zu machen. Manchmal sind Fehler auch sehr offensichtlich, z.B. wenn nur der Stecker kaputt ist. Einsteigen kann jeder, der einen Schraubendreher halten kann. Angst vor dem Kaputtmachen braucht man nicht zu haben, da die Geräte ja schon defekt sind. Der zeitliche Aufwand hält sich mit zwei Stunden im Monat in Grenzen.

Meist sind es ältere Mitmenschen, die uns aufsuchen. Sie bringen oft ein liebevoll gewonnenes Gerät zur Reparatur. Es kann aber auch schon Mal vorkommen, dass das Gerät in Ordnung ist und nur die Bedienung des Radioweckers erklärt werden muss.

Übrigens benötigte mein Radio nur ein Klopfen an der richtigen Stelle, um den Wackelkontakt temporär zu reparieren. Das war aber nicht befriedigend, da der Fehler bei kleinen Erschütterungen wieder auftrat. Also habe ich das Radio erneut geöffnet, um nochmals nach dem Wackelkontakt zu suchen. Die Kabelverbindungen sahen alle gut aus, daher habe ich mit dem Finger auf der Löt-Seite der Platine verschiedene Stellen berührt und dabei durch Zufall eine kalte Lötstelle gefunden. So konnte ich den Wackelkontakt endlich beheben. Manchmal braucht man als „Spezialwerkzeug“ auch etwas Glück.
—akf

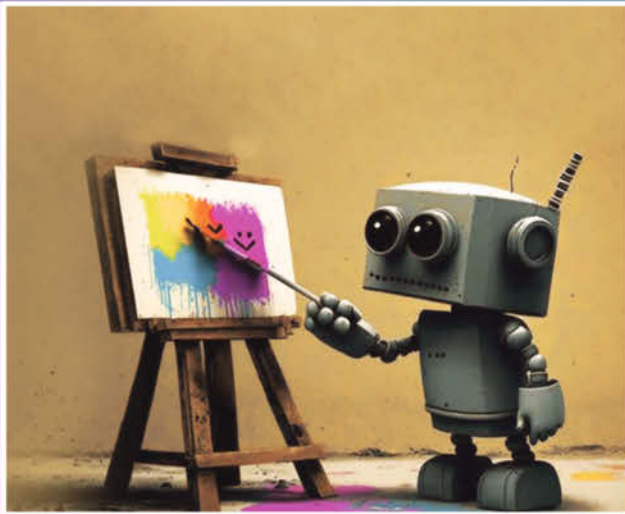


Modifizierte Schraubendreher: Geht nicht, gibts nicht.



Es gibt Teile, die sollte man besser nicht festkleben.

WIR TEILEN KEIN HALBWISSEN WIR SCHAFFEN FACHWISSEN



21.11.23

Fantastische Bildwelten mit KI

Entdecken Sie die schier grenzenlosen Möglichkeiten, die KI bietet, um erstaunliche Bilder und Grafiken zu allen nur vorstellbaren Themen innerhalb von Sekunden zu erzeugen. Das zweistündige Webinar bietet praktische Einblicke in die Nutzung des KI-Bildgenerators Midjourney und gibt Tipps zum richtigen Formulieren von Prompts.

ChatGPT und KI-Textwerkzeuge in der Praxis

4.12.23

Das c't-Webinar hilft Ihnen, die ChatGPT-Technik zu verstehen und ihren Einfluss auf Ihre Arbeit, Ihre Branche und Ihr Unternehmen einzuschätzen. Auch neueste Features – etwa ChatGPT-Plugins und Deep Fakes – werden beleuchtet.



5.12.23

ChatGPT, Midjourney & Co. – Rechtliche Aspekte beim Einsatz von KI-Generatoren im beruflichen Umfeld

Wir erklären die bestehende Rechtslage und ihre Auswirkungen auf den beruflichen Alltag. Das Webinar richtet sich an User in Unternehmen mit dem Fokus New Technology, juristisch Beratende und Selbstständige aus allen Bereichen.

Sichern Sie sich Ihren Frühbucher-Rabatt:
www.heise.de/ct/Events

IKEA-Matrix gehackt

Die Wandleuchte OBGRÄNSAD blinkt mit ihrer LED-Matrix munter vor sich her. Anpassen darf man die wenigen Muster jedoch nicht. Tauscht man die eingebaute CPU aber gegen einen ESP, lässt sich die LED-Matrix frei bespielen und sogar als Uhr nutzen.

von Dr. Ing. Armin Zink



Neulich bei IKEA führte mich der übliche Rundgang auch durch die Lampenabteilung. Mein Blick fiel dabei auf die neue $52 \times 36 \times 6$ cm große LED-Wandlampe OBEGRÄNSAD (schwed.: unbegrenzt) im Retro-Stil, die von IKEA in Zusammenarbeit mit Swedish House Mafia entwickelt wurde. Auffällig blinkte sie die Besucher an und zeigte verschiedene Motive, zum Beispiel sich bewegende horizontale Linien, gefolgt von Kreisen, die von innen nach außen wandern oder herunterfallende Pixel, die dem Matrix-Bildschirmschoner ähneln.

Obwohl sie relativ groß und schwer ist, enthält sie nur 256 (16×16) weiße Pixel. Diese haben zudem auch noch unterschiedliche Abstände in horizontaler und vertikaler Richtung. Das heißt: Trotz gleicher Pixelzahl auf beiden Achsen ist das Objekt nicht quadratisch. Das Gerät besitzt zudem einen großen Taster, mit dem man es an- und ausschalten und die Licht-Programme wechseln kann. Die Stromversorgung erfolgt über ein langes USB-Kabel. Ein Netzteil liegt nicht bei.

Trotzdem dachte ich mir: „Das Gerät muss ich mitnehmen! Eine tolle Basis zum Basteln“. Und so landete der große Karton im Einkaufswagen. Ein Test zu Hause zeigte leider schnell, dass die eingebauten Effekte nach kurzer Zeit doch nerven und das Objekt so jedenfalls nicht zu gebrauchen ist. Also habe ich das Gerät geöffnet und mit einer neuen CPU versehen. Ansonsten habe ich die im Lieferumfang enthaltenen Materialien, also das eingebaute USB-Stromkabel und den vorhandenen Taster verwendet.

Das Ergebnis, das ich hier vorstellen möchte, ist eine Wanduhr, die ihre Zeit per WLAN bezieht und deren Helligkeit man (im Gegensatz zum Original) einstellen kann. Dieses Projekt dient der Einführung in das Thema Uhrzeit und LED-Matrix-Programmierung sowie als Basis zu eigenen Experimenten. Im ersten Abschnitt erkläre ich, wie man die Wanduhr modifiziert und im zweiten Abschnitt, wie der

Kurzinfo

- » IKEA-Wandleuchte modifizieren
- » 16×16 LED-Matrix mit WEMOS D1 mini Pro steuern
- » Eigene Zeichensätze in Mikrocontroller-Projekten verwenden

Checkliste



Zeitaufwand:
2 Stunden



Kosten:
ca. 110 Euro

Material

- » IKEA OBEGRÄNSAD
- » WEMOS D1 Mini Pro
- » Kabel

Werkzeug

- » Lötkolben
- » Bohrmaschine
- » Seitenschneider
- » Cutter
- » Heißluftföhn

Mehr zum Thema

- » Dr. Ing. Armin Zink, Airsign, Make 4/22, S. 52
- » Ákos Fodor, Adafruit GFX Library: Malen mit Zahlen, Make 2/23, S. 64
- » Peter Tschulik, LED-Laufschrift mit ESP32, Make 4/21, S. 8

Alles zum Artikel
im Web unter
make-magazin.de/xpsg



Code funktioniert, damit man besser versteht, wie er sich anpassen lässt. Ich wünsche viel Spaß beim Nachbauen!

Vorbereitung

Da ein Service an dem Gerät scheinbar nicht vorgesehen ist, gibt es leider am Gehäuse der Lampe keine Schrauben, sondern es wurde vernietet. Die Köpfe der Nieten lassen sich aber mit einem 8mm-Metallbohrer ganz leicht entfernen, sodass man danach den Deckel abnehmen kann (Bild 1).

Anschließend muss man die CPU entfernen. Diese sitzt gegenüber dem Drucktaster auf der

weißen Platine an der Position „U1“ (in Bild 2 rot markiert) und trägt die Bezeichnung GQDX1S2 (Bild 3). Man entfernt sie am einfachsten, indem man ein Messer unter die CPU schiebt und dabei die Kontakte mit einer Heißluftpistole oder nacheinander mit einem Lötkolben erhitzt. Alternativ reicht es auch, den Power-Pin1 des Chips U1 abzulöten (Bild 4).

Mikrocontroller verdrahten

Als neue Steuereinheit verwende ich einen WEMOS D1 mini Pro. Um den Mikrocontroller mit der Elektronik der Wandleuchte zu verbinden, benötigt man lediglich sechs Kabel.



Bild 1: Nieten statt Schrauben. Mit einem Metallbohrer aber kein Problem

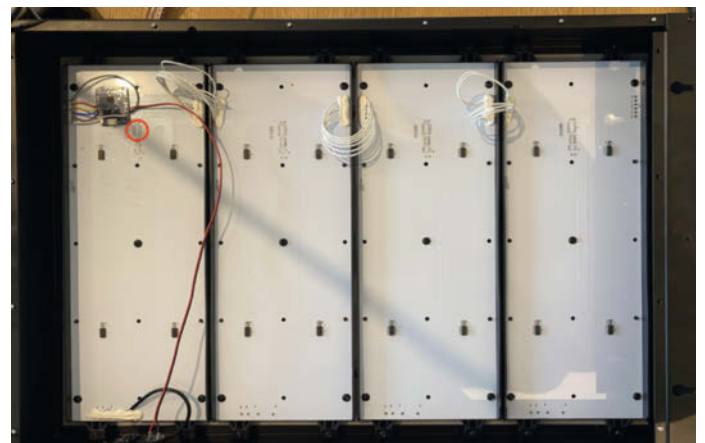


Bild 2: Vier LED-Panels zieren das Innere des OBEGRÄNSAD.

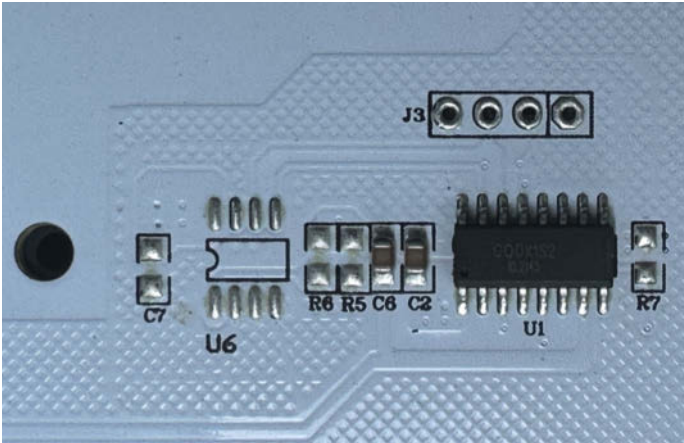


Bild 3: Die ursprüngliche CPU (bei U1) muss als Erstes entfernt werden.

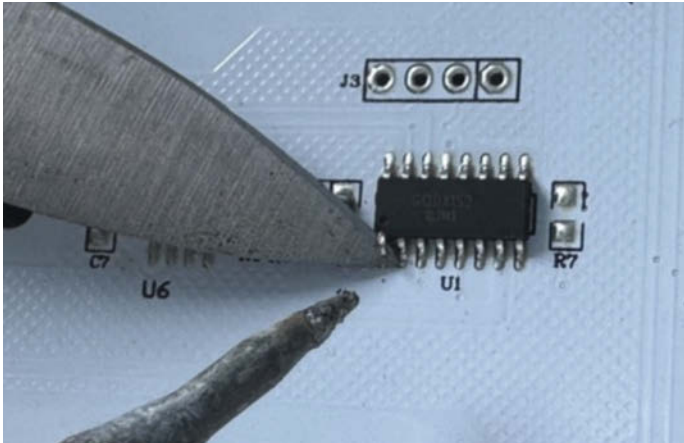


Bild 4: Mit Messer und LötKolben lässt sich der Power-Pin leicht lösen.

Wandleuchte verkabeln		
OBEGRÄNSAD	WEMOS D1	Farbe im Bild
VCC	5V	Weiß
CLA	D8	Lila
CLK	D7	Blau
DI	D6	Gelb
EN	D5	Orange
GND	0	Grau
Taster, Pin 1	0	Schwarz
Taster, Pin 2	D4	Rot

Diese muss man verdrahten wie in der Tabelle angegeben. Danach kann man den kleinen Mikrocontroller mit doppelseitigem Klebeband auf der weißen Platine der IKEA Lampe

befestigen. Man sollte nur auf ausreichenden Platz für den USB-Stecker achten, denn nur so kann man die Firmware später auf den WEMOS laden oder aktualisieren.
Auch den am Gehäuse befindlichen Taster verkabele ich mit dem Mikrocontroller. Man kann ihn dann für verschiedene Aktionen verwenden. In meinem Fall steuert er die Helligkeit der Anzeige. Um ihn zu verbinden, entfernt man die bestehenden Kontakte und schließt neue Kabel gemäß der Tabelle an den WEMOS D1 an (Bild 5).

Sketch übertragen

Wenn alles fertig verkabelt ist, kann man den WEMOS D1 mit der Arduino IDE und dem X-CLOCK-Sketch programmieren. Achten Sie

darauf, entweder nur den Mikrocontroller oder nur die Wandleuchte per USB zu betreiben, um den WEMOS D1 nicht zu beschädigen. Der Sketch lässt sich aus dem GitHub-Repository des Projekts herunterladen und benötigt keine weiteren Bibliotheken. Wichtig ist aber, die Netzwerkdaten, also SSID und PASSWORD im Anfangsbereich des Sketches anzupassen.

```
#define STASSID „SSID“
#define STAPSK „PASS“
```

In der Arduino IDE muss man vor dem Übertragen „WEMOS D1 Mini Pro“ als Board einstellen. Eine Anleitung, wie man einen ESP-Mikrocontroller in die Arduino IDE einbindet und programmiert, finden Sie als Link in der Kurzinfor. Danach ist der modifizierte OBEGRÄNSAD einsatzbereit. Im folgenden Abschnitt erkläre ich, wie ich den Leuchten-Mod programmiert habe.

Platzmangel

Um die Uhrzeit anzuzeigen, benötigt man mindestens 4 Zahlen und üblicherweise einen Doppelpunkt, z.B. 20:15. Diese bildet man auf der LED-Matrix mit einem Zeichensatz ab, in dem jedes Zeichen in einer bestimmten Größe vordefiniert ist. Selbst mit einem groben Zeichensatz mit 5 x 7 Pixel pro Zeichen reichen die 16 x 16 Pixel der LED-Matrix aber nicht aus, um die Uhrzeit im gewohnten Format darzustellen. Auch bei kleinerer Darstellung mit 4 x 7 Pixeln (Bild 6) fehlt immer noch der Platz für die 10-er Stunden. Zerteilt man die Uhrzeit aber in ein Hochkant-Format, kann man die Ziffern für die Stunden und für die Minuten untereinander anzeigen.

Damit man die Zahlen gut ablesen kann, benötigt man etwas fettere Ziffern (Bild 7), da insbesondere die vertikalen Pixelabstände im OBEGRÄNSAD sehr groß sind. Einfache Zeichen mit 5 x 7 Pixeln sehen durch die gestreckte Matrix zu dünn aus. Daher habe ich als Format 6 x 7 Pixel pro Zeichen gewählt. Bild 8 zeigt alle 10 Zeichen im Vergleich.

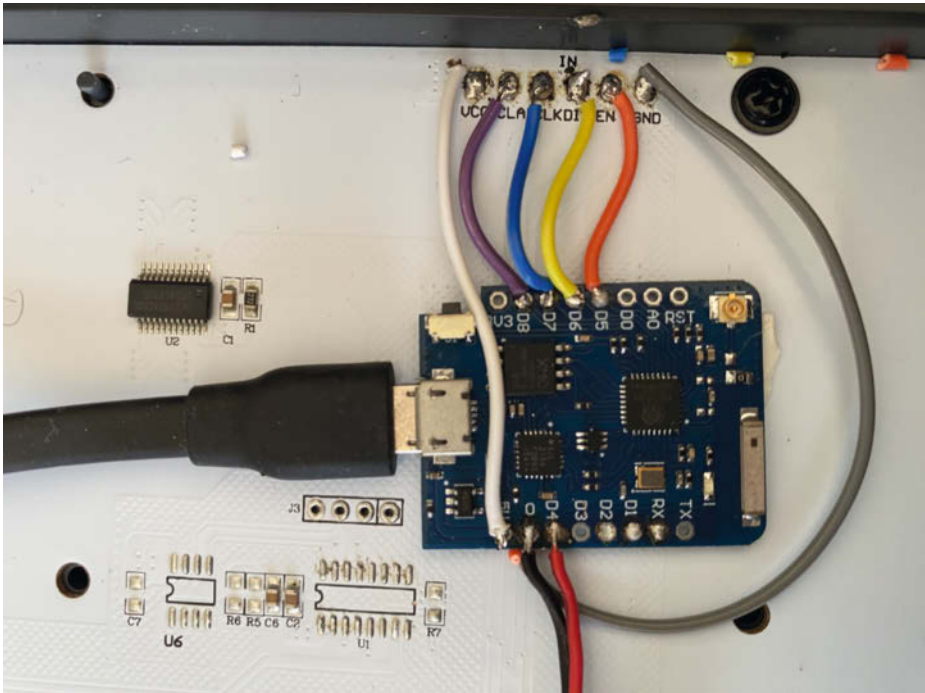


Bild 5: Die Modifikation ist schnell zusammengelötet.

Eigener Zeichensatz

Ein Font oder Zeichensatz in einem Computersystem besteht üblicherweise aus Buchstaben, Zahlen, Satzzeichen und Sonderzeichen. Viele Zeichensätze orientieren sich dabei am ASCII-Code (deutsch: Amerikanischer Standard-Code für den Informationsaustausch, Bild 9), der in einem erweiterten Zeichensatz bis zu 255 Zeichen beinhalten kann.

Um die Uhrzeit mit den fetten Ziffern abzubilden, habe ich einen eigenen Zeichensatz erstellt und die ersten 32 Steuerzeichen sowie den erweiterten Zeichensatz weggelassen, da diese nur Speicherplatz verschwenden würden. Mein Zeichensatz System6x7 beginnt also mit dem Leerzeichen „Space“ und endet mit „DEL“.

Um die Pixel-Grafiken der einzelnen Zeichen direkt im Sketch unterzubringen, habe ich ein großes Byte-Array erstellt, das alle benötigten Zeichen als Code beinhaltet und vom Arduino-Programm als Zeichensatz verwendet werden kann. Der Befehl PROGMEM legt das Byte-Array im Programmspeicher (Flash) ab. Für das Arduino-Programm verhält sich so ein Zeichensatz wie eine kleine Sammlung von Pixel-Bildern, die auf den Bildschirm gezeichnet werden sollen. Diese Buchstaben kann man aber ebenso wie ein großes Bild betrachten, aus dem man sich einen Buchstaben herauspicks.

Da es sehr mühsam ist, einen gesamten grafischen Zeichensatz von Hand in Code zu übersetzen oder zu ändern, habe ich zur Bearbeitung eine einfachere Methode verwendet, die Ákos Fodor in der Make-Ausgabe 2/23 beschrieben hat. Dazu habe ich die einzelnen Buchstaben mithilfe von Microsoft Paint in

Vereinfachte Installation

Sie möchten es ganz einfach haben? Dann laden Sie das fertig kompilierte Programm über meinen Web-Installer direkt auf den WEMOS D1 Mini Pro (siehe Link in Kurzinfo). Dann müssen Sie nur die Lötarbeiten selbst erledigen. Für den Web-Flasher benötigt man nur einen Chrome-Browser und das ausgewählte Programm landet mit einem USB-Kabel sofort auf dem Board.

Ich habe zwei Projekte für Sie vorbereitet:

- » Das Beispielprojekt aus dem Artikel, aber zusätzlich mit WiFi-Manager
- » Ein erweitertes Projekt mit Lichtsensor und Steuerung über einen Web-Browser und Web-Updates. Mit dem Taster kann man in dieser Variante den WiFi-Manager starten.

Für das zweite Projekt müssen weitere Verbindungen und Bauteile eingebaut werden. Die Informationen dazu finden Sie im Projekt-Blog.

einer einzigen BMP Datei erstellt, gespeichert und dann online mit image2cpp in das Byte-Array umgewandelt. Wichtig ist dabei die Größe der Bilddatei: Es handelt sich um einen Font, bei dem jedes Zeichen aus 6 Spalten zu 7 Pixeln besteht. Die achte Pixelreihe bleibt leer. Damit man das Bild gut bearbeiten und image2cpp es verarbeiten kann, sollte man eine Bitmap mit 6 Pixeln Breite und einer Höhe von 768 Pixeln verwenden. In dieser Datei ist Platz für 96 Zeichen (768 = 8 × 96) untereinander, beginnend ab dem Leerzeichen. Eine Vorlage mit dem fertigen Zeichensatz habe ich im GitHub-Repository des Projekts für Sie vorbereitet.

Diese Vorlage können Sie mit einem Zeichenprogramm (z.B. MSPaint) bearbeiten und wieder speichern. Anschließend konvertieren Sie diese Datei auf der Webseite ima-

ge2cpp in C++-Code und kopieren ihn in den Arduino-Sketch. Die entsprechenden Einstellungen sind hier am Beispiel eines Fonts mit nur zehn Ziffern noch einmal genau angegeben (Bild 10).

Das fertige Byte-Array sollte in etwa so aussehen wie in dem Listing. Für die Wanduhr sind besonders die zehn Ziffern 0 bis 9 relevant. Diese habe ich im Font von Hand im Binärformat notiert, damit man leichter die Zuordnung von gesetzten Pixeln zu den Bits erkennen kann. Eine Spalte eines Zeichens (nicht zu

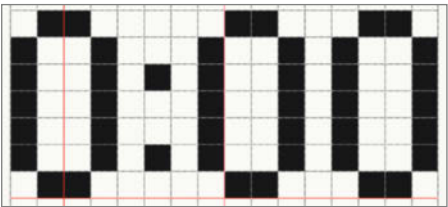


Bild 6: Die 16 Pixel breite LED-Matrix kann nicht jede Uhrzeit vollständig abbilden.

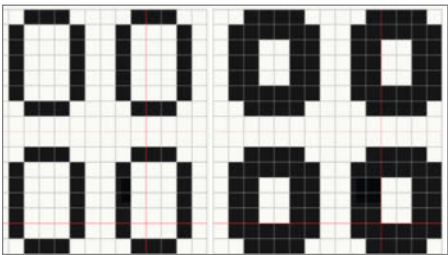


Bild 7: Um die Zahlen besser lesen zu können, habe ich sie etwas fetter gezeichnet.



Bild 8: Zwei Zeichensätze im Vergleich: 5 × 7 Pixel (oben) und 6 × 7 Pixel (unten).

b7 b6 b5 b4 b3 b2 b1					0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0															
Bits					Column															
Row					0 1 2 3 4 5 6 7															
0	0	0	0	0	0	NUL	DLE	SP	0	@	P	`	p							
0	0	0	1	1	1	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q							
0	0	1	0	2	2	STX	DC2	"	2	B	R	b	r							
0	0	1	1	3	3	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s							
0	1	0	0	4	4	EOT	DC4	\$	4	D	T	d	t							
0	1	0	1	5	5	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u							
0	1	1	0	6	6	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v							
0	1	1	1	7	7	BEL	ETB	'	7	G	W	g	w							
1	0	0	0	8	8	BS	CAN	(	8	H	X	h	x							
1	0	0	1	9	9	HT	EM	)	9	I	Y	i	y							
1	0	1	0	10	10	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z							
1	0	1	1	11	11	VT	ESC	+	;	K	[	k	{							
1	1	0	0	12	12	FF	FS	,	<	L	\	l								
1	1	0	1	13	13	CR	GS	—	=	M	]	m	}							
1	1	1	0	14	14	SO	RS	.	>	N	^	n	~							
1	1	1	1	15	15	SI	US	/	?	O	_	o	DEL							

Bild 9: Die ASCII-Tabelle ordnet die Zeichen einer Codierung in einem Computersystem zu.

Wikipedia

image2cpp

image2cpp is a simple tool to change images into byte arrays (or your array back into an image) for use with Arduino and (monochrome) displays such as OLEDs. It was originally made to work with the Adafruit OLED library. An example sketch for Arduino and this library can be found [here](#).

More info (and credits) can be found in the [Github repository](#). This is also where you can report any [issues](#) you might come across.

This tool also works offline. Simply save this page to your computer and open the file in your browser.

1. Select image

font6x7.png

font6x7.png

1. Paste byte array

128 x 64 px

2. Image Settings

Canvas size(s):

font6x7.png (file resolution: 6 x 79)

6 x 79 glyph

Background color:

☒ White
 ☐ Black
 ☐ Transparent

Invert image colors

☒

Brightness / alpha threshold:

128

0 - 255; if the brightness of a pixel is above the given level the pixel becomes white, otherwise they become black. When using alpha, opaque and transparent are used instead.

Scaling

original size

Center:

☐ horizontally
 ☐ vertically

Rotate image:

☐ rotate 180 degrees

Flip:

☐ horizontally
 ☐ vertically

Note: centering the image only works when using a canvas larger than the original image.

3. Preview

4. Output

Code output format

Arduino code

Adds some extra Arduino code around the output for easy copy-paste into [this example](#). If multiple images are loaded, generates a byte array for each and appends a counter to the identifier.

Identifier/Prefix:

epd_bitmap_

Draw mode:

Vertical - 1 bit per pixel

If your image looks all messed up on your display, like the image below, try using a different mode.

Generate code

Copy Output

```
// 'font6x7', 6x79px
const unsigned char epd_bitmap_font6x7 [] PROGMEM = {
  0x3e, 0x7f, 0x63, 0x63, 0x7f, 0x3e, 0x00, 0x02, 0x7f, 0x7f, 0x00, 0x00, 0x62, 0x73, 0x7b, 0x6b,
  0x6f, 0x66, 0x22, 0x63, 0x6b, 0x7f, 0x36, 0x0f, 0x00, 0x00, 0x7f, 0x7f, 0x2f, 0x6f,
  0x6b, 0x6b, 0x7b, 0x3b, 0x3e, 0x3f, 0x6b, 0x6b, 0x7b, 0x3a, 0x03, 0x03, 0x7b, 0x7b, 0x0f, 0x07,
  0x36, 0x7f, 0x6b, 0x6b, 0x7f, 0x36, 0x26, 0x6f, 0x6b, 0x6b, 0x7f, 0x3e
};

// Array of all bitmaps for convenience. (Total bytes used to store images in PROGMEM = 80)
const int epd_bitmap_allArray_LEN = 1;
const unsigned char* epd_bitmap_allArray[1] = {
  epd_bitmap_font6x7
};
```

Bild 10: Mit image2cpp kann man Bitmaps in C++-Code umwandeln.

verwechseln mit einer Zeile) repräsentiert dabei ein Byte. Arabische Ziffern sind traditionell eher hoch als breit und eine Ziffer kann entweder als Hoch- oder Querformat dargestellt werden. Das Hochformat benötigt für diese 8×7 Bits, während das Querformat nur 8×6 Bits braucht. Somit reduziert das Querformat den Speicherbedarf. Bei der „0“ merkt man kaum einen Unterschied, aber die „1“ liegt somit auf dem Rücken (Bild 11). Die Zeichen im Binärformat lassen sich leicht nachträglich ändern. Eine „1“ zeigt eine leuchtende, eine „0“ eine abgeschaltete LED an.

Das Programm

Um den Sketch einfach zu halten, habe ich alle Bestandteile in eine Datei zusammengefasst und möglichst alles Unwichtige entfernt.

Im void setup() werden die Anschlüsse vorbereitet und die Variablen initialisiert. Den Taster zum Einstellen der Helligkeit habe ich als Eingang konfiguriert.

```
pinMode(P_KEY, INPUT_PULLUP);
```

Mit den Ausgangspins P_DI, P_CLK und P_CLA steuert das Programm die Schieberegister bzw. Anzeige (mehr dazu in einem späteren Abschnitt).

```
pinMode(P_CLK, OUTPUT);
pinMode(P_CLA, OUTPUT);
pinMode(P_DI, OUTPUT);
```

Die Helligkeit wird als Analogsignal an P_EN ausgegeben.

```
pinMode(P_EN, OUTPUT);
analogWrite(P_EN, brightness);
```

Über einen NTP-Server holt sich das Programm die Uhrzeit aus dem Internet. Das funktioniert mittlerweile relativ komfortabel, inklusive Sommer- und Winter-Zeitungstellung. Den dafür zuständigen Code habe ich aus einem Beispiel für den ESP8266 kopiert (siehe Listing). Im Anfangsbereich muss man zunächst den Server einstellen. Mit der Funktion set_clock_from_tm() holt sich der WEMOS einmal in der Minute die aktuelle Zeit. In der Hauptschleife wird die Anzeige jede Sekunde aktualisiert. Dafür verwende ich die Funktion millis(). Diese gibt die verstrichene Zeit in 1/1000s wieder. Einen Timer-Interrupt zu verwenden wäre noch etwas eleganter, nur leider wird dadurch die Analogausgabe des ESP8266 gestört und das Display flackert. Drückt man die Taste an der Wandleuchte, verändert sich die Helligkeit. Danach wartet das Programm eine halbe Sekunde, damit es nicht zu schnell auf die nächste Helligkeitsstufe springt.

IKEA-Panel-Details

Bei der OBEGRÄNSAD wurden vier identischen Panels mit je 16×4 LEDs hintereinander

68 | Make: 6/2023

© Copyright by Maker Media GmbH.

geschaltet. Diese werden über viele Schieberegister gesteuert, die man traditionell verwendet, um die Menge der Ein- und Ausgabeletzungen eines Mikrocontrollers zu vergrößern.

Um jede LED individuell zu steuern, nutzt IKEA in der Wandleuchte 256 Ausgangsleitungen. Die verwendeten Register haben jeweils einen seriellen Eingang und 16 parallele Ausgänge. Daten erhält das Register also seriell, und schiebt sie pro Takt immer ein Bit weiter. Die Ausgabe erfolgt dann parallel an den 16 Ausgängen. Das zuerst hineingeschobene Bit fällt nach 16 Takten an einem besonderen Ausgang heraus und wird in das nächste Schieberegister weitergeleitet. Insgesamt steuern also 16 Schieberegister mit jeweils 16 Ausgängen die 256 LEDs.

Das Programm muss also 256 Takte lang serielle Daten an die Schieberegister senden, um den Bildschirm zu aktualisieren. Dazu nutze ich am WEMOS D1 die Leitungen P_CLK, P_CLA, und P_DI. Die P_EN Leitung schaltet die Ausgänge der Schieberegister aktiv. Mit der Analogausgabe-Funktion kann man die Helligkeit der Pixel steuern.

Die Position der Pixel auf der X- und Y-Achse ergibt sich nicht intuitiv, da die Panels in Schlangenlinien angeordnet sind, aber eine

Zeichensatz als Byte-Array (gekürzt)

```
static const uint8_t System6x7[] PROGMEM = {
  // font data
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, // (space)
  0x00, 0x00, 0x5F, 0x00, 0x00, 0x00, // !
  0x00, 0x07, 0x00, 0x07, 0x00, 0x00, // "
  0x14, 0x7F, 0x14, 0x7F, 0x14, 0x00, // #
  0x24, 0x2A, 0x7F, 0x2A, 0x12, 0x00, // $
  0x23, 0x13, 0x08, 0x64, 0x62, 0x00, // %
  0x36, 0x49, 0x55, 0x22, 0x50, 0x00, // &
  0x00, 0x05, 0x03, 0x00, 0x00, 0x00, // '
  0x00, 0x1C, 0x22, 0x41, 0x00, 0x00, // (
  0x00, 0x41, 0x22, 0x1C, 0x00, 0x00, // )
  0x08, 0x2A, 0x1C, 0x2A, 0x08, 0x00, // *
  0x08, 0x08, 0x3E, 0x08, 0x08, 0x00, // +
  0x00, 0x50, 0x30, 0x00, 0x00, 0x00, // ,
  0x08, 0x08, 0x08, 0x08, 0x08, 0x00, // -
  0x00, 0x60, 0x60, 0x00, 0x00, 0x00, // .
  0x20, 0x10, 0x08, 0x04, 0x02, 0x00, // /
  ...
}
```

Look Up Table (LUT) erleichtert die Berechnung zur Bestimmung der Pixel Position in den Schieberegistern.

Matrix ansteuern

Zuerst brauchen wir Basis-Funktionen, um überhaupt auf dem „Bildschirm“ zeichnen, ihn

löschen und das Bild anzeigen zu können. Dafür speichere ich alle Pixel des Bildschirms in einem Zwischenspeicher p_buf. Die Funktion p_clear() löscht alle gespeicherten Pixel und p_scan() überträgt die gespeicherten 16 x 16 Pixel an das Panel. Mit der Funktion p_drawPixel(int8_t x, int8_t y, uint8_t color) zeichnet man einen Pixel in der Farbe

Neuer Input für Maker



Inklusive Experimentierset

Make Operationsverstärker Special

Das Make-Sonderheft bietet einen praxisorientierten Einstieg in Schaltungen mit Operationsverstärkern inkl. Experimentierset. Will man Sensorsignale verarbeiten oder verstärken, Spannungen überwachen oder Audiosignale filtern: Mit geringem Aufwand und ohne komplizierte Berechnungen setzt man Operationsverstärker ein. Das Heft erklärt, wie alle Schaltungen funktionieren.

Heft + Experimentierset für nur 49,95 €

shop.heise.de/make-opv

Make Pi Pico Special

Mit dem Make Special Pi Pico steigen Sie ein in die Welt der Programmierung von ARM-Mikrocontrollern. Make zeigt in dem 64-seitigen Special, welche Entwicklungsumgebungen es für den Raspberry Pi Pico gibt, wie man sie installiert und wie man sie nutzt.

Heft + Raspberry Pi Pico für 24,95 €

shop.heise.de/make-pico



Inkl. Raspberry Pi Pico RP2040

Zeitabfrage (gekürzt)

```

/* Configuration of NTP */
#define MY_NTP_SERVER    "at.pool.ntp.org"
#define MY_TZ            "CET-1CEST,M3.5.0/02,M10.5.0/03"
configTime(MY_TZ, MY_NTP_SERVER);

...

void set_clock_from_tm() {
    // read the current time
    time(&now);
    // update the structure tm with the current time
    localtime_r(&now, &tm);
    // update time from struct
    minute = tm.tm_min;
    hour = tm.tm_hour;
}

...

void loop() {

    // JEDE SEKUNDE
    if (millis() > mil + 1000) {
        mil = millis();
        // PRINT THE TIME
        p_printChar(2, 0, (hour / 10) + 48);
        p_printChar(9, 0, (hour % 10) + 48);
        p_printChar(2, 9, (minute / 10) + 48);
        p_printChar(9, 9, (minute % 10) + 48);
        p_scan(); // refreshes display

        // JEDE MINUTE
        sec++;
        // every minute set the time
        if (sec > 60) {
            sec = 0;
            set_clock_from_tm();
            set_clock();
        }
        Serial.printf("Current time: %s\n", getTimeString());
    }

    // TASTE
    if (digitalRead(P_KEY) == 0) {
        brightness += 50;
        if (brightness > 200) brightness = 0;
        analogWrite(P_EN, brightness); // full brightness
        delay(500);
    }
}

```

0x00 in schwarz oder 0xFF in weiß. Die Funktion `p_printChar(uint8_t xs, uint8_t ys, char ch)` erzeugt ein ausgewähltes Zeichen `ch` an einer bestimmten Stelle auf der X- und Y-Achse. In der Hauptschleife `void loop()` wird dann die aktuelle Zeit jede Sekunde bestimmt und angezeigt.

Ziffern ausgeben

Die Stunden und Minuten bestehen jeweils aus 10er und 1er Stellen. Um die 10er-Stelle zu berechnen, verwende ich eine ganzzahlige Division durch 10. Für die 1er-Stelle teile ich den Rest der Division durch 10. Anschließend addiere ich noch 48, denn das Zeichen für „0“ steht an Stelle 48 im Zeichensatz.

```
p_printChar(2, 0, (hour / 10) + 48);
```

```
p_printChar(9, 0, (hour % 10) + 48);
```

Mit den ersten beiden Werten in der Klammer platziere ich die Stundenziffern in der oberen Bildschirmhälfte. Die Matrix des OBEGRÄNSAD hat in der linken oberen Ecke den Nullpunkt. Auch die Minutenanzeige berechne ich auf dieselbe Weise. Der folgende Code zeichnet die Minuten-Zehner und Minuten-Einer in der unteren Bildschirm-Hälfte.

```
p_printChar(2, 9, (minute / 10) + 48);
p_printChar(9, 9, (minute % 10) + 48);
```

Erweiterungen

In nur wenigen Schritten hat sich die einfache Partyleuchte OBEGRÄNSAD in ein Gerät verwandelt, das nicht nur mehr kann, sondern

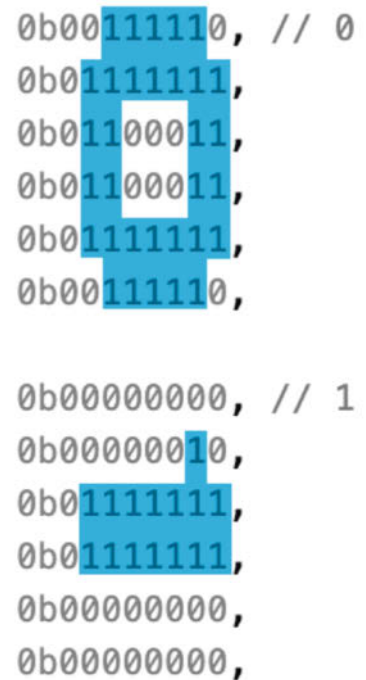


Bild 11: Die Ziffern 0 bis 9 habe ich von Hand erstellt.

sich beliebig erweitern und mit eigenen Ideen bespielen lässt. Abgesehen von der Uhrzeit können Sie die LED-Matrix mit den vorhandenen Funktionen im Programm nämlich auch für andere Zwecke verwenden. Steht die Wandleuchte erst einmal irgendwo, fallen einem sofort weitere Dinge ein, die man mit ihr anstellen könnte.

Als Erweiterung bietet sich etwa die Bibliothek `WifiManager` an. Mit ihr kann man die Anmeldedaten für das Netzwerk komfortabel über ein Smartphone ändern. So lässt sich die Uhr auch verschenken, ohne dass man das Netzwerkpasswort der beschenkten Person kennen muss. Außerdem könnte man die Uhr um ein paar weitere Effekte ergänzen, z.B. einige Pixel im Sekundentakt blinken lassen oder man könnte einstellen, dass sich der OBEGRÄNSAD zu bestimmten Uhrzeiten automatisch ein- und ausschaltet. Die Helligkeit der LEDs ließe sich leicht über einen lichtempfindlichen Widerstand (LDR) oder weitere Taster regeln. Auch ein Web-Interface mit weiteren Funktionen, Reglern und Einstellungsmöglichkeiten wäre vorstellbar. Das Programm mit einer automatischen Update-Funktion zu versehen, wäre natürlich auch super, um den Mikrocontroller dafür nicht immer mit einem PC verbinden zu müssen. Außerdem könnte man die Wandleuchte noch um eine Hintergrundbeleuchtung ergänzen, die so ähnlich ist wie das Ambilight von Philips. —akf

Alles im Blick

mit dem Sonderheft zur ESP32-Kamera



Inklusive ESP32-CAM Development Board + OV2640 Kameramodul

Das 80-seitige Make-Special zeigt Ihnen, wie Sie aus dem mitgelieferten ESP32-CAM-Board samt 2-MP-Kameramodul und Programmier-Adapter das Meiste rausholen. Damit können Sie sofort Ihr erstes Funk-Kamera-Projekt starten!

- ▶ Kamera-API im Griff
- ▶ Projekte: Nistkasten mit WLAN, Zeitrafferkamera, Objekterkennung mit KI und mehr...
- ▶ Bilder per Mail verschicken
- ▶ Tipps & Hacks: Externe Antenne anschließen, Kamera auf Infrarot umbauen, Reset-Pin nachrüsten

Heft inklusive ESP32-CAM Development Board + OV2640 Kameramodul 29,90 €



shop.heise.de/make-esp32cam



Sandmalerei im Couchtisch

Muster in den Sand zeichnen und vom Meer träumen: Mit diesem Projekt wollte ich den Sprung ins Wohnzimmer wagen und etwas Ferienstimmung verbreiten. Doch der Weg war lang und beschwerlich – und führte an der Wächterin des Wohnzimmers vorbei.

von Benno Lottenbach



Auf der Suche nach einem geeigneten nächsten Projekt nahm ich mir vor, einmal einen ästhetischen Blickfang zu bauen. Raus aus dem muffigen Bastelkeller, rein in die schöne Stube, lautete mein Credo. Ich wusste, dass dies ein schwieriges Unterfangen werden würde, denn der Weg in die Stube führt unweigerlich an den prüfenden Blicken meiner lieben Partnerin, der Hüterin des Wohnzimmers, vorbei. Alle meine bisherigen Projekte haben bei ihr bestenfalls ein leicht irritiertes Stirnrunzeln hervorgerufen. Solange meine Projekte den Bastelkeller schmückten, blieb der Hausfrieden intakt. Wollte aber ein Projekt an ihr vorbei, stand das ganze Eheglück auf dem Spiel. Also ging ich mit hohem Einsatz zu Werke. Aber der Drang war groß, ich musste es wagen.

Kurzinfo

- » Bau eines Sandmaltisches
- » Holzverarbeitung, 3D Druck und Elektronik kombiniert
- » Probleme und Lösungen

Checkliste



Zeitaufwand:
1 bis 2 Wochenenden



Kosten:
etwa 350 Euro

Werkzeug

- » **Maker-Werkzeug** Stichsäge, Bohrer, Schleifpapier, Schraubendreher, Zangen, etc.
- » **3D-Drucker**
- » **Lötutensilien**

Material

- » **IKEA Lack Couchtisch**
- » **Holzplatte**, Holzleisten, MDF-Platten
- » **Glasplatte** Verbundsicherheitsglas
- » **Controllerboard** Makerbase MKS DLC32 und Netzteil
- » **Schrittmotoren** NEMA17 3 Stück, Treiber, Stangen, Zahnriemen, Riemenräder, Idler
- » **Schalter und Taster** Endstopps und Ein-/Ausschalter
- » **RGB-LED-Streifen** Komplettsatz
- » **3D-Druck-Filament** PLA oder PETG
- » **Neodym-Scheibenmagnete**
- » **Kleinteile** Dekosand, Stahlkugeln, Schrauben, Muttern, Kabelverbinder, etc.

Mehr zum Thema

- » Birgit Hellendahl, Einstieg ins CNC-Fräsen, Make Special Holz 2020, S. 102
- » Heinz Behling, 3D-Drucker-Vitrine, Make 3/18, S. 114



Alles zum Artikel
im Web unter
make-magazin.de/xnct



Inspiration und Projektidee

Die Kugel ist ein ständiger Begleiter in meinem Leben. Sie regt mich seit meiner Kindheit zu fantasievollen Spielen an und bringt mich auch heute noch zum Träumen, Staunen und Tüfteln. So sind viele meiner Projekte von Kugelspielen aller Art inspiriert. Gleichzeitig habe ich, wie wahrscheinlich viele andere Maker auch, zu Hause ein Sammelsurium an Materialien, die darauf warten, in irgendeinem Projekt verwendet zu werden. In meinem Fall waren das unter anderem ein ausrangierter Ikea Couchtisch, ein paar NEMA17 Steppermotoren, ein verwaistes Netzteil unbekannter Herkunft, ein paar Schalter und Stecker und – natürlich – diverse Kugeln aller Materialien und Größen.

Ein Besuch in einem großen Technikmuseum in der Schweiz brachte mich schließlich auf die Projektidee, mit der ich den gefährlichen Sprung ins Wohnzimmer wagen konnte: Ich wollte einen Ikea Couchtisch mit Sand befüllen, um darauf von einer rollenden Kugel beeindruckende Sandbilder zeichnen zu lassen. Dazu sollte die Kugel von einem unter der Tischplatte integrierten, steuerbaren Mag-

neten über die Sandfläche geführt werden. Ebenfalls in den Tisch eingelassene LED-Profile würden für schöne Licht- und Schatteneffekte sorgen und so das Sandbild besonders zur Geltung bringen. Ich habe mir weiterhin überlegt, dass man vielleicht mit Hilfe einer App auf einem Smartphone oder Tablet eine Zeichnung anfertigen könnte und diese dem schmucken Möbel zur Ausführung übergeben könnte, sicher eine tolle Sache auch für Gäste.

Konzept und Herausforderungen

Ausgangspunkt war der ausrangierte Ikea Couchtisch aus meinem Bastelvorrat. Ich wusste, dass diese Möbel hohl sind, bzw. nur mit einem Wabenmuster aus Pappe gefüllt sind. Die effektive Wandstärke ist allerdings ziemlich dünn. Das passte gut zu meinem Vorhaben, denn die Kraft des Magneten nimmt mit jedem Millimeter Abstand von der Kugel ab. Schon ein kleiner Luftspalt von einem halben Millimeter kann die Haftkraft halbieren. Nicht zu vergessen die Sandschicht, die sich zusätzlich zwischen Kugel, Wand und Magnet befindet. Wie stark muss



Explosionsdarstellung der Konstruktion. Zur besseren Erkennbarkeit wurden alle 3D-gedruckten Teile rot eingefärbt und die beiden vorderen Seitenplatten des technischen Zwischenbaus entfernt.

also ein Magnet sein, um die Kugel zu transportieren? Aus welchem Material muss die Kugel sein und welche Größe bringt die besten Ergebnisse?

Natürlich benötigte der Sandmaltisch auch eine technische Zwischenkonstruktion unter der Tischplatte, die für die Positionierung des Magneten zuständig ist. Als Vorbild diente mir der technische Aufbau von 2D-Lasercuttern: Zwei Schrittmotoren bewegen eine X- und eine Y-Achse. Anstelle eines Lasers wird natürlich der Magnet hin und her bewegt. Mit dem 3D-Drucker wollte ich Teile drucken, die die Steppermotoren und die Führungsstangen halten und auf denen schließlich die mit Sand gefüllte Tischplatte montiert werden kann. Der Magnet sollte auf einem Schlitten befestigt werden, der sich möglichst nah unter der Tischplatte bewegen sollte. Doch welche Elektronik steuert die Motoren? Gibt es bereits

fertige Lösungen, um in einer Anwendung gezeichnete Zeichnungen direkt in GCODE zu übersetzen und auf einer CNC-Maschine auszugeben? Und wie lassen sich die Motoren und die Kugel möglichst leise bewegen? Niemand möchte ständig brummenden Motorengeräuschen ausgesetzt sein. Schon gar nicht die Wächterin des Wohnzimmers!

Material und Konstruktion

Mein Plan sah vor, den alten Ikea-Tisch aus meinem Lager als Versuchsobjekt zu verwenden, um mit ihm einen „Proof of Concept“ durchzuführen. So schnitt ich zunächst ohne weitere Detailplanung mit der Stichsäge einen großen rechteckigen Ausschnitt in die Tischplatte, entfernte die innere Wabenstruktur aus Pappe und analysierte den Aufbau der Tischplatte. Von Anfang an war mir klar, dass ich für die endgültige Ausführung des Sandmaltischs einen neuen Ikea-Tisch kaufen musste. Dann zeichnete ich den Tisch in Fusion360 millimetergenau nach und konstruierte die techni-

sche Zwischenstruktur mit den Teilen aus dem 3D-Drucker und den dazugehörigen Motoren und Stangen.

Da der Sandmaltisch seine grundsätzliche Funktion als Couchtisch behalten sollte, stellte sich die Frage, wie der Ausschnitt im Tisch wieder abgedeckt werden kann. Acrylglas kam nicht in Frage, da dieses Material schnell zerkratzt und sich horizontal montiert zu stark durchbiegt. Deshalb fiel die Wahl auf eine sechs Millimeter starke, maßgefertigte Glasplatte aus Verbundsicherheitsglas. Die einfachste Variante wäre wohl gewesen, die Glasplatte einfach auf den Tisch zu legen, quasi als neue Tischplatte. Da ich es mir aber nicht zu einfach machen wollte und die ästhetischen Ansprüche diesmal hoch waren, entschied ich mich, die Glasplatte flächenbündig in den Tisch einzulassen. Die dafür notwendigen Halterungen für die Glasplatte kombinierte ich mit den Halterungen für die LED-Profile, die das Sandbild seitlich beleuchten sollten. Diese Glashalterungen und Profilhalterungen wollte ich ebenfalls mit dem 3D-Drucker herstellen.

Um die Komplexität nicht noch weiter zu erhöhen, habe ich mich bei der Beleuchtung für eine vorgefertigte Lösung entschieden. Bei der Evaluation der LED-Streifen kamen Produkte mit mindestens 60 RGB-LEDs pro Meter in die engere Auswahl. Besonderes Augenmerk habe ich auf die vordefinierten Beleuchtungsprogramme der Fernbedienung gelegt, damit der fertige Sandmaltisch eine ansprechende Atmosphäre ausstrahlt.

Nun mussten noch geeignete elektronische Komponenten gefunden werden. Der CNC-Controller sollte mindestens zwei Schrittmotoren mit GCODE-Befehlen steuern können und WLAN-fähig sein. Bei meinen Recherchen stieß ich auf die Firmware GRBL, eine Open Source Software für CNC-Maschinen, die in verschiedenen Varianten für die gängigsten Mikrocontroller verwendet werden kann. Nach langer Suche fand ich schließlich den Controller MKS DLC32 des chinesischen Herstellers Makerbase, der GRBL-kompatibel war



Erste Experimente mit Sand und Kugel auf dem Versuchstisch. Die beiden Holzleisten dienen nur zur Begrenzung der Sandfläche.



Entfernen der Stützstruktur aus Pappe. In der oberen Ecke ist der Verstärkungswürfel aus Holz zu sehen, der beim Prototyp noch nicht vorhanden war.

und recht gut dokumentiert schien. Der Hersteller bietet eine kostenlose Anwendung namens „MKSLaser“ an, mit der man Zeichnungen erstellen und direkt auf einer GRBL-fähigen CNC-Maschine ausgeben kann. Perfekt, dachte ich mir, und so bestellte ich die Steuerung nach einer kurzen visuellen Prüfung der App schnell über AliExpress. Die zusätzlich benötigten Treiber für die Schrittmotoren bestellte ich gleich mit. Ich entschied mich für die etwas teureren TMC2208 Treiber, die besonders leise im Betrieb sind. Für das Board konstruierte ich in Fusion360 ein Gehäuse mit Aussparungen für das Netzteil und den USB-Anschluss.

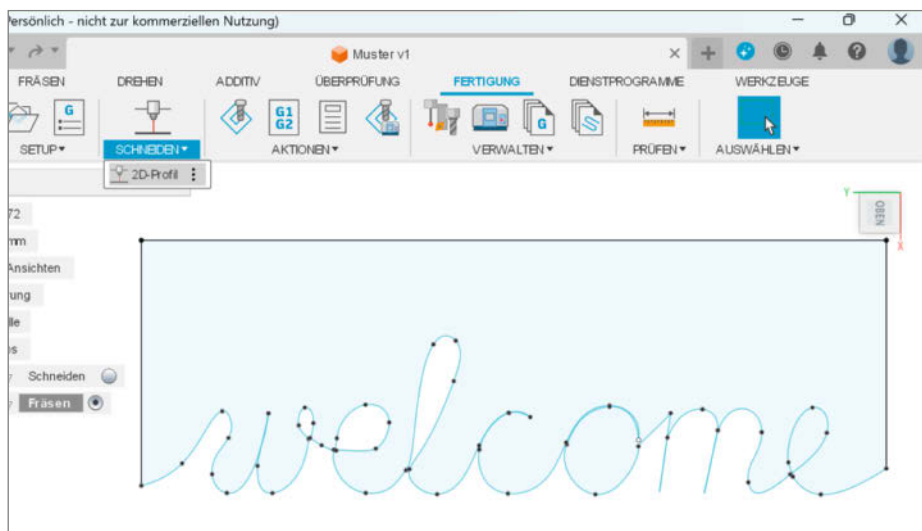
In meinem Fundus hatte ich noch diverse Schalter, die ich als Endschalter für die Achsen und als Ein-/Ausschalter für die Platine verwenden konnte. Auch einen NEMA17 Schrittmotor hatte ich noch auf Lager. Einen zweiten Motor bestellte ich bei AliExpress zusammen mit den entsprechenden Zahnriemen, Riemenscheiben und Idlern.

Physik und Experimente

Schließlich experimentierte ich mit verschiedenen Kugeln, Magnetstärken, Magnetformen und Sandschichten. Schnell wurde mir klar, dass zwischen Kugel und Magnet eine weitere Schicht notwendig war, um die Kratzgeräusche zu dämpfen, die durch die Bewegung der Kugel im Sand entstehen. Eine dünne Moosgummimatte half, diese unerwünschten Geräusche zu verhindern. Die besten Haftergebnisse erzielte ich schließlich mit massiven Stahlkugeln (Typ Q235) von 20 bis 30 Millimeter Durchmesser in Kombination mit besonders starken Neodym-Scheibenmagneten. Die Auswahl der Magnete war eine Herausforderung. Sie sollten schraubbar sein, d. h. ein Loch haben, und natürlich stark genug, aber gleichzeitig so wenig Platz wie möglich einnehmen. Die Stärke eines Neodym-Magneten wird durch die N-Zahl ausgedrückt: Je höher diese Zahl, desto stärker ist der Magnet. Gleichzeitig gilt natürlich auch die Faustregel: je größer der Magnet, desto stärker die Haftkraft. Letztendlich bin ich bei einem Scheibenmagneten N35 mit den Abmessungen 23mm x 4mm mit Loch plus einem aufgesetzten Scheibenmagneten N42 mit den Abmessungen 25mm x 5mm gelandet.

Wunsch und Wirklichkeit

Nachdem der Prototyp die geplante Grundfunktionalität erfüllt hatte, konnte ich mich an die endgültige Ausführung des Tisches wagen. Ein neuer Ikea-Lack-Couchtisch war schnell besorgt und die Tischdeckenwand mit der Stichsäge entfernt. Doch beim Entfernen der Pappverstärkung kam etwas zum Vorschein, womit ich nicht gerechnet hatte: Die Innenkonstruktion der Tischplatte war zwischenzeit-



2D-Pfad als Skizze in Fusion360. Der Text oder die Zeichnung muss als eine einzige durchgehende Linie gezeichnet werden.

lich von Ikea verändert worden! Konkret wurden die Ecken mit Holzwürfeln von ca. 5 cm Kantenlänge verstärkt, was die Kabelführung der LED-Streifen hinter den 3D-gedruckten LED-Profilhaltern nun unmöglich machte. Dadurch passte meine Konstruktion in Fusion360 natürlich nicht mehr zu diesem Möbelstück. Hätte ich das vorher gewusst, hätte ich den Ausschnitt für die Glasplatte etwas kleiner gewählt, damit diese unsäglichen Eckwürfel unter der Tischplatte versteckt bleiben. Aber deswegen noch einen dritten Ikea-Couchtisch zu kaufen, verbot ich mir. Also konstruierte ich eine Abdeckung für die Kabelführung der LED-Streifen, um an diesen Eckwürfeln vorbeizukommen. Es sollte ja ein schönes Objekt werden. Sichtbare Kabel geben da Minuspunkte. Der Aufwand hat sich also gelohnt.

Als ich den Tisch zum ersten Mal einigermaßen funktionsfähig aufgebaut hatte, stellte ich bei den Probeläufen fest, dass die Y-Bewegung der Kugel nicht gleichmäßig, sondern eher ruckartig verlief. Die Ursache war schnell gefunden, die Behebung des Problems aber umso aufwendiger: Die X-Achse, die bei einer Y-Bewegung nur von einem Antrieb auf einer Seite des Tisches angetrieben wurde, verkannte sich alle paar Zentimeter. Um das Problem zu lösen, beschloss ich kurzerhand, einen dritten Schrittmotor zu verwenden, der die Y-Achse auch auf der anderen Seite des Tisches antreibt. Also überarbeitete ich die Konstruktion nochmals in Fusion360 und druckte die betroffenen Teile erneut auf dem 3D-Drucker aus. Die Wartezeit bis zur Lieferung des dritten Motors führte natürlich zu einer entsprechenden Liegezeit des Projektes.

Eine weitere Überraschung trat bei den ersten längeren Versuchen im Dauerbetrieb auf. Es stellte sich heraus, dass ein Schrittmotor immer wieder unregelmäßige Aussetzer hatte,

während der andere Schrittmotor zuverlässig seinen Dienst verrichtete. Erst nach längerer Fehleranalyse fand ich die Ursache: Schrittverlust durch Überhitzung! Da ich zwei verschiedene Motoren verwendete, einer davon war Restmaterial aus meinem Bestand, mussten die Maximalströme an den TMC2208-Treibern entsprechend den beiden Motormodellen unterschiedlich eingestellt werden. Anscheinend habe ich bei der Berechnung der Referenzspannung für einen der Motoren einen Fehler gemacht. Oder waren die Angaben in der Produktspezifikation des chinesischen Herstellers falsch? Wie auch immer: Kurz die Einstellschraube des entsprechenden Treibers etwas nach unten gedreht und das Problem war behoben.

Ein zusätzliches Aha-Erlebnis hatte ich schließlich bei der Bestellung der Glasplatte. Offensichtlich war mir bei der Konstruktion in Fusion360 zu wenig bewusst, dass die manuelle Holzverarbeitung mit ihrer eher hohen Ungenauigkeit auf die millimetergenaue Präzisionsarbeit der maschinellen Glasverarbeitung trifft. Mit anderen Worten: Der Ausschnitt in der Tischplatte war durch meine unpräzise manuelle Säge- und Schleifarbeit leider nicht exakt rechtwinklig und die Maße des Ausschnitts wichen um einige Millimeter von meiner Konstruktion in Fusion360 ab. Glücklicherweise habe ich dies vor der Bestellung der Glasplatte erkannt, da die Herstellungskosten für maßgefertigte Glasplatten relativ hoch sind. Wie konnte ich also sicherstellen, dass die Glasplatte tatsächlich in den Ausschnitt passt? Ich entschied mich, eine kostengünstige „Glasattrappe“ in Form einer MDF-Holzplatte anfertigen zu lassen. Damit konnte ich den Ausschnitt in der Tischplatte so lange bearbeiten, bis ich sicher war, dass eine rechteckige Glasplatte mit den entsprechenden



Das Ergebnis, wobei der Hintergrund der Schrift aus dem vorherigen Bild besteht. Der Sandmaltisch kann Bilder nicht löschen, sondern nur überschreiben.

Maßen genau in den Ausschnitt passen würde. Ein zusätzlicher Vorteil dieser Lösung war, dass ich eine Abdeckung für den Sandmaltisch hatte, um die lange Wartezeit bis zur Lieferung der Glasplatte zu überbrücken.

Schließlich füllte ich den Tisch mit Sand, und schon zeigte sich ein weiterer Denkfehler meiner Konstruktion: Das Gewicht des Sandes drückte den Boden der Tischplatte um einige Millimeter nach unten. Dadurch hing der Boden etwas durch und behinderte den Transport des Magneten in der Tischmitte. Zwischen Magnet und Tischplatte blieb also deutlich weniger, bzw. kein Lichtmaß mehr, als es die perfekte digitale Konstruktion in Fusion360

vorgaukelte. Zum Glück war die Lösung einfach: Ich ersetzte den aufgesetzten 25 mm x 5 mm Magneten durch einen dünneren drei Millimeter starken Magneten. Die Haftkraft war immer noch stark genug und die dadurch gewonnenen zwei Millimeter Spielraum reichten aus, um den Magneten kollisionsfrei unter der Tischplatte bewegen zu können.

Am Ende, nachdem ich alle mechanischen und elektronischen Störungen behoben hatte, startete ich gespannt die MKS-Laser-App auf meinem Smartphone. Dort zeichnete ich mit dem Finger einen einfachen Strich und schickte diese „Zeichnung“ hoffnungsvoll an den Sandmaltisch. Die Reaktion des Tisches war ernüchternd. Der Tisch zeichnete etwas völlig Undefinierbares, das nicht im Entferntesten an den einfachen Strich aus der App erinnerte. Nach reiflicher Analyse der Vorgänge wurde mir klar, dass ich einen grundsätzlichen

Designfehler begangen hatte: Die App geht wohl davon aus, dass die Zeichnung auf einem Lasergravierer ausgegeben wird, was ja auch dem eigentlichen Zweck der App entspricht. Bei einem Lasergravierer kann der Laser natürlich an- und ausgeschaltet werden, um das Bild zu erzeugen. Insofern ist ein Lasergravierer vergleichbar mit einem Papierdrucker, der ein Bild mit Punkten druckt. Mein Sandmaltisch kennt aber nur zweidimensionale Pfade, also von Punkt A nach Punkt B. Die App müsste also meinen einfachen Strich als Pfad interpretieren, was sie natürlich nicht tut. Kurz gesagt, die App war für den Sandmaltisch unbrauchbar.

Glücklicherweise bietet die GRBL-kompatible Firmware des MKS DLC32-Boards ein Web-Interface. Damit können GCODE Dateien auf das Board geladen und abgespielt werden, was eine brauchbare Alternative für das Projekt darstellte. Aber wie erzeugt man solche GCODE-Dateien für einen Sandmaltisch? Nach stundenlanger Recherche und einigen Irrwegen kam ich schließlich auf zwei mögliche Lösungen: In Fusion360 kann man im Arbeitsbereich „Fertigen“ GCODE aus 2D-Pfaden erzeugen. Man kann die Pfade vorher als Skizze zeichnen und anschließend die Ausgabe simulieren. Dies erfordert allerdings einige Grundkenntnisse der CNC-Fertigung und man muss Fusion360 an der einen oder anderen Stelle überlisten. Für die Erstellung von 2D-Pfaden für Beschriftungen oder einfache Symbolzeichnungen ist Fusion360 jedoch das richtige Werkzeug für meinen Sandmaltisch. Die zweite, überzeugendere Lösung habe ich erst durch Hinweise von Anwendern im Internet gefunden: Mit dem Tool Sandify, das auch online auf der Website (Link unter Kurz-URL) genutzt werden kann, lassen sich in Sekundenschnelle faszinierende, hochkomplexe Sandmalbilder erstellen und als GCODE ausgeben. Mir war sofort klar, dass dieses Tool das letzte Puzzleteil war, das mir noch fehlte, um die Wächterin des Wohnzimmers zu überwinden.

Alles oder nichts

Nach über einem halben Jahr Tüftelarbeit war es endlich so weit. Der Tag der Wahrheit, an dem der Sandmaltisch seinen vorgesehenen Platz in der Wohnstube einforderte, und ich damit alles auf eine Karte setzte. Und tatsächlich! Meine Partnerin war sofort fasziniert von diesem einmalig sinnlichen Möbelstück, das immer wieder sein Aussehen ändert und jeden zum Träumen einlädt. Mit freudigem Entzücken wurde mir die höchste Anerkennung meiner Frau in Form eines dicken Kusses verliehen. So habe ich bei dieser Herausforderung viel über Design, Magnetismus, Schrittmotoren und CNC-Firmware gelernt und kann glücklich und zufrieden an weitere schöne Projekte denken. Der Weg ins Wohnzimmer ist nun gepflastert. Das nächste Projekt wird es sicher leichter haben. —caw



Der Sandmaltisch im Wohnzimmer lädt Familie und Freunde zum Staunen und Träumen ein.

.NET 8.0

Das Online-Event von Heise und www.IT-Visions.de
zum neuen .NET-LTS-Release

21. November 2023 – Online

- Die Neuerungen von .NET 8.0: SDK, Runtime und Basisklassen
- Einfacher lesbarer, stabilerer Code mit C# 12.0
- Alle Neuerungen von ASP.NET Core 8.0 und Blazor 8.0
- Neues beim OR-Mapping mit Entity Framework Core 8.0
- Das hat sich mit Windows Forms 8.0, WPF 8.0 und WinUI 3 verändert
- Cross-Plattform-Entwicklung mit .NET MAUI
- Ausblick auf .NET 9.0

Jetzt
Tickets mit
**Frühbuche-
rabatt**
sichern!

Kooperationspartner

www.IT-Visions.de

Dr. Holger Schwichtenberg

Workshops zu C# 12.0, Entity Framework Core 8.0, Blazor 8.0 und .NET MAUI 8.0

net.bettercode.eu

PHP 2023

Die Heise-Konferenz zu PHP

27. November 2023 – Online

Mach deine PHP-Anwendung fit

- Best Practices
- Umgang mit Legacy Code
- Update zu PHP 8.3

Kooperationspartner



Jetzt
Tickets mit
**Frühbuche-
rabatt**
sichern!



Workshops am 1. und 6. Dezember

php.bettercode.eu

Philips-LED-TV repariert

In Schaltnetzteilen können nach Jahren der Nutzung Probleme auftreten. Defekte Elkos sind oft die Übeltäter. Um sie auszutauschen, braucht man Schaltpläne, Dokumentationen und Maker-Können.

von Michael Gaus und Miguel Köhnlein

Bei unserem ungefähr 9 Jahre alten Philips Flachbildfernseher dauerte seit einigen Tagen der Einschaltvorgang sehr lange. Teilweise vergingen mehrere Minuten und im Extremfall sogar bis zu knapp einer Stunde, bis die bewegten Bilder endlich über die Mattscheibe flimmerten. Im Standby-Betrieb leuchtet am Gerät eine rote LED, die nach

dem Einschalten per Fernbedienung ausgeht. Normalerweise sollte dann wenige Sekunden später das Begrüßungslogo auf dem Bildschirm erscheinen. Die Dauer dafür lag nun jedoch entweder im oft zweistelligen Minutenbereich oder nach einigen Sekunden leuchtete die rote LED wieder – also war der Standby-Betrieb wieder aktiv. Oft waren dann

unzählige Einschaltversuche notwendig, bis es schließlich klappte. Wenn wir den Netzstecker zogen und nach kurzer Wartezeit wieder einsteckten, dauerte es ebenfalls mehrere Minuten, bis die rote LED aufleuchtete und der erste (meist erfolglose) Einschaltversuch möglich war.

Eine Reparatur über eine Fachwerkstatt lohnte sich unseres Erachtens aus Kostengründen nicht. Vermutlich würden, wie heutzutage üblich, komplette Baugruppen getauscht, die dann dementsprechend teuer sind im Vergleich zum Ersatz von einzelnen defekten Bauteilen. Zudem käme noch der Arbeitslohn hinzu. Einen neuen Fernseher anzuschaffen wäre also wirtschaftlicher, allerdings ist das jetzige Gerät zum Entsorgen noch viel zu schade. Auch aus Nachhaltigkeitsgründen wollten wir den Fernseher nicht einfach in den Elektroschrott geben. Also beschlossen wir, uns das Gerät mal von innen anzuschauen. Eventuell sind ja defekte Elektrolytkondensatoren (Elkos) die Ursache, wie bei vielen Geräten mit Schaltnetzteilen.

Fehlende Dokumentation

Nun standen wir jedoch direkt vor der ersten Herausforderung: Wie öffnen wir das Gerät korrekt ohne etwas zu beschädigen? Kommen wir überhaupt problemlos an die Elektronik ran, ohne das komplette Gerät zerlegen und beispielsweise das empfindliche Display abmontieren zu müssen? Leider sind direkt vom Hersteller keine Unterlagen frei verfügbar, die für eine Reparatur hilfreich sind. Zum Vergleich: bei einem ca. 20 Jahre alten Röhrenfernseher, der wenig Betriebsstunden hat, lange ungenutzt herumstand aber immer noch funktioniert, waren im Lieferumfang auf Papier gedruckte Unterlagen inkl. Schalt- und Bestückungsplan enthalten, ohne diese separat anfordern zu müssen! So etwas würden wir uns in der heutigen Zeit als frei verfügbare PDF-Dateien direkt vom Hersteller wünschen.

Die Rettung für solche Fälle sind meistens Internetforen, wobei „Repair Manuals“ dann aber meist nur in Grauzonen herunterladbar sind. In unserem konkreten Fall hatten wir Glück und fanden nach etwas Geduld ein Servicemanual mit Schaltplan, Bestückungsplan



und Anleitung, wie man das Gerät öffnet und an die einzelnen Komponenten gelangt. Um an die Elektronik zu kommen, kann das Gerät an einer verschraubten Teilabdeckung an der Rückseite geöffnet werden. Das Display muss glücklicherweise nicht entfernt werden. Da mehrere unterschiedliche Schraubengrößen verbaut sind, haben wir alle in beschrifteten Döschen abgelegt, damit nichts verloren geht und später wieder alles an die richtige Stelle kommt. Allerdings wurden in der Anleitung keine Rastnasen erwähnt, die dann das Abnehmen des Deckels verhinderten und schlussendlich nach etwas Stochern mit einem Schraubendreher zwar nachgaben, jedoch gleichzeitig auch abbrachen. Angesichts der schmalen Kunststoffstege hat uns das nicht wirklich verwundert. In der Praxis scheint das Gehäuse eher nicht dafür gedacht zu sein, dass es tatsächlich mal geöffnet wird. Aber egal, durch die Schrauben hält später wieder alles, ist ja nur Mechanik.

Elkos sind die Übeltäter

Beim Blick auf die Platine fielen uns sofort fünf Elkos auf, die deutliche Ausbeulungen im Deckel aufwiesen. Dort konnten wir auch gelbliche Rückstände von ausgelaufenem Elektrolyt erkennen. Alle fünf Kondensatoren sind baugleich und haben jeweils eine Kapazität von 470 μF mit einer Spannungsfestigkeit von 25 Volt. Der zulässige Temperaturbereich ist bis 105°C angegeben, das deutet auf Elkos mit niedrigem ESR (Equivalent Series Resistance) hin, die bei Schaltnetzteilen benötigt werden. Im Schaltplan war dann auch sichtbar, dass diese fünf Elkos alle im Bereich der Schaltwandler auf der Platine zum Einsatz kommen. Also haben wir fünf neue Elkos bestellt mit Low-ESR und passender Baugröße.

Um die Elkos auslöten zu können, mussten wir die Platine ausbauen, damit die Lötstellen der Leiterplatte zugänglich waren. Hierzu mussten wir zunächst vier mit Rastnasen versehene Steckverbinder abziehen. Einer davon ist ein mehrpoliger LVDS-Steckverbinder mit Flachbandkabel und zwei Verriegelungsknöpfen. Wie bekommen wir den ordnungsgemäß herunter, ohne Kabel oder Buchse oder Leiterplatte zu beschädigen? Wir haben dann beide Knöpfe gleichzeitig gedrückt und beherzt mit einem kleinen Schraubendreher den Stecker vorsichtig herausgehoben, was dann schließlich zum Erfolg führte. Nach dem Lösen von fünf Befestigungsschrauben und etwas Gewackel und Hebeln mit den Fingern hielten wir schlussendlich die Platine in den Händen.

Die Anschlussdrähte der Kondensatoren waren leider um fast 90 Grad umgebogen worden, bevor diese verlötet wurden. Einfach nur beide Lötstellen mehrfach abwechselnd kurz nacheinander mit dem LötKolben erhitzen und das Bauteil rausziehen, klappte so

Kurzinfo

- » Relevanz von Schaltplänen
- » Geräte reparieren anstatt wegzuerwerfen
- » Reparatur für Kleinbeträge

Mehr zum Thema

- » Roland Pleger, Arduino-Messgerät für Kondensatoren, Make 1/15, S. 70
- » Clemens Gleich, Einblick in die Restaurierung alter Spielautomaten, Make 5/22, S. 80

Werkzeug

- » LötKolben
- » Schraubendreher

Alles zum Artikel
im Web unter
make-magazin.de/xe6u



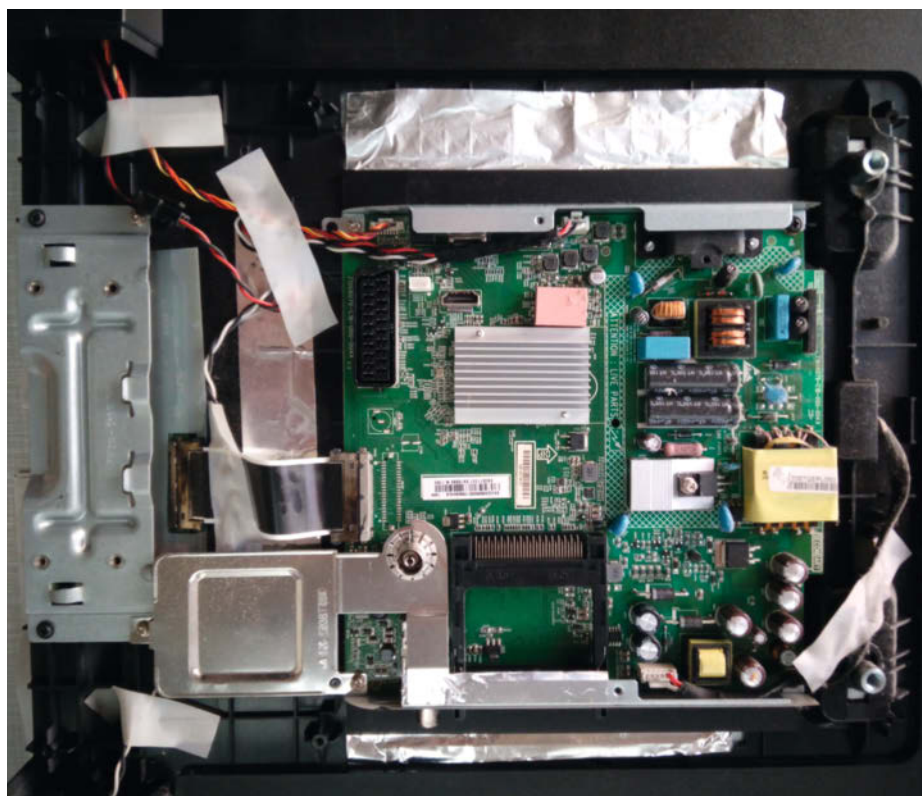
nicht. Deshalb haben wir die Lötstellen mit frischem Lötzinn zusätzlich verzinnt und dann mit Entlötauglitze die Pads frei gesaugt.

Leider klappte das nur bei jeweils einem Pad am Kondensator, denn das andere befand sich jeweils in einer großen Kupferfläche der Leiterplatte, sodass die Wärme abtransportiert wurde. Lange erhitzen wollten wir sicherheits halber nicht, um thermische Beschädigungen anderer Bauteile auszuschließen. Also haben wir am freigelegten Pad den Anschlussdraht gerade gebogen, das andere Pad erhitzt und gleichzeitig am Bauteil vorsichtig hin- und hergewackelt, bis es schließlich herausgezogen

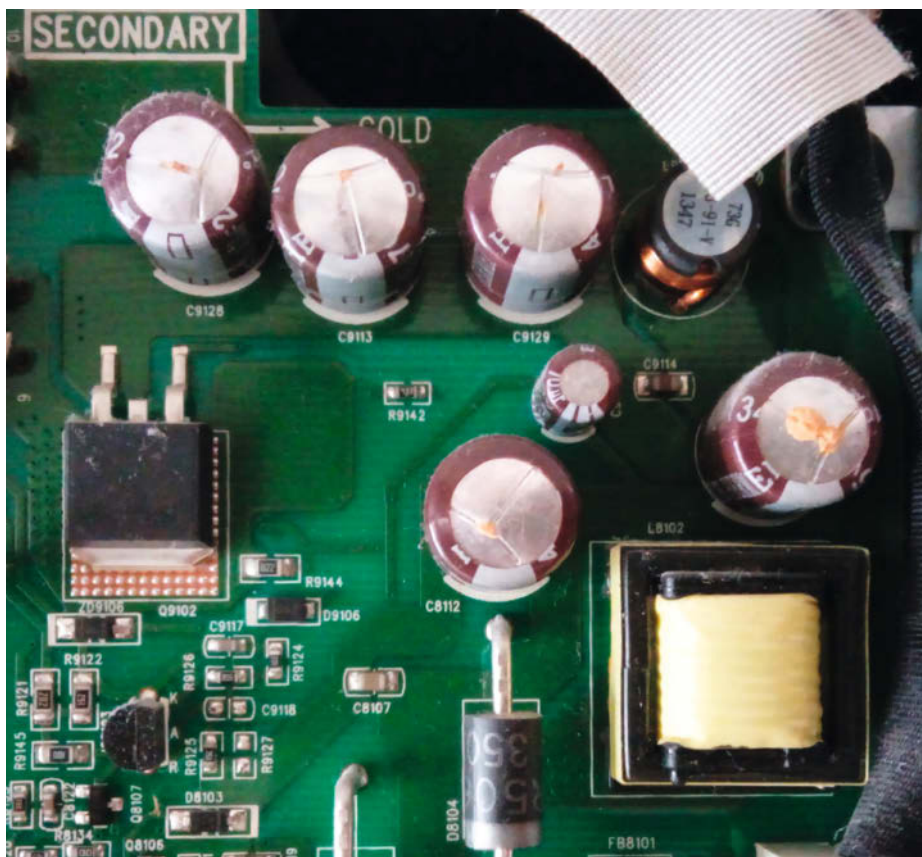
werden konnte. Das LötPad hat sich dabei wieder mit Zinn verschlossen.

Vor dem Einlöten des neuen Kondensators haben wir den zugehörigen Anschlussdraht, der in das nach wie vor nicht freigelegte LötPad kommt, ein Stück abgeknipst, sodass das andere längere Bein ein Stück weit durch das offene LötPad gesteckt werden konnte. Danach haben wir das verschlossene LötPad erhitzt, den Kondensator komplett durchgeschoben, beide Pins verlötet und die Anschlussdrähte abgezwickelt.

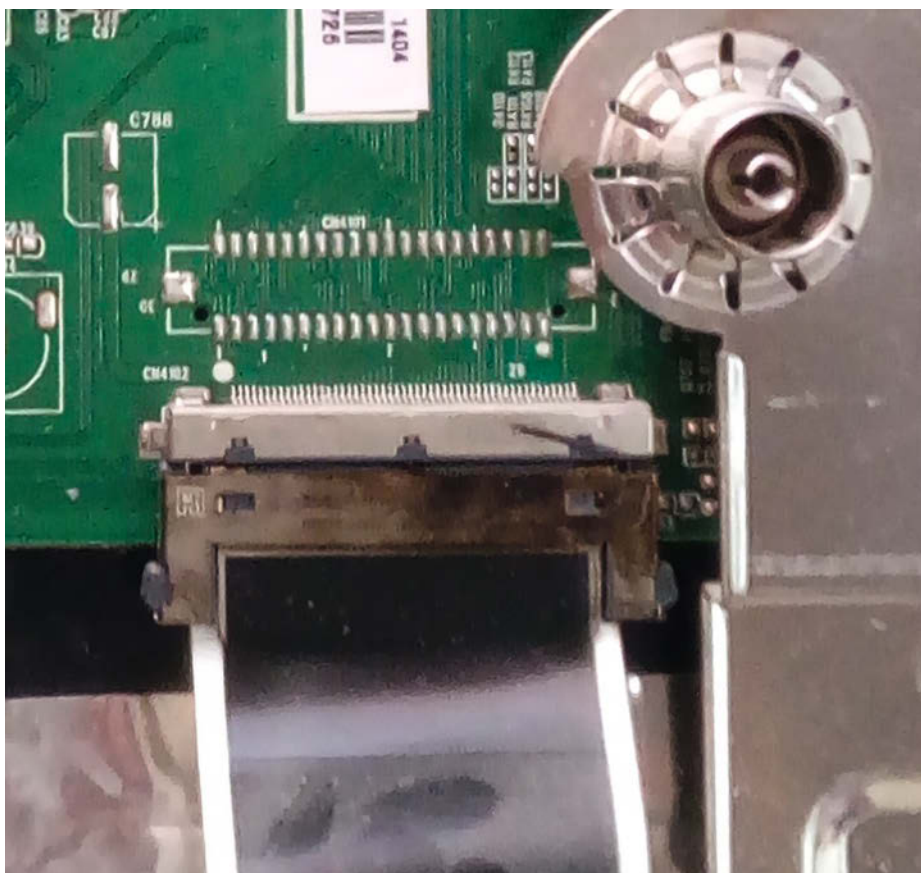
Nachdem wir alle fünf Elkos ersetzt hatten, konnten wir die Platine wieder einbauen und



So sieht es unter der Haube aus.



Die 5 Elkos haben alle eine Ausbeulung und Elektrolyt-Rückstände.



Um den LVDS-Stecker abzuziehen, müssen die beiden seitlichen schwarzen Verriegelungsknöpfe gedrückt werden.

festschrauben sowie die Steckverbinder wieder einrasten. Beim Aufsetzen der Gehäuserückwand hat erwartungsgemäß irgendetwas geklemmt, aber durch die Schrauben hält der Deckel mechanisch auf jeden Fall. Dann kam der große Moment: Nachdem wir die Netzspannung eingeschaltet hatten, ging die rote Standby-LED an. Nach Betätigung der Fernbedienung erschien kurz darauf das Begrüßungslogo auf dem Bildschirm und wenige Sekunden später wurde das gewählte Fernsehprogramm angezeigt. Juhu, alles geklappt! Operation geglückt.

Nachhaltigkeit

Durch etwas Einsatz von Freizeit und minimalem finanziellen Aufwand können wir den Fernseher nun weaternutzen. Wir finden es sehr schade, dass die Hersteller keine Unterlagen bzgl. Reparatur oder wenigstens Schaltpläne frei zur Verfügung stellen. Das wäre aus Nachhaltigkeitsgründen sehr begrüßenswert, weil dadurch viele Geräte nicht frühzeitig verschrottet werden müssten mangels Reparaturinfos. Elkos in Schaltnetzteilen sind ein weit verbreitetes Problem. Meist ist ein zu groß gewordener ESR (Äquivalenter Serienwiderstand) die Ursache für Defekte, bedingt durch Alterung und hohe Temperaturen aufgrund schneller Schaltvorgänge mit hohen Impulsströmen. Zum Teil kommt noch eine schlechte Wärmeabfuhr in Gehäusen hinzu, sodass der Wärmestau das Dilemma noch verschärft.

Nicht immer sind die Übeltäter äußerlich so deutlich erkennbar wie in unserem Fall. Die Messung des ESR ist nicht so einfach. Die meisten Prüfgeräte erfordern einen Ausbau des Kondensators aus der Schaltung, d.h. es ist mitunter sehr aufwändig, auf Verdacht möglicherweise sämtliche Elkos auslöten und überprüfen zu müssen. Von ELV gibt es ein Messgerät, das laut Hersteller direkt in der (unbestromten) Schaltung messen kann. Hierbei wird eine geringe Signalspannung von 250 mVss verwendet, sodass Halbleiter in der zu untersuchenden Schaltung keine Einflüsse auf die Messung haben.

Wir haben keine Erfahrungen mit diesem Gerät, aber die Anschaffung könnte sich durchaus lohnen, wenn man öfter Geräte mit Schaltnetzteilen repariert.

Es ist keine generelle Aussage möglich, ab welchem ESR-Wert ein Elko defekt ist oder nicht. Um beurteilen zu können, ob der gemessene ESR noch in Ordnung ist oder nicht, müsste man einen neuen baugleichen Kondensator als Vergleich haben. Je größer die Kapazität eines Elkos, um so kleiner ist der ESR. Elkos mit einer Kapazität größer 100 µF sollten auf jeden Fall einen ESR unter 1 Ohm aufweisen. Wenn der ESR größer als 10 Ohm ist, dann ist der Kondensator nicht (mehr) geeignet für Schaltnetzteile. —das



ICH WARTE NICHT AUF UPDATES. ICH PROGRAMMIERE SIE.

**40 %
Rabatt!**



c't MINIABO PLUS AUF EINEN BLICK:

- 6 Ausgaben als Heft, digital in der App, im Browser und als PDF
- Inklusive Geschenk nach Wahl
- Zugriff auf das Artikel-Archiv
- Im Abo weniger zahlen und mehr lesen

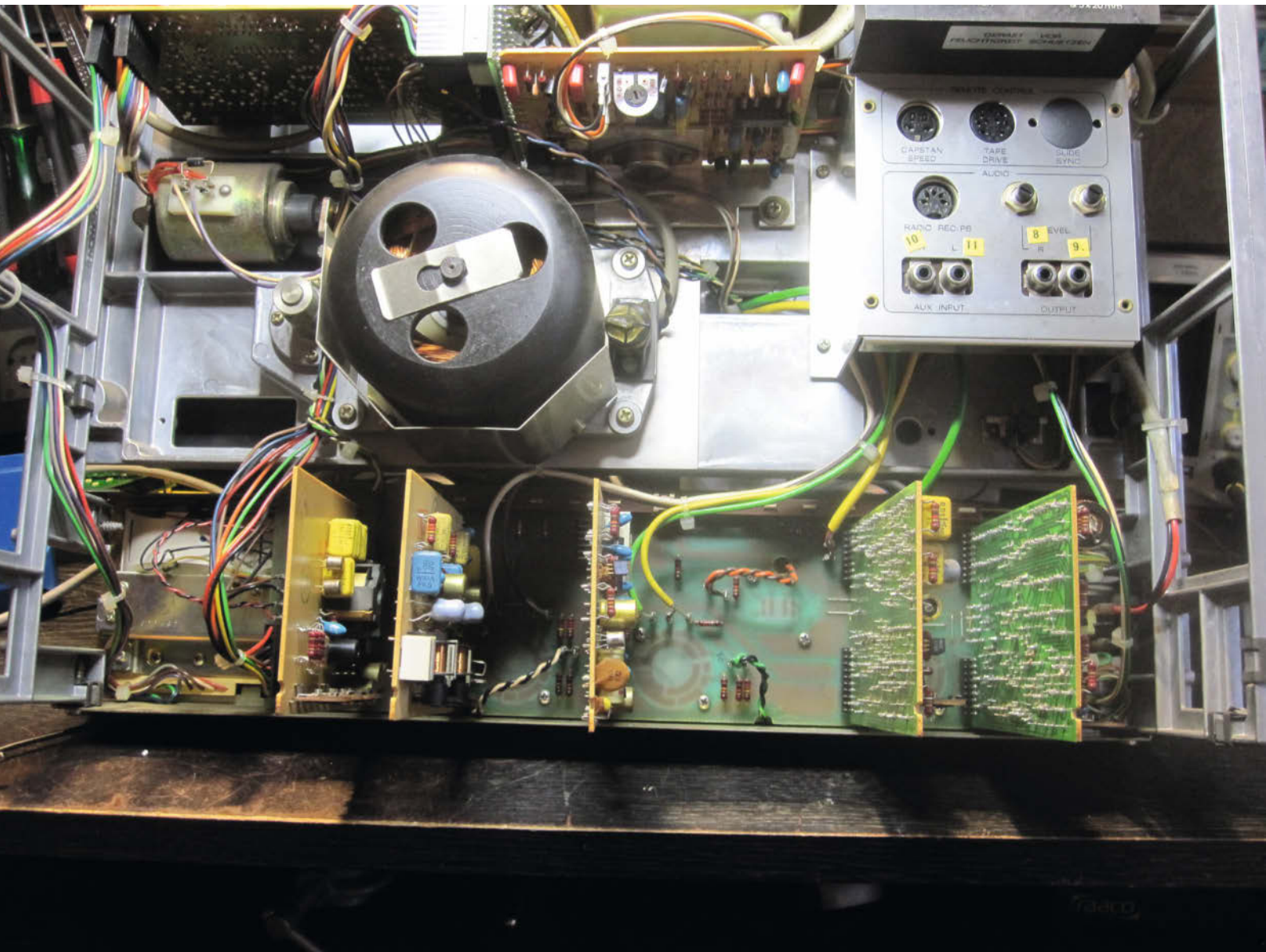
Jetzt bestellen:
ct.de/angebotplus



Revox-Bandmaschinen reparieren

In den letzten Jahren erlebt die analoge Musikwiedergabe eine Renaissance. Neben Plattenspielern werden auch Tonbandgeräte vom Dachboden geholt und wieder in Betrieb genommen. Nicht immer starten die dann auf Anhieb.

von Hans Borngräber



So löste beispielsweise die Wiederinbetriebnahme einer Revox B77 Feueralarm aus und der FI-Schalter im Sicherungskasten machte das ganze Haus stromlos. Einer der berühmtesten Rifa-X2-Kondensatoren (siehe Artikel „Häufig defekt“ auf S. 132) war geplatzt und testete alle Sicherheitseinrichtungen des Hauses auf ihre Funktionstüchtigkeit. Der Besitzer der B77 bat mich daher um Instandsetzung des Geräts, das infolge der intern verdampften Elektronik äußerst merkwürdig duftete. Bei der Gelegenheit wollte ich mich auch der Revox A77 widmen, die bei mir zu Hause stand und ebenfalls diese Probleme hatte:

- Vor-/Zurückspulen war sehr lahm,
- Knistern in den Lautsprechern, wenn man an die Maschine klopfte,
- im Inneren ebenfalls X2-Kondensatoren, die für das Feuerwerk der B77 verantwortlich waren,
- Zählwerk tot.

Instandsetzung A77

Die A77 kam als erste Maschine an die Reihe, denn sie stank nicht so penetrant wie die B77, die erst ein paar Tage auslüften musste. Erste Amtshandlungen: Maschine entstauben und die Bandführung mit Isopropanol reinigen. Dann wurde die Holzzarge abgeschraubt (Bild 1).

Ist die entfernt, kann die A77 übrigens nicht mehr eingeschaltet werden. Unter den beiden linken Cinchbuchsen befindet sich nämlich ein Sicherheitsschalter, der jedoch mit zwei 4mm Laborsteckern deaktiviert werden kann (Bild 2).

Nach der Zarge konnten die Kunststoffclipse der Frontverkleidung leicht gelöst werden und der Frontbereich der Maschine liegt nun auch frei (Bild 3).

Als Erstes wollte ich dem Knistern des Endverstärkers auf die Spur kommen. Der Fehler war offensichtlich: Die Sicherungshalter waren schwarz wie ein Schuh, was zu Kontaktpro-

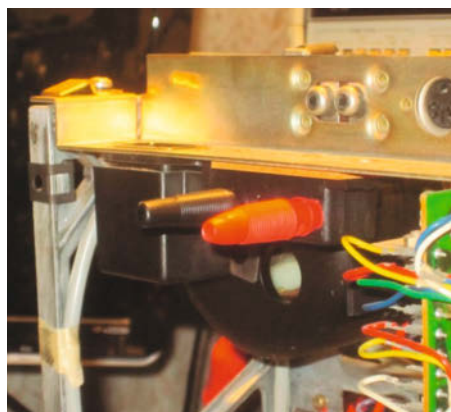


Bild 2: So wurde der Sicherheitsschalter deaktiviert

Kurzinfo

- » Brandgefährliche Kondensatoren tauschen
- » Kontaktprobleme in Endstufen beseitigen
- » Bandend-Schalter an 230V-Netz anpassen

Material

- » Reinigungsmittel, Alkohol, Aceton
- » Ersatzkondensatoren entsprechend
- » Service-Unterlagen

Werkzeug

- » Lötausrüstung
- » Multimeter
- » Service-Unterlagen (Schaltplan)

Alles zum Artikel
im Web unter
make-magazin.de/x45n



blemen der Stromversorgung führte. Neue Halter eingelötet und der Endverstärker funktionierte wieder (Bild 4).

Nächste Baustelle: die zu lahmen Antriebe beim Spulen. Als Ursache für dieses Problem stellten sich eingetrocknete Motoranlaufkondensatoren (Bild 5) heraus. Es gab insgesamt drei Stück davon, die alle ersetzt wurden.

Vorsicht bei sehr alten Kondensatoren (vor 1970), die können PCB enthalten. Ich entsorge sie daher immer als Sondermüll auf dem Wertstoffhof. Die verbauten 160V-Kondensatoren

gab es nicht mehr, aber die heutigen 230V-Kondensatoren passten problemlos (Bild 6).

Da ich schon bei den Kondensatoren war, kamen jetzt die Rifa-Kondensatoren dran. Die in der A77 sahen zwar noch ganz OK aus, aber austauschen wollte ich diese Zeitbomben auf jeden Fall (Bild 7).

Als letztes wurden noch die beiden Lager der Bandführung getauscht und der Gummiriemen für das Zählwerk (Bild 8).

Damit läuft die A77 wieder zu meiner vollen Zufriedenheit. Deckel drauf und Musik hören.

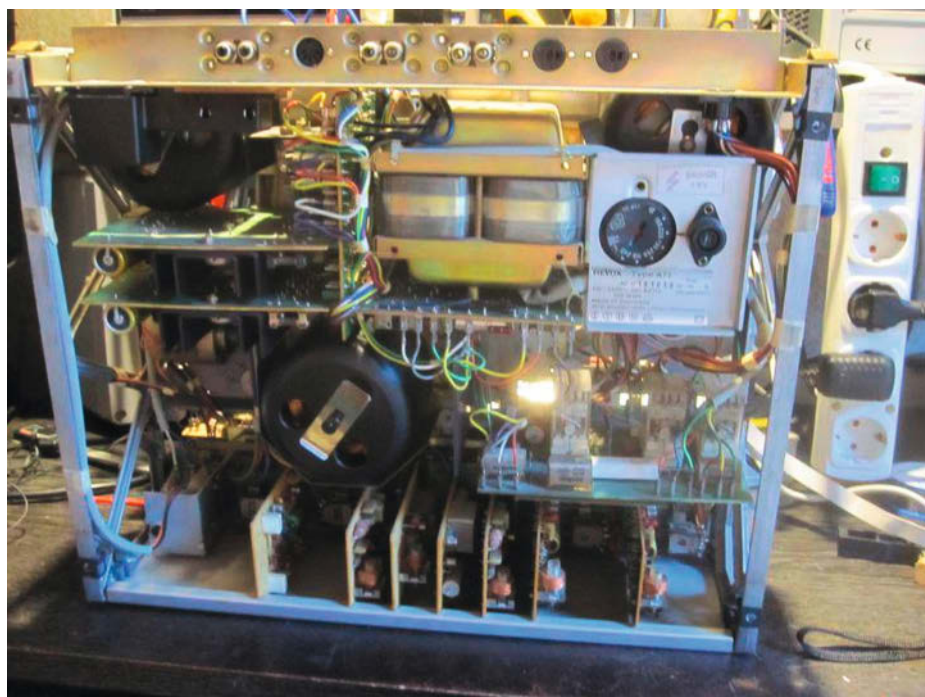


Bild 1: Die Holzzarge der A77 war nur durch vier Schrauben mit dem Alu-Rahmen verbunden.



Bild 3: Ist die Kunststoff-Vorderseite abgeklipst, kommt das stabile Metallguss-Chassis zum Vorschein.



Bild 4: Die Endstufen mit neuen Sicherungshaltern



Bild 5: Die alten Motor-Kondensatoren...

Die Wiedergabequalität dieser alten Technik ist phänomenal und macht immer wieder Spaß.

Instandsetzung B77

Die B77 musste erst eine Woche ausdünsten, bevor sie auf die Werkbank kam. Nachdem ihre Holzzarge herunter war, lag immer noch ein deutlicher Fischgeruch in der Luft. Der stammte von der Explosion des Rifa-X2-Kondensators. Die Maschine hatte außer dem Geruch folgende Probleme:

- defekte X2-Kondensatoren,
- Spulbetrieb extrem langsam,
- Zählwerk ohne Funktion,
- unkontrolliertes Stoppen bei Spielbetrieb,
- zeitweiser Ausfall eines Kanals bei Aufnahme und Wiedergabe.

Die ersten drei Fehler entsprachen dem Fehlerbild der A77. Hier wurden die gleichen Maßnahmen umgesetzt, wie schon beschrieben. Also alle Rifa- und Motoranlaufkondensatoren raus (Bild 9) und durch neue ersetzen, und den Antriebsriemen fürs Zählwerk erneuern. Alle anderen Kondensatoren ließ ich drin. Nur wenn sich andere Fehler zeigen würden, sollten die defekten Kondensatoren getauscht werden. Das erspart einem den dann meist notwendigen Neuabgleich der Oszillatoren und Filter. Das konnte ich bei den beiden Maschinen durch diese Vorgehensweise vermeiden. Alle Einstellungen stimmten noch.

Zur Beseitigung des nächsten Fehlers benötigte ich die technischen Unterlagen der B77. Zunächst musste ich verstehen, welche Baugruppen einen unkontrollierten Bandstopp auslösen können. Als mögliche Verursacher kamen infrage:

- Stopp-Taste,
- Fernbedienungs-Anschluss,
- Bandende-Sensor.

Als Erstes kontrollierte ich die Tastenmechanik, aber die war tadellos in Ordnung. Nächste Baugruppe: der Fernbedienungs-Anschluss. Der hatte aber keinen Einfluss, solange dort keine Kabelfernbedienung angeschlossen war. Blieb also nur der Bandende-Sensor. Der ist bei der B77 eine Revox-Eigenkonstruktion bestehend aus Infrarot-Leuchtdiode und gegenüber angebrachtem Fototransistor, zwischen denen das Band durchläuft. Gefunden wurde diese direkt neben der linken Bandführung.

Mit einer alten Digital-Kamera kontrollierte ich, ob die LED leuchtet. Die alten Digital-Kameras können Infrarotlicht sehen (viele, auch aktuelle Smartphones übrigens auch). Die LED war extrem hell auf dem Kameradisplay zu erkennen. Das deutete auf einen sehr hohen LED-Strom hin. Also Messgerät in Reihe zur LED geschaltet und siehe da: Der LED Strom lag mit 18,4 mA deutlich über den in den technischen Unterlagen angegebenen 10 mA (Bild 10). Dadurch fiel zu viel Licht durch das

Bauen Sie Ihren Wunsch-PC

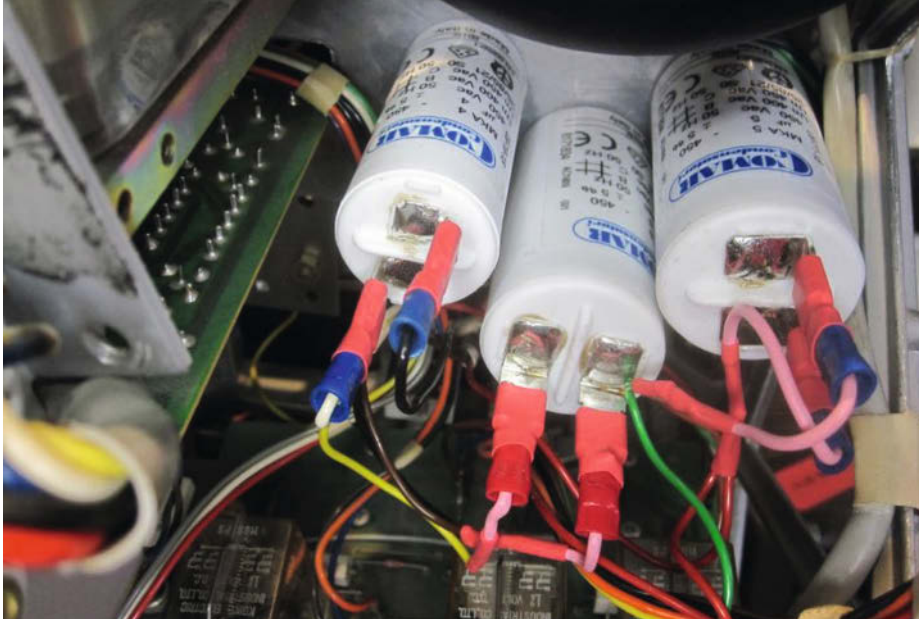


Bild 6: ... und die neuen



Bild 7: Die beiden Rifa-Kondensatoren (bereits entfernt) saßen vor einem Hochlast-Widerstand auf der Relais-Platine und konnten leicht ausgelötet werden.

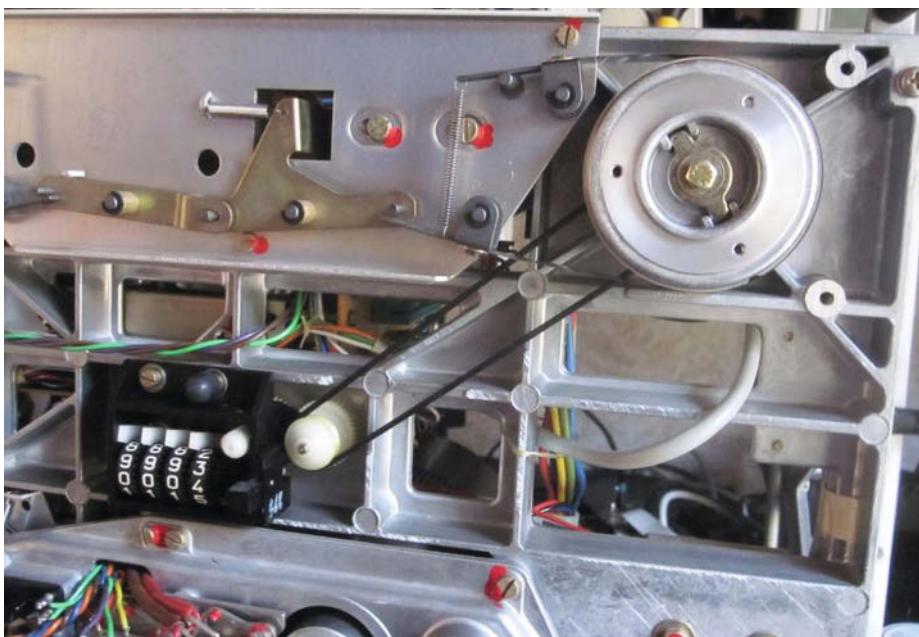


Bild 8: Der neue Riemen für das Zählwerk leitet die Bewegung des rechten Spulentellers sicher weiter.

ct HARDWARE-GUIDE
Test • Praxis • Bauvorschläge

PLUS
Webinar im Wert von 99,- €

90 Minuten Webinar
Sichere Konfiguration von Büro-PCs
Hardware und BIOS-Setup

Selbstbau Wunsch-PC
Allround-PC: Sparsam, leise, trotzdem schnell
High-End-Rechner mit AMD Ryzen 7000
Bauvorschläge für Gaming optimieren

Komponenten im Test
Duell: AMD Ryzen 7000 vs. Intel Core i3-13000
Kuro-Grafikkarten im Vergleich
Ryzen Prozessoren zum Aufrüsten

Kaufberatung SSDs und Festplatten
SSD für welchen Zweck?
Welche Festplatten lohnen

Ratgeber Hardware-Kauf
Wählen Komponenten für Ihre Software

+ GRATIS Webinar
im Wert von 99,- €

Neben den Bauvorschlägen für PCs unterstützt Sie dieses Sonderheft mit einer umfangreichen Kaufberatung zu gängigen PC-Komponenten.

Die Artikel helfen Ihnen nicht nur beim Bau eines neuen Rechners, sondern auch beim Aufrüsten bestehender Systeme. So beschern Sie Ihrem Rechner einen zweiten Frühling, tun der Umwelt etwas Gutes und sparen obendrein noch Geld!

- ▶ Selbstbau-Wunsch-PC
- ▶ Allround-PC: Sparsam, leise, trotzdem schnell
- ▶ Komponenten im Test
- ▶ Kaufberatung SSDs und Festplatten
- ▶ Ratgeber Hardware-Kauf
- ▶ inkl. GRATIS-Webinar:
Sichere Konfiguration von Büro-PCs – Hardware und BIOS-Setup

Heft für 14,90 € • PDF für 12,99 €
Bundle Heft + PDF 19,90 €

 shop.heise.de/ct-hardwareguide22

Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten oder ab einem Einkaufswert von 20 € (innerhalb Deutschlands). Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.



Bild 9: Unterhalb des Außenläufer-Motors saß der Stinker in direkter Nachbarschaft zu den Motoranlauf Kondensatoren.

Bandmaterial auf den Transistor und löste den Stopp aus.

Die Ursache dafür war die unregelmäßige 24V-Stromversorgung der elektromechanischen Steuerung, die auch die LED versorgte. Die lieferte aufgrund der heutigen 230V-Netze aber über 28 V, was zu dem hohen LED-Strom führte. Oft wird deshalb der Netzspannungswahlschalter auf 240 V umgestellt. Doch damit brockt man sich neue Probleme ein. Denn dadurch haben die großen E-Magnete, mit denen die Mechanik betätigt wird,

nicht mehr genügend Kraft für ihre Aufgaben, bleiben hängen oder ziehen erst gar nicht an. Das Problem musste daher an der LED gelöst werden. Ein 1,2-Kiloohm-Vorwiderstand löste das Problem. Nach dessen Einbau wurde das Bandmaterial nicht mehr von der zu hellen LED durchleuchtet.

Der sporadische Ausfall eines Kanals war bedeutend schlechter zu diagnostizieren. Denn das war einer dieser lästigen mg-Fehler (**man**chmal **geht's**). Ein Klopfest gegen die Backplane der Elektronik offenbarte den Problembereich. Revox verwendete nicht die sonst üblichen geschlossenen Schalter, sondern Schaltelemente, die direkt auf der Backplane aufsetzen. Und genau in diesem Bereich stank es nicht nur nach Fisch vom X2-Kondensator, sondern auch nach Ballistol. Das hatte etwas von Fischbude in einer Bundeswehr-Waffenkammer. Für die Reinigung musste die gesamte Elektronik und Verdrahtung ausgebaut werden. Was dann zum Vorschein kam, war eine riesige Sauerei. Die ganze Rückwand war mit Ballistol großzügig getränkt. Das hatte sich im Laufe der Jahre in eine klebrige Masse verwandelt. Die vergoldeten Schaltflächen waren nicht mehr zu erkennen. So musste die komplette Backplane mit Aceton gereinigt werden. Zum Schluss wurden die Kontakte mit Spezialfett für Schaltkontakte dünn eingefettet und nach dem Zusammenbau waren beide Kanäle zunächst wieder da.

Fehler weg und wieder da

Aber nicht für immer. Plötzlich tauchte der Fehler wieder auf. Nochmal Klopfest und siehe da: schon wieder die gleiche Ecke. Die Ursachenforschung brachte dann einen simplen, aber gemeinen Fehler zum Vorschein. Die Platinen der Elektronik wurden ursprünglich mit einem Schaumstoffband gegen die Backplane gedrückt. Der Schaumstoff hatte sich inzwischen jedoch komplett aufgelöst (vielleicht eine Nebenwirkung des Ballistols?). Ohne diesen Druck erhielten die Schaltkontakte aber keinen zuverlässigen Andruck. Die Epoxy-Platine ist dazu zu instabil. Lösung: Der Schaumstoffstreifen wurde durch Tesa moll (Fensterabdichtung) ersetzt. Von da an tauchte der Fehler nicht mehr auf (Bild 11).

Jetzt laufen die Maschinen wieder und werden auch noch die nächsten Jahre ihren Besitzern viel Freude bereiten. Ein kleiner Tipp noch: Vorsicht mit altem Bandmaterial. Die alten Bänder neigen zu starkem Abrieb der magnetischen Beschichtung. An den Köpfen und der Bandführung bilden sich dann braune Ablagerungen, die den Abrieb noch verstärken. Deshalb bei Benutzung von altem Material die Bandführung und die Köpfe ab und zu mit Isopropanol reinigen. Sonst war es das bald mit den alten Aufnahmen.

—hgb

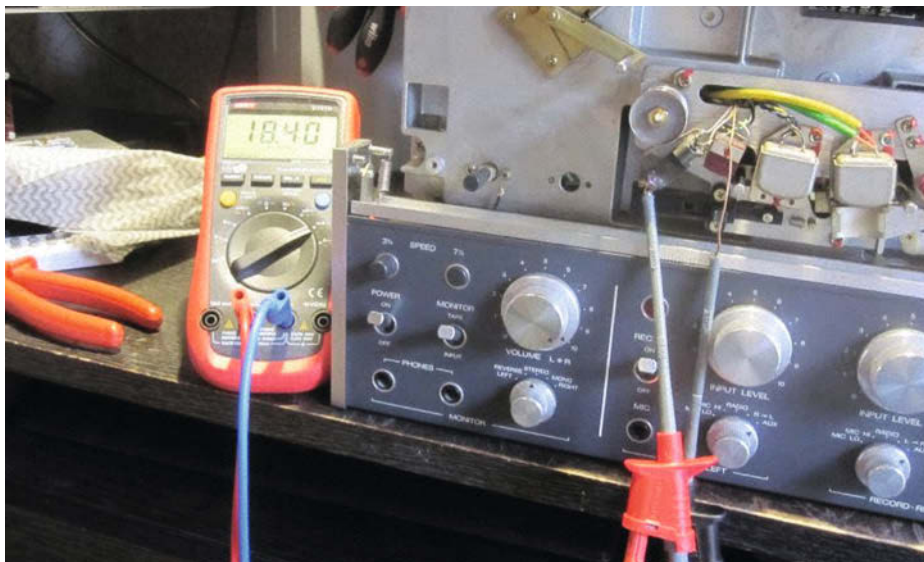


Bild 10: Der LED-Strom ist viel zu hoch.



Bild 11: Die VU-Meter zeigen es: Beide Kanäle sind wieder da.

GRATIS:
Signatur-Updates
bis Oktober 2024

Ihr Erste-Hilfe-Set:

Das Notfall-System für den Ernstfall



**Auch als Heft + PDF
mit 28 % Rabatt**

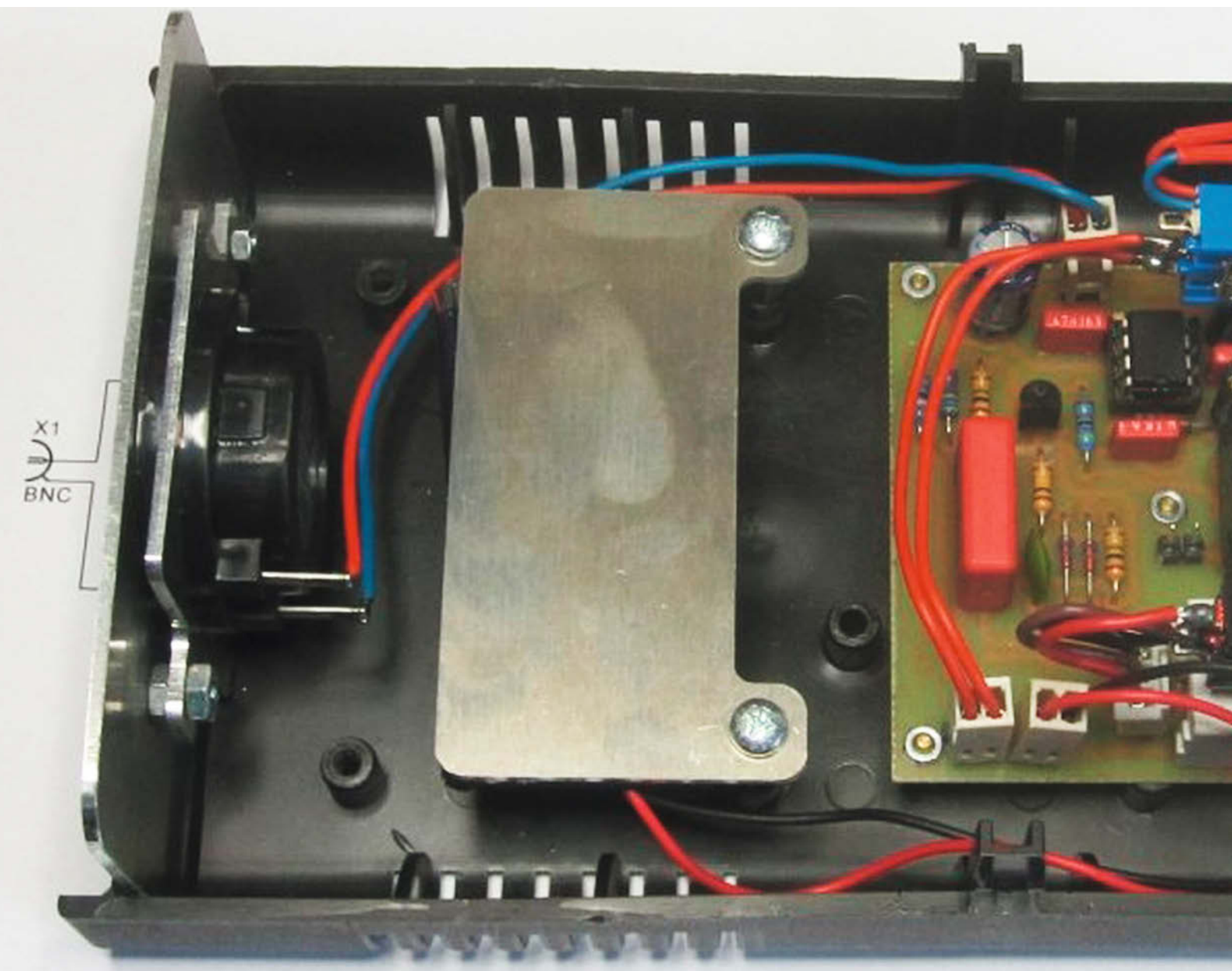
**Komplett auf
32 GByte USB-Stick.
Desinfec't startet
direkt vom Stick.**

Mit den Virenscannern des Sicherheitstools jagen Sie PC-Schädlinge, retten Ihre Daten und können auch gelöschte Daten wiederherstellen – ganz kinderleicht. Das und noch mehr bringt Ihnen **c't Desinfec't 2023/24**:

- ▶ DAS c't-Sicherheitstool als Download für USB-Sticks
- ▶ Windows-Trojaner & andere Schädlinge finden und löschen
- ▶ Verloren geglaubte Fotos und Dateien finden und wiederherstellen
- ▶ Daten aus defektem NAS bergen
- ▶ Für Profis: Malware-Analyse mit Experten-Tools

Heft für 14,90 € • PDF für 12,99 € • Bundle Heft + PDF 19,90 € • Desinfec't-Stick 19,90 €

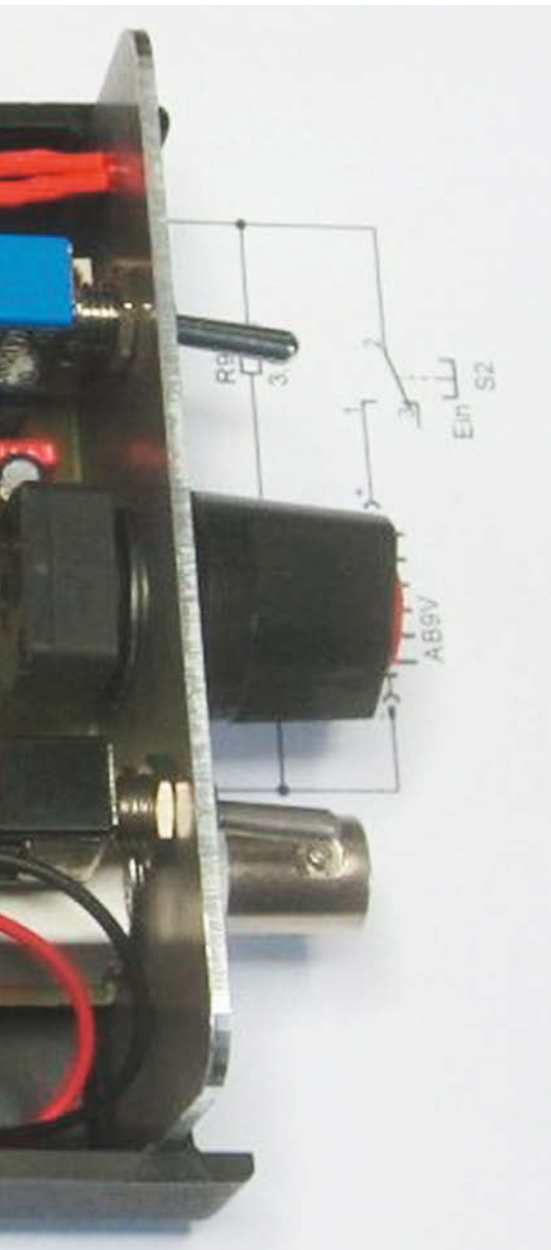
 shop.heise.de/desinfect23



Fehlersuche mit DIY-Signalverfolger

Fehlern in komplexen Audioschaltungen auf den Grund zu gehen, erfordert die richtigen Werkzeuge. Eines davon ist der Signalverfolger. Den kann man recht einfach selber bauen.

von Hans Borngräber



Kurzinfo

- » Werkzeug selber bauen
- » Audiogeräte diagnostizieren
- » Bau mit speziell designter Platine

Checkliste



Zeitaufwand:
5 Stunden



Kosten:
25 Euro

Werkzeug

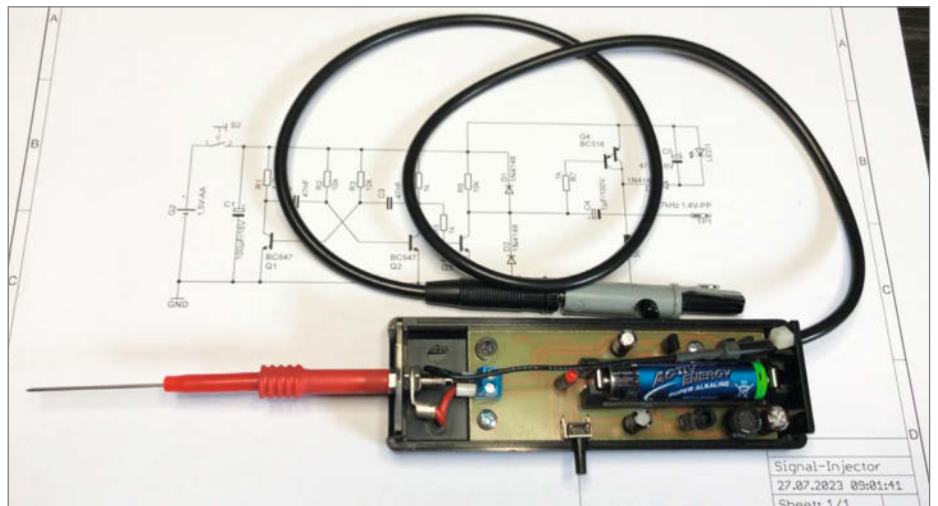
- » Lötkolben
- » Schraubendreher
- » Platinen-Bohrer

Mehr zum Thema

- » Johannes Börnsen, Hightech-Messgerät Moasure One für große Flächen im Test, Make 3/23, S. 108
- » Carsten Wartmann, Experimentierset: Modulares Breadboard bauen, Make 2/23, S. 82



Alles zum Artikel
im Web unter
make-magazin.de/xybw



Signalinjektor von innen mit Tastspitze und Masseklemme

Beschäftigt man sich mit der Instandsetzung elektronischer Geräte, benötigt man neben dem Wissen über die Funktionsweise des defekten Gerätes auch eine Reihe von Messgeräten.

Die Techniker in der Anfangszeit der Elektronik waren findige Leute und wussten sich zu helfen. Sie bauten sich Geräte selbst, die ihnen dabei halfen, ein elektronisches Gerät ohne teure Messtechnik zu untersuchen: den Signalverfolger.

Signalinjektor

Ist das defekte Gerät total stumm – zum Beispiel ein Radio – muss man eine Möglichkeit finden, die einzelnen Stufen des Gerätes zum Leben zu erwecken. So lässt sich sehen, ob das untersuchte Bauteil noch funktioniert.

Das macht man mit einem von außen eingespeisten Signal. Hierzu bedient man sich eines Rechteckgenerators, der ein Oberwellenreiches Signal erzeugt, das von eventuell vorhandenen Filtern nicht geschluckt werden kann. Das ist der sogenannte Signalinjektor. Ist der Ausgangsverstärker des Gerätes noch in Ordnung, kann man ein lautes Piepen aus dem Lautsprecher hören, wenn die getestete Schaltstufe funktioniert. Ist der Ausgangsverstärker defekt, oder besitzt das Gerät keinen eigenen, benötigt man ein zweites Gerät.

Signalverstärker

Das zweite Gerät ist der Signalverstärker. Mit Hilfe des Signalverstärkers kann man die Stelle suchen, an der das eingespeiste Signal nicht mehr zu finden ist. Der Signalverstärker

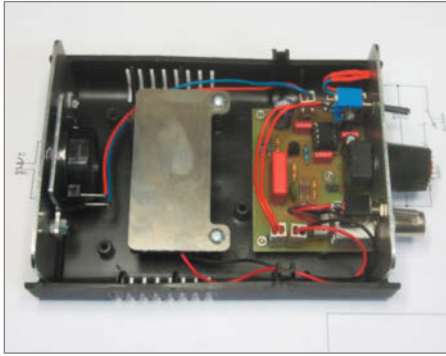
besteht aus einem Eingangsfilter und einem Verstärker mit Lautsprecher. Einfach aber hilfreich.

So etwas kann der Maker sich leicht selbst bauen. Wie, steht in diesem Artikel.

Vorgehensweise

Wie sucht man dann nach einem Fehler in einer elektronischen Schaltung und wie setzt man die beiden Geräte ein?

Das Grundprinzip elektronischer Schaltungen ist, dass irgendwo ein Signal rein- und hinten etwas herauskommt. Oder die Schaltung erzeugt selbst ein Signal, das dann weiterverarbeitet wird. Gibt es Schaltungsunterlagen, hat man es schon mal leichter, dem Fehler auf die Spur zu kommen. Hat man keine, bedarf es guter Kenntnisse darüber, wie elek-



Der geöffnete Signalverstärker von allen Seiten



tronische Geräte im Allgemeinen aufgebaut sind. In dieser Situation können Pläne ähnlich funktionierender Geräte oder die Datenblätter der verwendeten Halbleiter hilfreich sein. Denn häufig halten sich die Gerätekonstrukteure an die Beispielschaltungen der Halbleiter-Hersteller.

Wie geht man nun vor? Erster Schritt: Kontrolle aller Versorgungsspannungen. Sind alle Betriebsspannungen vorhanden und lässt sich das Gerät überhaupt einschalten? Dann die optische Kontrolle der üblich Verdächtigen. Je nach Alter des Gerätes können das folgende Komponenten sein:

- Elektrolytkondensatoren,
- Germanium-Transistoren,
- Mechanische Schaltelemente,
- Kohlemassewiderstände.

Man kann auch als Erstes eine Sichtkontrolle machen, nur weiß man dann nicht, auf was man besonders achten muss. Mit der Methode „erstmal einschalten“ bekommt man gleich einen Überblick was los ist.

Ist alles unauffällig, kommt jetzt der Signalinjektor oder der Signalverstärker zum

Einsatz. Der Signalinjektor wird benutzt, wenn man Verstärkerstufen überprüfen möchte. Nach diesem Prinzip kommt das eingespeiste Signal auch aus der Schaltung heraus. Wenn nicht, hat man den Übeltäter gefunden. Ansonsten muss man Stufe für Stufe durchpiepsen, bis man die defekte Stelle gefunden hat. Ohne die passenden Pläne ist es manchmal etwas schwierig, die richtigen Einspeisepunkte zu finden. Gute Punkte sind immer die Basisanschlüsse der Transistoren oder die Eingänge der Operationsverstärker. Bei Röhrengeräten ist es das Gitter 1 der Röhre.

Erzeugt die zu prüfende Schaltung selbst Signale (zum Beispiel Oszillatoren), kommt der Signalverstärker zum Einsatz. Durch den Eingangsfilter des Signalverstärkers können auch HF-Signale in gewissen Grenzen hörbar gemacht werden.

Eine generelle Reparaturanleitung, die für alle elektronischen Geräte gültig ist, kann es nicht geben. Aber die zuvor aufgeführten Schritte helfen auf jeden Fall, einem Fehler auf die Spur zu kommen.

Eine Anmerkung noch: In Digitalschaltungen kommt man mit Signalverstärker und Signalinjektor nicht sehr weit. Die beiden sind Helfer für die analoge Welt. Für die schnelle Fehlersuche in Digitalschaltungen haben sich die Logic-Probes bewährt. Ein Selbstbau ist kein Hexenwerk.

Beispiel:

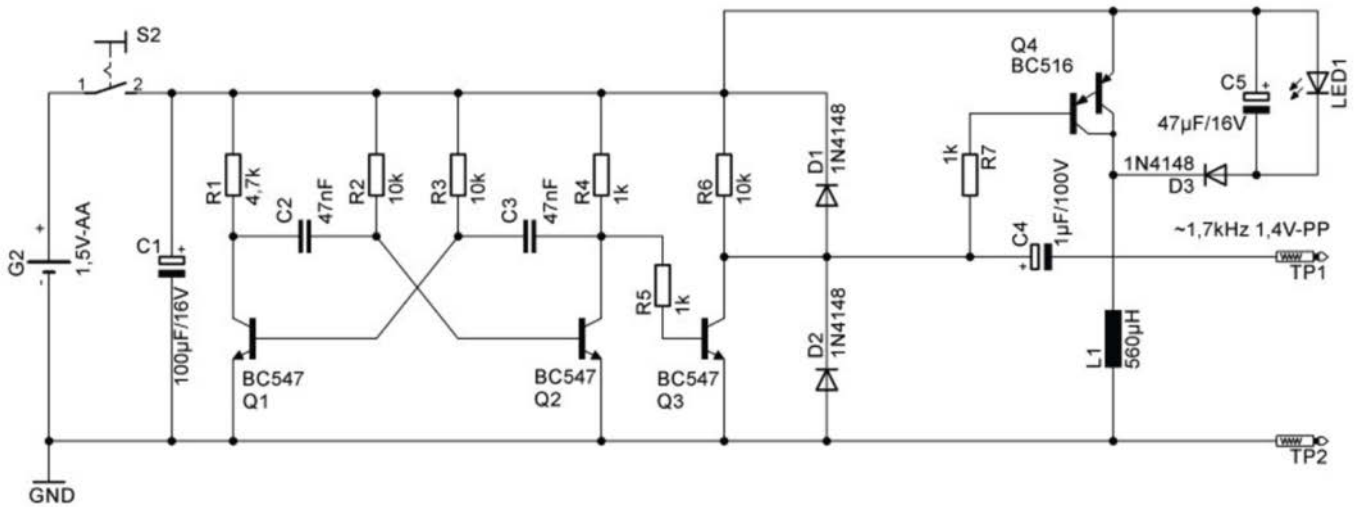
Ein Grundig Emden 7 aus einem VW T2 Bus war defekt und der TÜV Nord wollte die H-Nummer entziehen, da das Gerät in den Auslieferungsunterlagen aufgeführt war und zur Originalausstattung gehörte. Im Foto sind die durch Sichtkontrolle gefundenen defekten Elektrolytkondensatoren markiert. Sie waren alle defekt. Der Transistor BF441 zeigte bei der normalen Durchgangsprüfung für Halbleiter keinen Defekt. Trotzdem lief das Radio nicht. Erst das Durchpiepsen mit dem Signalinjektor zeigte, dass der Transistor nicht funktionierte. Er ist Bestandteil der ersten UKW-Stufe. Er wurde ausgetauscht und schon lief das Radio wieder.

Im Radio klebte übrigens ein Schaltbild. Prima – das ist schon die halbe Miete, aber oh

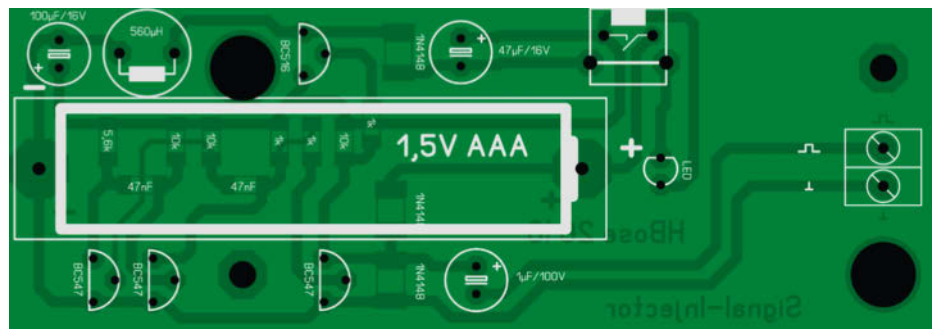


Innenleben des Grundig Emden 7

Schaltbild des Signalinjektors

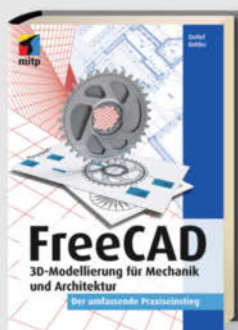


Rechtecksignal des Injektors



Platine für den Signalinjektor, Dateien dafür in der Onlineinfo

Noch mehr Lesestoff!



Detlef Ridder
FreeCAD

FreeCAD ist eine kostenlose Open-Source-Alternative zu professionellen CAD-Programmen und bietet einen vergleichbaren Funktionsumfang.

Als gedrucktes Buch, PDF oder ePub

24,99 €



Ralf Steck
CAD für Maker, 3. Auflage

Für die Fertigung benötigen Sie eine digitale 3D-Vorlage. In diesem Buch erfahren Sie alles, was Sie wissen müssen, um im Handumdrehen zum CAD-Modell für Ihre Produktidee zu gelangen.

Als gedrucktes Buch, PDF oder ePub

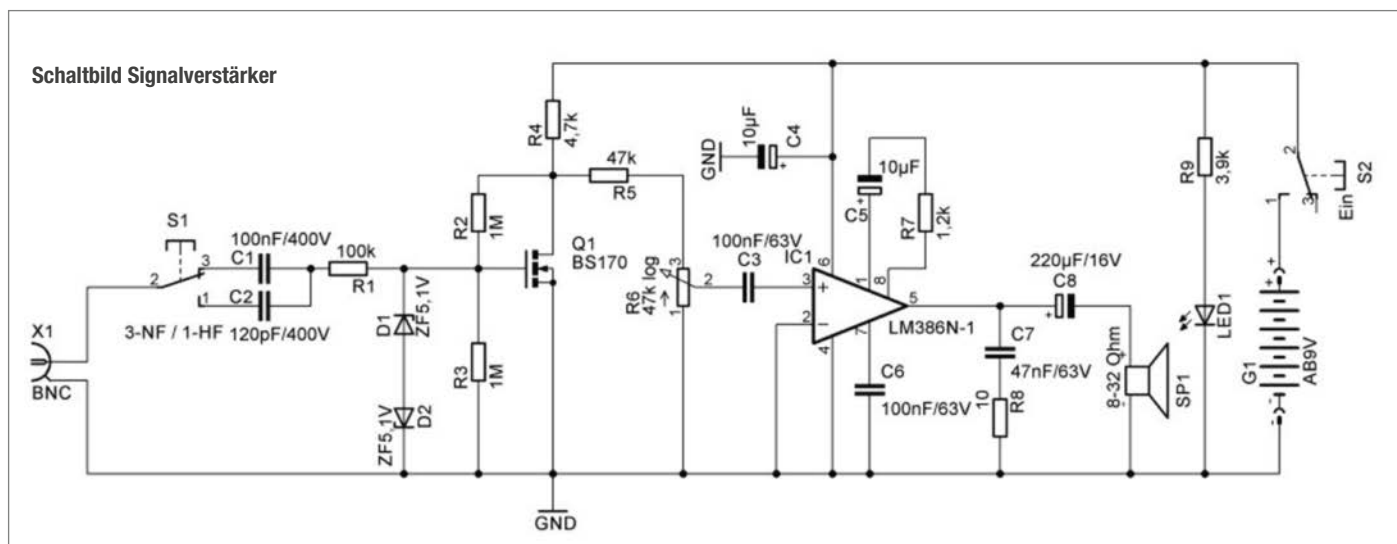
34,99 €



shop.heise.de/buch-freecad



shop.heise.de/buch-cad-Maker3



Schreck: Das Schaltbild stimmt in großen Teilen nicht mit der Schaltung überein. Das ist ein Phänomen, das mir schon des Öfteren begegnet ist. Ob das mangelnde Qualitätskontrolle ist oder Absicht, kann ich nicht sagen.

Signalinjektor

Der Signalinjektor besteht aus einem klassischen astabilen Multivibrator (Kippstufe), aufgebaut in Transistortechnik, einem nachgeschalteten Signalverstärker und einer Step-Up-Schaltung zum Ansteuern der Kontroll-LED. Die Step-Up-Schaltung ist notwendig, damit die LED an einer 1,5-Volt-Batterie überhaupt leuchten kann.

Betätigt man den Taster, leuchtet die LED und an der Testspitze liegt ein 1,7-kHz-Rechtecksignal an. Die LED signalisiert dem Maker, dass auch wirklich ein Rechtecksignal erzeugt wird. Ohne Rechtecksignal würde der Step-Up-Wandler nicht funktionieren. Denn es könnte ja sein, dass an der Messstelle ein Kurzschluss vorliegt. Das Signal ist so „schmutzig“ (Oberwellen), dass es bis in den MW-Bereich zu finden ist.

Die Schaltung ist gegen hohe Spannung geschützt. Diese können in Röhrengeräten vorkommen. R1, D1 und D2 begrenzen den Pegel des Messsignals auf maximal 5V.

Im Download-Bereich gibt es das Layout der Platine im Sprint-Layout-Format.

Mechanisch ist die Platine auf ein schmales langes Kunststoff-Gehäuse design't. Um mit dem knappen Platz auszukommen, sind einige Bauteile in ihrer SMD-1206-Version verbaut. SMD 1206 lassen sich aber noch gut von Hand verarbeiten. Es wird kein Bestückungsautomat benötigt.

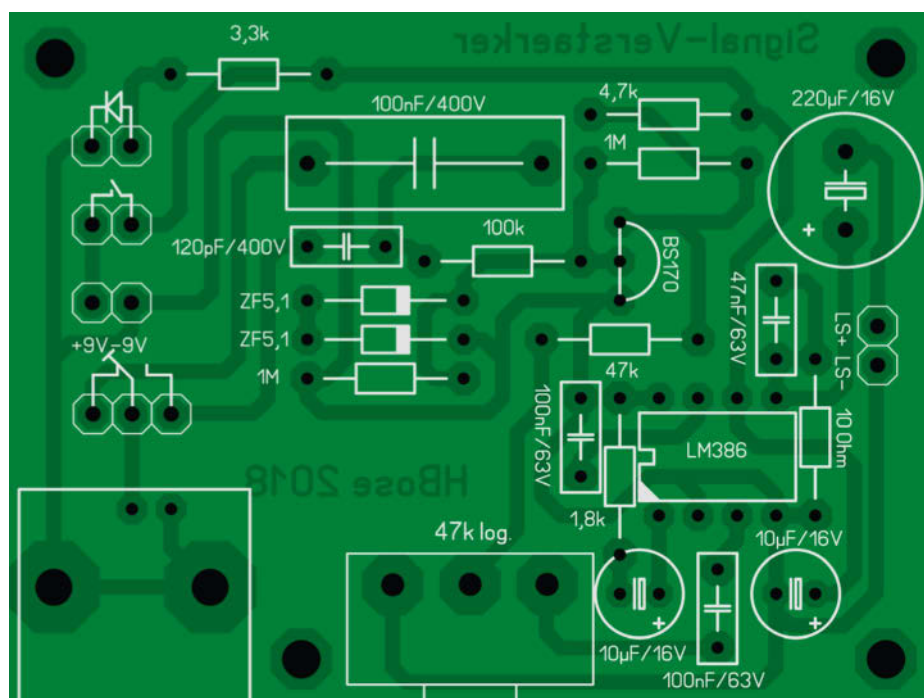
Signalverstärker

Testet man ein Radio, an dem der NF-Teil (Niederfrequenz; Endstufe, Übertrager, Lautsprecher) streikt, muss man sich auf anderem Weg akustische Hilfe verschaffen. Hier leistet der kleine Verstärker optimale Arbeit. Mit modernen Halbleitern aufgebaut ist das eine kompakte Sache.

S1 dient zum Umschalten der beiden Eingangsfiler, bestehend aus C1 und C2. C1 ist für den Frequenzbereich von 100 Hz bis 15 kHz; C2 für alle Signale aus dem normalerweise nicht hörbaren Bereich. Die MOSFET-Vorstufe (Metall-Oxid-Halbleiter-Feldeffekttransistor) erhöht den Eingangswiderstand des Verstärkers von 47 Kiloohm auf ca. 1 Megaohm und verhindert damit eine zu starke Belastung des Messobjektes. Deshalb kann ein ausgedienter Oszilloskop-Tastkopf zum Einsatz kommen. Der nachgeschaltete LM386 verstärkt das Signal auf einen hörbaren Pegel. Als Lautsprecher kommt ein Mini-Lautsprecher aus einer Türsprechanlage zum Einsatz. Schön laut und sehr kompakt. Versorgt wird die Schaltung von einer 9-Volt-Blockbatterie.

Auch für diese Schaltung gibt es eine Platine. Die Sprint-Layout-Datei ist im Download-Bereich des Artikels zu finden.

Hat man die beiden Helfer gebaut, werden sie schnell zu einem unverzichtbaren Bestandteil der Werkzeugkiste – genauso wichtig wie Seitenschneider und Schraubendreher. —das



Platine für den Signalverstärker. Dateien dafür in der Onlineinfo

Do **KI** Yourself!

Modelle anwenden und selbermachen



Heft + PDF mit 29 % Rabatt

Was muss man technisch über KI wissen? Damit beschäftigt sich dieses ix-Special und hat für jeden Wissensstand etwas im Gepäck. Erfahrene Entwickler finden Tipps zu fertigen KI-Modellen und Quellen von Trainingsdaten; Anfänger und Interessierte holt das Heft bei der Architektur von Sprachmodellen und der Funktionsweise von KI-Bildgeneratoren ab. Für alle dazwischen bietet das Special Informationen, um aktuell wirklich mitreden zu können:

- ▶ Was große KI-Modelle können: So funktionieren GPT-4, Bard, Stable Diffusion und Co.
- ▶ Mit PyTorch und scikit-learn in die KI-Entwicklung starten
- ▶ Mit LangChain KI-Agenten bauen und eigene Daten nutzen
- ▶ Neuronale Suche: Finden, was wirklich gemeint ist
- ▶ Aktuelle GPUs im Leistungsvergleich
- ▶ KI und Recht: Urheberrecht, DSGVO, Data Act und AI Act
- ▶ Auch als Angebots-Paket Heft + PDF + Buch "Natural Language Processing mit Transformern" erhältlich!

Heft für 14,90 € • PDF für 14,90 € • Bundle Heft + PDF 20,90 €



shop.heise.de/ix-ki

Pimpel ab & Spannung dran

Die analoge HiFi-Welle rollt weiter: Alte Plattenspieler und analoge Receiver werden nach Jahren der Vernachlässigung im Keller oder auf dem Dachboden wieder ein Blickfang im Wohnzimmer. Mitunter muss man der Technik aber auf die Sprünge helfen. Zwei Fallbeispiele.

von Daniel Bachfeld



Langjährige Leser der Make wissen es: Bei mir daheim schwappt die Vintage-Technik-Welle hin und her. Letztes Jahr bekam ich einen Plattenspieler von Kollege Oliver Diedrich von der ix in die Hände: Ein Dual CS626. Ein zwischen 1979 und 1981 gebauter Vollautomat mit besonders gelagertem Tonarm und Ultra Low Mass (ULM). Dank Direct Drive gibt es keinen Riemen, der nach all den Jahren hätte schlapp machen konnte.

Leider funktionierten aber die automatischen Funktionen Start und Stop sowie Lift nicht mehr. Weder bewegte sich beim Drücken von Start der Tonarm in Richtung Platte, noch fuhr der Arm beim Erreichen der Auslaufrille (Endabschaltung) automatisch in seine Ablage zurück (Rückführautomatik). Antrieb und Tonabnehmer funktionierten hingegen tadellos, sodass ich ihn einige Wochen manuell benutzte, bis ich dann die Geduld verlor und mich auf Fehlersuche begab.

Fehlersuche

Erste Anlaufstelle: Google mit für mich naheliegenden Suchbegriffen: „dual CS626 start stop defekt“. Die Ergebnisse führten mich dann zwar schnell in die richtigen Internetforen wie dual-board.de, leider mit den darin enthaltenen Kommentaren zu ähnlichen Fehlern auch tagelang in die falsche Richtung. Ich vermutete zunächst Probleme bei einem Zugmagneten und/oder der Elektronik, die den Arm in Bewegung setzen. Praktischerweise bietet Dual (respektive der aktuelle Inhaber der Marke) Service-Manuals für so gut wie alle alten Modelle (auf der Service-Seite Klassik genannt) zum kostenlosen Download an, in denen neben Schaltplänen auch Details zur Mechanik abgebildet sind.

Um an die Elektronik zu gelangen, muss man den Korpus entfernen. Ohne kann man den Plattenspieler aber nicht einfach auf den Tisch stellen. Mit einer provisorischen Bühne aus acht Konservendosen (Linsen- und Erbsensuppe funktionieren am besten) ließ sich der Dual aber gut aufstellen (siehe Aufmacher). Mit Spannungsmessungen an diversen Punkten der Elektronik konnte ich Fehler bei Tastern, Motoren und den Spannungsversorgungen ausschließen. Die in diesem Heft in anderen Artikeln häufig erwähnten Kondensatoren waren bei mir alle noch funktional. Es blieb also nur ein mechanisches Problem übrig.

Leider brachte mich das Service-Manual kein Stück weiter. Sätze wie „Durch Betätigen der Griffstange 203 nach vorne dreht sich die Hubkurve. Die anliegende Stellschiene 190 überträgt die Hubbewegung auf den Heberbolzen, der den Tonarm 73 anhebt.“ lesen sich vermeintlich leicht. Schaut man sich die dazugehörige Mechanik im Betrieb an, verliert man jedoch schnell den Überblick. Und die Explosionszeichnungen der Mechanik sind recht



Ein Dual CS626, Made in Germany, war der erste mit Frontbedienung auch bei geschlossener Klappe. Seine Gleichlaufschwankung lag unter 0,05% und sein Rumpelgeräuschabstand bei 75dB.

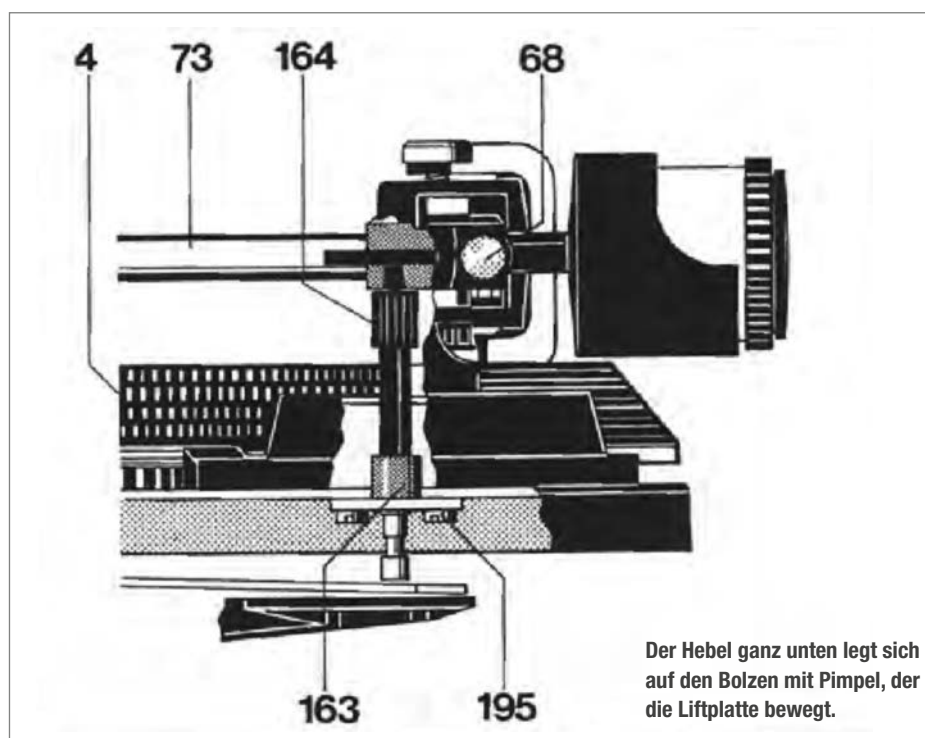
verwirrend. Also nochmal Google, diesmal aber mit einer etwas veränderten Suche: „dual CS626 startautomatik“. Das führte mich abermals zum Dual-Board.de. Diesmal jedoch zum entscheidenden Hinweis: Steuerpimpel.

Steuerpimpel

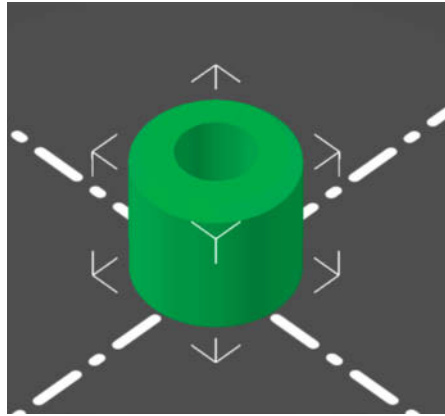
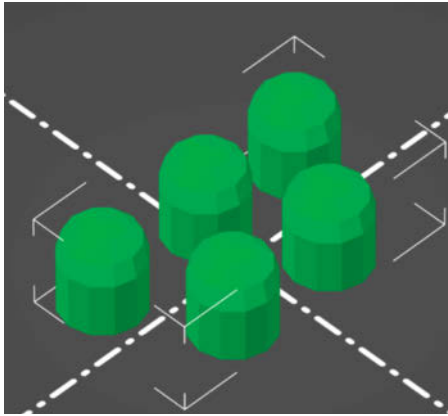
Zuerst dachte ich an eine von Anwendern verniedlichte Form eines bestimmten Funktionselements. Pimpeln bedeutet als Verb jammern oder maulen. Aber selbst das offizielle Service Manual von Dual bezeichnet das Teil als Steuerpimpel.

Dabei handelt es sich um ein Gummihütchen in der Form des Kopfes eines Streichholzes und ist auch in der Größe sehr ähnlich. Der Pimpel thront auf einem kurzen Metallbolzen, der wiederum auf einer schwenkbaren Konstruktion (Liftplatte) befestigt ist, die den Tonarm bewegt. Der Pimpel dient quasi als elastischer Mitnehmer, wenn sich Teile der Mechanik im Plattenspieler auf ihn absenken und dann die Mechanik drehen. Über die Hebelwirkung bewegt sich dann der Tonarm in die Start- bzw. Endposition.

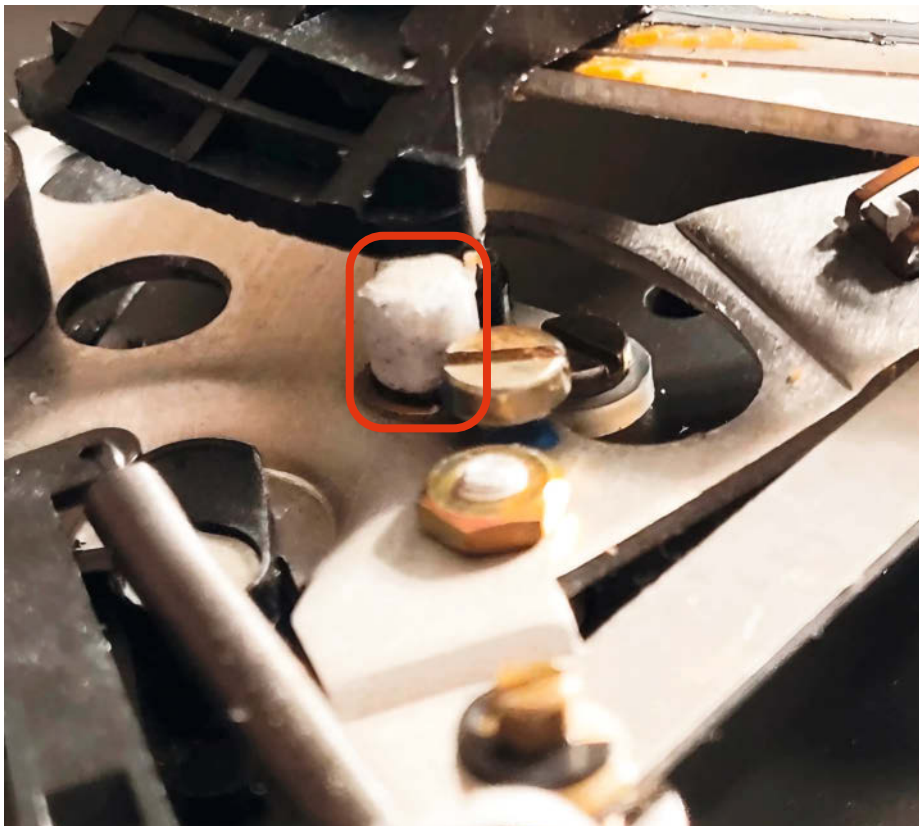
Fehlt der Pimpel, so laufen Teile der Mechanik beim Start des Antriebs zwar mit, aber der



Der Hebel ganz unten legt sich auf den Bolzen mit Pimpel, der die Liftplatte bewegt.



Verschiedene Steuerpimpel von Thingiverse. Der rechte war für meinen Dual CS626 der richtige.



Der selbstgedruckte Steuerpimpel (Kringel) im Einsatz. Über ihm die Stellschiene aus Plastik.



Ein Fisher-Receiver CA-440 mit 2 x 30W. Über seine Frontschalter kann man verschiedene Boxenpaare ansteuern.

Bolzen wird nicht „mitgenommen“. Nach mehr als 40 Jahren hatte sich der Steuerpimpel einfach in Wohlgefallen aufgelöst.

Diverse Anbieter im Internet verkaufen Ersatzsteuerpimpel für alte Dual-Plattenspieler, auf eBay gibt es sie zwischen 5 und 9 Euro. Als Besitzer eines 3D-Druckers war es naheliegend, sich den Pimpel selbst zu drucken. Ich hatte zwar nur steifes PLA und kein flexibles TPE/TPU, aber den Versuch wollte ich trotzdem wagen. Einige Maker hatten offenbar die gleiche Idee und schon Modelle für Dual-Player nachkonstruiert und auf Thingiverse hochgeladen. Je nach Turntable-Modell gibt es unterschiedliche Formen und Größen.

3D-Druck

Im ersten Versuch probierte ich das Modell des Users Beeluspa „Steuerpimpel for Dual turntables“. Druckzeit 3 Minuten. Nach dem Aufstecken des Pimpels auf den Bolzen und dem Drücken auf Start bewegte sich der Arm aber weiterhin nicht. Der Bolzen saß etwas zu tief im Pimpel und die Mechanik kratzte nur leicht über dessen runde Oberfläche, ohne ihn mitzunehmen. Ein anderes Modell von User betamax „Dual turntable steuer-pimpel autoplay repair“ ging in die richtige Richtung, allerdings drückte der Pimpel nun zu stramm an die ihn mitführende Mechanik.

Mit einer Feile kürzte ich den Pimpel sukzessive und schließlich bewegte sich der Tonarm wie gewünscht automatisch an den Anfang der Schallplatte. Erreichte der Tonarm die Auslaufrille, so bewegte er sich zurück auf die Ablage. Das funktioniert mittlerweile seit mehr als einem halben Jahr problemlos. Ein Pi 3 streamt nun in meinem Arbeitszimmer per Icecast das Audiosignal auf meine Sonos-Boxen.

Die Kosten für die Reparatur belaufen sich auf wenige Cent für das bisschen Filament und zahlreiche Stunden. Auf meinem Kerbholz war das der zweite Plattenspieler, den ich repariert habe.

Receiver

Im Jugendzimmer nebenan ist es dagegen noch komplett analog. Unter anderem dient ein Receiver Fisher CA 440 als Verstärker für ein Tapedeck aus den 80ern. Den Fisher hatte mein Sohn auf einem Flohmarkt für 10 Euro und ohne Funktionsprüfung, aber mit großer Hoffnung erstanden. Fun Fact: Mittlerweile steht die Jugend wieder auf Silber-HiFi statt auf schwarz. Nun ja, Zuhause angekommen, schloss er in freudiger Erwartung oder geistiger Umnachtung sofort zwei Boxen an und schaltete ein. Großer Fehler! Eine Box zischelte kurz, dann nicht mehr und auch nie wieder. Leichte Röstaromen von heißem Kupferdraht und geschmolzener Isolierung lagen in der Luft.

Spannung dran

Wie ich anschließend mit dem Multimeter feststellte, lag am linken Ausgang eine Gleichspannung von 40 V an, was die Spule der Box zum Glühen und vermutlich die Isolierung zum Schmelzen brachte. Merke: Unbekannte Verstärker oder Receiver nicht ohne vorherige Messung an die Boxen anschließen.

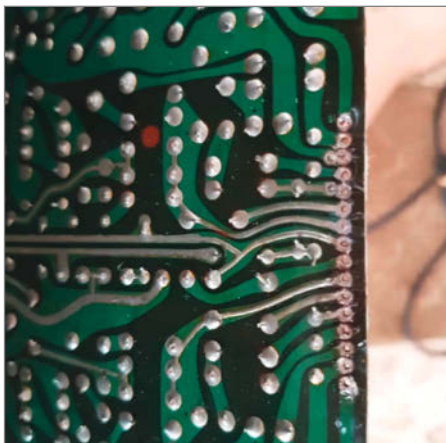
Schaltplan

Über den Verlust der Billig-Box von JVC kamen wir schnell hinweg. Wo aber lag der Fehler im Receiver? Ohne Schaltplan kamen wir nicht weit. Eine Google-Suche nach Service Manuals für Fisher-Geräte führte zu dem deutschen eBay-Händler „Kloker Fernsehfachgeschäft“, der nebenbei auch für viele andere ältere Geräte von Marken wie Technics, Braun, Kenwood und weitere Hersteller Manuals anbietet.

Der Schaltplan kam nach wenigen Tagen und mit Multimeter und Oszilloskop gingen wir auf Spurensuche. Wo kamen die 40 V her? Da keine Kondensatoren im Signalpfad lagen, gelangten wir recht schnell zur Quelle: Der Stereo-Verstärker-IC STK465 hatte offenbar einen Spannungsdurchschlag auf seinem Silizium und lieferte an seinem linken Kanal Ausgangs-Beinchen die hohe Gleichspannung. Der IC wurde früher von Sanyo gefertigt und in vielen Verstärkern für Leistungen bis zu 2×30W verbaut und ist auch heute noch leicht und günstig zu haben. Händler bieten ihn zwischen 5 und 15 Euro im Netz an.

Entlöten

Um den IC auszulöten, muss man die Hauptplatine ausbauen. Leider muss man dafür auch die Kabel der Backplane (Cinch-Buchsen etc.) und der Frontplane (Potis und Schalter) von der Hauptplatine lösen. Zur Zeit der Herstellung des CA-440 benutzte man allerdings noch keine Steckverbindungen. Stattdessen hat man abisolierte Kabelenden (dicker Draht,



Mit einer guten Entlötpistole ist das Auslöten von ICs ein Kinderspiel.



Auf eBay bieten Händler Kopien von alten Manuals an.

keine Litze) der Planes sehr stramm um Löt-nägeln gewickelt.

Mit einer Flachzange ließen sich die Kabelenden mit leichter Gewalt von den Nägeln abziehen, das Aufstecken sollte später zum Problem werden. Nachdem die Kabel gelöst waren, ließ sich die Hauptplatine ausbauen und der STK465 auslöten. Praktischerweise haben wir in der Redaktion eine Entlötstation mit Vakuum-Pumpe (ZD-915), mit der das zumindest bei THT-Komponenten ein Kinderspiel ist.

Neuen IC einlöten, Platine wieder einbauen und die Kabel gemäß der beim Ausbau gemachten Handy-Fotos wieder auf die Nägel stecken. Das funktionierte nur mit sehr viel Geduld, denn sobald man nicht ganz lotrecht die gewickelte Spirale auf den Nagel schob, verkantete diese. Mitunter musste ich das Kabelende abwickeln und neu wickeln. Nach viel Fluchen und Schwitzen und rund 30 Kabeln war alles wieder zusammengebaut.

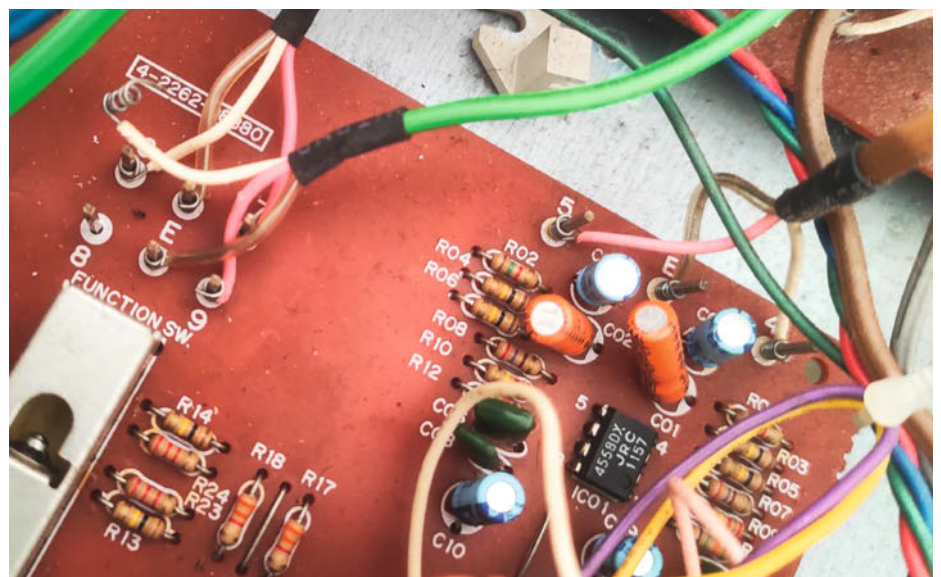
Erster Test: Liegt Gleichspannung an den Ausgängen? Dem war nicht so, also Boxen ran, Mediaplayer an AUX und los. Der Receiver



Ersatz-ICs findet man im Internet in Hülle und Fülle günstig und mit kurzer Lieferzeit.

spielte auf beiden Kanälen, wie er sollte. Insgesamt hat die Reparatur 10 Euro für den IC und 12 Euro für den Schaltplan gekostet und einiges an Stunden zur Fehlersuche und Reparatur. Immerhin die erste Kerbe in meinem Holz für Verstärker.

—dab



Die Kabel der Audiobuchsen bilden an ihren Enden Spiralen, die um Löt-nägeln gewickelt sind.

IoT-Wecker im Retro-Stil

Viele Haushalte haben ihn: Dekad, den schicken Retro-Wecker von IKEA. Und was liegt im Zeitalter von IoT näher, als ihn mit ein paar smarten Funktionen aufzupeppen? In unserer Version können Sie per App personalisierte Nachrichten an den Wecker senden, um zum Beispiel an Termine zu erinnern. Der Empfänger kann bequem per Snooze-Button reagieren.

von Susanne Rütten, Aleks Stepien und Fabian Weller



Jeder von uns hat schon einmal eine Verabredung oder einen Termin verpasst, trotz Kalendereintrag und zahlreicher Erinnerungen auf dem Handy. Unsere Freunde oder Partner mussten dann auf uns warten und versuchten vergeblich, uns zu erreichen. Wäre es da nicht hilfreich, ein Gerät zu haben, das unüberhörbar klingelt? Als Elektrotechnikstudenten mit einem Hang zur „Vereinfachung“ vermeintlicher Probleme haben wir uns dieses Problems angenommen und einen analogen Wecker in seiner Funktion aufgepeppt.

Funktionen

Um das Endprodukt so komfortabel wie möglich zu gestalten, haben wir folgende Anforderungen an unsere Remote-Alarm-Clock gestellt: Jeder aus der Freundesgruppe soll bequem einen Weckruf auslösen können. Zusätzlich soll eine Nachricht auf dem Wecker angezeigt werden, damit der Empfänger auch weiß, warum er angeklingelt wurde. Mit der Snooze- oder Stopp-Taste soll eine Antwort an den Absender gesendet werden. Und falls der innere Schweinehund doch einmal zuschlägt und der Wecker vom Stromnetz getrennt wird, sorgt ein eingebauter Akku für den Weiterbetrieb.

Wir haben uns entschieden, eine App zu schreiben, mit der man ganz einfach vom Mobilgerät aus Nachrichten an den Wecker schicken kann. Wenn man den Besitzer des Weckers an einen bevorstehenden Termin erinnern möchte, kann man den Namen des Absenders eingeben und dann die Nachricht eintippen. Im oberen Bereich der App gibt es eine Vorschau auf das Display des Weckers, sodass man jederzeit sehen kann, wie viel Platz noch zur Verfügung steht und wie die Nachricht später auf dem Wecker aussehen wird.

Um die Nachrichten an den Wecker zu übermitteln, verwenden wir den kostenlosen Datenbankservice Firebase. Dort legt die Anwendung einen Eintrag mit dem Nachrichtentext an, auf den der Wecker zugreifen kann. Der Wecker prüft in regelmäßigen Abständen, ob neue Nachrichten für ihn zum Abruf bereitstehen.

Ist dies der Fall, werden die Nachrichten inklusive Absender auf dem integrierten Display angezeigt. Mithilfe der Snooze-Taste kann der Alarm für 10 Minuten unterbrochen werden. Während der Snooze-Zeit wird in der linken oberen Ecke die verbleibende Zeit bis zum erneuten Klingeln angezeigt. Außerdem wird das Drücken der Taste an die Datenbank zurückgemeldet, sodass die App eine Push-Nachricht beim Absender der Nachricht anzeigen kann. Standardmäßig lautet diese „Ich komme zehn Minuten später“. Durch Drücken des Stopp-Buttons wird der Alarm oder Snooze-Timer gestoppt und die Nachricht „Fahre jetzt los“ gesendet.

Kurzinfo

- » Ikea-Hack: Wecker bekommt ein ESP-Gehirn
- » Nachrichten über Firebase Datenbank an ESP senden
- » Eigene App mit Flutter entwickeln

Checkliste



Zeitaufwand:
ca. 5 Stunden (ohne 3D-Druck)



Kosten:
ca. 45 Euro



Löten:
Grundkenntnisse



Programmieren:
Grundkenntnisse



3D-Druck:
notwendig

Material

» siehe Kurzlink

Werkzeug

- » Lötutensilien
- » Werkzeug für Elektronikarbeiten Seitenschneider, Zange, Schraubendreher, etc.

Mehr zum Thema

- » Heinz Behling, Programmier-IDE PlatformIO installieren, kostenloser Online-Artikel
- » Carsten Wartmann, Ikea-Staubsensor mit WLAN aufbohren, Make 5/21, S. 14
- » Lisa Ihde, Lovebox die moderne Liebesbotin, Make 6/19, S. 16

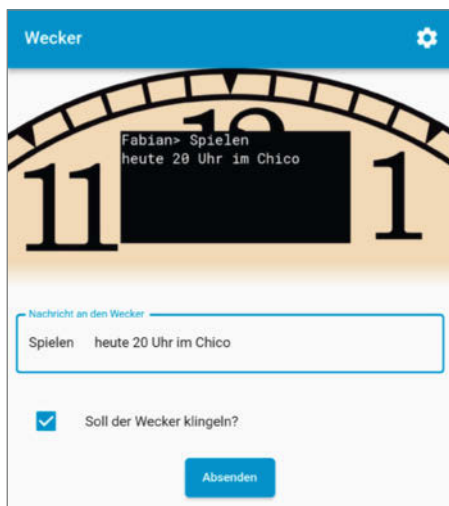


Alles zum Artikel
im Web unter
make-magazin.de/x52p



Der Wecker rasselt und möchte beachtet werden.





Nachrichteneingabe in der App

Wird keine Meldung angezeigt, befindet sich der Wecker im Standby-Modus. Dann wird der Status der WLAN-Verbindung und ein eventuell laufender Snooze-Timer angezeigt. In der Mitte ist auch die Vervollständigung der abgeschnittenen Ziffer 12 abgebildet, damit der Wecker seinen alten Charme behält.

Neben all den smarten Funktionen wollten wir aber nicht auf die analoge Uhr verzichten, sodass sich auch das Uhrwerk weiterhin im Gehäuse unserer Remote-Alarm-Clock befindet. Im Gegensatz zum Originalwecker wird unser Exemplar nicht mehr über zwei AA-Batterien, sondern über ein USB-C Netzteil mit Strom versorgt.

Ursprünglich sollte der Wecker absolut „schweinehundsicher“ sein, damit man den Besitzer auch wirklich immer erreichen kann. Im Zeitalter von Fernklausuren mussten wir unsere Ambitionen jedoch etwas zurückschrauben. Denn wegen eines smarten Weckers, der potentiell Ergebnisse übertragen könnte, einen Täuschungsversuch in der Klausur zu kassieren, lohnt sich nicht. Deshalb haben wir zusätzlich zwei Schalter eingebaut. Der eine schaltet alle smarten Funktionen ab (fernklausursicher) und mit dem anderen wird der Akku komplett abgeklemmt, damit er bei längerer Nichtbenutzung nicht tiefentladen wird: Das Uhrwerk läuft sonst immer, es gibt keine Batterien mehr, die entnommen werden könnten.

Die Komponenten

Im Folgenden werden die einzelnen Hardware-Komponenten des Weckers beschrieben und ein kurzer Überblick über den Aufbau gegeben. Die ausführliche Schritt-für-Schritt-Bauanleitung ist online zu finden (siehe Link in Kurzinfo).

Das Herzstück unseres smarten Weckers ist ein WEMOS D1 mini auf Basis des ESP8266. Durch seinen kleinen Formfaktor bleibt genügend Platz, um die weiteren Komponenten im Gehäuse unterzubringen. Gleichzeitig hat er ausreichend Programmspeicher, GPIO-Pins sowie WLAN bereits an Bord. Er kann sowohl mit 3,3V als auch mit 5V betrieben werden, was die Integration von Batterie- und Netzbetrieb erleichtert.

Für die Anzeige der Meldung ist ein Display erforderlich. Da das Uhrwerk einen großen Teil

der Zifferblattrückseite einnimmt, ist der Platz dafür begrenzt. Außerdem muss das Display sehr flach sein, damit der Motor für den Alarmgong noch eingebaut werden kann. Die Wahl fiel daher auf ein 128 x 64 Pixel OLED-Display, das gerade klein genug ist, um oberhalb des Uhrwerks in das Zifferblatt integriert zu werden. Das Display wird über I²C angesteuert, sodass Anschlüsse vom ESP eingespart werden können.

Unser Akku ist ein BL-5C Akku aus einem alten Nokia Handy, den wir noch in unserer Bastelkiste hatten. Prinzipiell kann jeder Lithium-Ionen-Akku mit 3,7V Nennspannung verwendet werden, allerdings muss dann ggf. die Akkuhalterung angepasst werden.

Für den Akku ist außerdem eine Ladeschaltung notwendig, die man für wenig Geld fertig kaufen kann. Wir haben uns für die Ladeschaltung vom Typ DEBO1 entschieden, die praktischerweise einen USB-Port zum Anschluss eines Netzteils besitzt. Für den normalen Netzbetrieb des Weckers holen wir uns die 5V direkt vom USB-Port, während die Ladeschaltung gleichzeitig unseren Akku bei Laune hält.

Die Anschlüsse aller Komponenten laufen auf einer Platine zusammen. Dort befinden sich auch die notwendigen elektrischen Schaltungen, den Schaltplan gibt es in unserem GitHub.

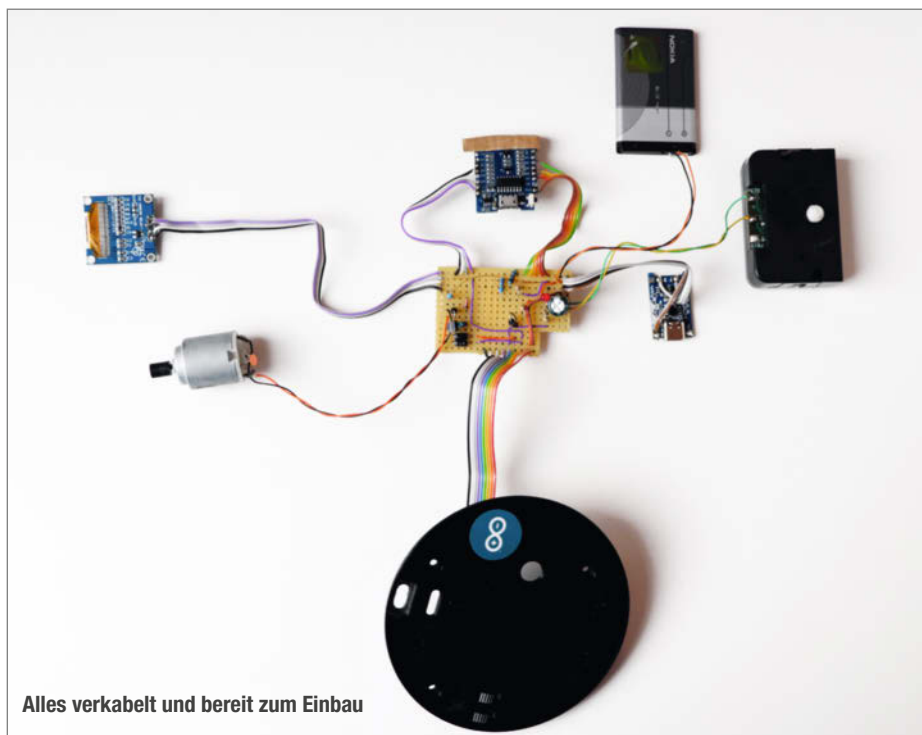
Am ESP dürfen nicht gleichzeitig 3,3V und 5V als Versorgungsspannung anliegen. Deshalb haben wir eine kleine MOSFET-Schaltung eingebaut, die je nach Verfügbarkeit zwischen Akku- und Netzbetrieb wählt. Im vollgeladenen Zustand hat die Batterie eine Spannung von 4,2V. Damit der ESP keinen Schaden nimmt, haben wir zwischen Akku und erstem MOSFET eine Si-Diode eingebaut, die die Akkuspannung um ca. 0,7V reduziert. Sinkt die Akkuspannung unter 3,2V, kann der ESP nicht mehr sicher betrieben werden. Will man die volle Akkukapazität nutzen, empfiehlt sich daher der Einsatz eines LDOs (Low Drop Out Regulator).

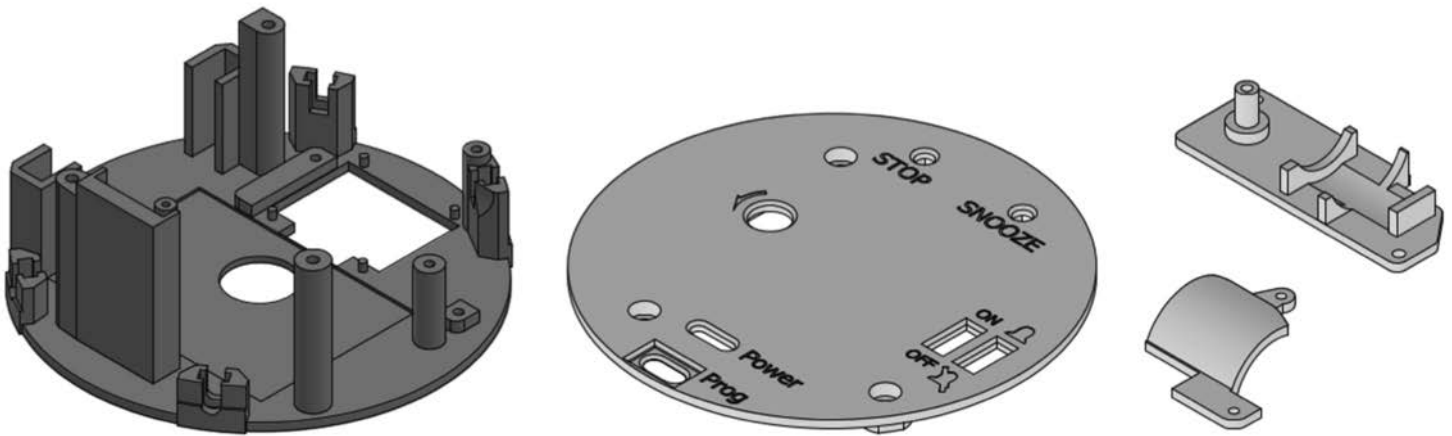
Die Motorspannung wird über eine bipolare Transistorschaltung mit 2,4V Zenerdioden als Referenz erzeugt. Durch den Spannungsabfall zwischen Basis und Emitter bleiben für unseren Motor ca. 1,7V übrig. Damit ist die Motorspannung von der Eingangsspannung entkoppelt. Der ESP steuert den Motor über einen weiteren MOSFET, sodass er nicht die volle Leistung zur Verfügung stellen muss (Schaltplan im Online-Teil).

Das Uhrwerk läuft im Original mit 1,5V. Um diese Spannung zu erzeugen, haben wir eine alte (schlecht leuchtende) LED als Referenz verwendet. Der zusätzliche Kondensator sorgt dafür, dass die Spannung beim Ticken der Uhr nicht zu weit abfällt.

3D-Druck

Um alle neuen Komponenten sicher unterbringen zu können, haben wir die Plastikteile





Die 3D-gedruckten Teile: links Trägerplatte, Mitte Rückplatte, rechts oben Motorplatte, rechts unten Motorabdeckung.

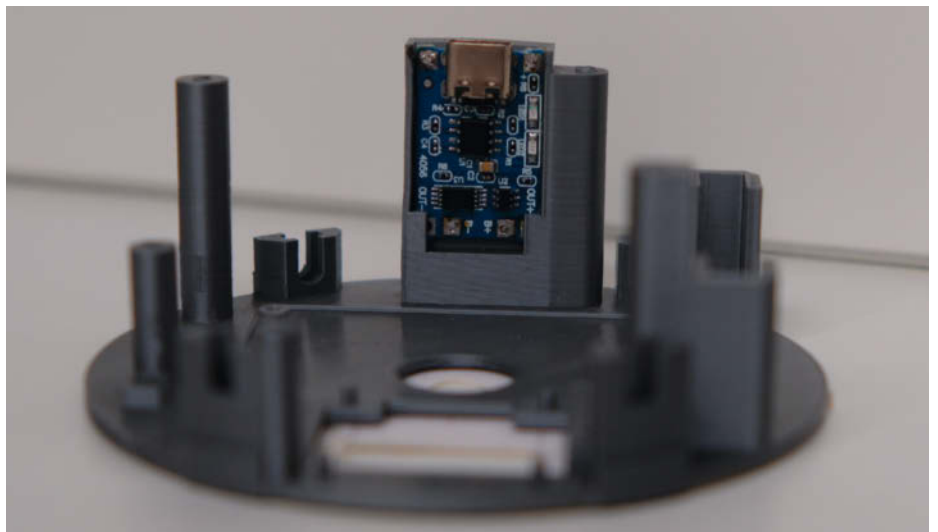
des Weckers im CAD-Programm nachgebaut und an unsere Bedürfnisse angepasst.

Auf der Vorderseite der Trägerplatte ist das Zifferblatt aufgeklebt. Auf der Rückseite befinden sich Befestigungsmöglichkeiten für alle Bauteile. Außerdem gibt es vier Slots für die Muttern, die später die Platte im Wecker halten. Auf der Trägerplatte wird oberhalb des Displays die Motorträgerplatte montiert. Der Motor wird von der Motorabdeckung gehalten. Auf der Rückseite des Weckers befindet sich die neu gestaltete Rückwand mit Befestigungsmöglichkeiten für Schalter und Taster sowie zwei Durchführungen für die Stromversorgung (USB-C) und den Programmierschluss (Micro-USB).

Die neuen Halterungen wurden auf dem 3D-Drucker in PLA gedruckt. Die STL-Dateien dafür sind in der Kurzinformatik verfügbar. Um eine ausreichende Stabilität der Struktur zu erreichen, ist es sinnvoll, mindestens 25 % Infill zu wählen. Trotzdem sollten die Schrauben nicht zu fest angezogen werden.

Augen auf beim Weckerkauf

IKEA hat im Laufe der Jahre verschiedene Versionen des Weckers verkauft, die sich im Format des Uhrwerks unterscheiden. Daher kann es sein, dass die Schraublöcher des Uhrwerks

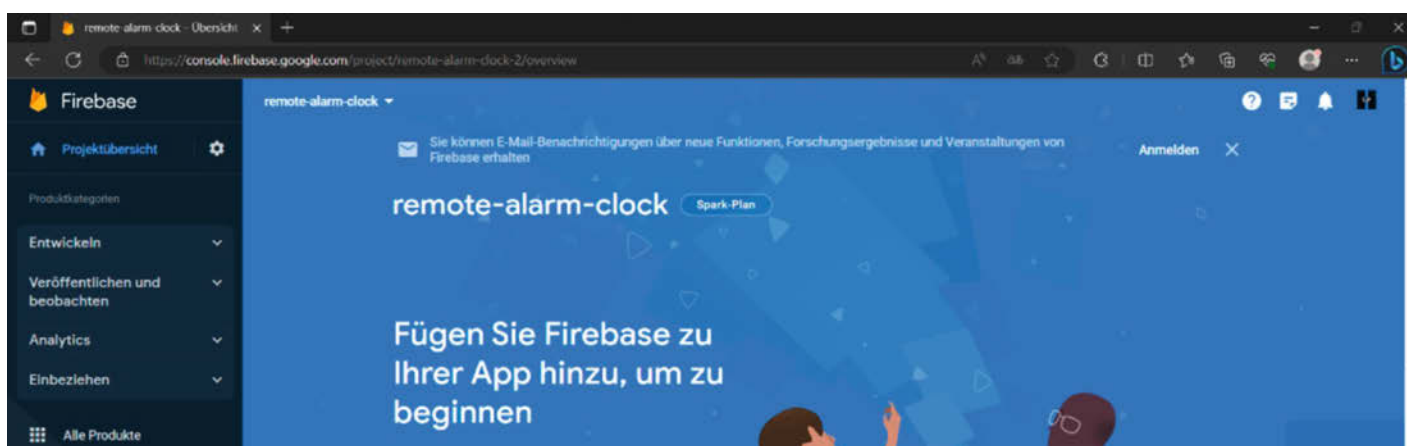


Die gedruckte Trägerplatte mit der Ladeschaltung.

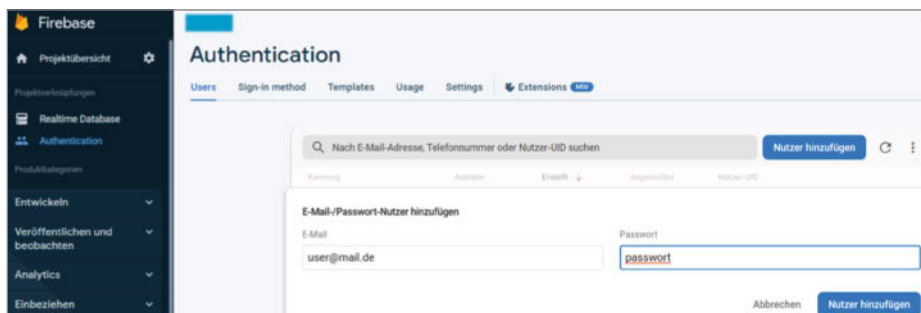
nicht zu unseren STL-Dateien passen und daher Anpassungen an der CAD-Datei notwendig sind. Da die Versionen äußerlich kaum zu unterscheiden sind, können wir leider keine Kaufempfehlung geben. Es muss also ausprobiert werden oder bei einem Gebrauchtkauf nach einem Innenfoto des Weckers gefragt werden.

Kurze Montageanleitung

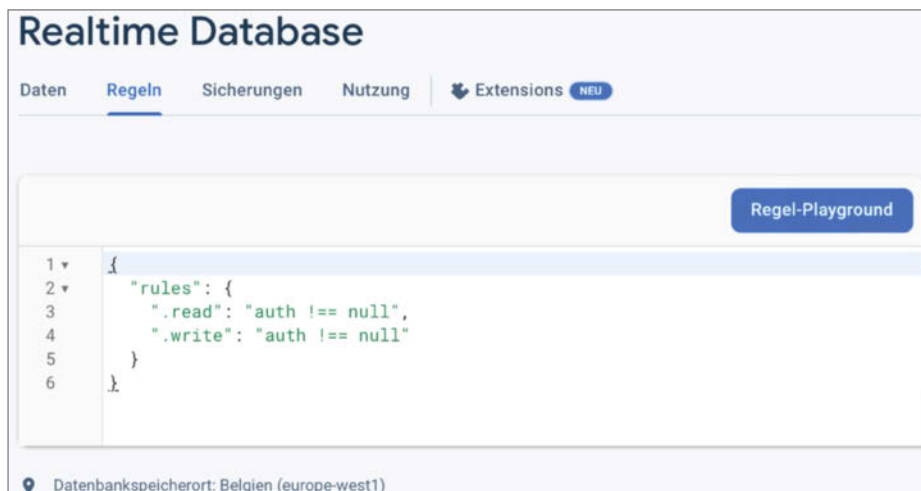
Hier ein grober Überblick über unseren Umbau, der in der Online-Ergänzung genauer beschrieben wird: Zuerst haben wir den Wecker komplett zerlegt und alle Teile für den späteren Zusammenbau beiseite gelegt. Eine der Poti-Verlängerungen, das Batteriefach und



Dashboard des Firebase-Projekts. Projektfunktionen und Dropdowns für neue Optionen sowie Anleitungen für Flutter und andere Apps.



Vergabe der Nutzer-Authentifizierungen



Regeln definieren

die alte Trägerplatte werden nicht mehr benötigt und wandern in die Grabbelkiste. Das Ziffernblatt haben wir vorsichtig abgelöst, einen Ausschnitt für das Display gemacht und es auf die neue Trägerplatte geklebt. Um das Ziffernblatt möglichst exakt zu positionieren, haben wir ein kleines Programm geschrieben, das das Display komplett weiß leuchten lässt.

Dadurch sind die Bildränder besser sichtbar und es wird später kein Text verdeckt (Sketch im GitHub). Danach wurden alle Bauteile auf unserer neuen Trägerplatte in die dafür vorgesehenen Halterungen gesteckt, angefangen mit dem Uhrwerk und den Zeigern. Hier ist es wichtig, die Zeiger auf 12 Uhr zu stellen, damit sie später auch korrekte Zeiten anzeigen

können. Zur Befestigung des Uhrwerks können die alten Schrauben wieder verwendet werden. Diese sollten jedoch nur handfest angezogen werden, um das Material nicht zu sehr zu belasten.

Anschließend wurde die Trägerplatte an der Stelle der alten Platte wieder in den Wecker eingesetzt und die weiteren Komponenten konnten hinzugefügt werden. Wir legten das Display in die vorgesehene Position und befestigten die Motorträgerplatte darüber. Die Schrauben dafür kamen bei uns aus der Wühlkiste, aber ca. M2 x 4 sollte passen. Die Art des Gewindes ist nicht entscheidend, da auch ein Feingewinde im Kunststoff für unsere Zwecke gut genug hält. Anschließend wird der Motor mit der Motorhalterung verschraubt. Auch hier empfehlen sich Schrauben aus der Grabbelkiste ca. M2 x 10.

Nun wurden auch die Ladeschaltung, der Akku und der ESP in das Gehäuse eingebaut. Die Ladeschaltung und der Akku werden in die dafür vorgesehenen Halterungen gesteckt, der ESP wird hinter die Ladeschaltung geklemmt. Hier sollte mit Isolierband oder ähnlichem sichergestellt werden, dass keine ungewollten Kontakte über das Außengehäuse entstehen.

Zuletzt kamen noch die Schalter und Taster in die Rückwand, bevor alles verschraubt wurde. Diese haben wir mit Sekundenkleber bzw. Heißkleber fixiert und damit auch das Kabel in der Mitte der Rückplatte zur Zugentlastung befestigt. Jetzt muss nur noch das Programm auf den ESP geflasht und alles getestet werden. Danach können munter Nachrichten verschickt werden.

Software-Essentials

Im Folgenden wird kurz auf die notwendigen Softwareschritte eingegangen. Eine ergän-



Die Projekteinstellungen

zende Anleitung zu Flutter findet sich im Online-Teil, der über den Link in der Kurzinzu zu erreichen ist.

Grundsätzlich ist unsere Software in zwei Teile (und dementsprechend zwei GitHub-Repositories) aufgeteilt. Auf der einen Seite befindet sich der Code für die Android-App und auf der anderen Seite der Code für den Wecker. Eine Datenbank dient als Verbindung zwischen den beiden Welten.

Kurze Informationen dazu: Die App wird zurzeit nur auf Android getestet. Theoretisch sollte die App nach Anpassungen auch für iOS auf einem Mac kompilierbar sein.

Auswahl der Datenbank

Es gibt viele Möglichkeiten, mit dem Wecker zu kommunizieren. Beispielsweise wurde für die Lovebox in Make 6/19 GitHub zur Kommunikation verwendet. Allerdings werden Dateiänderungen zu lange zwischengespeichert, sodass Nachrichten nicht immer zeitnah empfangen werden können. Daher haben wir uns stattdessen für eine Realtime-Datenbank von Firebase entschieden, um die Texte und alle notwendigen Daten in Echtzeit von der App zum Wecker und zurück zu übertragen. Der Service ist bis zu einer bestimmten Anzahl

```
C:\Users\...\Desktop\wecker-app\remote-alarm-app>flutterfire configure
i Found 1 Firebase projects.
✓ Select a Firebase project to configure your Flutter application with · rem
ote-alarm-clock-2 (remote-alarm-clock)
? Which platforms should your configuration support (use arrow keys & space
to select)? >
✓ android
ios
macos
web
```

Konfiguration von Flutterfire in der Konsole

von Geräten und Zugriffen pro Zeit kostenlos. Für die Nutzung von Firebase ist lediglich ein Google-Konto erforderlich.

Datenbank erstellen

Nachdem man sich mit seinem Google Account in der Firebase Console eingeloggt hat, klickt man auf die Option „Projekt erstellen“. Im ersten Schritt wählt man einen passenden Namen für das Projekt und im nächsten Schritt kann Google Analytics deaktiviert werden. Nach Abschluss wird man auf das Dashboard des neu erstellten Projekts weitergeleitet.

Um mit dem Wecker und der App auf die Datenbank zugreifen zu können, muss dem

Projekt eine Authentifizierungsmethode hinzugefügt werden. Dazu wird im linken Drop-Down-Menü Entwickeln der Eintrag Authentifizierung ausgewählt. Als „Login Methode“ wird „E-Mail Adresse/Passwort“ verwendet, da diese Login Option besonders einfach im Arduino Code zu implementieren ist. Im Reiter Benutzer wird dann ein Benutzerkonto für den Wecker angelegt. Dabei muss nicht unbedingt eine gültige E-Mail-Adresse verwendet werden, da diese in unserem Fall nur als Benutzername dient. Allerdings sollte man sich auf jeden Fall das Passwort notieren, da man zum Zurücksetzen natürlich eine gültige E-Mail-Adresse benötigt.

Als Nächstes wird die eigentliche Datenbank erstellt. Dazu wird im linken Drop-Down-

ct Fotografie

Das Magazin
von Fotografen
für Fotografen



**Fotograf und
c't Fotografie-Redakteur**

Thomas Hoffmann, fotografiert am liebsten Landschaft und Natur.

„Für außergewöhnliche Fotos braucht man nicht nur eine verlässliche Ausrüstung, auch Geduld und Zufall spielen eine große Rolle.“

Thomas Hoffmann

2x c't Fotografie testen

- 2 Ausgaben kompaktes Profiwissen für 14,30 €
- 35 % Rabatt gegenüber Einzelheftkauf
- Inkl. Geschenk nach Wahl
- Wöchentlicher Newsletter exklusiv für Abonnenten

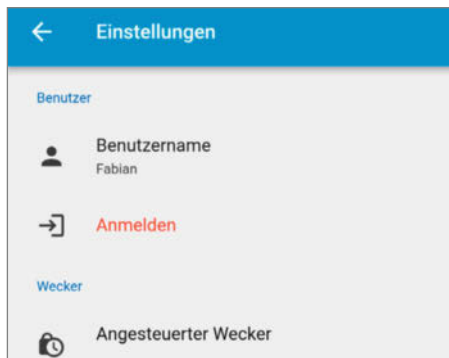


**35%
Rabatt**



Jetzt bestellen:

www.ct-foto.de/miniabo



Einstellungen in der App

Menü „Develop/Realtime Database/Create Database“ ausgewählt. Im ersten Schritt muss der Standort der Datenbank ausgewählt werden. Hier bietet sich die Auswahl „europ-west1“ an. Im nächsten Schritt wird als Sicherheitsregel „Lock mode“ eingestellt.

Damit nun Benutzer auf die Datenbank zugreifen können, müssen die Zugriffsrechte im Reiter Regeln angepasst werden (siehe Abbildung Regeln definieren).

Die Bedingung `"auth!=null"` stellt sicher, dass nur Benutzer, die unter Authentication angelegt wurden, auf die Datenbank zugreifen können. Firebase zeigt dann eine Warnung an: „Ihre Sicherheitsregeln sind nicht sicher. Jeder authentifizierte Benutzer kann Daten in Ihrer Datenbank stehlen, ändern oder löschen.“ Da nur vertrauenswürdige Personen Zugang haben, ist das in unserer Anwendung kein Problem.

Wer es noch sicherer haben möchte, kann z.B. Regeln pro Benutzer oder Alarm erstellen. Weitere Informationen zum Erstellen neuer Regeln finden Sie bei Firebase (Link in der Kurzinfor).

Die Einrichtung der Datenbank ist damit abgeschlossen. Für den nächsten Schritt ist es sinnvoll, sich die Adresse der Datenbank zu notieren, die unter „Realtime Database“ im Reiter Data zu finden ist.

Credentials-Datei erstellen

Nachdem unser GitHub geklont wurde (siehe Kurzinfor), muss als Erstes eine Datei mit dem Namen `credentials.h` im Ordner `include/` erstellt werden. Mithilfe dieser Datei kann sich der Wecker bei der soeben erstellten Datenbank anmelden. Im gleichen Ordner befindet sich auch die Beispieldatei `credentials.h.example`, die als Grundlage verwendet werden kann.

Der Eintrag für den API-KEY befindet sich in den Projekteinstellungen (das kleine Zahnrad) auf der Registerkarte Allgemein als „Web API Key“. In `USER_EMAIL` und `USER_PASSWORD` werden die im vorherigen Schritt angelegten Benutzerdaten eingetragen.

`DATABASE_URL` ist der Link zur Echtzeitdatenbank, der im vorherigen Schritt notiert wurde.

Flashen und konfigurieren

Nun kann der Code aus dem zuvor modifizierten Quellcode auf den ESP geflasht werden. Dazu wird Visual Studio Code mit der Erweiterung PlatformIO verwendet (siehe Mehr zum Thema).

Anschließend wird die WLAN-Verbindung über die serielle Konsole (Baudrate 115200) von PlatformIO konfiguriert. Es gibt die Befehle `ssid:<SSID>`, `password:<PASSWORT>` und `restart`. Nach der Eingabe eines Befehls muss kurz gewartet werden, dann wird der Befehl abgeschickt (die Eingabetaste funktioniert bei PlatformIO nicht wie gewohnt).

Zuerst wird `ssid:<Name des Netzwerks>` und `password:<Passwort für das Netzwerk>` ausgeführt. Danach muss der Wecker mit einem `restart` Befehl neu gestartet werden. Von nun an sollte sich der Wecker nach jedem Start automatisch mit dem WLAN verbinden.

USB-Anschlüsse

Unser ursprünglicher Wunsch war es, auch der ESP über den USB-C Port der Ladeschaltung flashen zu können. Dadurch würde das ständige Auf- und Abschrauben während der Testphasen entfallen. Da die serielle Kommunikation über die Ladeschaltung aber auch nach mehreren Versuchen nicht funktionierte, haben wir eine weitere Öffnung in die Rückwand konstruiert und das ESP-Board so im Wecker positioniert, dass sein Micro-USB-Port durch die Öffnung von außen zugänglich ist.

Flutter quick and dirty

Schließlich wird unsere App auf einem beliebigen Android-Handy installiert. Der Quellcode befindet sich ebenfalls im GitHub-Repository (siehe Kurzinfor). Für die Installation sind mehrere Schritte notwendig, die im Folgenden kurz skizziert werden. Es wird vorausgesetzt, dass Android Studio und Flutter bereits bekannt sind. Sollte dies nicht der Fall sein, gibt es im Online-Teil eine ausführliche Anleitung.

Wie dem Wecker muss auch der App mitgeteilt werden, wo die Datenbank zu finden ist. Da dieser Vorgang bei der App komplexer ist als beim Wecker, wird zur Vereinfachung das Flutterfire-CLI-Tool verwendet. Auch hierzu gibt es eine ausführliche Erklärung im Online-Artikel über den Link in der Kurzinfor.

Nachdem man im Terminal in das GitHub-Repository der App gewechselt ist, meldet man sich mit seinem Google-Account über den Befehl `firebase login` an. Danach wird mit dem Befehl `flutterfire configure` die Verbindung der App hergestellt. Dazu wird das zuvor erstellte Projekt ausgewählt. Danach muss ausgewählt werden, auf welchen Be-

triebssystemen die App kompiliert werden soll. Wir verwenden ausschließlich Android, aber wie bereits erwähnt, sollte es mit ein paar Anpassungen auch auf anderen Betriebssystemen funktionieren. Nach der Ausführung des Befehls wird automatisch eine neue Datei erstellt und in `lib/firebase_options.dart` gespeichert. Zusätzlich werden Informationen über die Android-App in Firebase gespeichert.

Die Anwendung kann nun auf dem Smartphone installiert werden. Dazu muss in den Entwickleroptionen das USB-Debugging aktiviert werden. Dazu müssen zunächst in den Einstellungen des Smartphones die Entwickleroptionen freigeschaltet werden, um anschließend das USB-Debugging zu aktivieren. Dazu unter Telefon-Info und Software-Info so lange auf die Build-Nummer tippen, bis die Entwickleroptionen als neues Menü in den Einstellungen hinzugefügt werden. Nun ist das Handy bereit für die Installation der App über Flutter.

Dazu muss das Handy zunächst per USB mit dem Computer verbunden werden. Beim Einstecken und Entsperren des Handys erscheint ein Pop-up-Fenster, in dem der Zugriff erlaubt werden muss.

Nachdem die Verbindung erfolgreich hergestellt wurde, wird im Terminal von Android Studio mit dem Befehl `flutter run -release` die App auf dem Handy installiert. Nach Abschluss befindet sich die App in der App-Übersicht des Smartphones und ist einsatzbereit.

Konfiguration in der Anwendung

Bevor die erste Nachricht verschickt werden kann, müssen noch einige kleine Einstellungen in der App vorgenommen werden. Dazu gibt es oben rechts ein entsprechendes Menü (Zahnradsymbol). Hier kann der eigene Name konfiguriert werden. Dieser wird in der Benachrichtigung als Absender angezeigt. Darunter müssen die Anmeldedaten für die Firebase-Datenbank sowie die ID des Alarms eingetragen werden. Sind alle Einstellungen vorgenommen, können Nachrichten versendet werden und der Wecker ist über die App erreichbar.

Erinnerungen

Ausgehend von unserem ersten Prototyp waren natürlich einige Umwege und Versuche nötig, um zu dieser einsatzfähigen Version des Weckers zu gelangen. Aber auf dem Weg dorthin haben wir viele Erfahrungen gesammelt – auch wenn wir einiges auf die harte Tour lernen mussten. Aber die Mühe hat sich gelohnt und nun haben wir die Belohnung in Form eines schicken Gadgets, mit dem wir uns gegenseitig an unsere Treffen erinnern können. —caw

Die volle Ladung



**Auch als Heft + PDF
mit 29 % Rabatt**

Dieses c't-Sonderheft räumt auf mit Mythen rund ums E-Auto und schafft einen realen Überblick zu Vor- und Nachteilen der E-Mobilität

- ▶ Leitfaden zum Kauf eines E-Autos
- ▶ Kostenvergleich: Strom vs. Sprit
- ▶ Fahrberichte und Tests
- ▶ Den Akku richtig nutzen und laden
- ▶ Überschussladen – Strom aus Photovoltaik nutzen
- ▶ Auch als Bundle mit Buch „E-Autos einfach erklärt“ vom dpunkt-Verlag erhältlich!

Heft für 14,90 € • PDF für 12,99 € • Bundle Heft + PDF 19,90 €



shop.heise.de/ct-eautos22

Eigene Ideen 3D-drucken

Auf Thingiverse, Printables und Co. findet man allerhand 3D-Modelle zum Ausdrucken. Manche Situationen erfordern aber maßgeschneiderte Lösungen in CAD. Für Einsteiger stellen sich dazu viele Fragen. Deshalb geben wir hier ein paar Tipps, wie man sich eigenen konstruktiven Projekten nähern kann.

von Martin Siegmann



Auf den gängigen Austauschplattformen für 3D-Druckmodelle tummeln sich neben Deko und nützlichen Tools immer wieder Problemlöser für sehr spezielle Fälle. Kleine Organizer-Boxen liebt jeder in seinem Makerspace und Low-Poly-Modelle haben auch ihren Charme. Aber nicht jeder benötigt eine Raspi-Halterung, die gleichzeitig noch einen Monitor trägt und an einem Creality-Drucker angebracht wird. Das ist sehr spezifisch und die Schnittmenge betroffener Leute ist vermutlich gering. Die Umsetzung gibt es zu Recht, weil jemand genau das Problem hatte. Was aber, wenn mein Problem anders ist? Ich habe vielleicht einen anderen Drucker oder einen Lautsprecher statt eines Druckers. Was nun? Gibt es ein Modell bisher nicht, bleibt nur die Option, es selbst zu erstellen. Wie das geht, schauen wir uns im Folgenden an. Hierzu hangeln wir uns an einem Beispielprojekt entlang. Neben dem Artikel im Heft gibt es für die CAD-Arbeiten einen ergänzenden Screencast (siehe Link in der Kurzinfor).

Das Projekt

Diese Situation kennt vielleicht der ein oder andere Maker: Ein neues Werkzeug ist endlich da und nach all der Vorfriede, dem Auspacken und ein bisschen Arbeit damit, möchte man doch etwas daran verbessern. Als Praxisbeispiel habe ich mich für einen Adapter entschieden, um eine Makita-Einhandfräse mit einem Festool-Staubsauger zu verbinden (Bild 1). Die beiden passen ab Werk schlicht nicht zusammen, aber während der Arbeit absaugen zu können, hilft nun mal immer.

Gehen wir es also an: Hierzu werden wir den Staubsauger-Adapter skizzieren, messen und konstruieren. Schritt für Schritt nähern wir uns damit unserem Druckteil. Im Anschluss kann jeder diese Systematik auf beliebige eigene Projekte anwenden und daran weiter wachsen.

Skizzieren

Mit einer einfachen Skizze lassen sich Ideen meist schneller festhalten als in einem CAD-Programm. Daher nutze ich sie als gedankliche Stütze, bevor ich mit dem Konstruieren beginne. Besonders hübsch müssen die Zeichnungen nicht sein, Hauptsache ich erkenne selbst, was ich mir dabei gedacht habe.

In der Regel bietet es sich an, Entwürfe in mehrere Skizzen zu unterteilen, weil sie mit allen Details oft zu komplex sind. Ich erstelle mir gerne grobe Skizzen der Außenkonturen (Bild 2). Details folgen dann in weiteren Skizzen, damit alles schnell und sauber von der Hand geht.

Was man übrigens skizziert, entwickelt sich mit der Zeit aus der eigenen Arbeitsweise. Dazu kommen wir später nochmal, wenn wir uns anschauen, mit welchen Methoden man konstruiert. Für unser Beispielprojekt ist es sinnvoll,

Kurzinfor

- » Von der Idee zum fertigen Teil aus dem 3D-Drucker
- » Einstieg in konstruktive Projekte für CAD-Anfänger
- » Zusätzliche Tipps und Tricks für Fortgeschrittene

Mehr zum Thema

- » Matthias Mett, 3D-Entwurf mit FreeCAD, Make 1/21, S. 128
- » Heinz Behling, Getriebe konstruieren, Make 6/18, S. 98
- » Gratis-3D-CAD für Maker, Make 4/22, S. 76



Alles zum Artikel
im Web unter
make-magazin.de/xyzh

die beiden Anschlussseiten zu skizzieren. Es gibt also mindestens eine Skizze, wie die Absaugseite der Fräse aussieht und ebenso mindestens eine für die Staubsauger-Seite. Gerade hier sind Details zum Anschluss sinnvoll.

In zusätzlichen Skizzen kann man festhalten, wie der Adapter mal aussehen soll. Möchte ich aber beispielsweise eine kleine Kiste bauen, skizziere ich nicht jedes Mal, was alles in die Kiste hinein soll. Stattdessen zeigen die Skizzen nur die zu fertigende Kiste.

Messen und Bemaßen

Nun haben wir eine Skizze, die wir aber noch mit Maßen versehen müssen, um daraus später das 3D-Modell bauen zu können. Als Mess-

werkzeuge im Größenbereich des 3D-Drucks verwende ich ein Stahllineal und einen Messschieber. Zur Not ginge auch ein Meterstab, aber in den meisten Fällen ist dieser zu grob und unhandlich. Stahllineale gibt es auch als Markenware für deutlich unter 5 Euro. Sie bieten eine hohe Qualität und man kann sie in vielen Bereichen einsetzen. Etwas kleiner, aber auch präziser ist ein Messschieber.

Nun möchten wir unsere Teile sinnvoll vermessen. Daher tasten wir die Außenkontur, Innenkontur und weitere Details nach und nach ab. In meinem Beispiel sind Außen- wie Innenkontur zylindrisch und ideal, um sie mit dem Messschieber abzugreifen. Außerdem messen wir noch die Länge der Anschlüsse, die der Adapter später umgreifen wird (Bild 3).



Bild 1: Einen Adapter, der diese zwei Geräte verbindet, gibt es nicht.

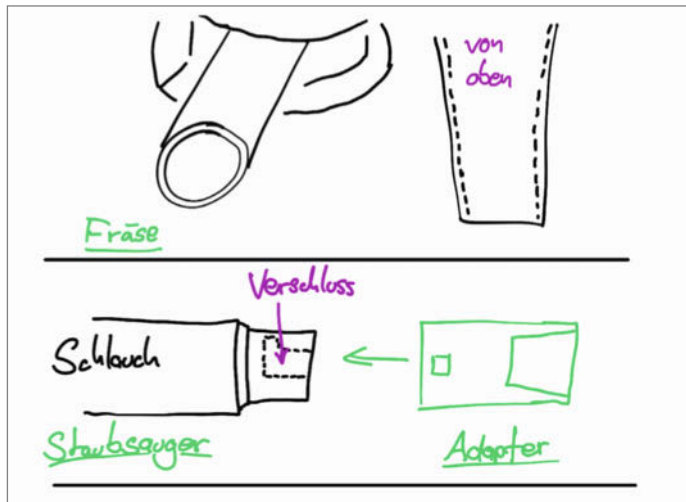


Bild 2: Erste grobe Skizzen der beiden Anschlussseiten

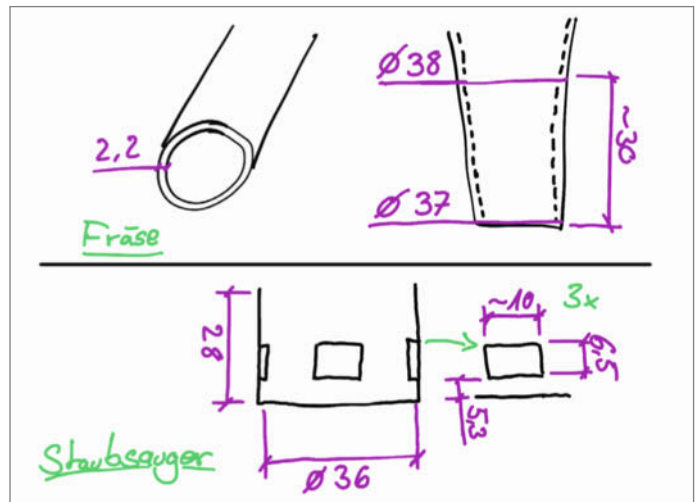


Bild 3: Beide Skizzen sind nun bemäßt.

Die Konturen des Festool-Anschlusses sind nicht so einfach zu messen. Tatsächlich wird hier nur eine Annäherung möglich sein. Etwas Hilfe bietet hier ein passendes Gegenstück.

Ich vermesse also lieber einen passenden Werkzeuganschluss und konstruiere diesen nach, statt später viele Optimierungsschritte zu machen, bis der Adapter hoffentlich passt.

Konstruieren im CAD

Damit sind alle Informationen gesammelt, die wir benötigen, um im CAD loszulegen. Da ich das genaue Vorgehen in einem separaten Screencast zeige, gehe ich hier darauf ein, nach welchen Methoden wir im CAD vorgehen können. So kann jeder dieses Wissen ungeachtet des verwendeten Programms anwenden. Einen kleinen Disclaimer gibt es vorher trotzdem noch: So allgemein anwendbar die Methoden zunächst sind, wird es später spezifischer um den 3D-Druck mit FDM-Druckern gehen. Die Konstruktionshinweise sind nicht uneingeschränkt für SLA-Drucke gültig, da hier einige Anforderungen abweichen.

Im CAD können wir das Modell nun auf zwei verschiedene Arten bauen. Die erste Methode ist, die Skizze direkt nachzubauen. Das bietet sich an, wenn man, wie in meinem Beispiel, eine Skizze des Festool-Werkzeuganschlusses erstellen konnte. Generell ist es dann der einfachste Weg, das Teil mit simplen Formen nach und nach aufzubauen (Bild 4). Auch beim direkten Nachmodellieren von Teilen, die man zwecks Reparatur drucken möchte oder eigenen Ideen, die sich direkt bauen lassen, bietet sich dies stets an.

Die zweite Methode geht sozusagen einen kleinen Umweg. Hier übertragen wir ebenso die Skizze ins CAD, allerdings bauen wir dafür eine Art Negativform nach. Aus dem Beispiel wird daher als Erstes der Anschluss der Fräse konstruiert und anschließend ein Zylinder, der den Fräseranschluss komplett überdeckt. Um nun das eigentlich gewünschte Gegenstück zur Fräse zu erhalten, subtrahiert man den Fräseranschluss vom Zylinder (Bild 5). Solche

Booleschen Operationen kennt man eventuell aus Grafikprogrammen. Diese Konstruktionsweise bietet sich für solche Gegenstücke an und ebenso, wenn innerhalb oder außerhalb bestimmter Rahmenbedingungen konstruiert werden soll, wenn man also in den Freiraum eines anderen Teils konstruiert.

Nachdem beide Seiten aufgebaut sind, verbindet man sie mit einer weiteren Booleschen Operation (Bild 6). Erst danach sieht man Feinheiten wie Fasen und Rundungen am CAD-Teil vor. Solche Elemente sollten stets den Abschluss bilden, weil sie bei Änderungen gerne Fehler erzeugen. Je später man sie einfügt, umso geringer ist das Fehlerpotential.

Das Beispielprojekt ist hiermit abgeschlossen und es bleibt nur noch der Export übrig, um den Adapter anschließend zu drucken und zu testen (Bild 7). Sollten Teile nach dem ersten Druck nicht passen, kann man jederzeit zurück zum CAD-Programm, um die Konstruktion anzupassen und erneut zu drucken.

Üblicherweise ändert man hier Passungen, einschnappende Clips und Ähnliches nochmal um ein paar Zehntel Millimeter ab, bis alles so sitzt wie man es möchte. Bei großer Unsicherheit oder experimentellen Stellen bietet es sich an, den betroffene Bereich aus einem großen 3D-Modell auszuschneiden (Bild 8). Damit druckt man nur ein Sample der kritischen Stelle und muss nicht die gesamte Druckzeit abwarten. Das spart viel Zeit und Material.

Weitere Konstruktionstipps

Nach den erläuterten Grundkenntnissen zum Konstruieren gibt es noch viele Praktiken, die man sich anhand weiterer Projekte aneignen kann. Im Folgenden gebe ich ein paar Tipps, wie man fertigungsgerecht konstruieren kann, sodass Druckteile die Stärken und Schwächen des 3D-Druckers berücksichtigen.

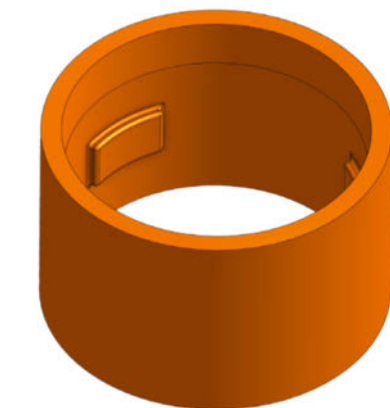


Bild 4: Den Staubsaugeranschluss kann man mit einfachen Formen modellieren.

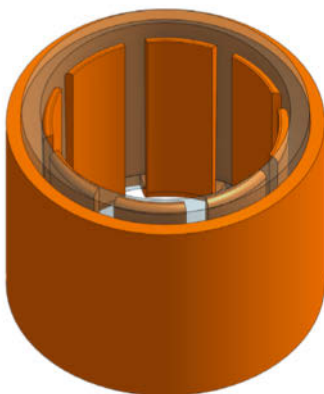


Bild 5: Der größere Zylinder greift vollständig um den Fräseranschluss (hier transparent).

Um fertigungsgerechte Modelle für einen 3D-Drucker zu erstellen, sollte man seinen Drucker gut kennen. Mit der Zeit entwickelt man eine gewisse Erfahrung oder man greift auf Benchmark-Modelle zurück, um zu wissen, was dem Drucker zuzumuten ist. Bewegen wir uns daher lieber in einem Bereich, der jedem Drucker zumutbar sein sollte bzw. solche Tricks, die jedem Druckprozess helfen.

CAD vs. Realität

Bleiben wir also zunächst bei der Dimensionierung von Modellen. Wenn man Teile für den 3D-Druck konstruiert, sollte man einige Dinge beachten, um die Genauigkeit und Qualität der Drucke zu verbessern. Zum einen sollte man die Maße der Teile so anpassen, dass sie die Maßabweichungen ausgleichen, die beim Drucken entstehen können. Beispielsweise wird im CAD-Programm eine Bohrung mit einem Durchmesser von 4 mm in der Realität kleiner ausfallen. Deshalb ist es ratsam, die Bohrung im CAD-Modell um 0,2 bis 0,3 mm größer zu machen, damit sie nicht zu eng wird.

Zum anderen sollte man den Düsendurchmesser und dessen Vielfaches bei der Gestaltung im Hinterkopf behalten. Wenn der Drucker eine Düse mit einem Durchmesser von 0,4 mm hat, sollten keine Stege oder ähnliche Elemente mit einer Breite von 2,5 mm konstruiert werden. Denn dann druckt der Drucker nicht nur die Wände, sondern zusätzlich eine dünne Füllung, um die 0,1 mm zu füllen. Das kann zu ungenauen oder unsauberen Ergebnissen führen. Besser ist es, die Breite der Stege auf 2,4 mm zu setzen oder deutlich größer anzupeilen, damit der Drucker entweder nur die Wände oder Wände inklusive einer vollständigen Füllschicht drucken kann.

Ausrichtung

Die Ausrichtung eines Teils auf dem Drucker ist ebenso ein wichtiger Faktor für die Qualität und Funktion des Drucks. Über die Ausrichtung beeinflusst man sowohl die Belastbarkeit als auch

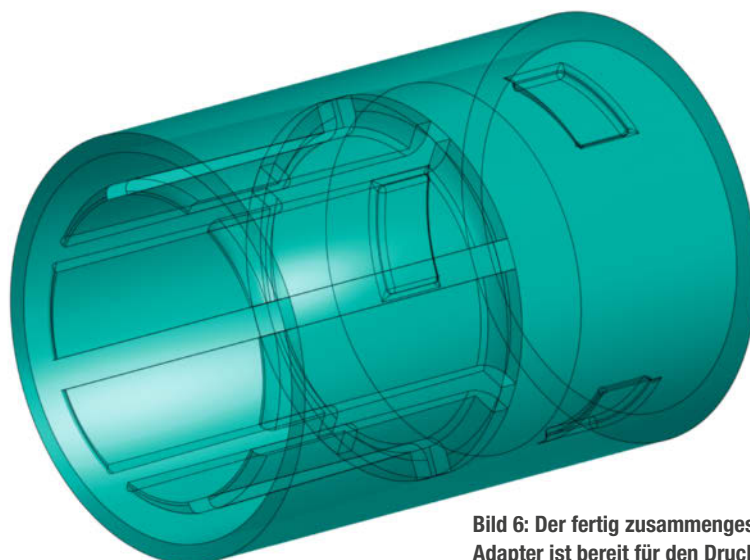


Bild 6: Der fertig zusammengesetzte Adapter ist bereit für den Druck.

die Formgenauigkeit des Teils. Außerdem hat sie Einfluss auf den Bedarf an Stützstrukturen, die zusätzliches Material und Zeit erfordern. Deshalb sollte man die Ausrichtung bereits beim Konstruieren des Teils berücksichtigen und überlegen, welche Vor- und Nachteile man in Kauf nehmen möchte (Bild 9).

Um die Belastbarkeit eines Teils zu erhöhen, sollte man darauf achten, dass die Last möglichst parallel zu den Schichten wirkt und nicht senkrecht oder schräg. Denn die Schichten sind in Zug- oder Scherbelastung am schwächsten und können sich leicht voneinander lösen. Das bedeutet, dass man das Teil so ausrichten sollte, dass die Last entlang der Z-Achse als Druckkraft verläuft oder so, dass alle Schichten gleichermaßen belastet werden.

Weiter beeinflusst die Ausrichtung die Formgenauigkeit eines Teils und der enthaltenen Geometrien. Auch hier muss man abwägen, welche Geometrien für das Druckteil wichtig sind und welche abweichend in Kauf genommen werden können. Der Hintergrund hierfür ist, dass die Schichten sich wie Treppenstufen aufbauen und Querschnitte daher in Z-Richtung von der idealen Form abweichen. Ein Kreis, der auf der Druckplatte auf-



Bild 7: Den gedruckten Adapter kann man nun testen.

liegt, wird daher immer formgenauer gedruckt als ein Kreis, der um 90 Grad gedreht und aufrecht stehend Schicht für Schicht aufgebaut wird. Die Entscheidung, wie man ein Teil aus-



Bild 8: Das gesamte Modell (links) benötigt acht Stunden Druckzeit, der Ausschnitt (rechts) nur eine Stunde.

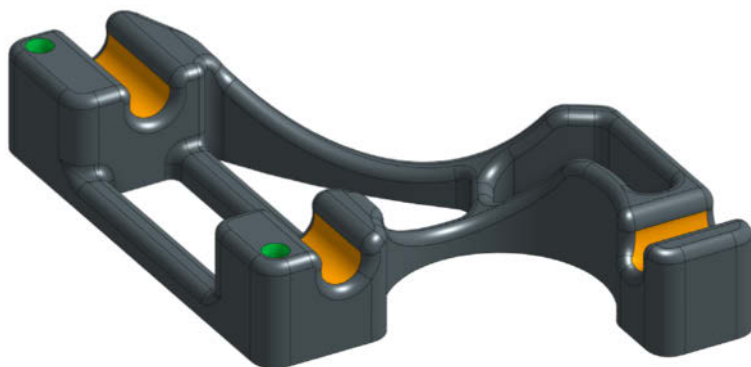


Bild 9: Die grünen Bohrungen werden formgenau gedruckt, die gelb markierten Stellen mit Treppchen.

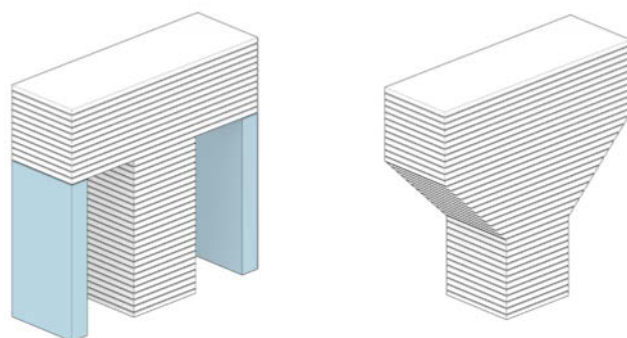


Bild 10: Um Überhänge und Stützen (links) zu vermeiden, kann man sie mit Fasen (rechts) verblenden.

richtet, ist immer nötig, wenn Stabilität und Optik eine Rolle spielen. Manchmal lassen sich Teile aber gar nicht optimal ausrichten. Druckt man z.B. einen T-förmigen Schlauchverbinder, kann man keine drei idealen Kreisquerschnitte an all seinen Enden erhalten.

Stützen reduzieren

Schließlich lässt sich durch eine geschickte Gestaltung und Ausrichtung der Bedarf an Stützstrukturen deutlich reduzieren. Stützstrukturen machen immer Arbeit, sie brauchen Zeit und Material und die Kontaktfläche sieht auch nie gut aus. Und das Schlimmste daran: Man druckt sie für die Tonne, denn sobald sie ihren Zweck als Stütze erfüllt haben, landen sie im Müll. Es lohnt sich also aus mehreren Aspekten, sie so weit es geht zu vermeiden. Grundsätzlich sollte man darauf achten, dass Teile möglichst wenige Überhänge haben. Natürlich lässt sich das nicht immer vermeiden.

Sind Überhänge im Druckteil nicht zu vermeiden, ist es sinnvoll, diese sanft in die restliche Kontur überlaufen zu lassen, z.B. indem man sie mithilfe von Fasen oder Rundungen verblendet. Das verhindert Vorsprünge und schwebende Druckschichten, denn der Drucker kann die Formveränderungen Schicht für

Schicht aufeinander aufbauen. Somit entfällt die Stützstruktur trotz Überhang.

Wird z.B. ein T-förmiges Modell wie in Bild 10 ausgerichtet, ist es nicht möglich, es ohne Stützstruktur zu drucken. Die erste Schicht des quer liegenden Balkens ragt nämlich über und benötigt eine Unterstützung, da sie nicht einfach in die Luft gedruckt werden kann. Wird nicht unbedingt eine T-Form benötigt, kann man das Modell mit Fasen versehen, sodass die Fläche beim Drucken mit jeder Schicht etwas breiter wird und sich auf die darunter liegende stützen kann. So nutzt man die Vorteile einer geringeren Druckzeit, einer schöneren Oberfläche und spart zudem noch Material ein.

Letztlich bleibt je nach Teil noch die Ausrichtung als Spielraum übrig. Als Faustregel kann man sich daran orientieren das Teil so auszurichten, dass der Querschnitt des Modells (wie bei einer Pyramide) mit jeder Ebene kleiner werden sollte. Um nochmal das Beispiel vom T-Stück aufzugreifen: Dreht man es auf den Kopf, wird zuerst die größte Fläche gedruckt. Für den Fuß benötigt man danach keine Stützen mehr.

Je nach Teil kann man eine Stützstruktur auch als festen Bestandteil in die Konstruktion integrieren. Eine Stützstruktur als verbinden-

der Steg benötigt weit weniger Druckzeit als eine separat generierte Stütze. Außerdem wird das Material nach dem Druck nicht entfernt und geht somit nicht verloren (Bild 11).

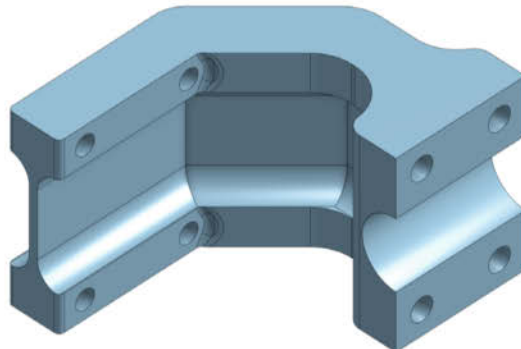
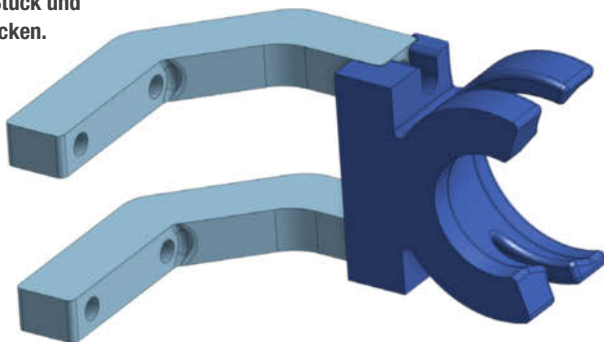
Weitere Feinheiten

Um noch mehr über die Gestaltungsregeln für 3D-Druck zu erfahren, empfiehlt sich das E-Book „Basics of 3D Printing“ des tschechischen 3D-Drucker-Herstellers Prusa, das einen schönen Leitfaden dazu bietet. Eine der hohen Künste, welche aus der Kombination vieler solcher Fertigkeiten folgt, nennt sich Print-in-Place. Hierunter versteht man Baugruppen aus mehreren Teilen, die auf einmal gedruckt werden und nach dem Druck als bewegliche Mechanik verwendet werden können. Hierin steckt sehr viel Arbeit und die Resultate sind echte Hingucker. Die Mechaniken gibt es als technische Anwendung für Scharniere und Kisten bis hin zu fein ausmodellierten 3D-Formen von Tieren und Fabelwesen.

Mit der Zeit wird man die Erfahrung sammeln, um all solche Methoden und den Drucker selbst mehr auszunutzen. Mit jedem neuen Projekt gibt es die Möglichkeit, etwas Neues zu lernen. Also konstruieren, drucken und Spaß haben!

—akf

Bild 11: Im Vergleich zur linken Variante lässt sich die rechte in einem Stück und ohne Stützen drucken.



heise +

ct

iX

Mac&i

Make:

MIT
Technology
Review
Das Magazin für Innovation von Heise

ct **Fotografie**

Make-
Abonnenten
lesen bis zu
60%
günstiger

Das digitale Abo für IT und Technik.

Exklusives Angebot für Make-Abonnenten:
Sonderrabatt für Magazinabonnenten

- ✓ Zugriff auf alle Artikel von heise+
- ✓ Jeden Freitag exklusiver Newsletter der Chefredaktion
- ✓ Alle Heise-Magazine online lesen: c't, iX, MIT Technology Review, Mac & i, Make und c't Fotografie
- ✓ 1. Monat gratis lesen – danach jederzeit kündbar

Sie möchten dieses Exklusiv-Angebot nutzen? Jetzt bestellen unter:

heise.de/plus-testen

✉ leserservice@heise.de ☎ 0541 80009 120

Ein Angebot von: Heise Medien GmbH & Co. KG • Karl-Wiechert-Allee 10 • 30625 Hannover

Wechselakku-Adapter

So ein Werkzeugsystem mit Wechselakkus ist eine feine Sache – viele Geräte, alle kabellos und mit demselben Akkutyp betreibbar, dabei dank Lithium-Ionen-Technologie sehr leicht, trotzdem ziemlich leistungsstark. Dumm nur, dass die Hersteller sich nicht auf eine gemeinsame Schnittstelle einigen wollen. Das kann man ändern.

von Gerd Michaelis



Bei Wechselakkus für Elektrowerkzeuge gibt es nicht nur verschiedene Spannungen (wie z.B. 2.4/4.8/9.6/12/18/24/36 V, um nur die wichtigsten zu nennen) mit mindestens genauso vielen unterschiedlichen Kapazitäten, sondern auch jede Menge verschiedene Bauformen und Anschlüsse. Also muss man sich irgendwann für ein System entscheiden und dann auch dabei bleiben, ansonsten hat man schnell den ganzen Keller voll mit Akkus und den dazu passenden Ladegeräten. Dabei macht das Wechselsystem genau genommen nur dann Sinn, wenn sich mit wenigen Akkus relativ viele Geräte betreiben lassen.

Nun gibt es aber nicht in jedem Werkzeugsystem alle die Werkzeuge, die man gerne hätte. Oder aber es gibt sie, nur halt zu horrenden Preisen, die nicht annähernd in einem vernünftigen Verhältnis zu der beabsichtigten Nutzungsdauer und -häufigkeit stehen. Schließlich sind viele von uns ja nicht gewerblich damit beschäftigt und können die Kosten nicht umlegen. Also liegt die Überlegung nahe, Adaptionen vorzunehmen, um ein Akkusystem mit mehreren Werkzeugsystemen verwenden zu können, sofern zumindest die Spannungen übereinstimmen. Keine Frage, dass das nicht im Sinne beider Hersteller ist, und natürlich braucht man dann auch nicht mit Garantieansprüchen an diese heranzutreten, falls was nicht (mehr) funktioniert. Aber das heißt ja deswegen noch lange nicht, dass es nicht geht.

Eine Schwierigkeit gilt es vorher aber noch auszuräumen: Die meisten Wechselakkus verwenden mehr als die mindestens benötigten 2 Kontakte für Plus und Minus. Das heißt aber nicht, dass die zusätzlichen Kontakte irgendeine Funktion besitzen. Sie können beispielsweise Daten eines Thermosensors fürs Ladegerät bereitstellen. Um das sicherzustellen, sollte man die Akkugeräte mittels Krokodilklemmen provisorisch an eine entsprechende Spannungsquelle (Netzteil, Batterie) anschließen. Die Anschlussbelegung findet man meist am Gerät oder dem dazugehörenden Akku oder in der Anleitung. Falls sich das Werkzeug damit nicht betreiben lässt, wird man um den Original-Akku nicht herumkommen. Andernfalls ist alles in Butter.

Ich wollte daher meine leistungsstarken Akkus des Makita 12V-CXT-Systems auch für andere Akku-Werkzeuge benutzen, insbesondere auch deshalb, weil ich die 12V für eine sehr sinnvolle Spannung halte. Klar, wer Wert auf maximale Leistung legt, sollte zu höheren Spannungen greifen, weil dann die Ströme und somit die Abwärme kleiner werden und das ist der Lebensdauer von Akku, Elektronik und Motor zuträglich. Weil ich jedoch für große Leistungen ohnehin 230 V nutze, war das für mich kein wichtiges Kriterium – dass 12V sehr weit verbreitet sind, und damit die Möglichkeit einer Adaption an alles Mögliche

Kurzinfo

- » Adapter für Makita 12V-Akku zum Selbstdrucken
- » Halteplatten für verschiedene Akku-Werkzeuge
- » Nabelschnur für Betrieb an Autobatterien oder Netzteilen

Checkliste



Zeitaufwand:

1 bis 2 Stunden (zzgl. Druckzeit)



Kosten:

unter 10 Euro

Werkzeug

- » 3D-Drucker
- » Lötausrüstung
- » Schraubendreher

Mehr zum Thema

- » Gerd Michaelis, Der Akku-Lagerungs-Lader, Make 6/17, S. 94
- » Mark Liebrand, Akkupacks selbst reparieren, Make 1/22, S. 94



Alles zum Artikel
im Web unter
make-magazin.de/xv9a



und Unmögliche gegeben ist, schon eher. Denn mit einer Nabelschnur lässt sich ein 12V-Werkzeug an einem sehr dicken Akku (aka Autobatterie) betreiben oder auch mal an einem entsprechend fetten Netzteil, wenn eine Steckdose in der Nähe ist und man die Akkus nicht zu stark belasten möchte.

Und noch eine weitere Überlegung kam hinzu: Falls es irgendwann in (erfahrungsgemäß nicht allzu ferner) Zukunft mal keine 12V-Akkus dieses Herstellers mehr geben sollte, kann ich jederzeit 12V-Blei-Gel-Akkus unter das Werkzeug packen. Zugegeben, die sind schwerer als Lithium-Ionen-Akkus, aber

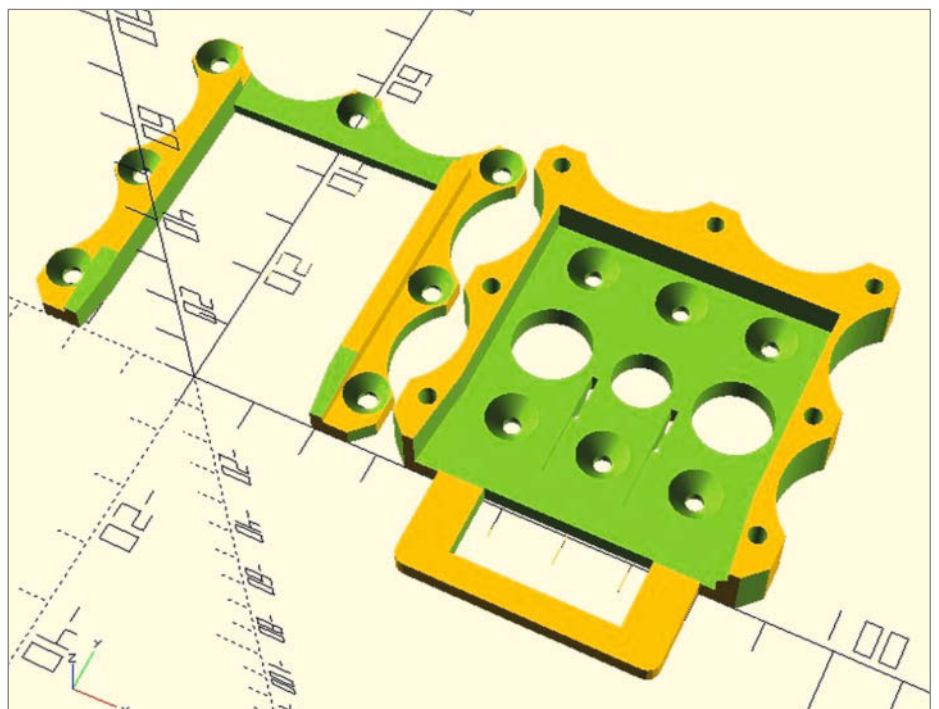


Bild 1: Die beiden Teile des Adapters werden mit VA-Spax-Senkkopf-Schrauben 3,5 × 13 zusammengesetzt und am jeweiligen Gerät befestigt.

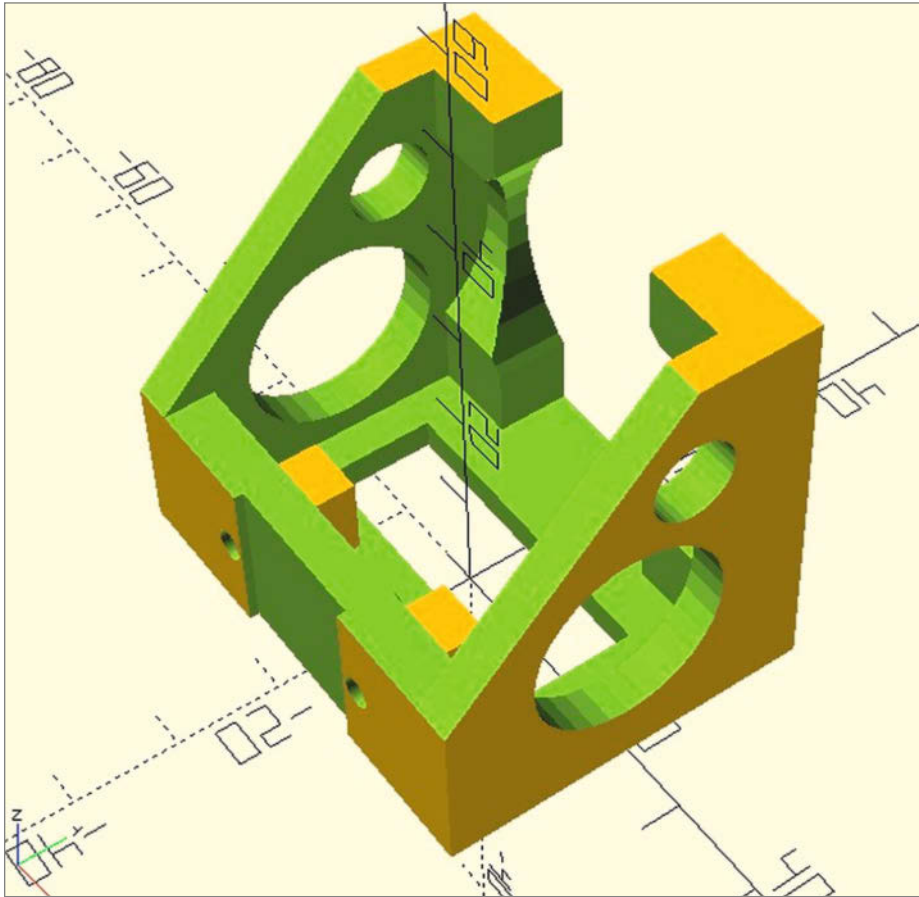


Bild 3: Der Halteblock für eine Akkulampe mit Ausschnitt für einen handelsüblichen Schalter.

die wird es vermutlich immer geben, weil sie in Millionen von unterbrechungsfreien Stromversorgungen (USV) gebraucht werden. Das habe ich vor vielen Jahren schon mal mit zwei 14.4V-Akkuschraubern von Hornbach so gehandhabt. Die zugehörigen NiCd-Akkupacks durften ab Ende 2009 ja nicht mehr verkauft werden und das Produkt wurde somit einfach eingestellt. Damit ich meine liebge-

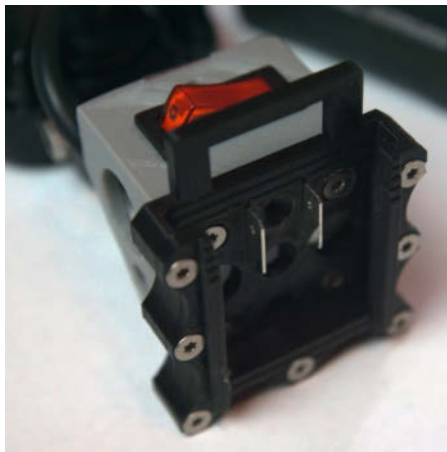


Bild 4: Das graue 3D-Druck-Teil ist der Halter, mit dem der Akku-Adapter an einer Lampe befestigt wird.

nen Schrauber nicht wegwerfen musste, habe ich halt je einen 12V/7Ah-Block drangehängt und damit meinen ganzen Trockenausbau im Dachgeschoss gemacht (statt Gewichtheben in der Muckibude).

Blei-Akkus haben übrigens noch einen weiteren gewichtigen (Wortspiel!) Vorteil: Sie sollen vollständig geladen gelagert werden. Das heißt, ganz im Gegensatz zu allen anderen Akkutypen tut es denen überhaupt nicht weh, wenn sie dauernd im Ladegerät stecken, ganz im Gegenteil. Dann sind die auch immer voll und jederzeit verwendbar. Die anderen Akkutypen vertragen das entweder schlecht oder gar nicht, sprich: sie verlieren schnell an nutzbarer Kapazität und Lebenszeit. NiCd sollten beispielsweise völlig entladen gelagert werden, was bei einem Werkzeugakku aber nur bedingt sinnvoll ist – wer entlädt den schon nach der Arbeit oder will vorher 14 Stunden warten, bis er wieder voll ist? Und die ganze Lithium-Akku-Bande ist sowieso extrem mimosenhaft unterwegs: Die wollen zwischen 30 und 60 Prozent Lagerungsladung, keine Unter- oder Überladung, genau 20 Grad Temperatur und haben unter 0 Grad überhaupt keine Kapazität mehr, sind stoßempfindlich und fackeln auch gelegentlich mal ab. Das ist eigentlich alles ziemlich praxisfremd, wenn man mal genau drüber sinniert (siehe dazu



Bild 2: 6.3mm-Faston-Print-Steckungen dienen als Kontaktzungen im Akku-Adapter.

auch meinen Artikel zum Thema Lagerungs-Ladegerät für Li-Ion-Kameraakkus).

Der Akku-Adapter

Nach der langen Vorrede sollte es keine Überraschung mehr sein, was nun kommt. Zunächst ein Adapter, der auf einen Makita 12V CXT-Akku passt und der an das jeweilige Werkzeug drangeschraubt werden kann (Bild 1).

Im größeren Teil des Adapters sind zwei kleine Schlitze, die die Kontaktzungen aufnehmen. Ich habe dafür 6.3mm-Faston-Print-Steckungen benutzt (Bild 2). Die werden von hinten in die Platte gesteckt. Sobald man die Verbindungen daran lötet, schmelzen sie sich in den 3D-Druck-Kunststoff ein und sitzen danach bombenfest.

Das ist ein Teil des neuen Akkuanschlusses der Fremdgeräte. Dazu kommen dann in den meisten Fällen noch gerätespezifische Halter, um den Akkuanschluss am Gerät zu befestigen. Bei Bedarf kann man darin auch noch einen Ein-/Ausschalter unterbringen, wie beispielsweise beim Halter einer Akkulampe (Bild 3).

Der Halter und der Akku-Adapter haben jeweils zueinander passende Schraubenlöcher, sodass sie schnell miteinander verbunden sind (Bild 4). Druckdateien für einige dieser Halter sowie den Akku-Adapter stehen über den Kurzinfo-Link zum Download bereit.

Das Gegenstück

Wenn man, wie anfangs erwähnt, die Akku-Geräte auch an anderen Spannungsquellen wie Netzteilen oder Autobatterien betreiben möchte, braucht man zum Anschluss an die Geräte nun das passende Gegenstück, das die Anschlüsse des Akkus nachahmt (Bild 5). Daran wird dann ein Kabel mit einem der Stromstärke der Geräte entsprechenden Leiterquerschnitts angeschlossen.

Um eine gute Verbindung zu erreichen, sind in den Wechselakku-Systemen immer Kombinationen von mehr oder weniger feststehenden Kontaktfahnen einerseits und gefederten Kontakten andererseits verbaut. Diese müssen in den jeweiligen Adaptern natürlich auch vorhanden sein. Vernünftige Hersteller kombinieren Verschleißteil mit Verschleißteil, also gehört der Federkontakt zum Akku, wogegen das Werkzeug üblicherweise die feststehenden Kontaktfahnen hat.

Schutz für Hackers Liebling

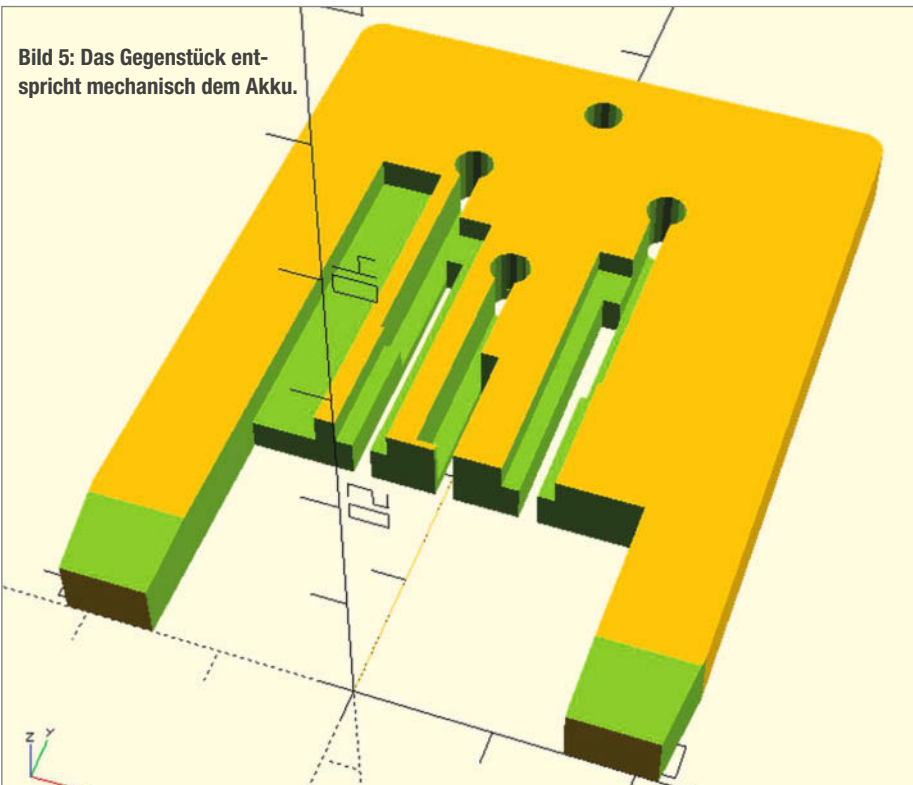


Bild 5: Das Gegenstück entspricht mechanisch dem Akku.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass da doch erhebliche Ströme fließen und die Kontakte diese vertragen müssen, ohne dabei so heiß zu werden, dass die Kunststoff-Formteile schmelzen. In meinem Fall sind die alle aus PLA 3D-gedruckt und sollten deshalb nicht über 60 Grad warm werden. Wer mit PP druckt, hat etwas mehr Spielraum nach oben, was aber die Anforderung nicht grundlegend verändert. Also schaut man sich um, was es so auf dem Markt gibt und zu welchem Preis. Fündig wurde ich recht schnell im Modellflug- bzw. Modellboot-Bereich, wo es sehr preisgünstige XT-Stecker (Bild 6) gibt, die für hohe Ströme geeignet sind. Die Kontakte daraus habe ich für meine Adapter verwendet.

Der Halter aus rotem Isolierstoff wird mit dem Seitenschneider geknackt, dann liegen die Federkontakte vor einem. Und die setzt man nun in die Halterung ein, wobei diese beim Anlöten der Kabel mit dem PLA verschmelzen (Bild 7).

—hgb



Bild 7: So sollen die XT-Federkontakte im Gegenstück sitzen.

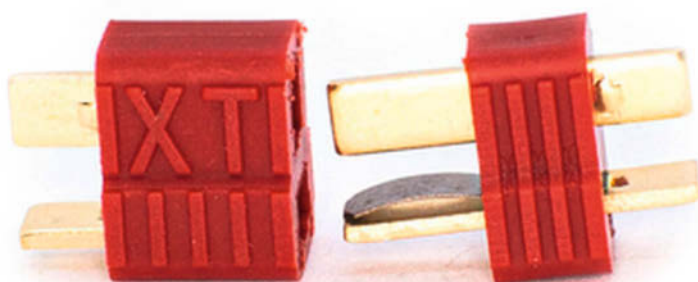


Bild 6: Die Federkontakte aus XT-Steckern sind belastbar genug für den Gegenstück-Adapter.



Forscher schätzen, dass in 90% der von ihnen untersuchten Fälle von Cyberangriffen, das Active Directory involviert ist! Mit dieser aktualisierten und erweiterten Neuauflage des **ix Kompakt zur AD-Sicherheit** können Sie sich dringend benötigtes Fachwissen zum Schutz vor Ransomware aneignen:

- Denken wie ein Hacker – Angriffe verstehen und verhindern
- Forensische Analyse von Vorfällen und Angriffen
- Microsofts Schichtenmodell: Tiers festlegen und abschotten, privilegierte Zugriffe absichern
- Marktübersicht: Werkzeuge für die AD-Absicherung

Heft für 29,50 € • Digital für 27,99 €
Heft + Digital 41,50 €

shop.heise.de/ix-ad-sicherheit23

Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten oder ab einem Einkaufswert von 20 € (innerhalb Deutschlands). Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.



Ersatzteile mit Blender konstruieren

Ein beschädigtes Produkt muss man nicht gleich wegwerfen. Mit den hier gezeigten Blender-Funktionen kann man sich nämlich schnell Ersatzteile bauen und im Nu mit dem 3D-Drucker fertigen. Also, warum neu kaufen, wenn man mit ein bisschen 3D-Zauberei seine geliebten Produkte selbst reparieren kann?

von Lisa Ihde



Bild 1: In der Frontansicht schauen wir von vorn auf die eingefügte Vorlage.

Kurzinfo

- » Blender-Grundfunktionen kennenlernen
- » Ein 3D-Modell nach Vorlage bauen
- » Reparieren statt neu kaufen

Checkliste



Zeitaufwand:
ca. 1 Stunde



Kosten:
0 Euro

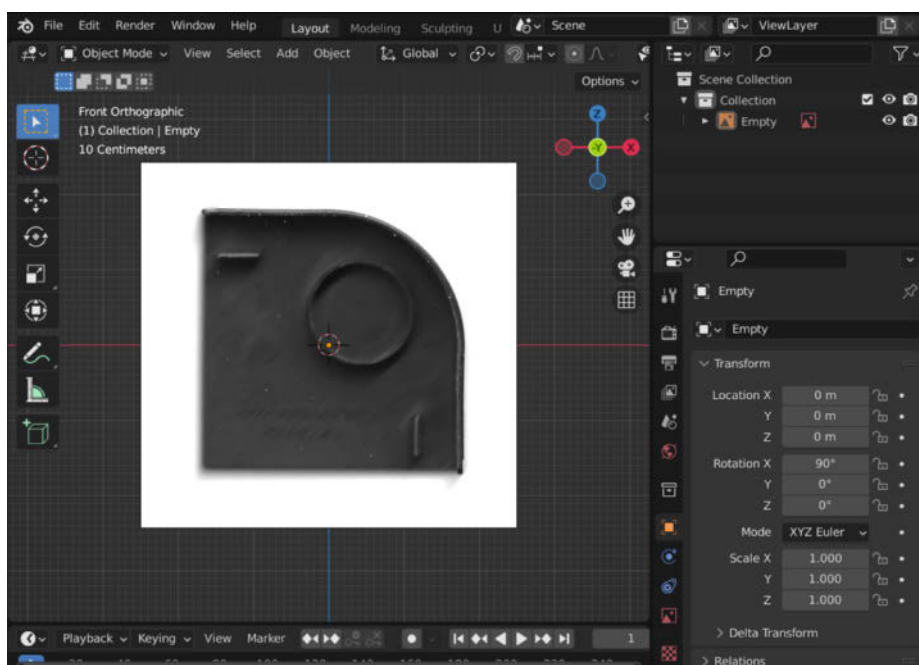


Software:
Blender

Mehr zum Thema

- » Carsten Wartmann, Konstruieren mit Blender 2.8, Video-Tutorials
- » Heinz Behling, Getriebe konstruieren, Make 6/18, S. 98
- » Gratis-3D-CAD für Maker, Make 4/22, S. 76

Alles zum Artikel
im Web unter
make-magazin.de/xh5c



Blender Basics

Mit Blender lassen sich 3D-Objekte (Meshes) modellieren, physikalische Simulationen (z.B. Explosionen oder Wasser) erzeugen oder auch Videos schneiden, Animationen oder Zeichentrickfilme anfertigen und vieles mehr. Wenn du noch nie mit Blender gearbeitet hast, kann die Oberfläche mit ihren vielen Möglichkeiten daher erstmal überfordern. Um dir den Einstieg zu erleichtern, verwende ich in diesem Artikel deshalb eine überschaubare Anzahl von Grundfunktionen.

- **Zoomen** mit dem Mausrad
- **Szene drehen** mit gedrücktem Mausrad
- **Szene verschieben** mit Umschalt+gedrücktem Mausrad
- **Objekte duplizieren** mit Umschalt+D

- **Objekte bewegen** mit G
- **Objekte drehen** mit R
- **Objekte skalieren** mit S
- **Knoten, Kanten und Flächen extrudieren** mit E

Denk immer daran, dein Projekt regelmäßig mit Strg+S zu speichern.

Ein Bild als Vorlage

Um die verloren gegangene Abdeckung (siehe Titelbild) in Blender nachzubauen, brauchen wir natürlich erstmal eine Vorlage. Dafür habe ich die Abdeckung eines weiteren Blumenkastens auf einen Flachbettscanner gelegt und eingescannt, man könnte das Teil aber auch mit einem Smartphone abfotografieren. Dabei muss man nur darauf achten, das Objekt möglichst gerade von oben und ohne pers

Wir alle kennen dieses Drama schon aus Kindheitstagen, wenn plötzlich ein unersetzbares Spielzeug das Zeitliche segnet oder im Eifer des Gefechts Teile verliert. Anstatt sich aber gleich nach einem neuen Produkt umzusehen, kann man vieles auch schnell reparieren, z.B. indem man die fehlenden Teile am Computer nachmodelliert und mit einem 3D-Drucker ausdruckt.

In diesem Artikel zeige ich dir, wie du mit der kostenfreien 3D-Software Blender (Download-Link in Kurzinfo) in wenigen Schritten zu deinem Ersatzteil kommst. Dafür ersetzen wir beispielhaft eine Abdeckung an meinem Blumenkasten, die der Wind vom Balkon geweht hat. Die Vorgehensweise, die ich hier zeige, funktioniert besonders gut für einfache und flache Gegenstände.

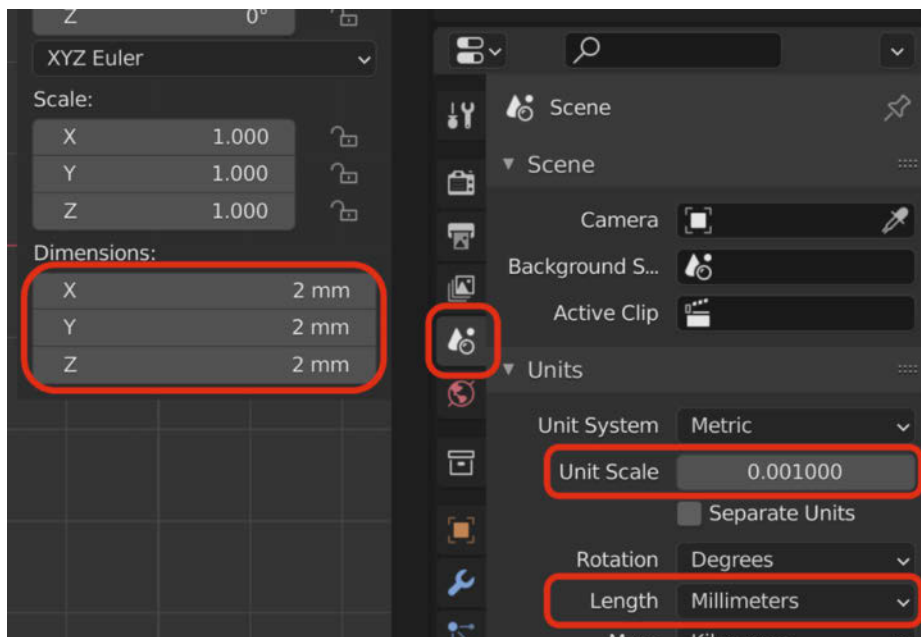


Bild 2: Bevor wir die Abdeckung nachbauen, müssen wir noch die Einheiten konfigurieren.

pektivische Verzerrung abzulichten. Wenn du meine Anleitung Schritt für Schritt nachbauen möchtest, findest du das Bild der Abdeckung

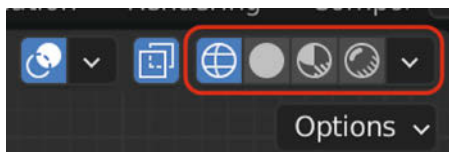


Bild 3: In Blender kann man Meshes auf verschiedene Weise darstellen.

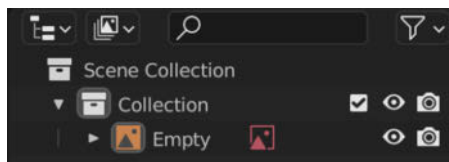


Bild 4: Der Outliner rechts oben in Blender gibt einen Überblick über alle erstellten Objekte.



Richtig dimensionieren

Die Abdeckung hat eine flache Grundfläche mit 1 mm Dicke. Ihre Silhouette zeigt ein Quadrat mit 48 × 48 mm und einer abgerundeten

Bild 5: Die Vorlage sollte bündig mit dem Quader abschließen, der die Grundfläche bildet.

Ecke. Um die Grundfläche präzise modellieren zu können, müssen wir als Erstes die Dimensionen einstellen. Drücke dafür zunächst die Taste N. Dadurch öffnet sich ein Seitenmenü, in dem du den Abschnitt „Dimensions“ findest. Sollten die Werte nicht in Millimetern angezeigt werden, musst du die verwendete Einheit ändern, indem du die Szenen-Eigenschaften anpasst. Wähle dafür in der rechten Seitenleiste das weiße Icon mit dem Kegel und den zwei Kreisen aus (Bild 2), das für die „Scene Properties“ steht. Dort findest du den Abschnitt „Units“. Gib bei „Unit Scale“ den Wert 0.001 ein und achte darauf, einen Punkt und kein Komma zu verwenden. In der Blender-Einheit entspricht dieser Wert genau 1 mm. Ändere unter dem Eintrag „Length“ noch die eingestellten Einheiten auf „Millimeters“, damit auch bei „Dimensions“ mm angezeigt werden.

Die Grundfläche

Füge für die Grundfläche der Abdeckung einen Würfel hinzu, indem du im Menü „Add“ unter „Mesh“ den Menüpunkt „Cube“ auswählst. Setze danach in „Dimensions“ die Werte für X und Z jeweils auf 48 mm und den von Y auf 1 mm. Benutze das Mausrad, um rauszuzoomen. Da das Objekt größer als der importierte Scan ist, müssen wir das Bild etwas größer skalieren. Wechsle dafür erstmal die Szenen-Ansicht oben rechts auf „Wireframe“ (Bild 3). Das blendet die Flächen aus, sodass man durch den Würfel hindurch sehen kann und nur noch die Kanten sichtbar sind.

Wähle mit einem linken Mausklick das Bild aus oder klicke in dem Outliner-Fenster rechts oben auf das Objekt „Empty“ (Bild 4). Drücke danach S und bewege deine Maus immer weiter nach außen, bis die Abdeckung in etwa der Größe des Würfels entspricht. Bestätige dann die Skalierung mit einem Klick auf die Enter-Taste. Da die Abdeckung nicht ganz mittig auf dem Bild ausgerichtet ist, müssen wir das Objekt als Nächstes noch ein wenig bewegen. Drücke dafür die Taste G und nutze die Pfeiltasten oder die Maus, um die Abdeckung am Würfel auszurichten, wie in Bild 5 zu sehen. Unter Umständen musst du noch ein wenig skalieren, damit alles passt.

Eine runde Ecke

In Blender gibt es einen Object- und einen Edit-Mode. Im Object-Mode kannst du Einstellungen für das gesamte Objekt treffen und auch mehrere gleichzeitig verändern. Im Edit-Mode bearbeitest du nur ein Objekt und kannst dabei die Knoten (Vertex), Kanten (Edge) und Flächen (Face) verändern.

Mithilfe der Knoten passen wir den Würfel als Nächstes so an, dass wir die abgerundete Ecke wie bei der Original-Abdeckung erhalten. Wähle dafür den Würfel aus, indem du oben

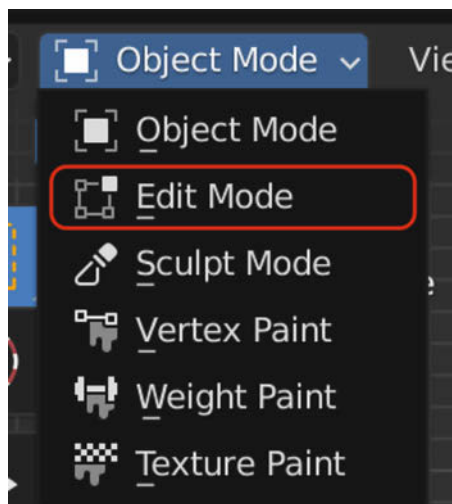


Bild 6: Das Wechseln zwischen den Bearbeitungs-Modi geht über ein Menü links oben.

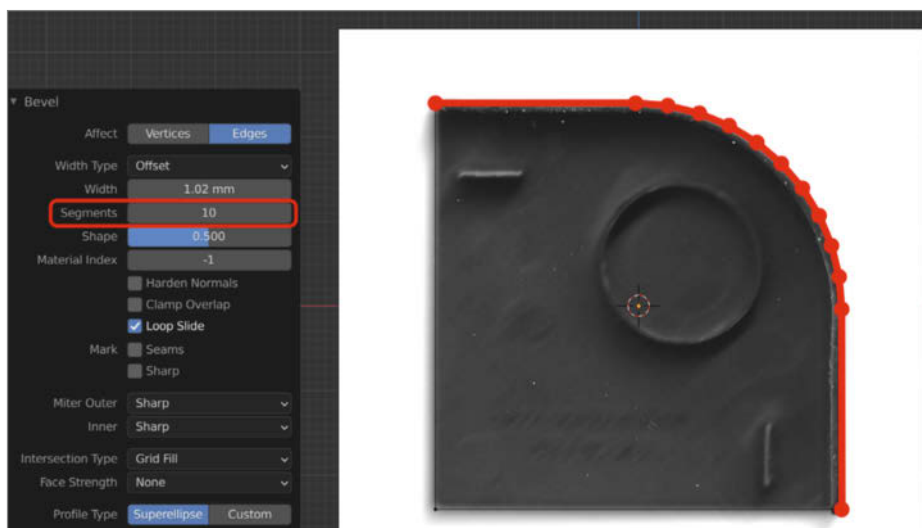


Bild 7: Diese Fase wird mit 10 Segmenten zu einer Rundung.

rechts das Objekt „Cube“ anklickst. Wechsle anschließend in den Edit-Mode, indem du oben links in das Dropdown-Menü klickst, in dem „Object-Mode“ steht (Bild 6). Alternativ kannst du auch einmal die Tab-Taste drücken.

Klicke danach einmal in die freie Fläche, damit kein Knoten am Objekt ausgewählt ist. Drehe anschließend mit dem gedrückten Mausekranz die Szene, sodass du die beiden Knoten der Ecke sehen kannst, die wir verrunden wollen. Klicke nun auf den ersten Knoten der Ecke, halte die Shift-Taste gedrückt und wähle nun den zweiten Knoten aus, um ihn der Auswahl hinzuzufügen. Wechsle die Ansicht wieder auf „View/Viewport/Front“ und drücke Strg+B für das Werkzeug Bevel (engl. für Fase). Dieses teilt, von vorne betrachtet, die Ecke in zwei Ecken und erzeugt dadurch eine Fase, die du in ihrer Größe variieren kannst, indem du

die Maus bewegst. Platziere die Fase am Rand der Abdeckung, sodass die beiden Knoten den Beginn und das Ende des geplanten Bogens bilden. Bestätige mit einem Mausklick die Positionen. Öffne anschließend unten links das Bevel-Menü und erhöhe die Anzahl der Segmente auf 10, so wie es in Bild 7 zu sehen ist. Fertig ist die Grundfläche!

Extrudierter Bogen

Nun fehlen die funktionellen Elemente auf der Grundfläche, mit denen die Abdeckung am Blumenkasten in Position bleibt. Die ursprüngliche Abdeckung besitzt einen Außenbogen, zwei längliche Quader sowie einen Zylinder. Starten wir mit dem Außenbogen.

Wechsle dafür zunächst in den Object-Mode und dupliziere die Grundfläche, mit

Umschalt+D. Drücke anschließend Y, um das Duplikat entlang der Y-Achse zu verschieben und gib als Entfernung -4 ein, um das Objekt 4 mm näher an die Kamera zu rücken. Bestätige die Verschiebung mit der Enter-Taste und skaliere danach die Höhe des Duplikats auf 7 mm, indem du den Y-Wert bei „Dimensions“ auf 7 setzt.

Durch das Skalieren des ursprünglichen Würfels haben sich nicht nur die Werte bei „Dimensions“ geändert, sondern auch bei „Scale“. Für den folgenden Schritt ist es notwendig, dass wir „Scale“ auf allen drei Achsen des Objekts auf 1 zurücksetzen. Wähle dazu das Duplikat aus, drücke Strg+A und wähle aus dem Menü den Punkt „Scale“.

Wechsle danach in den Edit-Mode und markiere die zwei Knoten der Kante, die sich gegenüber vom Bogen befindet. Klicke oben



Bild 8: Der extrudierte Rand hat umlaufend eine Dicke von 1 mm.



Bild 9: An diese Stellen muss man jeweils einen Quader setzen.

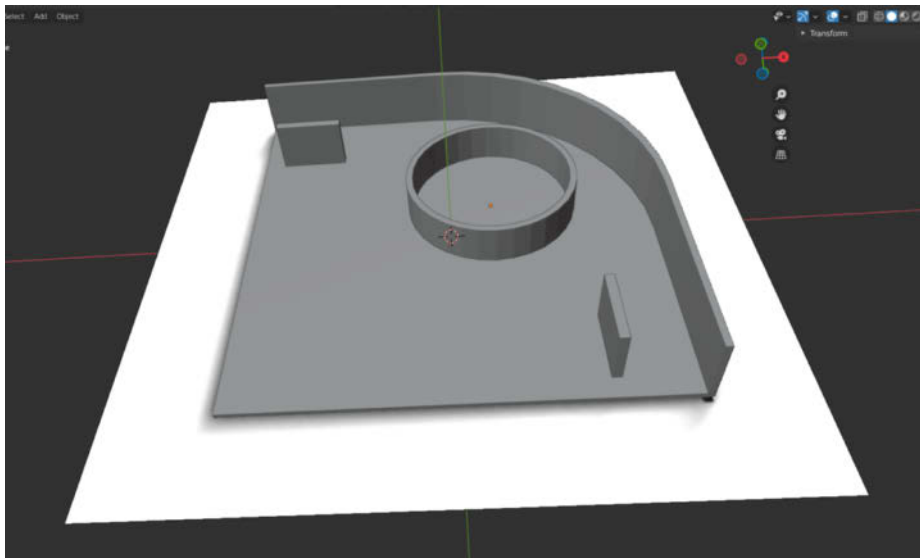


Bild 10: Das fertige Modell in der 3D-Ansicht

in das Menü „Mesh“ und dort auf „Delete/Vertices“, um die Knoten zu löschen. Somit bleibt der runde Rand zurück, dem wir nun eine Dicke von 1 mm geben. Dafür wählst du

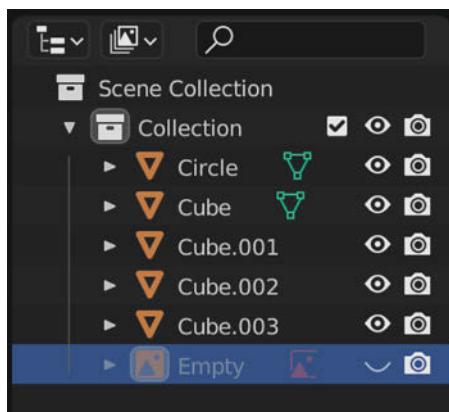


Bild 11: Mit einem Klick auf das Auge blendet man Objekte ein und aus.

mit der Taste A alle Knoten und anschließend im Menü „Mesh/Extrude/Extrude Faces Along Normals“ aus. Dadurch entstehen neue Knoten, die mit den vorherigen verbunden ein Volumen erzeugen. Tippe -1 ein, um diesem eine Dicke von 1 mm zu geben und bestätige mit Enter (Bild 8).

Wenn du dir nicht sicher bist, ob die Abstände stimmen, kannst du sie auch nachmessen. Klicke dazu rechts oben im Bildschirm auf den Haken neben dem Overlays-Icon, das aussieht, wie zwei sich überlappende Kreise (siehe Bild 3) und aktiviere „Edge Length“. Wechselst du anschließend links oben den Auswahlmodus von Vertex- auf Edge-Select und klickst auf eine Kante, zeigt dir Blender ihre Länge an.

Duplizierte Quader

Wechsle nun wieder in den Object-Mode, füge einen Cube hinzu und skaliere ihn auf



Bild 12: Das 3D-gedruckte Teil sieht fast genauso gut aus wie das Original.

$8 \times 1 \times 6$ mm, indem du bei „Dimensions“ den X-Wert auf 8, den Y-Wert auf 6 und den Z-Wert auf 1 setzt. Drücke G und dann Y, um den Quader entlang der Y-Achse zu verschieben und gib -3.5 als Entfernung ein. Bestätige die Aktion mit Enter. Das setzt den Quader auf die Grundfläche. Drücke anschließend G und platziere den Quader anhand des Referenzbildes auf der X- und Z-Achse (Bild 9). Bestätige die Position mit Enter.

Dupliziere danach den Quader mit Umschalt+D und drücke die Taste R, um ihn zu drehen. Gib 90 für den Drehwinkel ein und bestätige diesen mit Enter. Platziere den duplizierten Quader mit der Taste G an die zweite Position im Referenzbild.

Ein Rohr in die Mitte

Füge über das Menü mit „Add/Mesh/Circle“ einen Kreis hinzu. Verändere bei „Dimensions“ die Werte der X- und Y-Achse auf 18.5 mm und setze die „Scale“-Werte mit Strg+A und dem Menüpunkt „Scale“ auf 1 zurück. Drücke anschließend R, dann X und gib 90 ein, um den Kreis um 90 Grad auf der X-Achse zu rotieren, sodass die Fläche zu dir zeigt. Bestätige mit Enter und drücke anschließend G, um den Kreis an die Stelle auf dem Referenzbild zu verschieben.

Als Nächstes extrudieren wir den Kreis. Wechsle dazu in den Edit-Mode und wähle alle Knoten mit A aus. Drücke E zum Extrudieren, dann Y für die Richtung und gib -5 ein, da das Rohr im Original 5 mm lang ist. Wähle danach erneut alle Knoten aus und gib dem extrudierten Kreis mit „Mesh/Extrude/Extrude Faces Along Normals“ eine Dicke von 1 mm. Bestätige mit Enter und fertig ist die Abdeckung!

Das Modell exportieren

Wechsle wieder in den Object-Mode. Du kannst nun die Ansicht von „Wireframe“ auf „Solid“ umschalten und mit gedrücktem Mausrad das Ergebnis betrachten, das wie in Bild 10 aussehen sollte. Blende nun dein Referenzbild aus, indem du im Bildschirm oben rechts auf das Augensymbol klickst (Bild 11). Wähle dann unter „File“ den Eintrag „Export“ und dort das Format deiner Wahl aus, z.B. STL. Gib deiner Datei einen Namen und klicke auf „Export STL“. Wenn du die STL-Datei in einen Slicer (z.B. Cura oder PrusaSlicer) lädst und vorbereitest, kannst du das Modell mit einem 3D-Drucker herstellen (Bild 12). Falls du keinen hast, gibt es vielleicht einen Maker-Space in deiner Nähe, der dir weiterhelfen kann (siehe Link in Kurzinfor).

Damit hast du erfolgreich dein erstes Modell in Blender gebaut und dabei ein paar Werkzeuge zum Bearbeiten von Meshes kennengelernt. Viel Spaß beim weiteren Tüfteln!

—akf

Es gibt **10** Arten von Menschen.
iX-Leser und die anderen.



Jetzt Mini-Abo testen:
3 Hefte + Bluetooth-Tastatur
nur 19,35 €

www.ix.de/testen



www.ix.de/testen



49 (0)541 800 09 120



leserservice@heise.de



Konstruieren statt improvisieren

Wo man früher Fragmente zusammenklaubte und -klebte, mit irgendwas umwickelte und dann das Ganze in Epoxy versenkte, baue ich heute lieber mit 3D-Software und -Drucker individuelle Prothesen für meine Reparatur-Patienten.

von Peter König

Als 3D-Software nehme ich meistens Blender – damit kenne ich mich inzwischen gut aus, weil ich gerne auch mal was realistisch rendere oder kleine Animationsfilme mache. Das eine oder andere Rendering hat es in den vergangenen Jahren sogar auf das Make-Cover gebracht. Durch eine gewisse Routine mit Blender brauche ich inzwischen selten mehr als eine knappe Stunde für die Konstruktion eines maßgeschneiderten Ersatzteils.

Steckerbruch

Beim Ladegerät eines betagten, aber immer noch von ihrer Besitzerin geliebten Klapphandys aus der Prä-Smartphone-Ära hatte sich das filigrane proprietäre Ladesteckerchen in seine Bestandteile aufgelöst. Eines der Hüllenteile war zwar noch vorhanden (es hing mit etwas Klebefilm am Kabel), aber eine Kopie davon wäre aufgrund vieler Rundungen aufwändig zu konstruieren und nur mit vielen Stützen druckbar. Zudem ist mir schleierhaft, wie die beiden Kabel im Inneren der Schalen ihren Platz finden sollten – sie waren dafür offenbar viel zu lang.

Da Kabel und Lötstellen noch intakt waren, wollte ich daran nicht viel rumbiegen und entschied mich, lieber eine neue Steckerhülle drumherum zu entwerfen. Eleganz war kein Kriterium, das ganze sollte leicht zu drucken, solide zu kleben und gut zu greifen sein. Also kam als Grundform ein Quader mit einem abgerundeten Ende heraus. Die war in Blender schnell angelegt, analog zur Anleitung ab Seite 116.

Blockbauweise

Jetzt galt es „nur“ noch, das vorhandene Innenleben zu geometrischen Grundformen reduziert in Blender nachzubauen und die dann von der Grundform mittels Bool-Modifikator abzuziehen. Weil in diesem Fall alles in Bezug auf oben und unten sowie recht und links als symmetrisch erwies, konnte ich mich darauf beschränken, nur eine halbe Schale

zu konstruieren, die später zweimal gedruckt wurde. Außerdem nutzte ich, wo es ging, Mirror-Modifikator.

Ich kenne das: Messschieber und Werkstück nehmen, messen, beides hinlegen, zu Tastatur

und Maus greifen, auf den Bildschirm schauen – wie war das Maß nochmal genau? Deshalb messe ich lieber erst alles aus und mache mir eine Skizze (Bild 1). Die muss nur für die nächste Stunde und nur für mich verständlich sein

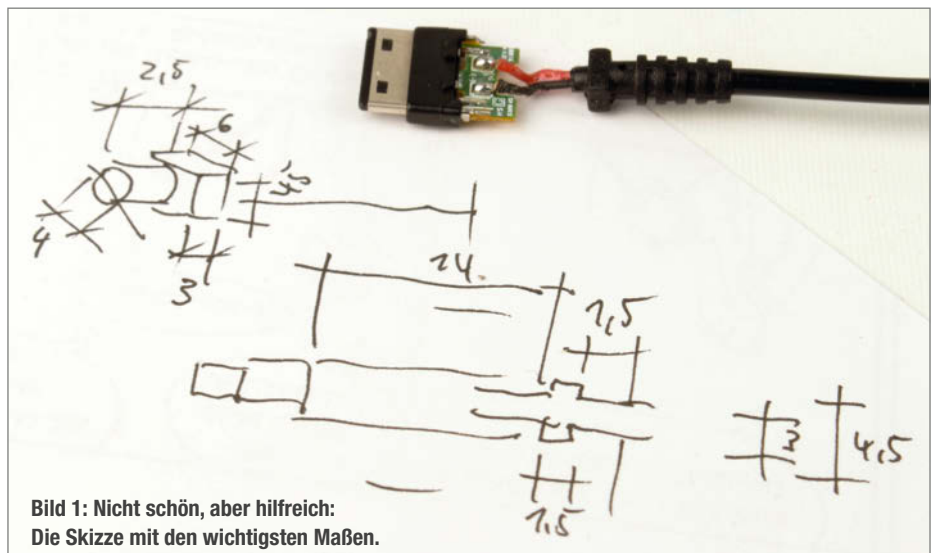


Bild 1: Nicht schön, aber hilfreich: Die Skizze mit den wichtigsten Maßen.

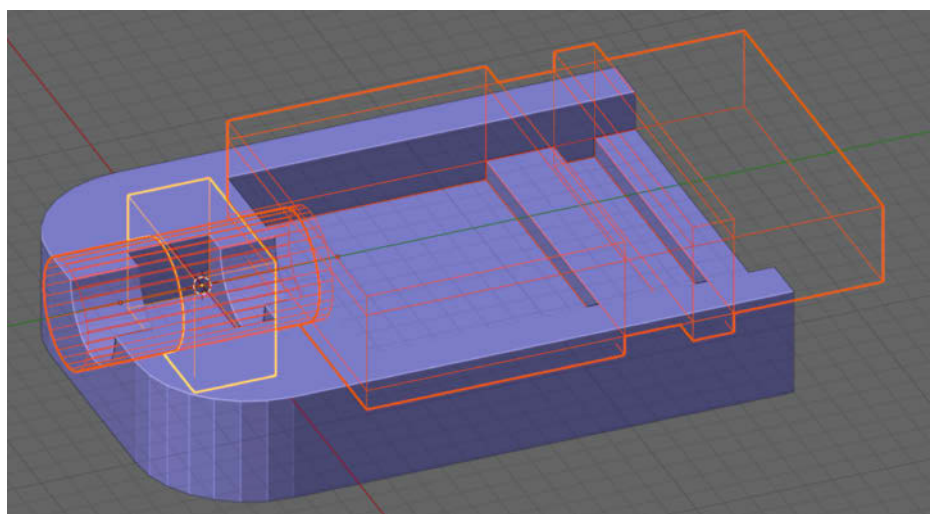


Bild 2: Es ist sehr nützlich, Objekte in Blender als Drahtgitter anzeigen zu lassen, die mittels Bool-Modifikator von der Grundform subtrahiert werden: Die Aussparungen sind sofort sichtbar.

und so sieht sie meistens auch aus. Macht nichts, die wandert danach in die Tonne.

Nach der Skizze waren dann der Zylinder für das ummantelte Kabel vom Steckernetzteil sowie der zwischengeschaltete Quader für die Zugentlastung schnell platziert und auf Maß gebracht. Den Kabelzylinder habe ich der Einfachheit halber weiter ins Innere des Steckers durchgezogen, das kam von den Maßen hin (Bild 2).

Klare Formen und Maße gab es auch auf der anderen Seite, bei der Kunststoffmanschette mit herausstehenden Nasen, in der auf der einen Seite die winzige Platine und auf der anderen der eigentliche Steckkontakt sitzt. Die Manschette baute ich in Blender durch einen weiteren Quader mit einer draufgesetzten Querleiste für die Nasen nach (Unterteilen im Edit Mode mit dem Loop-Cut-Werkzeug, dann extrudieren). Blieb noch der vage Bereich dazwischen, der Platz für die Platine und die Kabel bieten musste. Dafür zog ich kurzerhand den Quader für die Manschette rüber zur anderen Seite (als Distanz stand in meiner Skizze was von 14 mm) und extrudierte noch etwas nach oben und unten. Das sollte passen.

Boolesche Ausfräsung

Ich exportiere meine STLs für den 3D-Drucker aus Blender über das Add-on „3D-Print Toolbox“. Das hat gegenüber der ab Seite 116 beschriebenen Methode den Vorteil, dass nur die aktuell ausgewählten Teile in die STL-Datei wandern und nicht auch noch meine Booleschen Hilfsobjekte für die Aussparungen. Dadurch muss ich in Blender die Modifier nicht anwenden, was nachträgliche Änderungen deutlich erleichtert.

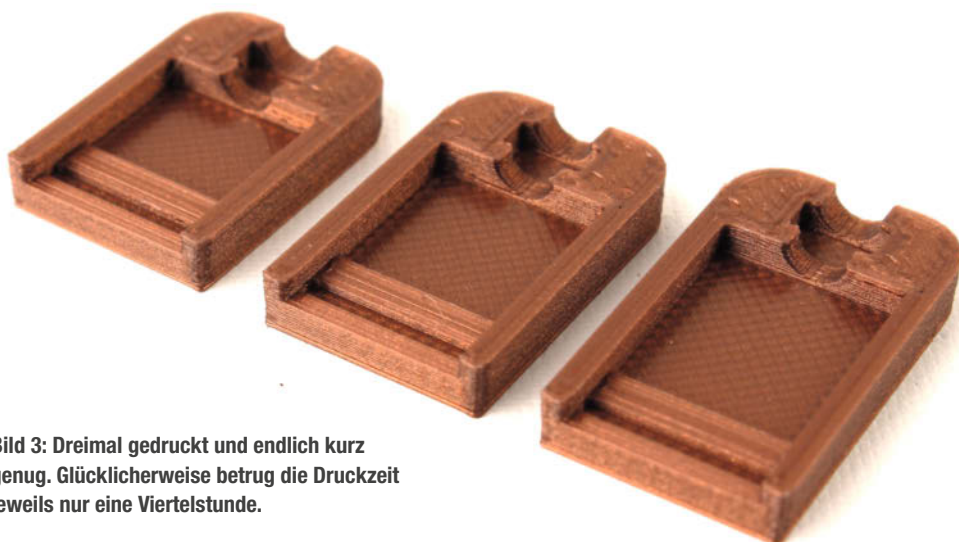


Bild 3: Dreimal gedruckt und endlich kurz genug. Glücklicherweise betrug die Druckzeit jeweils nur eine Viertelstunde.

Das erwies sich in diesem Fall als Segen – denn der Stecker war zu lang geraten (Bild 3). Die 14 mm Distanz waren zwar nicht falsch, aber meine Skizze war in Sachen Bezugspunkt dann doch zu wirr (bei der nächsten Skizze wird alles anders, ich schwörs!). Wenige Klicks in Blender später passte (im dritten Versuch) endlich alles (Bild 4). Nach einem letzten Funktionstest – hat der neue Stecker genügend Platz, oder kommt ihm das Abdeckklappchen am Handy in die Quere? – konnte ich die beiden neuen Halbschalen des Steckers zusammenkleben (Bild 5). Hier erwies sich die relativ klobige Form meiner Konstruktion als nützlich, denn sie bietet Klebeflächen, die man zumindest nicht mit dem Mikroskop suchen muss.

Blender eignet sich allerdings nicht nur für solche konstruktiv lösbaren Operationen, man kann damit auch gut organische Formen modellieren und anpassen, wie sie etwa ein 3D-Scanner liefert. Online lesen Sie, wie ich mit Hilfe des Scanners Revopoint Mini und Blender ein beschädigtes Hirschgeweih restaurieren konnte – keines in Lebensgröße, sondern das einer wenigen Zentimeter großen Trophäe in Form eines Kühlschranks. Das Ersatzteil misst nur rund acht Millimeter, passt aber wie angegossen. Mehr erfahren Sie unter dem Kurz-Link.

—pek



Alles zum Artikel
im Web unter
make-magazin.de/xa2b



Bild 5: Der neue Ladestecker am alten Klapphandy

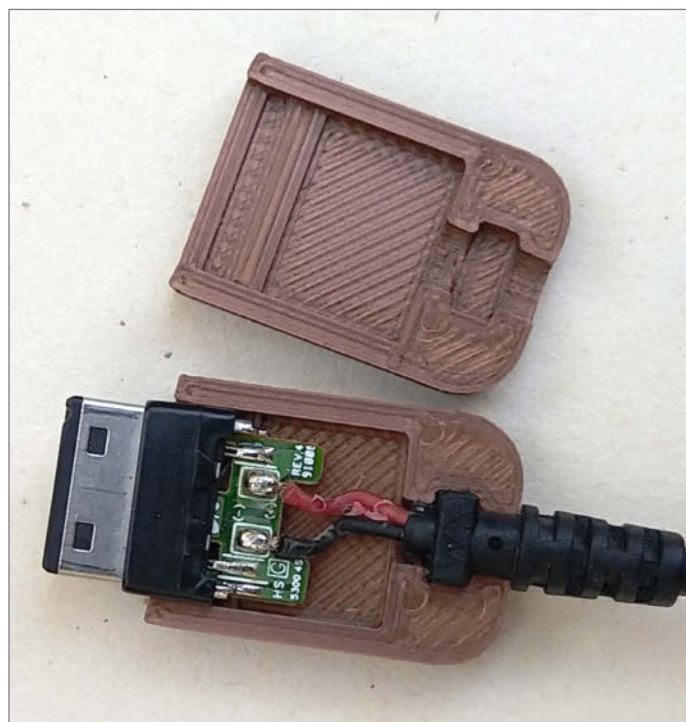


Bild 4: Das Innenleben passt so präzise in die Aussparungen, dass sich beim Zusammenkleben beide Gehäuseteile automatisch korrekt zueinander ausrichten.

Tipps & Tricks

Diesmal gibt es Tipps für die günstige Stromversorgung in der Elektronikwerkstatt, wie man sich Reinigungsarbeiten auch unterwegs erleichtern kann, wie Infrarotfernbedienungen getestet und repariert werden, Litzen verdrillt und mit Heißkleber sauber gearbeitet werden kann.

von Michael Gaus, Miguel Köhnlein und Carsten Wartmann

ATX Power-Adapter

ATX-Netzteile sind kostengünstig erhältlich und können oftmals auch aus einem ausgemusterten PC ausgebaut und wiederverwertet werden. In Verbindung mit einer ATX Power-Adapter-Platine stellen sie verschiedene Ausgangsspannungen mit hoher Strombelastbarkeit bereit, ohne dass ein Eingriff in das Netzteil oder in den Original-Kabelbaum notwendig ist. Es können ATX-Netzteile mit 24-poligem oder 20-poligem Steckverbinder angeschlossen werden, wobei der 20-polige dann so eingesteckt werden muss, dass Pin 1 (üblicherweise ein orangefarbenes Kabel mit 3,3 V) auf Pin 1 des ATX-Steckverbinders der Platine liegt.

Sobald das Netzteil mit Netzspannung versorgt wird, stellt es eine dauerhaft vorhandene 5-Volt-Standby-Spannung an Pin 9 (5VSB, Kabelfarbe violett) bereit. Um in den Normalbetrieb zu wechseln und die restlichen Ausgangsspannungen einzuschalten, muss Pin 16 (PS_ON, grün) mit GND verbunden werden. Auf den meisten ATX Power-Adaptern erfolgt dies üblicherweise über einen Schiebeschalter. Bei ordnungsgemäßer Funktion zeigt dann das Netzteil über einen 5-V-HIGH-Pegel an Pin 8 (PWR_OK, grau) an, dass die Ausgangsspannungen des Netzteils stabil anliegen. Die immer seltener werdenden Netzteile älterer Bauart benötigen zusätzlich eine Mindestlast an +5 V, damit sie starten. Ein Strom von 500 mA sollte hierfür reichen. Man kann entweder einen thermisch ausreichend dimensionierten 10 Ohm Lastwiderstand verwenden oder aber einfach eine kleine Glühlampe.

Es werden folgende im Elektronikbereich oft benötigte Spannungen geliefert:

- +5V (rot) mit hoher Strombelastbarkeit, z. B. für LED-Streifen mit WS2812,
- +3,3V (orange) zur direkten Versorgung von Mikrocontrollern, z. B. für ARM Derivate,
- +12V (gelb) und –12V (blau) für Schaltungen mit symmetrischer Spannungsversorgung, z. B. für Operationsverstärker.

Manche älteren Netzteile liefern zusätzlich noch –5 V an Pin 20 (weiß), bei neueren Model-

Signal		Signal		Signal		Signal	
+3,3 VDC/3,3 V sense	11	+3,3 VDC	13	+3,3 VDC	1	+3,3 VDC	1
–12 VDC	12	+3,3 VDC	14	–12 VDC	2	+3,3 VDC	2
Masse	13	Masse	15	Masse	3	Masse	3
PS_ON	14	+5 VDC	16	PS_ON	4	+5 VDC	4
Masse	15	Masse	17	Masse	5	Masse	5
Masse	16	+5 VDC	18	Masse	6	+5 VDC	6
Masse	17	Masse	19	Masse	7	Masse	7
–5 VDC	18	Power OK	20	reserviert	8	Power OK	8
+5 VDC	19	+5 VSB	21	+5 VDC	9	+5 VSB	9
+5 VDC	20	+12 VDC	22	+5 VDC	10	+12 V1DC	10
			23	+5 VDC	11	+12 V1DC	11
			24	Masse	12	+3,3 VDC	12

Pinbelegung des 20- und 24-poligen ATX-Steckers

len ist dieser Pin meist unbenutzt. Alle Ausgangsspannungen haben GND (schwarz) als gemeinsames Bezugspotential. Üblicherweise ist die negative –12 V Spannung nur mit einem relativ geringen Strom im Bereich von unter 500 mA belastbar. An die positive +12 V Spannung könnten jedoch auch 12-V-LED-Streifen angeschlossen werden. Die maximal zulässige Strombelastbarkeit ist üblicherweise auf dem Netzteil aufgedruckt.

Die Power-Adapter sind in unterschiedlich komfortablen Ausführungen erhältlich. Bei Variante 1 kann jede der vier Ausgangsspannungen an Standard-Laborbuchsen mit 4 mm Durchmesser (Bananenbuchsen) abgegriffen werden, wobei für jede Ausgangsspannung eine eigene GND-Buchse spendiert wurde. Es sind jeweils Schmelzsicherungen als Kurzschluss- und Überlastschutz vorhanden, die je nach gewünschtem Maximalstrom leicht



Variante 1: Vier Ausgangsspannungen sind hier über Bananenbuchsen abgreifbar.

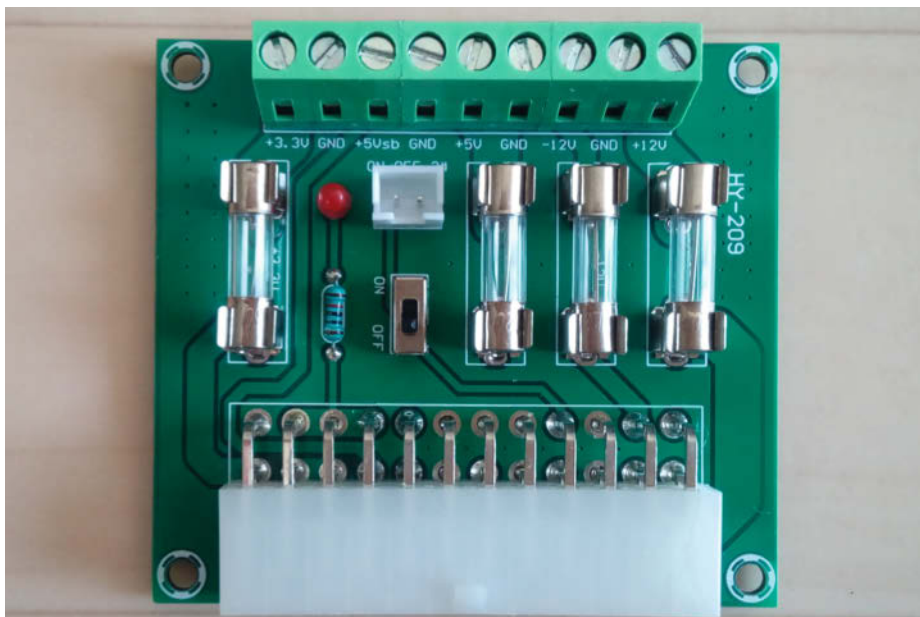
wechselbar sind. Ein Ein-/Ausschalter sowie eine Power-LED sind ebenfalls vorhanden. Die LED ist an +5 V angeschlossen, könnte jedoch mit etwas nachträglicher Bastelei auch so umgelötet werden, dass sie stattdessen mit „Power OK“ des Netzteils verbunden ist.

Variante 2 ist ähnlich aufgebaut wie Variante 1, verwendet jedoch Schraubklemmen statt Bananenbuchsen. Hierdurch eignet sie sich besonders zum Anschluss von LED-Streifen. Die Schmelzsicherungen schützen bei Kurzschlüssen und Überlast. Bei diesem Modell ist zusätzlich noch die 5V-Standby-Spannung an einer Klemme herausgeführt, jedoch ohne vorgeschaltete Sicherung. Die rote LED ist an +5 V angeschlossen und leuchtet, sobald der Schiebeschalter in Stellung ON gebracht wird. Alternativ kann das Netzteil über den weißen Steckverbinder eingeschaltet werden, indem die beiden Pins gebrückt werden. Der Poweradapter wird als Bausatz geliefert (alle Bezugsquellen in Kurz-URL), ist aber leicht zu löten.

Variante 3 liefert als Extra eine variable Ausgangsspannung im Bereich von 1,8 bis 10,8 V. Der aktuell gemessene Wert wird auf einer 3-stelligen LED-Anzeige dargestellt. -12 V ist bei dieser Variante nicht verfügbar.

Die drei Festspannungen 3,3 V, 5 V und 12 V sind über Touch-Bedienfelder separat ein- und ausschaltbar und haben jeweils eine eigene LED. Alle vier Spannungen sind über verschiedenfarbige Bananenbuchsen mit einer gemeinsamen schwarzen GND-Buchse abgreifbar. Die passenden Bananenstecker waren bei unserem Modell im Lieferumfang enthalten. Zusätzlich ist noch eine USB-A-Buchse vorhanden, an der immer 5 V Spannung anliegt.

Die 5-V-Standby-Spannung wird mittels einer LED signalisiert. Stellt man den Schiebeschalter auf ON, leuchtet eine weitere LED, die



Variante 2: Diese Platine stellt die Ausgangsspannungen über Schraubklemmen bereit.

an „Power OK“ angeschlossen ist und die variable Ausgangsspannung sowie die 5V Spannung an der USB-Buchse werden zugeschaltet. Die drei Festspannungen müssen jeweils einzeln per Touch-Taste eingeschaltet werden. Sicherungen gibt es bei dieser Variante nicht. Die Platine wird in einem seitlich offenen Acrylgehäuse geliefert.

Miguel Köhnlein und Michael Gaus

Bürstenaufsatz für PET-Flaschen

Waschbürsten mit Anschluss an einen Gartenschlauch sind zwar praktisch, funktionieren

aber nur mit einem Wasseranschluss und oft behindert der Schlauch auch die Arbeit. Als mobile Alternative bietet sich ein Bürstenaufsatz mit Schraubgewinde für handelsübliche PET-Flaschen an. Vorzugsweise sollten hierfür Einwegflaschen benutzt werden, Mehrwegflaschen dürfen aus hygienischen Gründen sonst nicht mehr zurück in den Mehrwegkreislauf gegeben werden.

Abhängig von der Flaschengröße können in eine leere Flasche zwischen 0,5 und 2 Liter Wasser eingefüllt werden. Je nach Bedarf und Anwendungsfall kann zusätzlich noch ein Reinigungs- oder Spülmittel hinzugegeben werden. Anschließend wird der Bürstenaufsatz anstatt des Deckels auf das Gewinde aufge-



Kleine Bürste für enge Stellen



Die größere Bürste



Bei gedrückter Taste wird das Blitzen der IR-Diode im Bild der Handykamera sichtbar.

schraubt. Die Flasche dient gleichzeitig auch als handlicher Griff für die Bürste. Beim leichten Drücken der PET-Flasche fließt das Wasser samt Reinigungsmittel durch die Bürste hindurch auf das zu reinigende Objekt. Während der Arbeitspausen stellt man Flasche einfach senkrecht hin. Nach Gebrauch wird der Bürstenaufsatz vom Flaschengewinde abgeschraubt, mit Wasser gereinigt und platzsparend in einer Schublade bis zum nächsten Einsatz aufbewahrt.

Einsatzzwecke wird der findige Maker bestimmt dutzendweise finden. Die benötigten Standard-PET-Flaschen sind unterwegs fast überall erhältlich und leicht ersetzbar, falls mal eine beschädigt wird. Sie lassen sich eben-

so unkompliziert an einem Brunnen oder Bach füllen.

Der größere Bürstenkopf ist ca. 7 cm lang und 5 cm breit. Bei der kleineren Variante mit ovalem Bürstenkopf sind dessen Abmessungen etwa 5 cm × 4 cm.

Miguel Köhnlein und Michael Gaus

IR-Fernbedienung mit Handykamera testen

Wenn eine Infrarot-Fernbedienung z. B. für den Fernseher oder die Stereoanlage nicht mehr funktioniert, kann man bequem mit der Handykamera testen, ob die Fernbedienung überhaupt noch ein entsprechendes IR-Signal

aussendet. Die meisten Smartphone-Kameras sind infrarotempfindlich, sodass die für das menschliche Auge unsichtbare IR-Strahlung, die auf den Kamerachip trifft, erkannt werden kann. Dazu hält man am besten eine der Tasten auf der Fernbedienung gedrückt und prüft, ob im Vorschaubild der Kamera entsprechende Lichtblitze der IR-Sendediode zu sehen sind.

In einigen teureren Kameras und auch in einigen iPhones sind allerdings spezielle Infrarotfilter eingebaut, sodass dieser Tipp mit ihnen nicht funktioniert. Bei unserem Test wurden beispielsweise bei einem iPhone 11 Pro Max keine Lichtblitze in der Kameravorschau angezeigt. Am besten prüft man daher zunächst mit einer sicher funktionierenden Fernbedienung, ob das zu verwendende Smartphone Infrarotstrahlung erkennen kann und somit grundsätzlich für diesen Test geeignet ist. Dazu sollte auf der Fernbedienung eine Taste mit Wiederholfunktion verwendet werden, z. B. eine der Lautstärketasten.

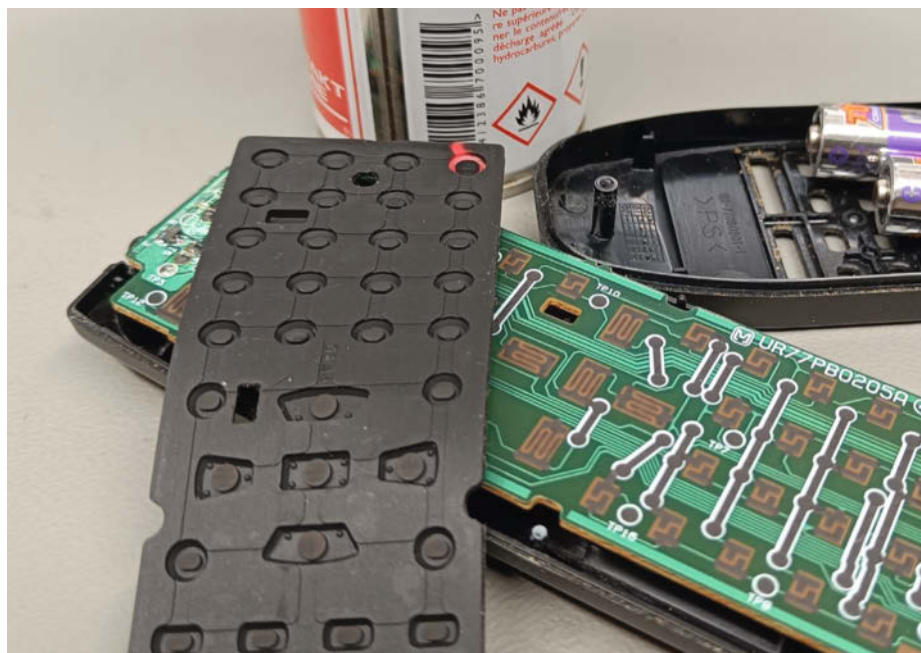
Wenn die Fernbedienung überhaupt keine Infrarotimpulse mehr aussendet, sind im trivialsten Fall nur die Batterien in der Fernbedienung verbraucht. Wenn man Pech hat, sind die Batterien ausgelaufen, was man im Batteriefach oft an einer bräunlichen Substanz oder einem weißen Pulver erkennen kann, das durch Kristallisation des ausgelaufenen Elektrolyten mit Sauerstoff entsteht. Vor dem Entnehmen der Batterien sind dann unbedingt Einmalhandschuhe anzuziehen, um Verätzungen der Haut zu vermeiden. Anschließend sind das Batteriefach und die Batteriekontakte gründlich zu reinigen.

Dazu können Alkoholreiniger oder Kontaktspray und Wattestäbchen verwendet werden. Sind die Kontakte korrodiert, was an einem leicht grünlichen Belag erkennbar ist, müssen sie mit Schmirgelpapier abgeschliffen werden. Wenn der Elektrolyt noch nicht bis zur Elektronik im Inneren vorgedrungen ist, besteht nach dem Einsetzen frischer Batterien eine gute Chance, dass die Fernbedienung wieder funktioniert. Alkali-Mangan-Zellen (Alkaline) sind hier vorzuziehen. Neben der höheren Kapazität, der größeren Sicherheit gegen Auslaufen und der längeren Lagerfähigkeit haben diese Batterien auch eine höhere Belastbarkeit. Dies ist insbesondere bei Infrarot-Fernbedienungen wichtig, da hier kurzzeitig hohe Impulsströme zur Ansteuerung der Sende-Diode benötigt werden.

Miguel Köhnlein und Michael Gaus

Leitlack als Retter für Fernbedienungen

Manchmal sind nur einzelne Tasten einer Fernbedienung defekt, weil der elektrisch leitende Kontaktgummi abgenutzt ist. In diesem Fall



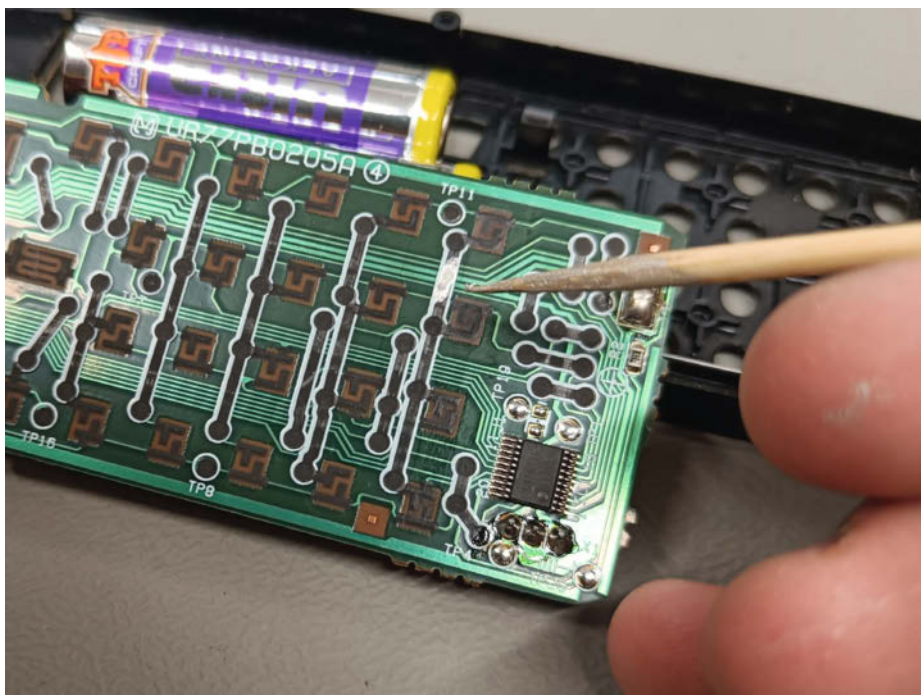
Die Kontakte auf dem Kontaktgummi und einige der Leiterbahnen auf der Leiterplatte bestehen aus Graphit.

kann mit Graphitlack wieder eine leitfähige Schicht aufgetragen werden, zum Beispiel mit dem Produkt Graphit 33 von Kontakt Chemie. Diese Anschaffung dürfte sich aber nur lohnen, wenn man häufig Fernbedienungen mit abgenutzten Tasten wieder auffrischen möchte.

Hat sich Korrosion durch ausgelaufene Batterien in eine Leiterbahn gefressen, die durch Löten nicht mehr zu reparieren ist, kann das ebenfalls teure Leitsilber eingesetzt werden, um eine Reparatur zu ermöglichen. Aber auch das ist wohl nur bei nicht ersetzbaren Geräten und Fernbedienungen sinnvoll.

In den meisten Fällen ist eine programmierbare IR-Universalfernbedienung als Ersatz wahrscheinlich die beste Lösung. Durch Eingabe eines Gerätecodes können damit viele handelsübliche Geräte ferngesteuert werden. Voraussetzung ist natürlich, dass die zu ersetzende defekte Fernbedienung kompatibel ist. Das Einlernen von IR-Codes bringt nur dann etwas, wenn man die Originalfernbedienung zumindest kurzzeitig wieder zum Senden bringt oder sich irgendwo eine baugleiche ausleihen kann.

Miguel Köhnlein und Michael Gaus



Eine ausgelaufene Batterie beschädigt auch besonders die Kontakte und Leiterbahnen aus Graphit. Hier kann nicht gelötet werden, deshalb wird Leitsilber verwendet.

Know-How statt Hype



- ▶ ChatGPT zwischen wirtschaftlicher Effizienz und menschlichem Wunschenken
- ▶ Bilder-KI Stable Diffusion lokal installieren und betreiben
- ▶ Textgeneratoren für jeden Zweck
- ▶ Sprachmodelle mit Suchmaschinen koppeln
- ▶ Vier KI-Komponisten im Test
- ▶ ChatGPT als Hacking-Tool!

Heft für 14,90 € • PDF für 12,99 €
Bundle Heft + PDF 19,90 €

 shop.heise.de/ct-chatgpt

Heft + PDF mit 26 % Rabatt



Litzen verdrillen

Die Verdrillung hat den Vorteil, dass die Litzen nicht lose, sondern im Prinzip wie ein einziges Kabel angeordnet sind und sich daher nicht ineinander verheddern können. Bei der Aufbewahrung von Kabeln, die gerade nicht benötigt werden, in Schubladen oder Kartons bilden lose Adern meist unschöne Knäuel, die sich nur schwer entwirren lassen. Außerdem sieht die Kabelführung durch die Verdrilltechnik viel aufgeräumter aus. So kann man z. B., wie im Bild gezeigt, zwei Litzen zu einem zwei-

adrigen Kabel für die Spannungsversorgung mit Bananensteckern an einem Labornetzteil verdrillen.

Das Verdrillen hat nicht nur kosmetische Vorteile, sondern trägt auch dazu bei, Störungen durch Einstrahlung oder Abstrahlung elektromagnetischer Felder zu minimieren. Ein unverdrilltes zweiadriges Kabel mit Hin- und Rückleiter bildet eine Schleife. Je größer die dadurch aufgespannte Fläche ist, desto größer ist die Empfindlichkeit gegenüber einstrahlenden elektromagnetischen Störfeldern. Umgekehrt strahlt eine größere Flä-

che auch ein größeres elektromagnetisches Störfeld ab.

Durch das Verdrillen der Adern wird die aufgespannte Fläche gegen null reduziert und die Feldlinien der Magnetfelder von Hin- und Rückleiter überlagern sich so, dass sie sich im Idealfall gegenseitig auslöschen. Dadurch werden Verbesserungen sowohl bei der Störabstrahlung als auch bei der Störeinstrahlung erreicht. Ein Leitungssystem, das nichts abstrahlt, nimmt in der Regel auch keine Störstrahlung auf (und umgekehrt). Die Feldwirkung ist proportional zum Stromfluss durch den Leiter, sodass z. B. bei Heizungszuleitungen, durch die einige Ampere fließen können, eine Verdrillung sinnvoll ist. Bei Anwendungen mit Laststromschwankungen können die abgestrahlten Störfelder durch den Einsatz von verdrillten Leitungen erheblich minimiert werden.

Bei RJ45-Ethernet-Kabeln sind die beiden Adern der Datenleitungspaare ebenfalls miteinander verdrillt, daher auch als Twisted-Pair-Kabel bezeichnet. Dadurch wird das Übersprechen und die Störabstrahlung minimiert und eine bessere Störsicherheit erreicht. Auch beim CAN-Bus im Auto werden aus den gleichen Gründen in der Regel verdrillte Kabel verwendet.

Mit einem Akkuschrauber lassen sich zwei oder mehr Litzen mit üblicher PVC-Isolierung leicht miteinander verdrillen. Dazu werden die Litzen an einem Ende mit etwas Abstand nebeneinander in einen Tischschraubstock eingespannt. Alternativ können die Litzen auch jeweils mit einem Knoten auf ein Stück



Verdrillen ohne Akkuschrauber



Hier werden drei Litzen verdrillt, die Türklinke ersetzt den Schraubstock.

Holz gebunden und dieses dann mit einer Schraubzwinge an einem Tisch oder Regal befestigt werden. Als dritte Möglichkeit können die Litzen nebeneinander an der Türklinke einer geschlossenen Tür befestigt werden. Auf der gegenüberliegenden Seite werden die Litzen in das Bohrfutter des Akkuschraubers eingespannt. Dabei ist darauf zu achten, dass die Litzen parallel liegen und nicht schon teilweise miteinander verwickelt sind, um Knoten beim späteren Verdrillen zu vermeiden.

Die Litzen werden gespannt und der Akkuschrauber mit niedriger Drehzahl gestartet. Während des Verdrillens muss der Akkuschrauber mit leichtem Zug nachgeführt werden, da sich das Kabel beim Verdrillen verkürzt. Vor dem Lösen aus dem Bohrfutter empfiehlt es sich, die verdrehten Litzen mit der Hand leicht gespannt zu halten, dann nochmals am verdrehten Kabel zu ziehen und gleichzeitig die Drehbewegung der gelösten Litzen etwas zu bremsen, da sich das verdrehte Kabel sonst verwirbeln könnte. Durch diese Technik bleiben die Litzen als Einheit zusammen, die sich in der Regel nicht von selbst wieder löst. Je nach Bedarf kann jedoch nachträglich ein Stück Schrumpfschlauch angebracht werden, um zu verhindern, dass sich die Kabelenden weiter als gewünscht trennen.

Wenn kein Akkuschrauber zur Verfügung steht, kann man auch ohne auskommen: An einem Ende fixiert man die Kabel wie beschrieben. Auf der anderen Seite führt man die Litzen z. B. durch eine Tesafilmrolle und bindet sie an einem Bleistift fest. Eine Hand hält dann die Rolle so, dass die Litzen gespannt sind und die andere Hand dreht den Bleistift im Kreis. Die Rolle dient dabei als Führung für den Stift. Mit etwas Übung lassen sich mit dieser Technik erstaunlich gute Ergebnisse erzielen.

Miguel Köhnlein und Michael Gaus

Stickerbögen als Antihaft-Unterlage

Heißkleber ist sehr praktisch und fast jeder Maker hat ihn schon einmal für schnelle Hacks oder dauerhafte Verbindungen verwendet. Allerdings haftet er an Fingern, Kleidung und Unterlagen, was ein sauberes Arbeiten erschwert. Vor allem die Arbeitsfläche muss nach dem Kleben oft aufwendig von Klebstoffresten gereinigt werden. Klebenähte können übrigens mit einem angefeuchteten Werkzeug oder auch mit dem Finger (vorsichtig!) geglättet werden.

Hebt man aber die Trägerseite von Aufklebern auf (am besten im A4-Format wie unsere Make-Sticker-Bogen) hat man eine perfekte Unterlage zum Kleben. Auf diesem Material hält kaum ein Kleber. Reste von Heißkleber



Hier haftet nichts und niemand.



Das bündige Ausrichten der Teile ist mit dieser Unterlage kein Problem.

fallen einfach ab. Wenn man Teile direkt auf dieser Unterlage verklebt, lassen sie sich leicht wieder ablösen und die Klebestelle ist super sauber und glatt. Wenn man bei einer Reparatur größere Mengen Heißkleber verwenden

muss, kann man mit dieser Trägerfolie auch Bereiche abdecken, an die kein Kleber gelangen soll.

Carsten Wartmann

Machen Sie mit!

Kennen Sie auch einen raffinierten Trick? Wissen Sie, wie man etwas besonders einfach macht? Wie man ein bekanntes Werkzeug oder Material auf verblüffende Weise noch nutzen kann? Dann schicken Sie uns Ihren Tipp – gleichgültig aus welchem Bereich (zum Beispiel Raspberry, Arduino, 3D-Druck, Elektronik, Platinenherstellung, Lasercutting, Upcycling ...).

Wenn wir Ihren Tipp veröffentlichen, bekommen Sie das bei Make übliche Autorenhonorar. Schreiben Sie uns dazu einen Text, der ungefähr eine Heftseite füllt und legen Sie selbst angefertigte Bilder bei. Senden Sie Ihren Tipp mit der Betreffzeile **Lesertipp** an:

► mail@make-magazin.de



Video: Wie man klebrige Kunststoffteile reinigt (Link am Ende des Artikels)



Klebrigen Kunststoff reinigen

Mit Hausmitteln lassen sich klebrige SoftTouch-Oberflächen von Maus, Camcorder und Powerbank schnell entfernen. Wir haben sieben Reiniger gegeneinander antreten lassen und verraten, was Sie gegen die unerwünschte Anhänglichkeit Ihrer Gadgets tun können – und was Sie lieber lassen sollten.

von Johannes Börnsen

Die Hersteller haben unterschiedliche Namen für die Beschichtung von Kunststoffteilen gefunden: Mal wird sie Softtouch genannt, mal Softlack, mal Anti-Rutsch. Der Effekt ist aber immer gleich: Zu Beginn fassen sich die Gegenstände durch die Beschichtung weich und angenehm an. Zusätzlich verschleiert die Beschichtung auch manch unsaubere Spritzgussform oder ungleichmäßige Spaltmaße zwischen verschiedenen Gehäuseteilen. Nach einer Weile beginnt die Schicht jedoch, unangenehm zu kleben.

Bei mir war es eine 3D-Maus der Firma 3Dconnexion: Sie lag einige Zeit in der Schublade und dort hatte sich die einst samtig weiche Oberflächenbeschichtung in eine eklig-klebrige Masse verwandelt, die sämtlichen Spaß am teuren Eingabegerät zunichtemachte. Da der Controller so ohnehin nicht nutzbar war, habe ich gewagt, ihm mit Orangenölriniger zu Leibe zu rücken und dazu ein Video auf dem Youtube-Kanal vom Make Magazin veröffentlicht (den Link finden Sie über die Kurz-URL am Ende des Artikels).

Dass ich mit diesem Problem nicht alleine bin, haben über eine Viertelmillion Aufrufe gezeigt. Zusätzlich sind über 500 Kommentare und Mails bei uns eingetroffen, mit zahl-

reichen Tipps, welche weiteren Mittel gegen die Klebrigkeit helfen können. Daher haben wir uns mit einer ganzen Kiste voller Objekte wie Rasierer, Camcorder, Seifenschale, Son-



Mit einem Holzspatel oder Eisstiel lässt sich ein Teil der Beschichtung auf einen Haufen schieben. Anschließend geht es mit den Reinigern ans Werk.

nenbrille und Maus ans Werk gemacht und die häufigsten Tipps ausprobiert. Hier sind unsere Erfahrungen.

Was vor der Reinigung zu beachten ist

Zunächst muss man sicherstellen, dass es sich tatsächlich um eine Beschichtung handelt. An älteren Geräten ist der Griffbereich oft nicht lackiert, sondern mit einem aufgesetzten Gummistück versehen. Auch diese können mit der Zeit klebrig werden. Leider lassen sie sich mit unseren Tipps jedoch nicht reinigen, weil dort kein Lack entfernt werden kann.

Um möglichst wenig teuren und gegebenenfalls umweltschädlichen Reiniger zu verbrauchen, sollten Sie die Oberflächenbeschichtung zunächst so weit wie möglich mechanisch entfernen. Hierzu eignet sich etwa ein Holzspatel, wie man ihn vom Zahnarzt kennt. Schieben Sie die Beschichtung damit vorsichtig auf einen Haufen und entfernen Sie den entstandenen Popel (mir ist bedauerlicherweise kein angenehmerer, aber ebenso passender Begriff eingefallen) mit einem Taschentuch. Zurück bleibt ein dünner, klebriger Film. Da die Hersteller unterschiedliche Zusammensetzungen für die Beschichtungen verwenden, kommen verschiedene Mittel für die Reinigung infrage. Schlussendlich können alle im Folgenden genannten Mittel helfen, aber nicht bei jedem Gegenstand – da hilft nur ausprobieren.

Babypuder

Kurzzeitige Abhilfe schafft tatsächlich Babypuder: Es ist zwar nicht in der Lage, die Beschichtung zu entfernen, es klebt aber auf der Beschichtung fest und verhindert so, dass man beim Anfassen mit der Klebrigkeit in Berührung kommt. Von Dauer ist diese Behandlung aber nicht. Das Babypuder reibt sich schnell wieder ab, der Effekt ist schon nach wenigen Handgriffen verflogen.



Die klebrige Grifffläche eines Herrenrasierers der Marke Philips vor der Reinigung. Wer den anfässt, ist selber schuld.

Spülmaschine

Sofern der zu reinigende Gegenstand nicht wasser- oder hitzeempfindlich ist, ist der Geschirrspüler einen Versuch wert: Lassen Sie das Objekt einfach eine Runde mitfahren. Tatsächlich lassen sich manche Beschichtungen vom Geschirrspülmittel ausreichend beeindrucken und verschwinden mit dem Schmutzwasser in der Kanalisation (ob das jedoch so gut ist ...?).

Orangenöleiniger

Orangenöleiniger ist ein natürliches Lösungsmittel, dessen Orangenschalen-Terpene in der Lage sind Lacke, Klebstoffe, Fette und Harze zu entfernen. Gleichzeitig ist Orangenöleiniger aber vergleichsweise schonend zu den darunterliegenden Kunststoffschichten, wenn er nicht zu lange einwirkt. Orangenöleiniger lässt sich aufgrund seiner honigartigen Konsistenz gut mit einem Pinsel auftragen und mit einem feuchten Papiertuch wieder entfernen.

Isopropanol

Isopropanol (auch Isopropylalkohol, IPA) wird zur Desinfektion und zum Lösen von Lacken, Fetten und Harzen verwendet. Und auch viele Softlack-Beschichtungen lassen sich mit Isopropanol entfernen. Allerdings reagieren auch manche Kunststoffe und Lacke empfindlich auf den Kontakt mit Isopropanol, sodass sie einen Test an einer unauffälligen Stelle machen und mit kurzen Einwirkzeiten starten sollten. Mit Isopropanol können Sie übrigens auch Leiterplatten reinigen, es ist also für Elektrogeräte ungefährlich. Allerdings sollte es vor der Inbetriebnahme vollständig entfernt werden oder verflogen sein.

Aceton

Aceton löst Softlack-Beschichtungen wie wohl kein zweites Mittel dieser Liste. Allerdings löst Aceton auch viele häufig verwendete Kunststoffe wie ABS, PVC und PA. Verwenden Sie



Rasierschaum lässt sich mit einem Pinsel auftragen. Nach 15 Minuten Einwirkzeit kann er samt Beschichtung vom Rasierer gewischt werden.

Aceton also nur, wenn Sie sicher sind, dass der zu reinigende Gegenstand nicht angegriffen wird. Auch viele Einweghandschuhe werden von Aceton angegriffen.

Ballistol

Das Universalöl Ballistol ist hautverträglich und lebensmittelecht. Tatsächlich ist es wie viele andere Öle und Fette in der Lage, Klebstoffe und Softtouch-Beschichtungen zu entfernen. Leider reagieren nicht alle Beschichtungen gleichermaßen auf Ballistol, in unseren Tests ist etwa die Hälfte der zu reinigenden Testkandidaten nach der Behandlung genauso klebrig gewesen wie vorher.

Backofenreiniger

Auch Backofen- und Grillreiniger entfernt viele Oberflächenbeschichtungen. In der Regel sind mehrere Reinigungsdurchgänge mit jeweils 15 Minuten Einwirkzeit nötig. Manche Kunststoffe verfärben sich durch den Reiniger und bilden weiße Schlieren auf der Oberfläche, die sich mit dem vorab genannten Universalöl etwas reduzieren lassen. Lassen Sie den Schaum daher nicht wie auf der Dose beschrieben für 24 Stunden einwirken.

Jedem Tierchen sein Pläsierchen

Welcher Reiniger am besten wirkt, ist von der Zusammensetzung der Beschichtung abhängig. Universell hat sich Isopropanol erwiesen. Auch Backofenreiniger reiht sich vorn ein, ist aber etwas langwieriger in der Anwendung. Wir haben noch weitere Mittel ausprobiert: Silikonentferner, Babytücher und Schmutzradierer hatten aber zumindest bei unseren Testkandidaten wenig Erfolg. —jom

Alles zum Artikel im Web unter make-magazin.de/xxwt



Nach zwei bis drei Durchgängen ist nur der darunterliegende Kunststoff übrig – wenn auch mit leichten, weißen Schlieren.

Häufig defekt

Elektronik kann nach jahrelanger Arbeit gerne mal ihren Geist aufgeben, selbst wenn sie ungenutzt herumliegt. Welche Komponenten besonders anfällig sind und sich sogar noch austauschen lassen, zeigen wir in diesem Artikel.

von Hans Borngräber



Bild: taneob72 / Shutterstock

Elektronische Geräte aus den 1930ern bis Ende der 1970er lassen sich noch sehr gut reparieren, denn man hat sie damals mit Standard-Bauteilen gebaut, die man selbst heute noch gut bekommt. Der Tausch einzelner Komponenten ist daher meist problemlos möglich. Aber wo Licht ist, ist auch Schatten, denn die Bauteile aus den frühen Zeiten der Elektronik altern und geben auf unterschiedliche Art und Weise ihren Dienst auf. Es gibt Bauteile, die weniger davon betroffen sind, aber auch solche, die man schon aus Sicherheitsgründen vor der Wiederinbetriebnahme austauschen sollte.

In einigen Fällen sind die Alterungsspuren der Bauteile so deutlich, dass man Defekte alleine durch eine Sichtkontrolle erkennen kann. Der nachfolgende Artikel liefert notwendige Informationen und Beispiele, um ein paar dieser Übeltäter auf die Spur zu kommen.

Hitliste der Bauteile

Es gibt Bauteile, die häufiger von Defekten betroffen und fast immer als defekt einzustufen sind:

1. Elektrolyt-Kondensatoren
2. Kunststofffilm-Kondensatoren
3. Kohlemasse-Widerstände
4. Germanium-Transistoren
5. Potentiometer
6. Tasten-Aggregate

Elektrolyt-Kondensatoren

Diese Art von Kondensatoren sind am häufigsten von Defekten betroffen. Sie altern, indem sie austrocknen oder die Elektrolyten kristallisieren. Das betrifft selbst nicht verbaute Elek-

trolyt-Kondensatoren (Elkos), die in der Schublade lagern. Daher sollte man alte Geräte und Elkos niemals sofort unter volle Spannung setzen, denn sie werden in 80 Prozent der Fälle platzen und eine gewaltige Sauerei verursachen. Um alte gelagerte Elkos wiederzubeleben, formiert man sie besser mit einer langsam steigenden Gleichspannung über mehrere Stunden. Und um verbaute Elkos in alten Elektronikgeräten nicht zu zerstören, steigert man langsam die Betriebsspannung über einen Regel-Trafo.

Da defekte Elkos zum Ausgasen neigen, verfügen sie über eine Sollbruchstelle (Bild 1), über die das Gas im Inneren austreten kann. Moderne Elkos mit einer Axial-Bauform verwenden dafür Gummidichtungen und Radial-Elkos Kerben im Deckel des Aluminium-Behälters. Es gibt auch ältere Elkos, die ein Ventil im Deckel oder im Boden besitzen (Bild 2 bis 4). Damit verhindert man, dass sich die Elko-Hülle verformt. Tropfenförmige Tantal-Elkos (Bild 5), die aufgrund ihrer kompakten Bauform beliebt sind, haben keine Sollbruchstelle. Nach einem Defekt haben aber alle Bauformen (mit flüssigem Elektrolyten) eines gemeinsam: Auf der Platine klebend signalisiert der ausgetretene Elektrolyt deutlich, dass das Bauteil nicht mehr funktioniert.

Kunststofffilm-Kondensatoren

Über die Jahre hat es die Industrie nicht geschafft, für Unterhaltungselektronik dauerhaft haltbare Kondensatoren zu entwickeln. So kämpfen betagte Folienkondensatoren stark mit der Alterung. Spätestens nach 20

Kurzinfo

Mehr zum Thema

- » Jens Nohl, Anleitung: HiFi-Verstärker restaurieren, Online-Artikel
- » Jens Nohl, Nadel ab und Riemen schlapp, Make 3/17, S. 104
- » Hans Borngräber, Unverzichtbar: Trenntrafo, Make Sonderheft 2022, S. 58

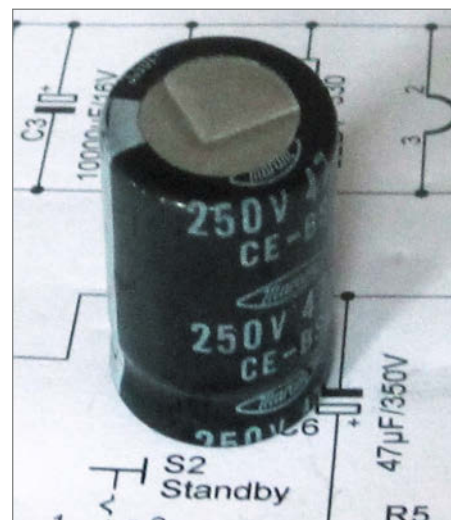


Bild 1: Moderner Radial-Elko mit intakter Sollbruchstelle



Bild 2: US-Amerikanischer Mallory-Elko. Man erkennt deutlich den ausgetretenen Elektrolyt.



Bild 3: US-Amerikanischer Mallory-Elko. Das Überdruckventil ist offen und Elektrolyt ausgetreten.



Bild 4: Siemens-Elko. Die schwarze Gummidichtung ist rausgedrückt, der Elektrolyt klebt auf der Platine.

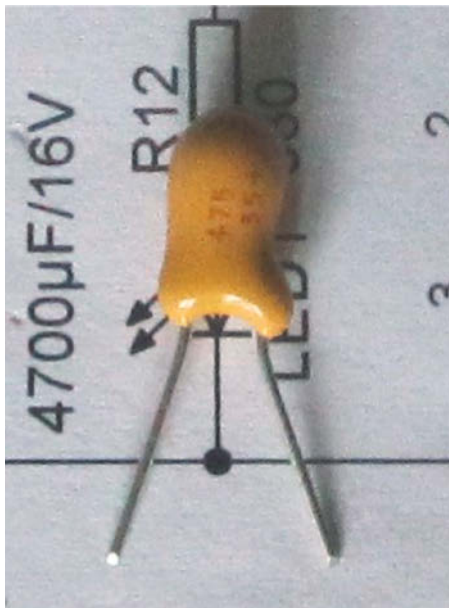


Bild 5: Tantal-Elkos leben kürzer als andere Elkos. Dieses nicht verbaute Teil hat nach 5 Jahren einen satten Kurzschluss.

Jahren gibt mindestens ein Kondensator in einem Verstärker oder Radio seinen Geist auf. Das liegt an zwei Dingen: Die verwendeten Kunststoffe sind nicht langzeitstabil und die Umgebungsbedingungen im Gerät fördern das vorzeitige Altern. Hitze und Überspannungen sind der Feind eines jeden Kondensators.

Sterben Kunststofffilm-Kondensatoren, gibt es unterschiedliche Formen ihres Ablebens:

1. Die Kapazitätswerte befinden sich außerhalb der Toleranz.
2. Der Kondensator explodiert.
3. Sie brennen langsam ab. Das ist die gefährlichste Form, die früher sogar Wohnungsbrände verursacht hat (siehe Link in Kurzinfo).

Die Bilder 6 bis 9 zeigen typische Alterserscheinungen von Kondensatoren.

Kondensatoren tauschen

Im Internet wird in Foren oft empfohlen, die Kondensatoren defekter Geräte vollständig auszutauschen. Man kann für bestimmte Hardware sogar ganze Kondensatoren-Sätze kaufen, z.B. für REVOX-Bandmaschinen. Von dieser Herangehensweise rate ich jedoch ab.

Ich gebe zu, manchmal klappt der Austausch, aber nach meiner Erfahrung geht er in 80% der Fälle schief und das Gerät ist nach der Kondensatoren-Kur endgültig defekt. Das liegt daran, dass Kondensatoren sehr häufig in Filtern und Oszillatoren verbaut sind. Tauscht man da einen Kondensator aus, dann stimmen danach die Betriebsparameter der Baugruppe nicht mehr. Häufig hat ein Hersteller die Kondensatoren mit bestimmten Werten ausge-

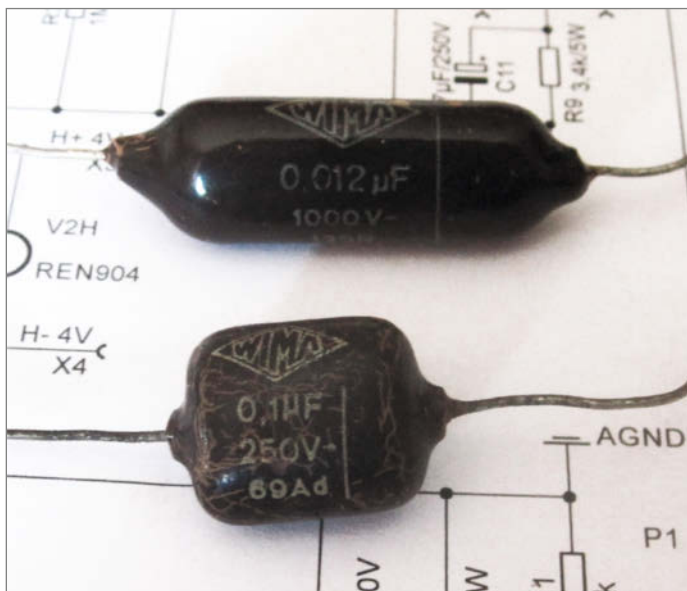


Bild 6: WIMA Tropydur oder später Tropyfol hat der Hersteller in den 1960ern mit einer hohen Langzeitstabilität beworben. Die abgebildeten Teile platzten aber schon nach wenigen Jahren auf und sind defekt. Diese Komponenten muss man immer austauschen.

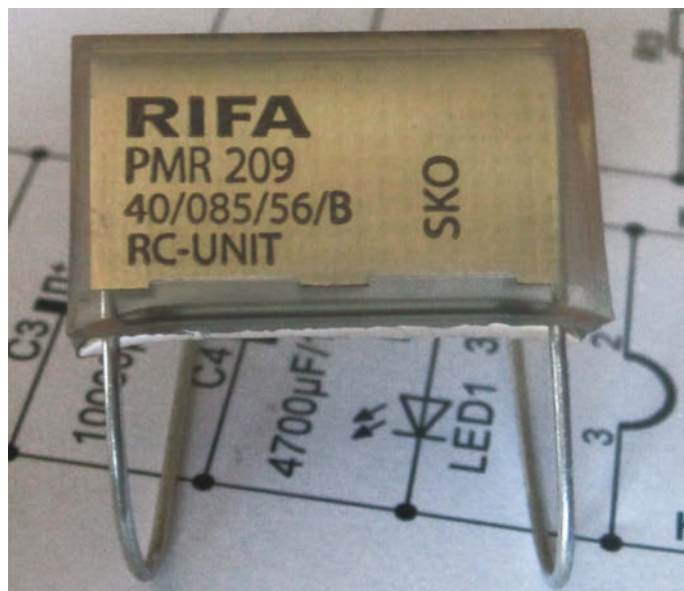


Bild 7: RIFA X2 Entstörkondensatoren sollte man unbedingt austauschen, bevor man ältere Geräte einschaltet. Ansonsten kann es zu gefährlichen Bränden kommen. Selbst Kondensatoren, die man jahrelang nur gelagert hat, weisen Defekte auf.



Bild 8: Teer- und Wachs-Kondensatoren findet man in Geräten bis Mitte der 1950er. Sie zeigen ihr Ableben durch das Ausschmelzen der Bitumen- oder Wachsfüllung. Man kann sie gut mit modernen Folienkondensatoren ersetzen.



Bild 9: Papierkondensatoren reagieren sehr stark auf Luftfeuchtigkeit. Daher ist ein Defekt schwer zu erkennen. Am besten tauscht man sie pauschal aus.

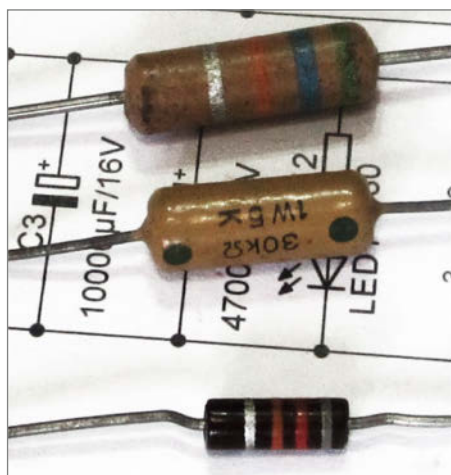


Bild 10: Verschiedene Kohlemasse-Widerstände, alle defekt. In der Mitte ein Drahtwiderstand zum Vergleich.

wählt, um den Oszillator oder Filter abzustimmen. Deshalb sollte man erstmal die Finger von Kondensatoren mit Frequenz bestimmen lassen und die anderen Komponenten tauschen.

Kondensatoren in Netzgeräten oder die Abblock-Kondensatoren einer Stromversor-

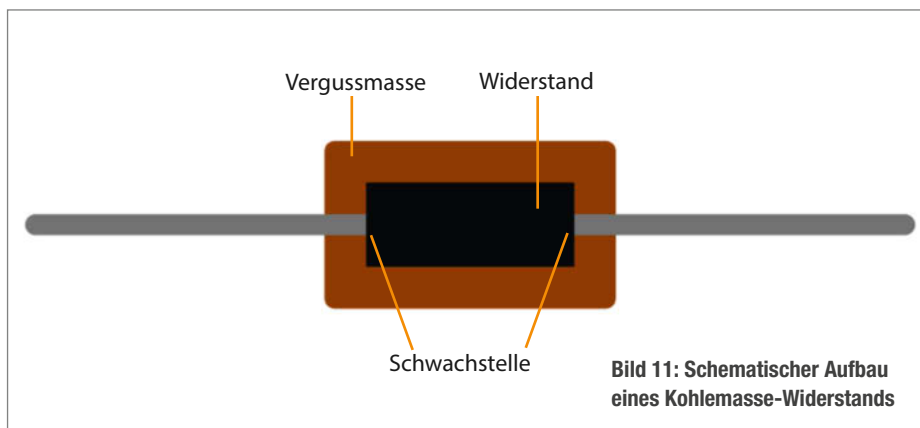


Bild 11: Schematischer Aufbau eines Kohlemasse-Widerstands

gung kann man wiederum problemlos austauschen. Da muss man nur auf die richtige Spannungsfestigkeit des neuen Kondensators achten.

Kohlemasse-Widerstände

Diese Bauteile zählen ebenfalls zu den häufigsten Fehlerquellen (Bild 10). Ein Defekt lässt sich mit bloßem Auge aber nur erkennen, wenn der Kohlemasse-Widerstand abgebrannt ist.

Das liegt an der Kontaktierung zwischen dem Widerstandsmaterial und dem Anschlussdraht. Die beiden sind lediglich aneinander gepresst und werden nur von der Ummantelung gehalten (Bild 11). Das führt schon nach kurzer Zeit zu Kontaktproblemen. Auch eingelagerte Kohlemasse-Widerstände weisen nach einiger Zeit Kontaktprobleme auf.

Ist der Fehler nicht offensichtlich, führt bei der Fehlersuche kein Weg daran vorbei, den Widerstand einseitig auszulöten und nachzu-

Stärken Sie Ihre Abwehrkräfte!



Welche Schutzfunktionen bietet Windows und wie aktiviere ich Sie? Wie halte ich mir unerwünschte Updates vom Leib und wie kann ich nicht vertrauenswürdige Programme in einer abgeschotteten Umgebung testen? Diese Fragen und noch mehr klären wir im neuen c't-Sonderheft:

- ▶ Windows gegen Angriffe absichern
- ▶ Hilfe für Notfälle vorbereiten
- ▶ Windows-Probleme effektiv lösen
- ▶ **Inklusive c't-Notfall-Windows 2023**
- ▶ Auch als Angebots-Paket Heft + PDF + Buch „Sichere Windows-Infrastrukturen“ erhältlich!

Heft für 14,90 € • PDF für 12,99 €
Bundle Heft + PDF 19,90 €

 shop.heise.de/ct-windowsguide23

**+ Videokurs „Windows-Sicherheit“
mit über 90 % Leserrabatt**

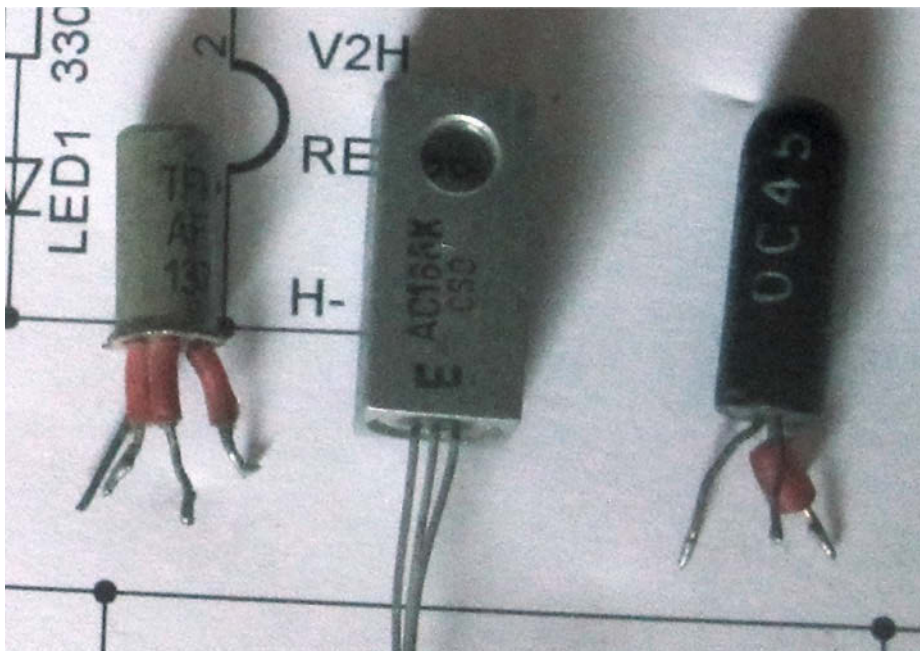


Bild 12: Drei verschiedene Germanium-Transistoren.

messen – ein mühseliges Geschäft. Zu der Unzuverlässigkeit dieses Bauteils gesellen sich noch die schlechten elektrischen Eigenschaften. Sein Widerstandsrauschen ist um den

Faktor 30 höher als der von Kohleschicht-Widerständen. Hinzu kommt noch die starke Temperaturabhängigkeit des Widerstandswertes.

Germanium-Transistoren

Als erste Halbleiter in der Unterhaltungselektronik waren Germanium-Transistoren (Bild 12) ziemlich lange unauffällig, was die Fehlerhäufigkeit betrifft. In den letzten 10 Jahren sind aber immer mehr defekte Teile mit einem Kurzschluss aufgetaucht. Auch unbenutzte Germanium-Transistoren aus Ersatzteillagern sind von dem Defekt betroffen, den feine Metallhärchen verursachen, die sich über die Zeit im Hohlraum unterhalb einer Silikonfüllung bilden (Bild 13). Durch diese Härchen entstehen Kurzschlüsse im Transistor. Das Problem betrifft hauptsächlich Germanium-Transistoren, die einen Anschluss am Metallgehäuse haben. Dazu zählen Hochfrequenz Transistoren (AF137, AF117 usw.) und Leistungstransistoren (AC188, AD160 usw.). Man kann versuchen, sie zu reparieren, indem man die Härchen mit elektrischem Strom wegbrennt (z.B. mit einem Elko), aber nach wenigen Wochen wachsen sie wieder nach.

Ein weiterer altersbedingter Fehler betrifft Germanium-Transistoren der ersten Stunde (OC 45 o.Ä.). Diese sitzen in einer schwarz lackierten Glasröhre. Verliert die schwarze Lackierung ihre Dichte, beginnt der Transistor lichtempfindlich zu werden. Das führt dann beim Reparieren zu lustigen Effekten, bei denen ein Radio etwa stumm wird, wenn man einen Deckel zuklappt oder die Skalenbeleuchtung einschaltet. Da wird man irre bei der Fehlersuche. Den Transistor z.B. mit einem Filzstift

(Edding o.Ä.) nachzuschwärzen, bringt leider keinen Erfolg. Dafür benötigt man einen richtig schwarzen Lack.

Potentiometer

Diese mechanischen Bauteile unterliegen genau wie die Elektronik einem altersbedingten Verschleiß. Bei Potis nutzt sich die Widerstandsbahn aus Kohle sehr stark ab. Das führt zu Aussetzern während der Wiedergabe und einem unangenehmen Kratzgeräusch. Reparaturversuche sind selten von dauerhaftem Erfolg gekrönt. Potis mit einem integrierten Drehschalter, über den man die Netzspannung schaltet, haben häufig verbrannte Kontakte. Auch hier sind Reparaturversuche in der Regel sinnlos.

Offene Trimpoties sind bis in die 1990er Jahre in Unterhaltungselektronik verbaut worden. Später ersetzte man sie durch komplett gekapselte Potis. Die offenen Trimpoties haben verstärkt Probleme mit Schmutz und Brüchen an den Kohlebahnen. Man sollte sie beim Restaurieren durch moderne gekapselte Potis ersetzen. Dies erfordert dann aber immer einen kompletten Neuabgleich des Gerätes.

Der Einsatz von Kontakt-Spray ist nicht ratsam, da es nur den gelösten Schmutz im Poti verteilt und die Fehlersituation verschlimmert. Diese Sprays sollte man nur einsetzen, wenn man danach den gelösten Schmutz ausspülen kann. Ist der Poti wieder getrocknet, kann man dann noch einmal sein Glück versuchen.

Tasten-Aggregate und Schalter

In historischen Radios findet man häufig recht große elfenbeinfarbene Tasten-Aggregate. Sie dienen zum Wechseln der Wellenbereiche und leiden nach Jahren alle unter Wackelkontakten und Schaltaussetzern. Oft kann man sie nur schlecht erreichen, weil sie tief im Radiogehäuse sitzen. Sie zu reparieren ist aber auch deswegen ein Geduldsspiel, da man es mit losen und gebrochenen Kontakten zu tun hat. Auch Oxidation ist ein häufiges Problem. Da die Tasten-Aggregate offen sind, kann man hier Kontakt-Spray verwenden und anschließend den Schmutz ausspülen. Ersatz für defekte Tasten-Aggregate bekommt man leider nur schwer, da sie individuell für jedes Radiomodell hergestellt wurden.

Das waren meine Top 6 der defekten Bauteile in elektronischen Geräten. Leider gibt es natürlich noch mehr, aber mit den im Artikel zusammengetragenen Informationen sollte es Ihnen zukünftig zumindest etwas leichter fallen, eine Schadtelle zu finden, bevor Sie anfangen, die Messgeräte zu bemühen. —akf

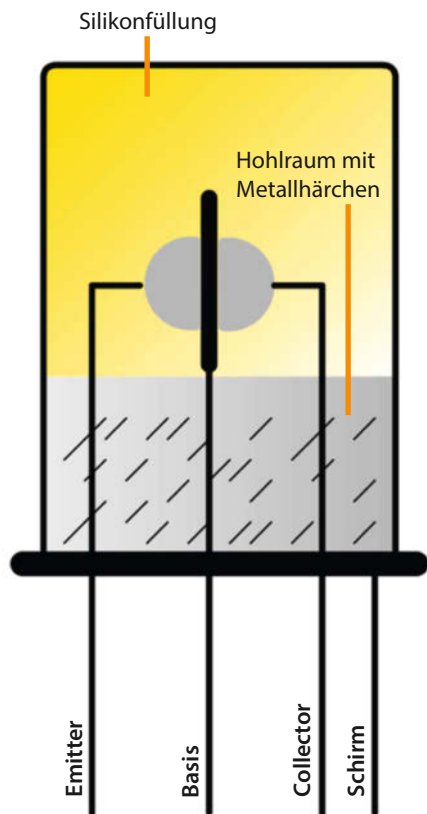


Bild 13: Schematische Ansicht des Problems

Reparatur-Initiativen

Kontakte, Anleitungen, Projekte

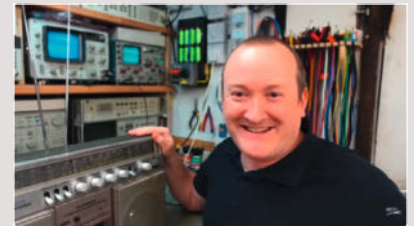
Wer die Dienste eines Repair Cafés braucht oder sich selbst in einem engagieren will, wird im Netz unter www.repaircafe.org/de fündig: Insgesamt sind dort aktuell 2880 Repair Cafés weltweit gelistet, davon knapp 2500 in Mitteleuropa. Ganz so dicht wie in den Niederlanden sind die Initiativen in Deutschland zwar nicht gesät, aber wer Hilfe vor Ort sucht, muss in der Regel keine Weltreise unternehmen. Natürlich gibt es auch Informationen für alle, die ehrenamtlich bei einem Repair Café mitarbeiten oder sogar ein eigenes gründen wollen. Nicht zuletzt bietet die Webseite aber auch konkrete Reparaturanleitungen für die „üblichen Verdächtigen“ (siehe auch Seite 54) wie Kaffeemaschinen, Laptops, Spielzeug oder Staubsauger.

Viele dieser Repair-Cafés sind auch auf der Webseite des Netzwerks Reparatur-Initiativen unter www.reparatur-initiativen.de zu finden. Hier gibt es direkt auf der Startseite auch einen Kalender, unter dem nach Klick auf einen Tag

alle für dieses Datum gemeldeten Termine aus dem Netzwerk aufgelistet werden – an einem beliebigen Samstag im Oktober des Jahres 2023 standen dabei zwischen knapp 40 und über 60 Einträge deutschlandweit zur Wahl. Auch auf dieser Webseite gibt es Know-how für alle, die selbst reparieren wollen, ob ehrenamtlich im Rahmen einer Reparatur-Initiative oder für den eigenen Bedarf. Manches davon besteht aus einem weiterführenden Link oder einem PDF. Man findet aber auch eine Menge YouTube-Videos von aufgezeichneten Webinaren zu Reparatur etwa von Nähmaschinen, Schaltnetzteilen oder Uhren.

Zwar keine Reparaturanleitungen, dafür eine detailliertere Karte der inzwischen rund 200 Repair Cafés in der Schweiz findet man unter www.repair-cafe.ch. Wer etwas ähnliches speziell für Österreich sucht, kann die Webseite des RepaNet unter www.repanet.at ansteuern. —pek

YouTube-Kanäle rund ums Reparieren



Steht man vor einem Reparaturproblem, lohnt sich eine YouTube-Recherche immer und mit etwas Glück entdeckt man den genau passenden Experten mit Sendungsbewusstsein. Hier haben wir mal drei herausgegriffen, die in der Redaktion ihre Fans haben (bequem zu erreichen über die Kurz-URL am Ende).

„Mend It“ Mark Maher (@MendItMark, siehe Bild) repariert elektronische Geräte vom Dampfradio bis zur Spielkonsole. Zwar muss man sich in sein Englisch eventuell einhören, aber seine gute Laune ist ansteckend. Man kann ihm bei seinen (meist) erfolgreichen Reparaturversuchen über die Schulter schauen und sich einiges von seiner Herangehensweise abschauen, wenn es gilt, ein Stück Unterhaltungselektronik wieder zum Spielen zu bringen.

Lothar Jansen-Greef (@antik-greef) hingegen restauriert seit 40 Jahren Möbel. Das selbst gesteckte Ziel des Tischlermeisters ist es, alte Techniken rund um Holz und Bau so verständlich darzustellen, dass man sie mit eigenen Händen in Angriff nehmen kann. In seinen Videos zeigt er etwa, wie man alte Farb- und Lackschichten von Möbeln und Bauteilen herunterbekommt, wie man eine Schellackpolitur aufbringt oder mit ungiftigen Mitteln Holzwürmer aus erhaltenswerten Holzteilen vertreibt. Wer in diesem Heft die Holzthemen vermisst, kommt hier voll auf seine Kosten.

Den Meisterreparateur Urs (@mymechanics) hatten wir bereits im Metall-Sonderheft vor zwei Jahren ausführlich vorgestellt. Inzwischen hat er sein mit Abstand größtes Projekt in Arbeit: Er restauriert einen Datsun 240Z Baujahr 1973 mit dem erklärten Ziel, dass der besser als neu seine Werkstatt verlässt. Bei Redaktionsschluss war zwar erst das erste Video aus der geplanten Serie zu sehen, auf Instagram (@my_mechanics) kann man den Fortschritt aber in kleineren Schritten verfolgen. —pek

► make-magazin.de/xbra

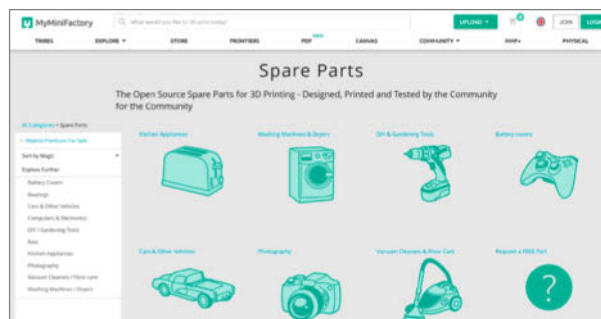
Ersatzteile

zum Selberdrucken in 3D

Eine zentrale Stelle im Netz, an der man alle irgendwo herunterladbaren 3D-Vorlagen für Ersatzteile findet, gibt es leider nicht. Oft reicht es aber schon, in den Suchschlitz der bevorzugten einschlägigen 3D-Plattform die möglichst genaue Bezeichnung dessen einzugeben, was man sucht (etwa „pimpel dual turntable“, siehe Seite 94), in der Hoffnung, dass

der Konstrukteur der Ersatzteilverlage seinem Werk einen sinnvollen Namen oder eine aussagekräftige Beschreibung beigelegt hat.

Ansonsten kann man seine Suche vorab schon etwas eingrenzen: Auf der Plattform Cults3d.com beispielsweise gibt es eine Kollektion mit den „besten Ersatzteil-STL-Dateien für die Reparatur dank 3D-Druck“ (siehe Kurz-Link unten); am beliebtesten ist hier eine Sammlung von Teilen für GoPro-Actionkameras. Auf Printables.com ist am 12. Oktober dieses Jahres ein Wettbewerb für Ersatzteile zu Ende gegangen und alle 3586 Einreichungen stehen zum kostenlosen Download bereit. Die meisten Likes hat hierbei ein universelles und in Fusion 360 detailliert anpassbares Grundmodell für Drehknöpfe eingeheimst. Bei MyMiniFactory.com gibt es sogar eine eigene Kategorie für „Spare Parts“ mit weiteren



Unterabteilungen etwa für Kameras, Staubsauger oder fehlende Batteriefachdeckel (siehe Bild).

Eine deutlich kleinere Teilesammlung steht auf 3d-reparieren.de zum Download zur Verfügung. Die Webseite entstand als Projekt zweier Industriedesignerinnen und hatte das Ziel, hilfsbereite Leute mit CAD-Erfahrung mit anderen zusammenzubringen, die ein Ersatzteil für eine Reparatur benötigen. Das ursprüngliche Projekt „3D-Druck und Reparatur“ ist inzwischen leider abgeschlossen und die geplante Verstärkung der Initiative über den Verbund Offener Werkstätten scheint nicht so richtig in Gang gekommen zu sein. Schade eigentlich – gute Ersatzteilverlagen kann es nie zu viele geben. —pek

► make-magazin.de/xbra

IMPRESSUM

Make: Nächste Ausgabe erscheint
am 8. Dezember 2023

Redaktion

Make: Magazin
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover
Telefon: 05 11/53 52-300
Telefax: 05 11/53 52-417
Internet: www.make-magazin.de

Leserbriefe und Fragen zum Heft: info@make-magazin.de

Die E-Mail-Adressen der Redakteure haben die Form xx@make-magazin.de oder xxx@make-magazin.de. Setzen Sie statt „xx“ oder „xxx“ bitte das Redakteurs-Kürzel ein. Die Kürzel finden Sie am Ende der Artikel und hier im Impressum.

Chefredakteur: Daniel Bachfeld (dab)
(verantwortlich für den Textteil)

Stellv. Chefredakteur: Peter König (pek)

Redaktion: Heinz Behling (hgb), Johannes Börsen (jom), Ákos Fodor (akf), Daniel Schwabe (das), Dunia Selman (dus, Social Media), Carsten Wartmann (caw)

Mitarbeiter dieser Ausgabe: Hans Borngräber, Michael Gaus, Dr. Till Harbaum, Rainer Holzkamp, Lisa Ihde, Ludo Kerz, Miguel Köhnlein, Guido Körber, Dominik Laa, Mark Liebrand, Benno Lottenbach, Gerd Michaelis, Rudolf Opitz, Susanne Rütten, Florian Schäffer, Ulrich Schmerold, Martin Siegmann, Alexander Stepien, Peter Tschulik, Clemens Verstappen, Fabian Weller, Dr. Armin Zink

Assistenz: Susanne Cölle (suc), Christopher Tränkmann (cht), Martin Triadan (mat)

Leiterin Produktion: Tine Kreye

DT-Produktion: Martina Bruns, Martin Kreft (Korrektorat)

Art Direction: Martina Bruns (Junior Art Director)

Layout-Konzept: Martina Bruns

Layout: Nicole Wesche

Fotografie und Titelbild: Andreas Wodrich

Digitale Produktion: Kevin Harte, Thomas Kaltschmidt, Pascal Wissner

Hergestellt und produziert mit Xpublisher:
www.xpublisher.com

Verlag

Maker Media GmbH
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover
Telefon: 05 11/53 52-0
Telefax: 05 11/53 52-129
Internet: www.make-magazin.de

Herausgeber: Christian Heise, Ansgar Heise

Geschäftsführung: Ansgar Heise, Beate Gerold

Anzeigenleitung: Daniel Rohlfing (-844)
(verantwortlich für den Anzeigenteil),
mediadaten.heise.de/produkte/print/das-magazin-fuer-innovation

Leiter Vertrieb und Marketing: André Lux (-299)

Service Sonderdrucke: Julia Conrades (-156)

Druck: Dierichs Druck + Media GmbH & Co.KG,
Frankfurter Str. 168, 34121 Kassel

Vertrieb Einzelverkauf:
DMV DER MEDIENVERTRIEB GmbH & Co. KG
Meßberg 1
20086 Hamburg
Telefon: +49 (0)40 3019 1800
Telefax: +49 (0)40 3019 1815
E-Mail: info@dermedienvertrieb.de
Internet: dermedienvertrieb.de

Einzelpreis: 13,50 €; Österreich 14,90 €; Schweiz 26,50 CHF;
Benelux 15,90 €

Abonnement-Preise: Das Jahresabo (7 Ausgaben) kostet inkl. Versandkosten: Inland 80,50 €; Österreich 88,90 €; Schweiz 123,90 CHF; Europa 95,20 €; restl. Ausland 100,80 €

Das Make-Plus-Abonnement (inkl. Zugriff auf die App, Heise Magazine sowie das Make-Artikel-Archiv) kostet pro Jahr 6,30 € Aufpreis.

Abo-Service:

Bestellungen, Adressänderungen, Lieferprobleme usw.:

Maker Media GmbH
Leserservice
Postfach 24 69
49014 Osnabrück
E-Mail: leserservice@make-magazin.de
Telefon: 0541/80009-125
Telefax: 0541/80009-122

Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden. Kein Teil dieser Publikation darf ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung des Verlags in irgendeiner Form reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden. Alle beschriebenen Projekte sind ausschließlich für den privaten, nicht kommerziellen Gebrauch. Maker Media GmbH behält sich alle Nutzungsrechte vor, sofern keine andere Lizenz für Software und Hardware explizit genannt ist.

Für unverlangt eingesandte Manuskripte kann keine Haftung übernommen werden. Mit Übergabe der Manuskripte und Bilder an die Redaktion erteilt der Verfasser dem Verlag das Exklusivrecht zur Veröffentlichung. Honorierte Arbeiten gehen in das Verfügungsrecht des Verlages über. Sämtliche Veröffentlichungen in Make erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes.

Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.

Published and distributed by Maker Media GmbH under license from Make Community LLC, United States of America. The 'Make:' trademark is owned by Make Community LLC. Content originally partly published in Make: Magazine and/or on www.makezine.com, ©Make Community LLC 2023 and published under license from Make Community LLC. All rights reserved.

Printed in Germany. Alle Rechte vorbehalten.
Gedruckt auf Recyclingpapier.

© Copyright 2023 by Maker Media GmbH

ISSN 2364-2548

Nachgefragt

Auf welche Reparatur bist Du besonders stolz?

Guido Körber

Schönefeld, bringt auf Seite 10 alte Joysticks wieder ins Spiel.

Ein Floppylaufwerk für den Apple II! Ich benannte vorher das Bauteil, das wahrscheinlich kaputt ist und nach dem Öffnen des Gehäuses stellte sich heraus, dass genau dieser Chip einen Krater im Gehäuse hatte.

Peter Tschulik

Wien, klebt auf Seite 19 Dinge zusammen, die sonst nicht halten.

Ich bin stolz darauf schon zwei Laptops – einer mit einem aufgeblähten Akku und einer mit einem gebrochenen Scharnier – vor dem Schrottplatz gerettet und damit einen Beitrag zum Umweltschutz geleistet zu haben.

Hans Borngräber

Saarbrücken, zeigt in diversen Artikeln, wie man Elektronik wieder flott bekommt.

Einen ausgemusterten EMT133-Studioverstärker aus den ZDF-Studios in Afrika. Das Hartpapier im Wickelkörper des Trafos isolierte durch die hohe Luftfeuchtigkeit nicht mehr. Mit einer neuen Pertinax-Isolierung lief er wieder.

Lisa Ihde

Potsdam, konstruiert und druckt ab Seite 116 Ersatzteile

Meine Mitbewohnerin hat die Eisfachtür mit zu viel Kraft geöffnet, sodass das Scharnier zerbrach. Mit einem 3D-Drucker sowie Dübel und Schraube habe ich ein Ersatzscharnier gebastelt, sodass wir keinen neuen Kühlschrank kaufen mussten.

Inserentenverzeichnis

dpunkt.verlag GmbH, Heidelberg 9
OXON AG, CH-Liebefeld 29

Sertronics GmbH, Hamburg 2
TUXEDO Computers GmbH, Augsburg 140
Ein Teil dieser Ausgabe enthält Beilagen der DIMABAY GmbH, Berlin.



IT-Kompetenz, die bleibt:

Tech-Talente finden und fördern durch Weiterbildung

Die Herausforderungen für Entscheider sind groß und vielfältig: Sie bestehen darin, geeignetes Personal zu gewinnen, zu fördern und zu halten. Mitarbeiter erwarten, dass Unternehmen kontinuierlich in sie investieren. Mit passender Qualifizierung werden Wissenslücken geschlossen – eine Win-Win-Situation für alle Seiten.

IT-Weiterbildung ist DER Schlüssel zum Erfolg.

Die heise Academy bietet Lerninhalte zu allen aktuellen und relevanten IT-Themen, die jetzt und in Zukunft wichtig sind. Wir sind IHR Partner für professionelle IT-Weiterbildung. Bauen Sie als Unternehmen mit passender Qualifizierung Zukunftskompetenzen auf.

Die richtige Zeit für IT-Weiterbildung ist genau jetzt.



Jetzt downloaden:
Key Facts zur IT-Weiterbildung
heise-academy.de/whitepaper-it-weiterbildung



TUXEDO Aura 14 - Gen3

14,0" Full-HD-Display
1920 x 1080 | 100 % sRGB



TUXEDO Aura 15 - Gen3

15,6" Full-HD-Display
1920 x 1080 | 90 % sRGB

Bürocomputer für die Westentasche



Teilaluminiumgehäuse
2 cm dünn | bis zu 1.75 kg leicht



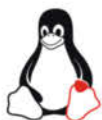
4 TB SSD | 64 GB RAM
1x M.2 SSD | 2x DDR4-RAM



Intel Core i5-1235U
10 Kerne | 12 Threads



USB-C-Ladefunktion
49-Wh-Akku | bis zu 5 Stunden



Linux kompatibel



Bis zu 5 Jahre Garantie



Sofort einsatzbereit



Gefertigt in Deutschland



Deutscher Datenschutz



Deutscher Tech Support

TUXEDO

 tuxedocomputers.com

© Copyright by Maker Media GmbH.