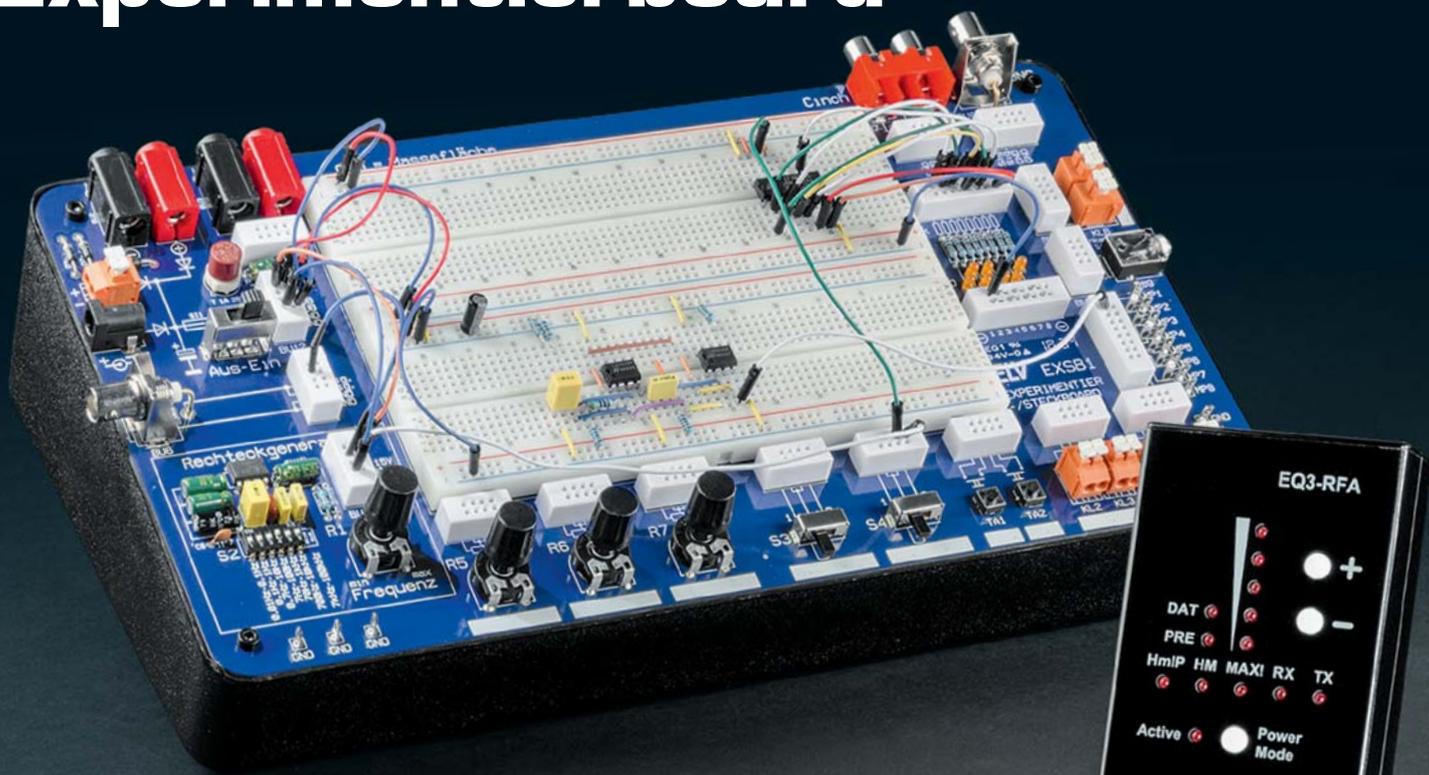




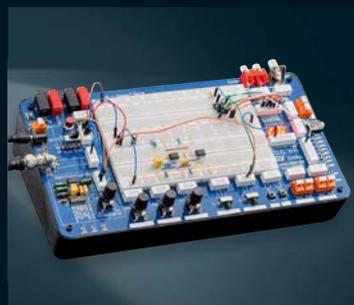
Experimentierboard



Weitere Themen:

- ▶ Test: Snapmaker – neues Lasermodul und Gehäuse
- ▶ Hinter den Kulissen: Kickstarter ONO-3D
- ▶ 3D-Druck: alle Verfahren und Materialien

Radio Analyser



Experimentier-/Steckboard



Radio Analyser



12-V-/24-V-Zeitschaltuhr



HmIP Analog-Interface

Lieber Elektronik-Freund,

Wissen, Forschung, ständiges Weiterbilden, Neues zu entdecken sind das Lebenselixier und der Rohstoff der Wirtschaft in unserem Land. Kaum irgendwo erlebt man das so hautnah wie in der Elektronik. Dass auch der Nachwuchs auf diesem Gebiet enorm neugierig, kreativ und wissensdurstig ist, kann man äußerst anschaulich auf den zahlreichen Maker Faires, in den FabLabs und Makerspaces, bei Schulprojekten und in vollen Hörsälen sehen. Wie selbstverständlich entdeckt und nutzt die junge Generation moderne Technologien wie z. B. den 3D-Druck und die Robotik – unterstützen wir sie dabei mit Wissen, Material und Zukunftsaussichten. Auch deshalb ist ELV allein in diesem Jahr auf vier Maker Faires vertreten. Über unsere erste erfolgreiche Teilnahme in Dortmund lesen Sie mehr in diesem ELV Journal. Hier haben wir auch festgestellt, dass (wieder) die einfachen Sachen, die das Lernen und Experimentieren zum Erfolg führen, gefragt sind. So fanden unser Experimentier-/Steckboard, das wir in dieser Ausgabe des ELV Journals zeigen, und die Vorabversion des in der nächsten Ausgabe vorgestellten Digital-Experimentierboards auf der Maker Faire großen Anklang – „So etwas brauchen wir“, war der Tenor.

Den aktuellen Maker-Themen 3D-Druck in seiner ganzen Anwendungsbreite und Robotik in interessanten Facetten widmen sich zwei umfangreiche Artikel in dieser Ausgabe.

Auch die weiteren Selbstbauvorschläge in diesem ELV Journal sind für den Elektronikbastler gewiss sehr interessante Projekte, etwa die praktische Schaltuhr für den Niederspannungsbereich mit umfangreichen Möglichkeiten. Oder die Homematic IP Multi-IO-Modulplatine, die dem experimentierfreudigen Smart Home Anwender ganz neue Möglichkeiten zur Anbindung systemfremder Peripherie eröffnet.

Stichwort Smart Home: Gerade umfangreiche Konfigurationen erfordern gute Planung, z. B. von realisierbaren Funkreichweiten. Hierfür und zu weiteren Kontrollzwecken dient der Radio Analyser 868 MHz, ein aus der Praxis unserer Haustechnik-Entwickler geborenes Projekt und wertvoller Helfer bei Planung und Fehlersuche.



Viel Spaß beim Lesen und Nachbauen – und bleiben Sie neugierig!

Prof. Heinz-G. Redeker

Unser Leserwettbewerb – teilen Sie Ihr Lieblingsprojekt!

Machen Sie mit!

Jede veröffentlichte Anwendung wird mit einem Warengutschein in Höhe von 200 Euro belohnt.



Das umfangreiche Angebot von ELV Haustechniksystemen, Produkten und Bausätzen bietet für viele Leser den Ausgangspunkt für eigene kreative Ideen. Haben auch Sie ein Projekt entwickelt, das andere Leser interessieren könnte?

Alles, was nicht gegen Gesetze oder z. B. VDE-Vorschriften verstößt, ist für uns interessant. Schreiben Sie uns, fotografieren Sie Ihr Projekt, berichten Sie von Ihren Erfahrungen und Lösungen. Teilen Sie Ihre fantasievolle Idee mit den Lesern des ELV Journals!

Die interessantesten Anwendungen werden redaktionell bearbeitet und im ELV Journal mit Nennung des Namens vorgestellt.



Per E-Mail
leserwettbewerb@elv.de

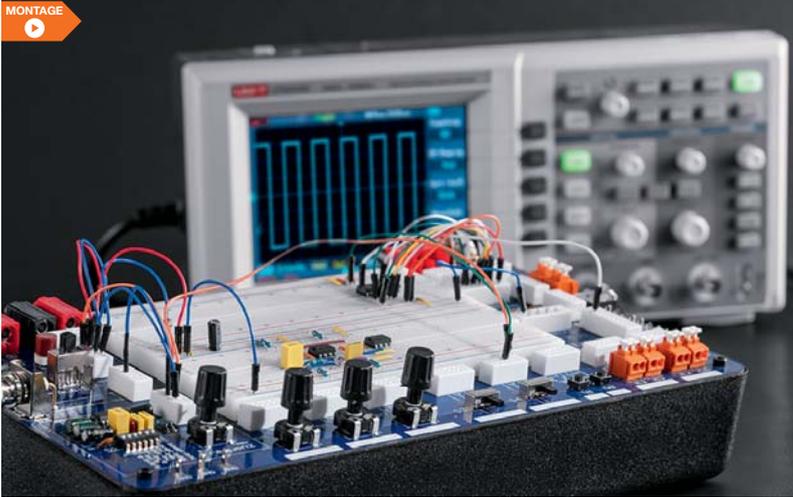


Per Post
ELV Elektronik AG, Leserwettbewerb,
26787 Leer

Die Auswahl der Veröffentlichungen wird allein durch die ELV Redaktion ausschließlich nach Originalität, praktischem Nutzen und realisierter bzw. dokumentierter Ausführung vorgenommen, es besteht kein Anspruch auf Veröffentlichung, auch bei themengleichen Lösungen. **Der Rechtsweg ist ausgeschlossen.** Für Ansprüche Dritter, Beschädigung und Verlust der Einsendungen wird keine Haftung übernommen. Alle Rechte an Fotos, Unterlagen usw. müssen beim Einsender liegen. Die eingesandten Unterlagen und Aufnahmen verbleiben bei der ELV Elektronik AG und können von dieser für Veröffentlichungen und zu Werbezwecken genutzt werden.



www.leserwettbewerb.elv.de ...at ...ch



11 Experimentier-/Steckboard EXSB1

Experimentierschaltungen sicher, schnell und lötfrei aufgebaut – alle oft benötigten Peripheriebauteile, Stromversorgung, Taktgenerator, Schalter, Tasten, Potentiometer, Anschlüsselemente, Messpunkte an Bord!



38 Zeitschaltuhr für den Niederspannungsbereich ZSU1224

Schalten auch im Niederspannungsbereich mit Komfort – mit 12 individuell programmierbaren Schaltzeiten und Gruppenbildung



6 Snapmaker, die zweite

Im Test: neues Zubehör für die Multifunktionsmaschine



Werkstatt/Löttechnik

11

Experimentier-/Steckboard EXSB1

Versuchsschaltungen schnell und ökonomisch aufbauen und testen



Haustechnik

38

Zeitschaltuhr für den Niederspannungsbereich ZSU1224

Komfortable Zeitschaltuhr für 12-/24-V-Umgebungen, mit zusätzlichem Intervall- und Zufallsmodus



Hausautomation – Smart Home

70

Radio Analyser 868 MHz EQ3-RFA

Smart Home Umgebungen eindeutig analysieren, Reichweiten und Geräte testen und überwachen – ein praktischer Helfer für Planung und Fehlersuche

82

Homematic IP Multi-IO-Modulpatine – 4 x 4 HmlP-MIO16-PCB

Bringt nahezu alles in die eigene Smart Home Umgebung: Kontakte, Analogsignale, externe Lasten. Alles bequem per Homematic WebUI konfigurierbar und mit der eigenen Smart Home Technik verknüpfbar



32 KI und neuromorphe Chips

Technik und Zukunft



65 Smart Home Gipfel

Über 550 Teilnehmer beim achten Homematic User-Treffen



74 Schickes Smart Home

Visualisierung mit AIO CREATOR NEO und CCU3



70 Radio Analyser 868 MHz EQ3-RFA
 Vielseitiger Helfer für die Signalanalyse und Fehlersuche in den Smart Home Systemen Homematic, Homematic IP und MAX!



82 Homematic IP Multi-IO-Modulplatine – 4 x 4 HmIP-MIO16-PCB
 Externe Technik ganz einfach in das eigene Smart Home einbinden



52 ELV trifft Maker
 Maker Faire Ruhr:
 6000 Besucher bei der
 Premiere von ELV



20 Alles in 3D-Druck
 Additive Produktionsverfahren – ein Querschnitt durch Verfahren, Maschinen, Material und Möglichkeiten

So funktioniert's

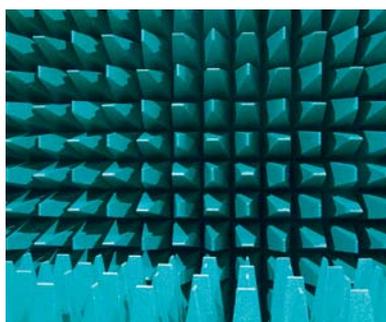
- 6 Snapmaker, die zweite**
 Neues Zubehör: Gehäuse und kräftigerer Laser-Cut
- 20 Alles in 3D-Druck**
 Additive Produktionstechnik erobert die Welt
- 32 Künstliche Intelligenz und neuromorphe Chips**
 Wo steht die Technik – wie sieht die Zukunft aus?
- 52 ELV trifft Maker**
 Maker Faire Ruhr: 6000 Besucher bei der Premiere von ELV

Spezial

- 18 Technik-News**
- 30 Experten antworten**
- 49 Leser testen und gewinnen**

Rubriken

- 96 Die Neuen**
- 112 Service/Bestellhinweise**
- 113 Service/Impressum**
- 114 Vorschau**



54 Hallo, Echo!
 Schall: Reflexion, Beugung, Brechung und Absorption



60 Vom Kickstarter zum Produkt
 ONO-3D-SLA-Drucker – SLA-Druck komfortabel und günstig



90 Homematic Know-how
 Systemübergreifende Automatisierung mit ioBroker



Snapmaker, die zweite

Neues Zubehör für die Multifunktionsmaschine

Seit dem ersten Test des vielseitigen Snapmakers, der kompakten Kombination aus 3D-Drucker, CNC-Fräse und Lasergravierer, hat sich etwas getan. Der Hersteller bietet neben einer stark verbesserten Software einen sehr praktischen Gehäusebausatz sowie einen leistungsfähigeren 1,6-W-Laser an, der deutlich mehr Performance verspricht als der serienmäßige 200-mW-Laser. Wir haben die Erweiterungen getestet.



Wohlfühlfaktor für 3D-Drucke

Der 3D-Druckkopf des Snapmakers liefert zusammen mit den einfachen und präzisen Voreinstellungen eine sehr gute Qualität ab, wie in unserem Testbericht zum Snapmaker [1] zu sehen ist. Dennoch ist das Gerät den Schwierigkeiten ausgesetzt, die nahezu alle erleben, wenn es um den Druck großer Objekte und erst recht solcher mit ABS-Filament geht – aufgrund von Temperaturschwankungen im Bauraum und ungenügend gelenkter Kühlung hebt das Objekt an der Grundfläche an einer Ecke ab (Warping, siehe Bild 1). Da helfen manchmal selbst ein dickes Raft (sorgt für besseren Halt auf dem Druckbett) und eine deutliche Temperaturanhebung des Heizbetts oder spezielle Haftungskleber nicht.

Eine ganz deutliche Verbesserung kann man mit zwei Maßnahmen erzielen. Einmal eine punktgenaue und bedarfsgerecht gesteuerte Kühlung. Hierzu gibt es zahlreiche selbst konstruierte Beispiele wie unter [2]. Die zweite Maßnahme ist ein geschlossener

Bauraum. Der dämpft nicht nur Geräusche und verhindert beispielsweise beim Fräsen mit dem Snapmaker das Herumfliegen von Spänen – nein, seine Hauptaufgabe ist das Herstellen eines gleichmäßigen, von Zugluft bzw. überhaupt Luftbewegungen ungestörten Temperaturniveaus um das Druckobjekt herum.



Bild 1: Typisches Warping – durch unterschiedliche Abkühlungseffekte hebt die Grundfläche an einer Ecke ab und verkrümmt sich.



Bild 2: Übersichtlich, sauber sortiert, mit guter Dokumentation und sogar mit Werkzeug kommt der Gehäusebausatz ins Haus.



Bild 3: Mitgedacht – die Schutzfolien sind bequem und material-schonend abnehmbar.



Bild 4: Einfache Konstruktion – über Eckstücke verschraubte Schienen nehmen die Gehäusescheiben auf.



Bild 5: Hier ist die in die Gehäusekonstruktion eingesetzte Grundplatte mit den Aussparungen für die Füße des Snapmakers zu sehen.



Bild 6: Die mitgelieferten und über ein Kabel an einen freien Port der Steuerelektronik angeschlossenen Türkontakte sorgen für ein sofortiges Abschalten des Lasers beim Öffnen einer der beiden Türen.

Diesem und weiteren Problemen ist das erste Zusatzangebot zum Snapmaker, ein passendes Gehäuse, gewidmet. Es kommt in der typisch wohlgeordneten und übersichtlichen Verpackung als Bausatz ins Haus (Bild 2). Zum Bausatz gehört, wie vom Snapmaker bekannt, eine reich bebilderte und fehlerlose Aufbauanleitung. Dank dieser ist der Bausatz sehr schnell aufgebaut, das benötigte Werkzeug wird mitgeliefert.

Die insgesamt sechs als Gehäusewände dienenden Sichtscheiben sind verwechslungssicher beschriftet und mit doppelseitiger Schutzfolie versehen, deren Abziehen besonders einfach gemacht wird, um keine Kratzer in der Scheibe zu erzeugen (Bild 3).

Die Konstruktion des Gehäuses ist sehr einfach und entsprechend schnell zusammengebaut: Kunststoff-Eckprofile werden an drei Seiten mit den Halteschienen für die Gehäusescheiben versehen (Bild 4) und diese dann in einer vorgegebenen Reihenfolge und Lage eingebaut (Bild 5). Ein durchdachtes Detail sind die Türkontakte an den beiden nach links und vorn öffnenden Türen (siehe Bildstrecke in Bild 6). Nicht nur die dunkle Färbung der Scheiben sorgt beim Umgang mit dem Laser für

Sicherheit, auch die Kontakte sind in der aktuellen Firmware des Geräts [3] eingebunden – sie schalten den Laser sofort ab, wenn eine Tür geöffnet wird. Das schafft vor allem für Dritte Sicherheit, für den Operator liegt ja der Grundausrüstung des Geräts bereits eine passende Laser-Schutzbrille bei.

Auf die Rückseite des Gehäuses kommt der vom Snapmaker abzumontierende Spulenhalter für die Filamentspule (Bild 7). Hier ist auch die Abluftöffnung des Gehäuses zu sehen. Diese ist vielseitig nutzbar und besonders nützlich, wenn ABS verarbeitet oder mit dem Laser gearbeitet wird.



Bild 7: Der Filamentspulenhalter wird außen angebracht, im rechten Bild sind die Öffnungen für Filter, Kabel und Führung für das Filament zu sehen.



Man kann hier einen Filter, etwa einen HEPA- oder auch ein Aktivkohle-Filter, wie man es vom Lötrauch-Absorber kennt, anbauen, einen Abluftschlauch anschließen und eine großflächige und langsam laufende Absaugung installieren.

Über zusätzliche Öffnungen führen ein zusätzlicher Teflon-Führungs-Schlauch das Filament (**Bild 8**) und eine Gummitülle das Stromversorgungskabel (**Bild 9**) ins Gehäuse. Nach dem Einsetzen des Snapmakers in das Gehäuse, dem Anschluss der Kabel und dem Einführen des Filaments ist die Kombination einsatzbereit. Das Ganze dauert, selbst wenn man sich viel Zeit lässt, keine Stunde.



Bild 8: Die Filamentführung wird direkt in den Extruder eingesetzt.

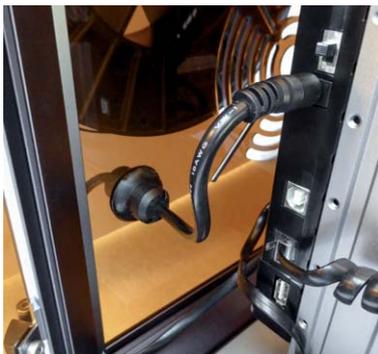


Bild 9: Der Entstörfilter des Stromversorgungskabels passt genau in die Gummidurchführung für das Kabel.

Und damit ist der Snapmaker einsatzbereit für das 1,6-W-Lasermodul. Ohne das Schutzgehäuse [4] sollte man dieses keinesfalls betreiben, da insbesondere Dritte stark gefährdet sind (siehe Sicherheitshinweise).

Laser mit mehr Power

Das ursprünglich mit dem Snapmaker gelieferte Lasermodul liefert 200 mW – was es kann, haben wir unter [1] ausführlich erläutert. Die Vorabansichten des Herstellers zum angekündigten 1,6-W-Laser (**Bild 10**; **Bild 11** zeigt diesen im typischen Snapmaker-Modulgehäuse) waren vielversprechend. Nun werden Besitzer leistungsstarker Laser wie der bekannten China-40-W-CO₂-Laser sofort einwenden, dass auch diese Diodenlaser-Leistung für das Schneiden zahlreicher Materialien und Materialstärken nicht ernst zu nehmen ist. Natürlich wird niemand annehmen, dass der kleine Diodenlaser Wunder vollbringt. Im Test hat sich jedoch erwiesen, dass er für viele Zwecke sehr gut einsetzbar ist, etwa im Modellbau.

Die allerersten Fokussierungsversuche zeigten anschaulich, dass der „große“ Laser andere Leistungen vollbringt als sein kleiner Bruder. In **Bild 12** ist die Folge eines Fokussiervorgangs an einem doppelseitig mit einer Gravurschicht versehenen 1,5-mm-PP-Kunststoffstück zu sehen. Die Punktereihe rechts gibt die 6-%-Vorgabe beim normalen Fokussieren über die Software wieder, der dickere Punkt ist ein „glatter Durchschuss“ mit 1x 100 % für einige Sekunden. Das schafft der Laser also in einem Schritt je nach Material und Einstellung der Software. An diesem Muster (40 x 15 mm) ist übrigens an den seitlichen Rändern zu sehen, wie es sich auswirkt, wenn man bei der Vorbereitung der Datei die Dichte mit einem sehr geringen Wert angibt. Dann entsteht keine durchgehende Schnittlinie, sondern ein Punktmuster, das später aus dem Nutzen ausgebrochen (das geht sehr leicht) und nachbearbeitet werden muss. Auf der anderen Seite spart dieses Vorgehen Zeit, und man schont das Material. Der typische starke Brennrand an der Oberfläche und den Schnittkanten ist nicht so stark ausgebildet. Überhaupt – wenn man Kunststoff bearbeitet, der eine Schutzfolie trägt, sollte man diese auf dem Material lassen und erst später nach dem Schneiden abziehen, dann ist ein wesentlicher Teil der Brennschichten bereits beseitigt. Den Rest kann man je nach Material abwaschen oder vorsichtig abschleifen. Über das Schneiden von Balsa, Papier, Pappe, Leder muss man hier nicht reden, das sind die typischen weichen Materialien, die dieser Laser gut beherrscht.



Bild 10: Das 1600-mW-Lasermodul mit einer Wellenlänge von 445 nm in Aktion.



Bild 11: Der 1,6-W-Laser ist in ein genau zum System passendes Gehäuse eingebaut und wird ebenso einfach an der Z-Achse montiert. Die Laser-Schutzbrille ist bei der Arbeit mit dem Laser ein absolutes Muss!

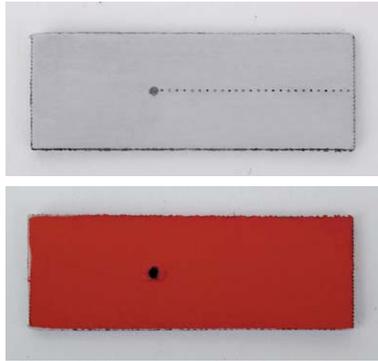


Bild 12: Erster Eindruck des Lasers – 6 % zu 100 % in relativ weichem Kunststoff, 1,5 mm stark

Wir haben eher versucht, dickere und härtere Materialien wie z. B. Schichtholz zu schneiden. Das dauert zwar, aber es geht. In Bild 13 kann man anschaulich sehen, wie tief der Laser bereits nach wenigen Durchgängen in weiches Holz schneiden kann, es handelt sich um 5-mm-Schichtholz (Sperrholz).

Wenige Durchgänge? Ja, ohne die geht es nicht. Um stärkere und härtere Materialien schneiden zu können, hat sich der Hersteller etwas einfallen lassen. In der aktuellen Software (man sollte ohnehin öfter nach einem Update schauen, die Software wird ständig verbessert) kann man zahlreiche Einstellungen treffen, die eben die genannten Möglichkeiten der Materialbearbeitung bieten. So kann man neben der Dichte vor allem die Anzahl der Durchgänge der Bearbeitung und den jeweiligen Vorschub des Fokussierungspunkts im Material festlegen (Bild 14). Das ist im erheblichen Maße abhängig von der Materialart und der zu schneidenden Materialstärke, hier lohnt es, sich beim meist verwendeten Material an das optimale Ergebnis heranzutasten und sich zu den Einstellungen Notizen zu machen. Hat man die richtige Einstellung gefunden, schneidet der Laser glatt und sauber. Freilich bleiben die typischen Brennرänder nicht aus – deshalb sollte man auch keine zu geringe Arbeitsgeschwindigkeit wählen, um die Ausbildung dieser Ränder in Grenzen zu halten. Wie das in 5-mm-Schichtholz bei unserem 40x15-mm-Musterschnitt aussieht, erkennt man in Bild 15 in der Nahaufnahme. Einige Striche mit Schleifpapier später sind die Brennspuren schon fast verschwunden (Bild 15 rechts).

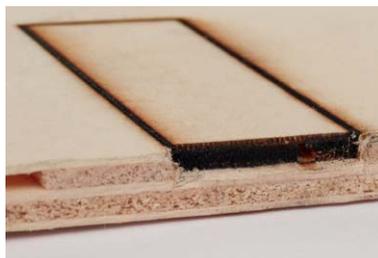


Bild 13: Je nach Holzart genügen wenige Durchgänge für das Schneiden – hier haben wir das Ende des 5-mm-Bretts abgenommen, um den Schnittfortschritt zu zeigen.

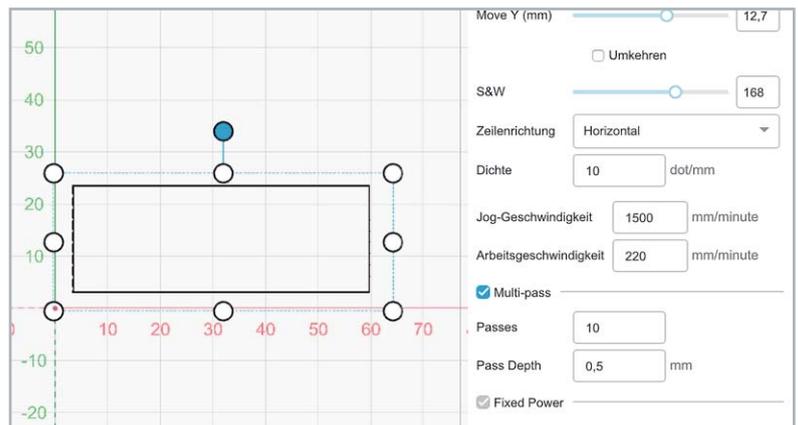


Bild 14: In den Programmeinstellungen kann man die Anzahl der Durchgänge, den Vorschub und weitere Bedingungen genau nach Material festlegen.

Bild 15: Das Schnittergebnis in 5-mm-Sperrholz, links nach dem Schnitt, rechts nach kurzer Bearbeitung mit Sandpapier. Bei stärkerer Nachbearbeitung kann man die Brennspuren nahezu vollständig beseitigen.



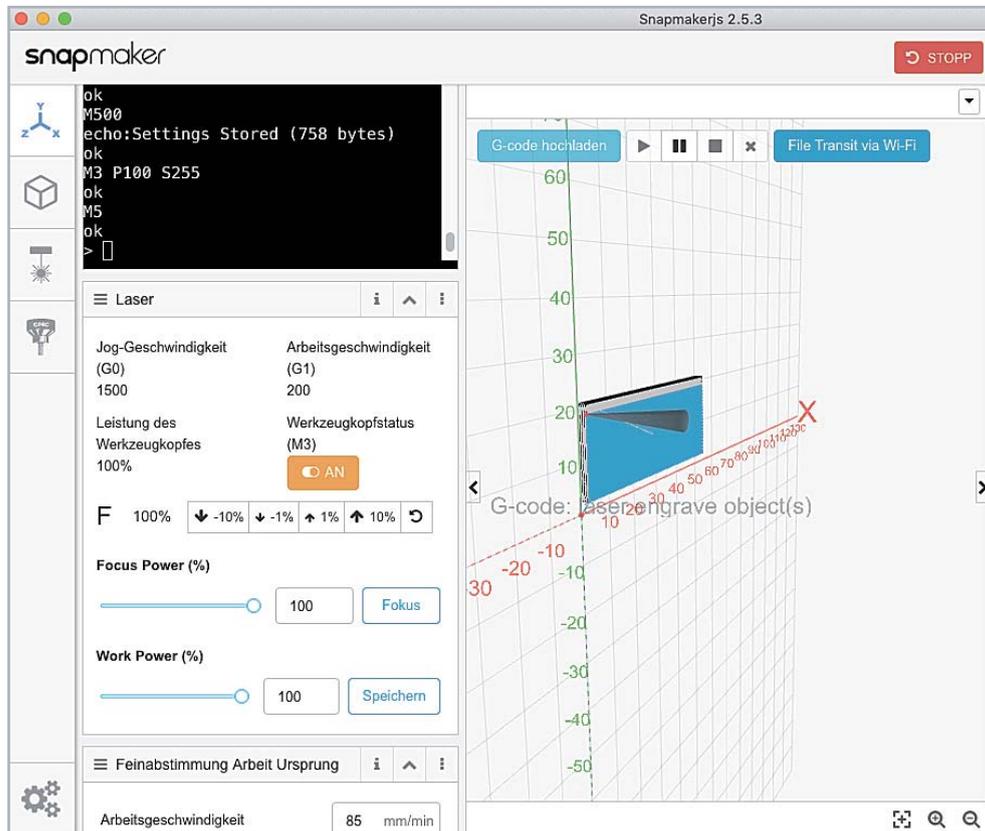


Bild 16: Der Fortschritt des Laserschnitts ist in der Programmvisualisierung verfolgbar.

Das Ganze kann einige Zeit in Anspruch nehmen, das Ergebnis ist durchaus akzeptabel. Den Vorgang des schichtweisen Schneidens kann man auch in der Software verfolgen (Bild 16), das Programm berechnet u. a. die Restzeiten und gibt einen aktuellen grafischen Status aus.

Fazit

Ergebnis der ersten Tests mit dem Laser: Man muss sich vor allem mithilfe der Software an ein jeweils optimales Ergebnis herantasten – ad hoc geht es nicht, aber es geht.

Mit ein wenig Geduld und systematischem Vorgehen kann der 1,6-W-Laser [4] bereits eine Menge leisten und zahlreiche Aufgaben erledigen.

Im Übrigen hilft ein Blick in den Snapmaker-Blog unter [3], in dem zahlreiche Nutzer bereits ihre Ergebnisse mit verschiedenen Materialien beschrieben haben. **ELV**



Weitere Infos:

- [1] Vorstellung des Snapmakers im ELV Journal 1/2019: <https://www.elv.de> Webcode #10266
- [2] Kühldüse bei thingiverse: <https://www.thingiverse.com/thing:2757461>
- [3] Snapmaker-Homepage: <https://snapmaker.com/>
- [4] Snapmaker-Produktseite im ELV Shop: <https://www.elv.de> Webcode #10245



Sicherheits- und Gefahrenhinweise – bitte unbedingt beachten!



Drucken Sie Filamente, die Luft-Schadstoffe beim Schmelzen erzeugen können, z. B. ABS, niemals ohne ausreichende Raumbelüftung. Sorgen Sie ggf. für eine geeignete Abluftführung. Das Einatmen von beim Schmelzschildrucken entstehenden Schadstoffen kann zu Erkrankungen und Unfällen führen!



Sorgen Sie bei Einsatz des Lasers für eine ausreichende Raumbelüftung bzw. Filterung/Abführung der Abluft, z. B. durch Aktivkohlefilter. Je nach Material können erhebliche Schadstoffkonzentrationen (Feinstaubpartikel, gasförmige Zersetzungsprodukte je nach bearbeitetem Material) entstehen, die zu Gesundheitsbeeinträchtigungen führen können.

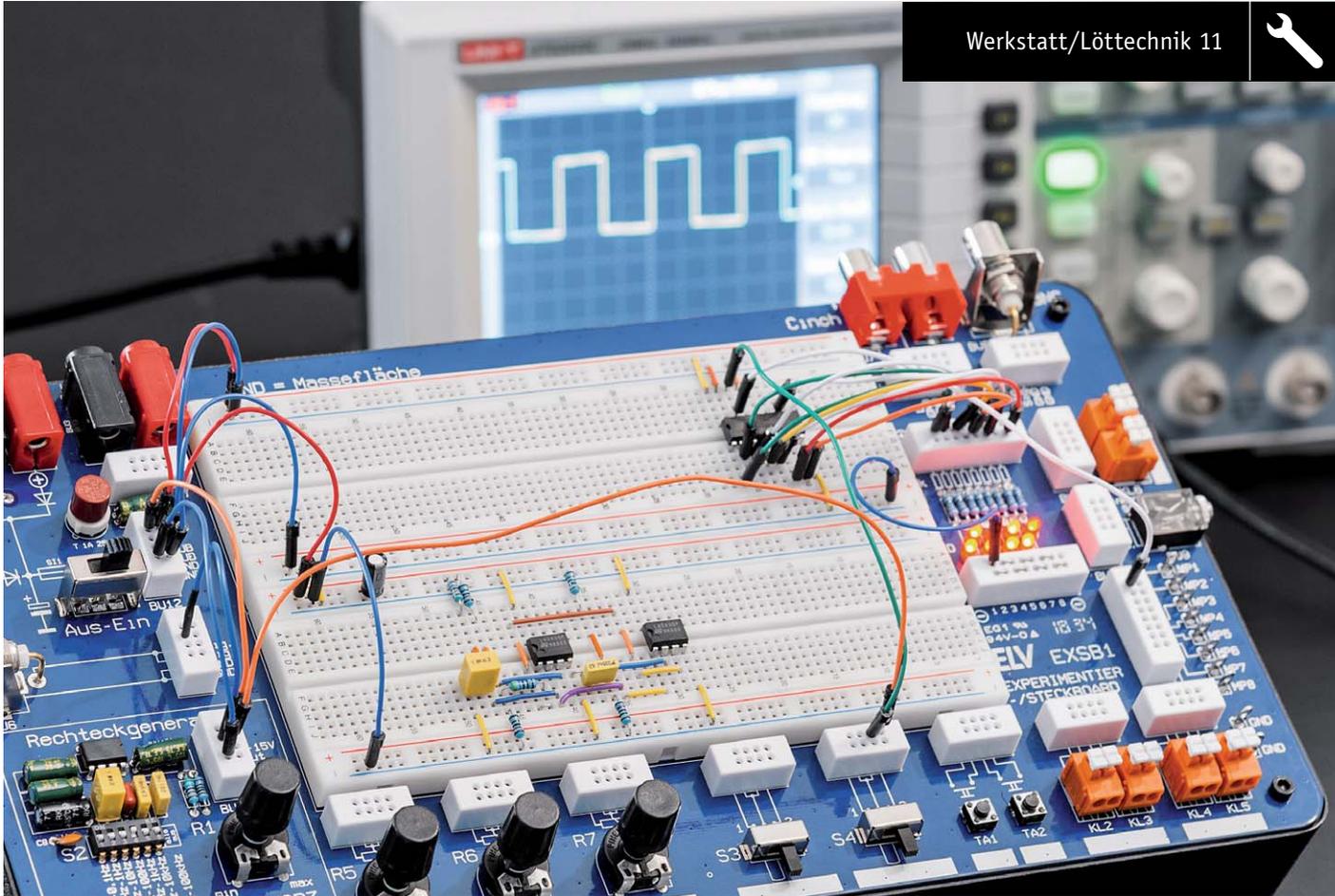
Der Laser des Geräts kann sowohl erhebliche Verbrennungen beim Hautkontakt als auch schwere Augenschäden durch Hineinblicken in den Laserstrahl hervorrufen. Dies gilt auch beim Verfolgen des fokussierten Laserstrahls auf dem Material. Tragen Sie deshalb bei der Arbeit mit dem Laser die mitgelieferte Laserschutzbrille (grün) bzw. eine zertifizierte Laserschutzbrille für den Wellenbereich 405–450 nm.

Der Laser entspricht der Laser-Klasse 4. Er kann auch Materialbrände oder Explosionen auslösen.

Der Laser darf nur bestimmungsgemäß für das Gravieren und Schneiden von vom Hersteller festgelegten Materialien eingesetzt werden.

Für den Schutz Dritter vor Laser-Exposition darf der Laser nur mit dem für das Gerät vorgesehenen Schutzgehäuse und nur bei Nutzung der Sicherheitsvorrichtungen (Türkontakte) zur Schnellabschaltung des Lasers bei Öffnen des Gehäuses eingesetzt werden.

Nur vom Hersteller benannte Materialien bearbeiten – keine reflektierenden Materialien bearbeiten. Gefahr der Netzhautverbrennung durch reflektiertes Laserlicht!



Sicher und schnell aufgebaut

Experimentier-/Steckboard EXSB1

Ob für den Heimgebrauch oder die Ausbildung, dieses Steckboard lässt fast keine Wünsche offen. Eine Kombination aus einem handelsüblichen Steckbrett sowie gebräuchlichen Bedien- und Anschlusselementen machen dieses Bausatzprojekt zu einem wertvollen Helfer, wenn es darum geht, kleine Schaltungen ohne Lötarbeiten aufzubauen und damit zu experimentieren. Bauteile wie z. B. Buchsen, Schalter und Taster werden mittels Verbindungsbrücken mit dem Hauptboard verbunden. Ein integrierter Oszillator (ICM7555) stellt Rechtecksignale im einstellbaren Bereich von 0,01 Hz bis 100 kHz zur Verfügung.

Bausatz-
beschreibung
und
Montagevideo



#10256

QR-Code scannen oder
Webcode im ELV Shop
eingeben

Infos zum Bausatz EXSB1



Schwierigkeitsgrad:
mittel



Ungefähre Bauzeit:
1,5 h



Verwendung SMD-Bauteile:
keine SMD-Teile



Besondere Werkzeuge:
2-mm-Inbus-Schraubendreher



Lötterfahrung:
ja



Programmierkenntnisse:
nein



Elektrische Fachkraft:
nein

Stecken statt Löten

Auch beim Basteln geht es heute rationeller zu – wo man früher gern schnell ein paar Bauteile auf eine Lochrasterplatine gelötet hat, verwendet man heute vielfach eher Steckboards (engl. Breadboard). Eine Versuchsschaltung auf einem Steckboard aufzubauen ist deutlich komfortabler als das Auflöten von Bauteilen. Veränderungen in der Schaltung können viel schneller und einfacher vorgenommen werden. Für den darauf folgenden praktischen Einsatz sind solche auf Steckboard aufgebauten Schaltungen jedoch nicht geeignet. Hier ist der gute alte Aufbau auf Lochraster bzw. eine selbst geätzte Platine die bessere Wahl und sicherer in Funktion.

Möchte man experimentieren oder eine selbst entworfene Schaltung testen, ist, wie gesagt, der Aufbau auf dem Steckboard die schnellste Variante. Um den kostbaren Platz auf diesem Steckboard nicht für Standardbauteile wie z. B. Versorgungsspannungsbuchsen, Ein-/Ausgangsklemmen und sonstige oft benötigte Bauteile verschwenden zu müssen, haben wir ein komfortables Experimentierboard entwickelt, das fast keine Wünsche mehr offenlässt. Die Motivation, schnell eine Schaltung aufzubauen, steigt, da alle benötigten Peripheriebauteile, wie Elemente für das Einspeisen der Betriebsspannung oder für den Anschluss

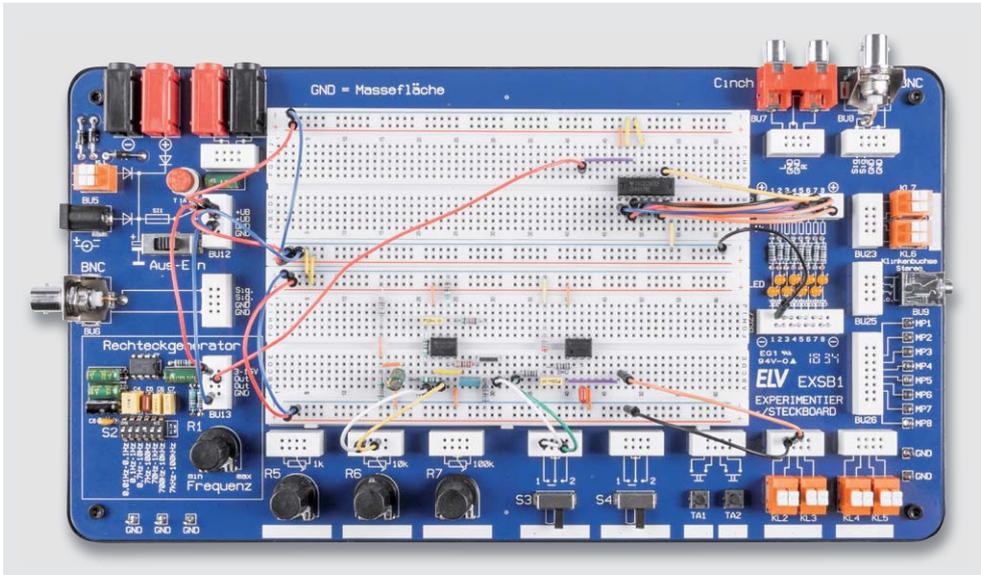


Bild 1: Ansicht des EXSB1 von oben mit verdrahteter Experimentierschaltung

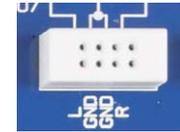


Bild 2: Mini-Steckboard zur Kontaktierung der Komponenten auf dem Board

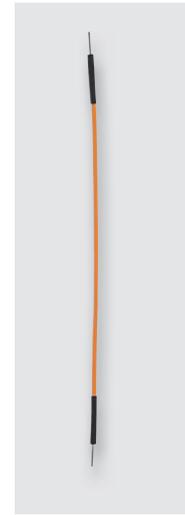


Bild 3: Steckbrücke zur Herstellung von Verbindungen

externer Komponenten, schon vorhanden sind. Wer viel mit digitalen Schaltungen experimentiert, findet zusätzlich einen fertigen Rechteckoszillator vor, der Taktsignale bis 100 kHz generieren kann. Auch Schalter, Taster und Potentiometer (Potis) sind vorhanden. Weitere Buchsen, Messpunkte und Klemmleisten runden das Gerät in seiner Vielseitigkeit ab.

Aufbau

Kern der Schaltung sind zwei zusammengesteckte Steckboards, die auf eine recht große Basisplatte aufgeklebt sind. Diese Basisplatte beinhaltet zahlreiche Bauteile, die am häufigsten für Experimentierschaltungen benötigt werden. In Bild 1 ist das EXSB1 mit einer aufgesteckten Experimentierschaltung zu sehen. Die Basisplatte ist auf einer Gehäuseunterseite montiert, die eigentlich Bestandteil eines Pultgehäuses ist. Durch die leichte Neigung entsteht eine benutzerfreundliche Experimentierplattform.

Die Verbindung zwischen den auf der Basisplatte befindlichen Komponenten und dem Steckboard erfolgt über Mini-Steckboards (siehe Bild 2) und spezielle Steckboard-Verbindungsleitungen (Bild 3) bzw. steife, passend angefertigte Drähte. Beides kann man kaufen, fertig konfektioniert mit verschiedenen Längen und Farben.

Ein wichtiger Punkt ist immer die Versorgungsspannung. Hierfür ist ein bestimmter Bereich auf der Platine vorgesehen, der drei unterschiedliche Buchsenformen zur Spannungsversorgung zur Verfügung stellt. Eine Sicherung und ein Ein-Aus-Schalter dürfen natürlich nicht fehlen.

Im Folgenden stellen wir die einzelnen Baugruppen vor, die im Schaltbild in Bild 4 zusammengefasst sind.

Oszillator NE555 (ICM7555)

Der einzige aktive Schaltungsteil des EXSB1 ist der Rechteckgenerator, der Frequenzen bis 100 kHz generieren kann. Realisiert ist dieser Oszillator mit einem Timerbaustein vom Typ ICM7555. Der ICM7555 ist von der Funktion her identisch mit dem bekannten NE555, nur die Technik ist etwas moderner. Durch die

CMOS-Technologie ist z. B. der Stromverbrauch sehr viel niedriger. Wer an detaillierten Informationen zum NE555 und dessen weitere Verwendungsmöglichkeiten interessiert ist, sollte sich den ELV Journal-Artikel vom NE555-EXB (ELV Journal 3/2017) anschauen [1].

Es stehen unterschiedliche Frequenzbereiche zur Verfügung, die direkt über die DIP-Schalter (S2) eingestellt werden. Die Auflistung der Frequenzen ist in Bild 5 ersichtlich. Schauen wir uns im Detail an, wie unsere Oszillatorschaltung arbeitet. Im unteren linken Teil von Bild 4 ist das Schaltbild des Oszillators zu sehen. IC1 vom Typ ICM7555 ist ein Universal-Timerbaustein, der in unserer Applikation als Oszillator beschaltet ist. Die frequenzbestimmenden Bauteile sind die Widerstände R2, R3, R1 sowie ein Kondensator, stellvertretend für einen der wählbaren Kondensatoren C2 bis C8.

Der Frequenzbereich wird mit dem DIP-Schalter S2 ausgewählt, indem einer der erwähnten Kondensatoren C2 bis C8 von Pin2 (IC2) nach Masse geschaltet wird. Der Kondensator C8 hat einen relativ kleinen Wert, er ist ständig an Masse geschaltet. Wenn alle DIP-Schalter offen sind, ist der Frequenzbereich 7 kHz bis 100 kHz aktiv, der von C8 festgelegt wird. Je größer der Kondensator, der durch den entsprechenden DIP-Schalter parallel zu C8 geschaltet wird, desto niedriger wird der Frequenzbereich. Die eigentliche Frequenzeinstellung erfolgt mit dem Potentiometer R1 (Frequenz). Der Oszillatorausgang führt über den Widerstand R4 auf die Buchsenleiste BU13 (OUT).

Der Spannungsversorgungsbereich für den ICM7555 liegt zwischen 3 V und 15 V. Zu beachten ist, dass die maximale Spannung von 15 V nicht überschritten werden darf, da dies zur Zerstörung des ICM7555 führt.

Spannungsversorgung

Für die Spannungsversorgung können drei unterschiedliche Eingänge genutzt werden. Alle drei Eingänge sind durch Dioden (D1–D3) gegeneinander entkoppelt, sodass kein Umschalter notwendig ist. Es wird immer automatisch der Eingang gewählt, der die höchste Spannung liefert. In Bild 6 ist der Bereich der Spannungsversorgung auf der Platine dargestellt.

Folgende Buchsen stehen zur Verfügung:

- 4-mm-Bananenbuchsen BU1 und BU2
- Klemmleiste KL1
- Hohlstecker-Buchse BU5 (2,1 x 5,5 mm)

Die Entkopplung der drei unterschiedlichen Eingänge mit Dioden hat noch den Nebeneffekt, dass hierdurch gleichzeitig ein Verpolungsschutz realisiert ist. Zum Schutz der aufgebauten Schaltung und auch

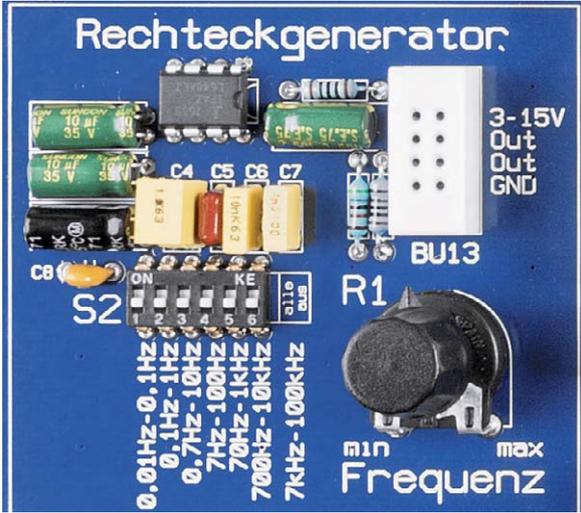


Bild 5: Der Rechteckgenerator mit dem ICM7555 und sieben Frequenzbereichen

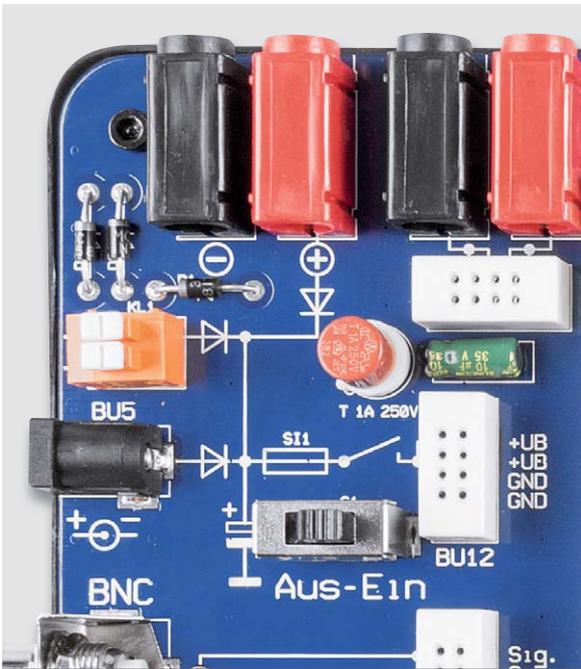


Bild 6: Die Spannungsversorgungseinheit – die Betriebsspannung kann über drei voneinander entkoppelten Eingängen eingespeist werden, z. B. einem 5-V-Steckernetzteil mit Hohlstecker.

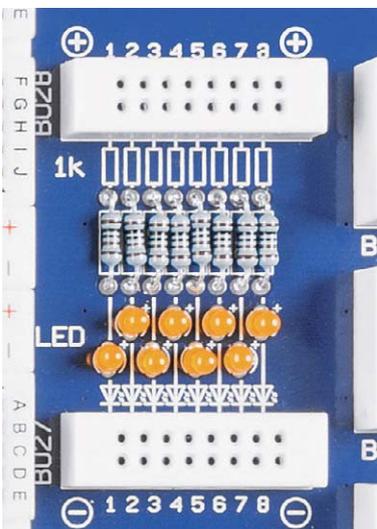


Bild 7: Für Anzeigezwecke stehen acht einzeln nutzbare LEDs zur Verfügung.

der angeschlossenen Spannungsquelle befindet sich eine Sicherung auf der Platine. Hierbei ist zu bedenken, dass diese natürlich leicht auslöst, wenn man z. B. in seiner Experimentierschaltung eine Steckverbindung falsch steckt und einen Kurzschluss verursacht. Aus diesem Grund kann die Versorgungsspannung bequem mit einem Schalter geschaltet werden (S1) so lassen sich spannungsfrei Änderungen vornehmen. An Buchse BU12 steht dann die zugeführte Versorgungsspannung zur Nutzung auf dem Steckboard zur Verfügung.

LEDs

Zum Anzeigen von z. B. Logikzuständen stehen acht universell einsetzbare LEDs zur Verfügung (Bild 7). Aus Sicherheitsgründen, damit man nicht aus Versehen eine LED oder einen Logikausgang durch zu hohen Strom zerstört, sind Vorwiderstände eingebaut (R8–R15). Mit dem hier ausgewählten Vorwiderstand von 1 k Ω ist ein sicherer Betrieb mit einer Spannung von 3 V bis 15 V gewährleistet. Bei einer Spannung von 15 V fließen maximal 13 mA LED-Strom. Bei höheren Spannungen sollte evtl. noch ein Widerstand zwischengeschaltet werden. Natürlich muss man beim Anschluss der LEDs auf die richtige Polung achten, die auf der Platine mit „+“ und „-“ gekennzeichnet ist.

Potentiometer

In Bild 8 sind die drei vorhandenen Potentiometer dargestellt. Es stehen die Werte 1 k Ω , 10 k Ω und 100 k Ω zur Verfügung. Die Kontaktierung erfolgt über die abgebildeten Mini-Steckboards. Für erfahrene Elektroniker besteht die Möglichkeit, die PT15-Trimмер durch andere Potentiometer mit Metallachse oder solche mit anderen Werten zu ersetzen (siehe Nachbau).

Beschriftungsfelder

Auf der Platine befinden sich weiße Beschriftungsfelder, die mit einem wasserfesten Filzschreiber beschriftet werden können (Bild 9). Mit etwas technischem Alkohol lässt sich die Beschriftung jederzeit wieder entfernen.

Ein- und Ausgangsbuchsen

Alle nicht gesondert aufgeführten Buchsen und sonstigen Bauteile sind selbsterklärend. Durch den Aufdruck auf der Platine sind die Verbindungen zu den Bauteilen ersichtlich. An zwei unterschiedlichen Positionen auf der Platine sind zusätzliche Massepunkte (GND) platziert (Bild 10), die es erlauben, hier z. B. die Massekabel von Messgeräten anzuschließen. Für den Anschluss weiterer Messpunkte (MPx) stehen insgesamt acht Anschlüsse (Lötösen) zur Verfügung, die über die Buchsenleiste BU26 mit der jeweiligen Experimentierschaltung verbunden werden. So kann man Testpunkte aus einer Schaltung kontaktsicher auf z. B. ein Oszilloskop oder Multimeter weiterverbinden. Die beiden Taster (TA1 und TA2) und Schiebeschalter (S3 und S4) erklären sich in ihrer Funktion selbst. Des Weiteren stehen noch zwei BNC-Buchsen (BU6 und BU8), eine Klinkenbuchse (BU9) und eine zweipolige Cinch-Buchse (BU7) zur Verfügung. Zu jeder Buchse gehört eine Buchsenleiste zur Verbindung mit dem Steckboard. Die Anschlussbelegung ist direkt auf der Platine aufgedruckt.



Bild 8: Drei Potentiometer mit unterschiedlichen Werten ermöglichen eine vielfältige Nutzung.



Nachbau

Der Nachbau erfolgt ohne SMD-Bauteile, somit sind alle Bauteile von Hand in die Platine einzulöten. Für den Aufbau steht eine doppelseitige Platine mit den Abmessungen 305 x 165 mm zur Verfügung. Die Bestückung erfolgt anhand der Stückliste und des Bestückungsplans sowie des Platinenfotos (Bild 11).

Wir beginnen mit der Bestückung der niedrigen Bauteile, gefolgt von den nächst höheren Bauteilen. Die Reihenfolge der Bauteile nach der Bauhöhe zu gestalten hat den Vorteil, dass die bestückten Bauteile beim Umdrehen der Platine nicht so leicht herausfallen können. Zur Vorgehensweise beim Bestücken kann auch das Montagevideo hilfreich sein.

Die Bauteilanschlüsse werden, falls nötig, entsprechend dem Rastermaß abgewinkelt und schließlich durch die im Bestückungsdruck vorgegebenen Bohrungen geführt. Nach dem Verlöten der Anschlüsse auf der Platinenunterseite (Lötseite) sind überstehende Drahtenden mit einem Seitenschneider sauber abzuschneiden, ohne die Lötstelle selbst dabei zu beschädigen.

Beginnen wir nun zunächst mit dem Einsetzen der Widerstände, da diese die niedrigsten Bauteile sind.

In gleicher Weise werden danach die Dioden D1 bis D3 bestückt und verlötet. Die Kathode der Diode ist durch eine Strichmarkierung gekennzeichnet. Als nächstes bestücken wir die liegenden Elkos (C1–C3, C9 und C10). Hierbei ist auf die richtige Polung zu achten. Bei den Elkos ist der Minuspol am Gehäuse bzw. der Pluspol durch den längeren Anschlussdraht gekennzeichnet. Die Anschlussdrähte dieser Elkos werden um 90° abgewinkelt, und der Elko wird liegend bestückt.

Auch bei den LEDs ist auf die korrekte Einbaulage/Polung zu achten. Der Pluspol (Anode) einer LED ist durch den etwas längeren Anschlussdraht gekennzeichnet.

Der im nächsten Arbeitsschritt zu bestückende Timerbaustein IC2 hat zur Markierung der Einbaulage eine Gehäusekerbe, die mit dem Platinaufdruck übereinstimmen muss. Bei den verbliebenen fünf Kondensatoren ist der Wert in der Regel aufgedruckt. Eine Polung braucht bei diesen Keramikcondensatoren nicht beachtet zu werden.

Will man sich an die Vorgabe der Aufbaureihenfolge anhand der fortschreitenden Bauhöhe der Bauteile halten, sind nun die Lötstifte für die Messpunkte (MPx und GND), die beiden Taster TA1 und TA2 sowie der Sicherungssockel einzusetzen. Als nächstes werden die Potentiometer (R1, R5–R7) und die Schiebeschalter bestückt und verlötet.

Bei der Bestückung der Mini-Steckboards ist besondere Vorsicht geboten. Deren Anschlüsse sind sehr filigran und können beim Einsetzen in die Platine leicht verbogen und im schlimmsten Fall abgeknickt werden (Bild 13). Sie sind bei Bedarf mit einer Flachzange gerade auszurichten (siehe Bild 12). Erst wenn alle Pins auf der Lötseite der Platine herausstehen, dürfen die Anschlüsse verlötet werden.

Um die Bestückungsarbeiten zum Abschluss zu bringen, sind schließlich die restlichen Buchsen, wie im Platinenfoto (Bild 11) dargestellt, einzusetzen und zu verlöten.

Nachdem so alle elektrischen und mechanischen Bauteile bestückt sind, werden die beiden Steckboards aufgeklebt, nachdem man sie zuvor zusammengesteckt hat (Bild 14). Anschließend wird von der rückseitigen Klebefolie der Steckboards die Schutzfolien abgezogen. Diese sind an der gekennzeichneten Stelle auf die Platine aufzukleben.

Nun sind alle Bauteile bestückt, und wir können die fertig aufgebaute Platine mit der Gehäuseunterschale verschrauben. Hierzu wird die Platine einfach auf die Gehäuseschale gelegt und mit vier Schrauben (M3 x 5 mm) festgeschraubt. Da die Stege im Gehäuseunterteil sehr lang sind und sich diese bei der Herstellung im Spritzgussverfahren leicht verformen können, kann die Position der Einschlagmuttern evtl. nicht genau mit den Bohrungen der Platine übereinstimmen. Dies ist technisch bedingt und lässt sich mit etwas Fingerspitzengefühl beheben, indem mit einem spitzen Gegenstand der jeweilige Kunststoffsteg

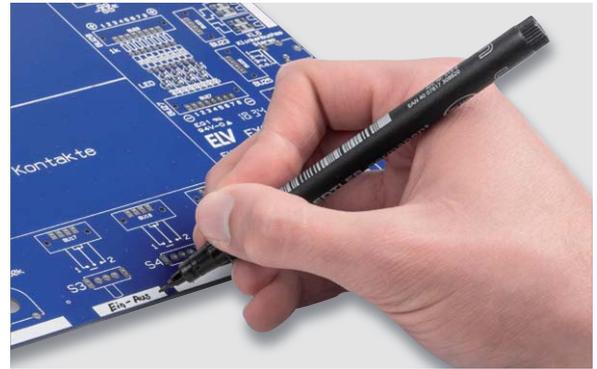


Bild 9: So können die Taster, Buchsen und Potentiometer nach eigenen Wünschen beschriftet werden.



Bild 10: Massepunkte (Lötösen) erlauben den bequemen Anschluss von Messgeräten (GND-Anschluss)

kurz vor dem Verschrauben an die richtige Position gebracht wird.

Zum Abschluss sind noch die Steckachsen und Potiknöpfe (Bild 15) auf die vier Potis aufzustecken.

Austausch der Potis PT15 durch Versionen mit Metallgehäuse

Für erfahrene Elektroniker bietet sich die Möglichkeit, die PT15-Potis durch andere Potis mit Achse zu ersetzen (Bild 16). Hierfür sind zusätzliche Bohrungen in die Platine einzubringen und die folgenden Hinweise zu beachten, weshalb diese Umbauten auf eigene Gefahr vorzunehmen sind. Gefahr nicht im Sinne von wirklicher Gefahr, sondern die Funktion des Geräts kann durch unsachgemäße Änderungen beeinträchtigt werden.

Um ein Poti mit 6-mm-Achse einbauen zu können, ist eine kleine Bohrung (\varnothing 3 mm) in die Platine einzubringen, die zur Arretierung des Potis dient (siehe Bild 17). Hierdurch wird verhindert, dass sich das Poti beim Betätigen mitdrehen kann. Ein weiterer wichtiger Punkt ist der, dass vor der Montage unbedingt dünne Isolierscheiben sowohl auf der Ober- als auch auf der Unterseite angebracht werden müssen (siehe Bild 17). Ansonsten ist das metallische Poti-Gehäuse mit dem Schleiferkontakt verbunden. Die Anschlüsse des Potis werden, wie in Bild 18 zu sehen, auf der Rückseite mit den hierfür extra vorgesehenen Anschluss pads verlötet. **ELV**



Weitere Infos:

[1] NE555-EXB (Grundlagen NE555)
<https://www.elv.de>: Webcode #10055

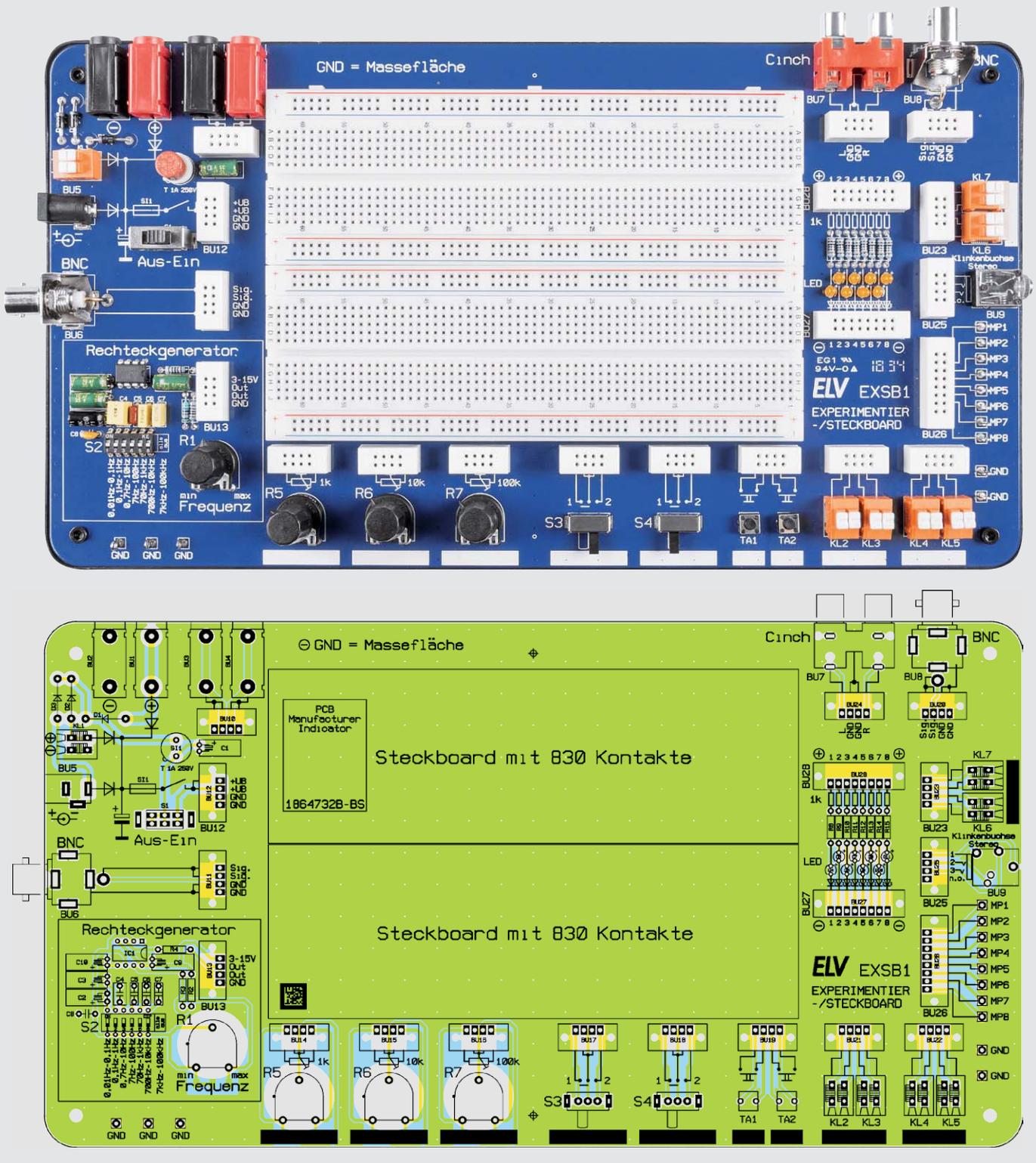


Bild 11: Das Platinenfoto des EXSB1, darunter der zugehörige Bestückungsplan (verkleinert auf 70 %)



Bild 12: Vor dem Einsetzen der Mini-Steckboards sollten die Anschlussstifte auf geraden Sitz geprüft werden.

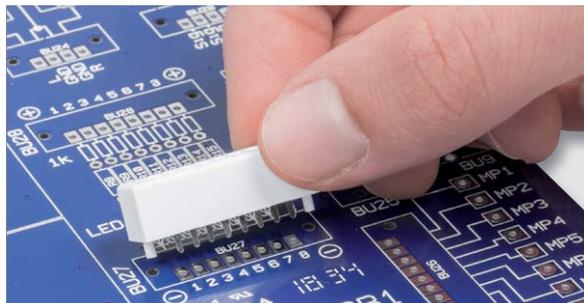


Bild 13: Beim Einsetzen der Mini-Steckboards ist besondere Vorsicht geboten, damit die empfindlichen Anschlüsse nicht abknicken.

**Widerstände:**

100 Ω	R4
1 kΩ	R2, R8, R9–R15
56 kΩ	R3
PT15/liegend/1 kΩ	R5
PT15/liegend/10 kΩ	R6
PT15/liegend/100 kΩ	R7
PT15/liegend/1 MΩ	R1

Kondensatoren:

82 pF/ker	C8
1 nF/100V/MKT	C7
10 nF/63 V/MKT	C6
100 nF/63 V/MKT	C5
1 µF/63 V/MKT	C4
10 µF/35 V/105 °C	C1, C3, C9, C10
100 µF/16 V	C2

Halbleiter:

ICM7555	IC1
SB120 (1N5817)	D1, D2, D3
LED/3 mm/orange	D4–D11

Sonstiges:

Schiebeschalter, 2x um, hoch, print	S1
Mini-DIP-Schalter, 6-polig, liegend	S2
Schiebeschalter, 1x um, winkelprint	S3, S4
Mini-Drucktaster, 1x ein, print	TA1, TA2
Steckklemmleisten, 2-polig, 1,5 mm ² , orange, print	KL1–KL7
Rundsicherungshalter, rund, THT	SI1
Rundsicherung, 1 A, träge, print	SI1
Print-Bananenbuchsen, 4 mm rot	BU1, BU4
schwarz	BU2, BU3
Hohlsteckerbuchse, 2,1 mm, print	BU5
BNC-Einbaubuchsen, print	BU6, BU8
Cinch-Anschlussplatte, 2-polig, liegend, winkelprint	BU7
Klinkenbuchse, 3,5 mm, stereo, THT	BU9
Mini-Steckboards mit Lötanschluss	BU10–BU28
Lötstifte mit Lötöse	ST1–ST13
Gehäusefüße 12,7 x 3,5 mm, selbstklebend, schwarz	
Innensechskant-Schrauben, M3 x 5 mm	
Aufsteckdrehkнопfe, ø 12 mm, schwarz	
Kunststoff-Steckachsen, ø 6 x 16,8 mm	
Steckplatinen 102	
Typenschild-Aufkleber EXSB1	
Gehäuseunterschale, schwarz	

Stückliste

Geräte-Kurzbezeichnung:	EXSB1
Spannungsversorgung:	max. 42 Vdc/Steckboard max. 15 Vdc/Oszillator ICM7555
Stromaufnahme:	max. 1 A, 2 mA (ICM7555)
Frequenzbereiche (Oszillator), jeweils ± 5 %:	0,01–0,1 Hz/ 0,1–1 Hz/0,7–10 Hz/ 7–100 Hz/70 Hz–1 kHz/ 700 Hz–10 kHz/7–100 kHz
Umgebungstemperatur:	-10 bis +55 °C
Abmessungen (B x T x H):	310 x 173 x 110 mm
Gewicht:	780 g

Technische Daten

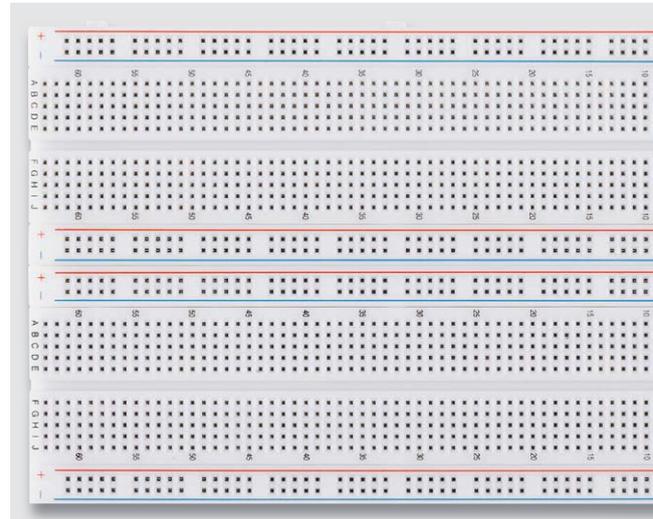


Bild 14: Beide Steckboards werden vor der Montage über die vorhandenen Rastungen zusammengesteckt.



Bild 15: Potisteckachse und passender Knopf



Bild 16: Potentiometer im Metallgehäuse



Bild 17: Für die Montage eines Potis muss an der markierten Stelle eine 3-mm-Bohrung eingebracht werden. Zur Vermeidung eines Kurzschlusses zwischen Potigehäuse und Platine sind jeweils Isolierscheiben einzusetzen.

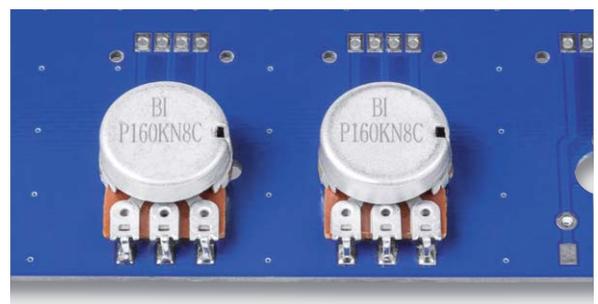


Bild 18: So sehen die montierten Potis auf der Rückseite der Platine aus.



Technik-News

Aktuelle Trends aus der Welt der Technik



www.facebook.com/
elvelektronik



www.twitter.com/
elvelektronik

KlettWelding statt Löten, Bonden, Schweißen, Kleben

Auf Basis von 10 nationalen und internationalen Patenteinreichungen entwickelte die NanoWired GmbH zwei grundlegende Verfahren. Beim NanoWiring wird in einem galvanischen Prozess ein metallischer Rasen aus einer Vielzahl von Haaren (25 µm Länge, 1 µm Durchmesser) auf einer beliebigen Oberfläche bei Raumtemperatur aufgebracht. Beim KlettWelding werden zwei mit NanoWiring versehene Oberflächen dauerhaft mechanisch, elektrisch und thermisch bei Raumtemperatur miteinander verbunden. Glatte Oberflächen lassen sich beim KlettWelding bereits mit kurzen Haarlängen gut verbinden. Raue Oberflächen benötigen längere Haare. Reicht die Haarlänge beim NanoWiring nicht aus, braucht es eine Haar-Extension. Hierfür hat NanoWired das KlettWelding-Tape entwickelt. Es besteht aus einer dünnen Metallfolie mit beidseitigem NanoWiring. Diese kann vorkonfektioniert direkt zwischen die zu verbindenden Substrate gelegt werden, um größere Unebenheiten auszugleichen.

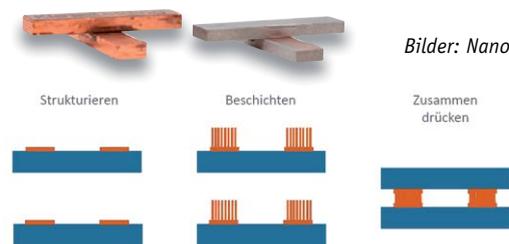
Um komplett auf das NanoWiring auf den Zielsubstraten zu verzichten, kann das Tape direkt zwischen die Substrate gelegt werden. Durch einfaches Zusammendrücken der beiden Substrate bei 210 °C werden Kupferschienen, Stanzgitter, Gehäuse oder Rundmaterialien verbunden.

Das KlettWelding-Tape bietet NanoWired sowohl als Flächen- als auch als Bandmaterial an. Durch Vorstrukturieren wird eine einfache Applikation gewährleistet. Das Verfahren erhielt auf der Hannover Messe 2019 den internationalen Technologiepreis HERMES AWARD.

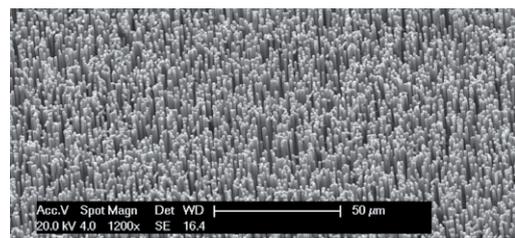
<https://nanowired.de>



HERMES
AWARD



Bilder: NanoWired



Ingenieure geben Touchscreens eine dritte Dimension: Buttons klopfen und vibrieren an den Fingerspitzen

Fährt der Smartphone-Nutzer mit der Fingerspitze über das Display, ist da an einer Stelle plötzlich ein Klopfen. Darunter entsteht wie von Zauberhand ein Button. Oder der Nutzer folgt dem Signal, das seinen Finger leitet, und er findet den Knopf auf diese Weise. Mit der neuen Technologie, die das Ingenieurteam von Professor Stefan Seelecke am Lehrstuhl für Intelligente Materialsysteme der Universität des Saarlandes und am Zentrum für Mechatronik und Automatisierungstechnik entwickelt hat, können Buttons bei Bedarf überall auf dem Bildschirm entstehen und verschwinden. Durch Vibration, Klopfen oder Stöße an die Fingerkuppe kann das Display seinen Nutzer zu ihnen führen. Damit eröffnen sich bei Computerspielen, der Internetsuche und auch für Navigationsgeräte neue Möglichkeiten.

Eine auf den ersten Blick unspektakuläre Silikonfolie – nicht unähnlich der handelsüblichen Frischhaltefolie – legt die Basis für eine neue Generation von Displays. „Es handelt sich bei der Folie um ein sogenanntes dielektrisches Elastomer“, erklärt Professor Seelecke, dessen Arbeitsgruppe für die Folien auf internationalen Konferenzen bereits mehrfach ausgezeichnet wurde. Die Ingenieure drucken hierbei auf eine hauchfeine Kunststoffmembran eine elektrisch leitfähige Schicht auf. Dadurch können sie eine elektrische Spannung anlegen: Die „Elektroaktivität“ der Folie bedeutet, dass sie sich in der einen Richtung zusammenziehen und in die andere Richtung dehnen kann. „Aufgrund der elektrostatischen Anziehungskräfte drückt sich das Polymer z. B.



Der erste Touchscreen, der an die Fingerspitzen klopft: Die Ingenieure Sophie Nalbach und Steffen Hau aus Professor Stefan Seeleckes Team testen den Prototyp, der auf der Hannover Messe zu sehen war. Foto: Oliver Dietze

zusammen und dehnt sich nach außen hin aus“, erläutert Steffen Hau, promovierter Ingenieur aus Seeleckes Team. Verändert der Forscher das elektrische Feld, vollführt die Folie verschiedenste Choreografien und gibt beliebige Signale: vom hochfrequenten Vibrieren über spezifische Impulse wie bei einem Herzschlag bis hin zu stufenlosen Hub-Bewegungen. In ihrem Prototyp, den die Wissenschaftler auf der Hannover Messe zeigten, haben sie die Folien mit einem Smartphone-Display kombiniert. Sie lassen so nicht nur virtuelle Buttons entstehen, sondern eröffnen dem Display zusätzliche Funktionen.

www.uni-saarland.de



ErgoJack unterstützt mit Künstlicher Intelligenz



Bild: Fraunhofer IPK / Armin Okulla

Auf der Hannover Messe 2019 präsentierte das Fraunhofer IPK ErgoJack: eine softrobotische Orthese mit intelligentem Bewegungsmonitoring und Echtzeit-Feedback, die den Träger zu rückschonendem Verhalten animiert. Die softrobotische Orthese ErgoJack unterstützt ergonomische Bewegungen mittels Künstlicher Intelligenz. Die Idee: Bewegt sich der Träger ergonomisch ungünstig oder verharrt er längere Zeit in rückschädigender Position, erhält er per Vibrationsalarm einen Hinweis. Hierfür hat das Fraunhofer IPK einen robusten Algorithmus entwickelt, der reale Bewegungen in Echtzeit mit ergonomisch optimalen Bewegungsmustern abgleicht. Für eine hochintegrierte Version des Systems steuerte das Fraunhofer IZM miniaturisierte Sensorik- und Elektronikmodule bei.

www.ipk.fraunhofer.de

23-A-Platinenrelais



Bild: OMRON

Mit dem G2RL-1A-E2-CV-HA stellt OMRON ein leistungsstarkes Relais (5/12/24 V) für die Platinenmontage vor, das bei 230 V einen Schaltstrom von bis zu 23 A bewältigt. Es ist dabei nur 16,7 mm hoch und sticht außerdem mit einer besonders hohen Isolation zwischen Spule und Schaltkontakten hervor – die Impulsbelastbarkeit beträgt 10 kV (erfüllt Klasse F, UL1446, Luft- und Kriechstrecke min. 8 mm). Das Relais entspricht den Anforderungen der EN 60335-1 für Haustechnik-Applikationen.

Damit stellt der Hersteller eine ganz neue Relaisklasse für den Hochleistungsbedarf im Haustechnik- und Industriebereich zur Verfügung, die nicht extern installiert werden muss.

www.omron-ecb.co.kr

Energiegewinnung aus Funkwellen – Powercast P1110B

Der HF-Empfangschip generiert aus empfangener HF-Energie, z. B. aus GSM- oder WLAN-Abstrahlungen, eine Gleichspannung und übernimmt gleichzeitig das Lademanagement für verschiedene Speicher wie Kondensatoren, Lithium-/NiMH-/Alkaline-Akkus und anwenderspezifische Akkusysteme mit geringem Leckstrom. Die Effektivität der Umsetzung beträgt ca. 75 %, die Empfangsfrequenzbereiche für die höchste Effektivität sind auf Kundenwunsch zwischen 10 MHz und 6 GHz modifizierbar. In der Standardausführung P1110B generiert der Chip Energie im 33-cm-Frequenzbereich (902–928 MHz). Anwendung findet dieses Energy-Harvesting-System z. B. bei der Versorgung von RFID-Displays, in der Hausautomation und in der Sensortechnik. Als Antennen können verschiedene Bauformen wie PCB-Dipol- oder PCB-Patchantennen eingesetzt werden, ein 50-Ω-Abschluss ist im Empfangsteil integriert.

Technische Daten	Empfangsfrequenz:	902–928 MHz
	Antenneneingang:	50 Ω
	HF-Eingangleistung:	0–20 dBm
	Ausgangsspannung:	1,8–4,2 V
	Ausgangsstrom:	bis 50 mA
	Lademanagement:	für Lithium, Alkaline, NiMH, Kondensator, individuell
	Monitoring:	über extern schaltbaren RSSI-Datenausgang
	Abm. Systemplatine:	14 x 11 mm

Hersteller:

Powercast

www.powercastco.com

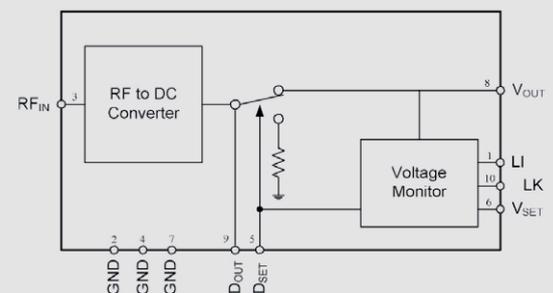


Bild: Powercast

Weitere News

Täglich neue Technik-News zu neuen Produkten, Bauelementen, Technik-Trends und interessanten Forschungsergebnissen finden Sie online auf:



www.news.elvjournal.de ...at ...ch



Alles in 3D-Druck

Additive Produktionstechnik erobert die Welt

Ersatzteile auf der ISS werden heute ebenso selbstverständlich gedruckt wie Flugzeugteile für Airbus-Passagierjets, Prothesen, ganze Häuser oder Hobbyobjekte und Ersatzteile daheim. Wir unternehmen einen Streifzug durch die wichtigsten aktuellen 3D-Drucktechniken und die vielfältigen, teils sogar exotischen Fertigungsverfahren und Anwendungen.

Als besonderen Service haben wir am Ende eine Übersicht zu den 3D-Druckverfahren und -materialien für Sie zusammengestellt.



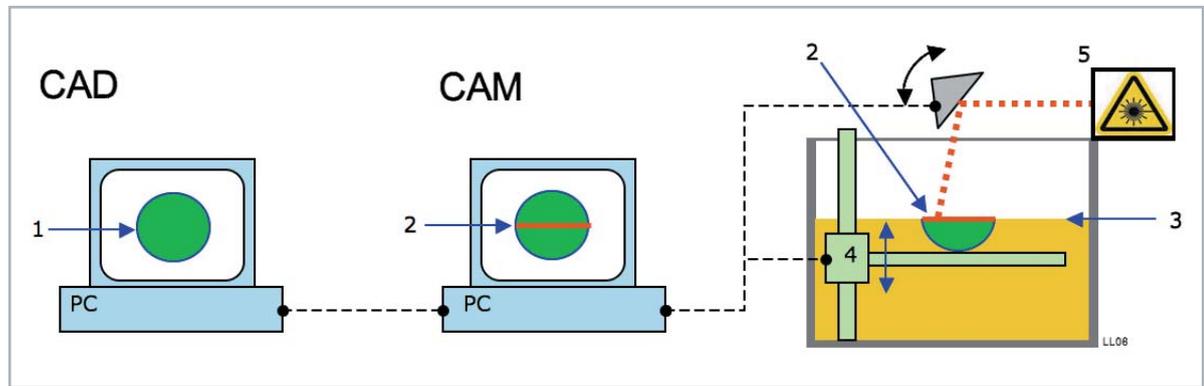


Bild 1: Das Grundprinzip des Stereolithografiedrucks: Ein gesteuerter Laserstrahl belichtet eine dünne Schicht eines fotoresistiven Materials.

Grafik: Laurensvanlieshout, Dutch Wikipedia

Industrierevolution per Laser und Polymer

Das von Charles W. (Chuck) Hull 1984 zum Patent eingereichte additive Fertigungsverfahren „Stereolithografie“ (SLA) ist eine geniale Erfindung. Dabei wird ein für bestimmte Wellenlängen lichtempfindlicher flüssiger Kunststoff von einem durch eine CAM-Datei (CAM = Computer-Aided Manufacturing) gesteuerten Laser in sehr dünnen Schichten, Schicht für Schicht, genau dort ausgehärtet, wo er später als Bauteil in fester Form erscheinen soll. Das ausgehärtete Werkstück wird Schicht für Schicht abgesenkt, sodass es immer mit einer neuen, definierten Schicht flüssigen Kunststoffs bedeckt ist, die wiederum über die Fläche des Werkstücks durch den Laser ausgehärtet wird. Bild 1 zeigt diesen Vorgang schematisch. Heute werden statt Lasern sogar schon DLP-Projektoren bzw. Beamer eingesetzt und so wird das ganze Werkstück in einem Zug, ohne Schichtenaufbau, erzeugt [1].

Chuck Hull schuf auch das STL-Format (STL = Stereolithografie), in das 3D-CAD-Daten (Computer-Aided Design) zunächst konvertiert werden. Nach der Erzeugung eines maschinenlesbaren Codes aus dieser STL-Datei („Slicen“) steuert dieser die Maschine. Heute ist Chuck Hull Miteigentümer einer der fortschrittlichsten und innovativsten 3D-„Fabriken“ der Welt, 3D Systems.

Das Prinzip der additiven Fertigung nahm in den Folgejahren rasant an Fahrt auf. So folgte etwa bald das heute jedem Besitzer eines Hobby-3D-Druckers geläufige FDM-Verfahren (s. u. und in der Übersicht), bei dem ein geschmolzener Kunststoff Lage für Lage in definierten Wegen aufgelegt wird und mit der vorherigen Lage verschmilzt.

Einen wesentlichen Teil zur schnellen Verbreitung dieses Verfahrens, das 1989 erfunden wurde und für das heute 3D-Drucker jeder Art und Größe, vom Kleinstbausatz bis zum Fabrikhallen-großen Fertigungsdrucker für Architekturbauteile, zur Verfügung stehen, trug die Einführung des „Rapid Prototyping“ bei. Der englische Hochschullehrer Dr. Adrian Bowyer vergegenständlichte 2005 seine Vision vom massentauglichen RepRap-Drucker [2]. 2008 baute er den „Darwin“, später den „Mendel“ und den „Huxley“.

In ihrer Open-Source-Abwandlung leben diese Konstruktionsprinzipien, auch dank des Patentablaufs für das FDM-Verfahren, bis heute in einem wachsenden Massenmarkt fort.

So erlebt der private Nutzer das FDM-Verfahren als einfach handhabbares, erschwingliches und für jeden erlernbares additives Druckverfahren. SLA dringt erst seit kurzer Zeit in den privaten Bereich vor. Derartige Maschinen waren von Anbeginn hauptsächlich für die gewerbliche Fertigung konzipiert und – inklusive der verarbeiteten Materialien – extrem teuer. Erst seit wenigen Jahren gibt es auch für den Privat- bzw. FabLab-Bereich erschwingliche SLA-Drucker [3].

Additiv statt subtraktiv

Alle 3D-Druckverfahren sind additive Fertigungsverfahren, das heißt, das zu fertigende Teil entsteht Stück für Stück aus dem Rohmaterial, ohne wesentliche Abfälle. Im Gegensatz dazu stehen die subtraktiven Verfahren, bei denen aus einem Materialrohling solange Material ab-

getragen wird, bis das Objekt fertig bearbeitet ist. Solche Verfahren sind z. B. Fräsen, Bohren, Hobeln, Drehen. Additive Verfahren haben auch den Vorteil, dass komplexe Objekte in einem Arbeitsgang und als ein Stück gefertigt werden können, die man bei subtraktiven Verfahren in mindestens mehreren verschiedenen Arbeitsgängen und meist nur aus mehreren Teilen herstellen kann.

Betrachten wir also die bekanntesten und praktisch eingesetzten additiven Fertigungsverfahren.

FFF/FDM – das Schmelzsichten

Das Verfahren, das wir als Hobby-Anwender überwiegend einsetzen, basiert auf dem schichtweisen Auftragen von geschmolzenen Grundmaterialien, meist Kunststoff (z. B. PLA, PE, PP, ABS, PETG, Nylon) oder (eher im industriellen Bereich eingesetzt) Metall, in der vorgegebenen Form. FFF bedeutet „Fused Filament Fabrication“ (fused: „geschmolzen“). „FDM“ (Fused Deposition Modelling) meint das Gleiche, es ist die vom Groß-3D-Drucker-Hersteller Stratasys eingetragene Markenbezeichnung für das Verfahren. Werden metallhaltige Filamente (Kunststoff-Filamente mit Metallpulverfüllung) verarbeitet, erfolgt zunächst der normale Aufbau im Schmelzsichtverfahren, es entsteht der sogenannte Grünling. Anschließend wird das Metall zur Härtung gesintert (bis unterhalb des Schmelzpunktes erhitzt). Bild 2 zeigt ein so hergestelltes Getrieberad. Als Metallpulver sind hier Stahl, Kupfer, Wolfram, Titan und Edelmetalle verarbeitbar, aber man kann das Verfahren auch mit Keramikmaterialien anwenden.

Die Technik der Drucker ist vergleichsweise einfach. Je nach Konstruktionsprinzip wird zugeführtes Filament zu einem oder mehreren beweglichen



Bild 2: Ein im Sinterverfahren aus metallpulverhaltigem Filament hergestelltes Getrieberad. Foto: Fraunhofer IFAM Dresden



Druckköpfen geführt. Im Druckkopf wird das Filament erhitzt, bis es schmilzt und über eine Düse auf die Druckplattform befördert werden kann, wo es erkaltet und formstabil bleibt. Es gibt verschiedene Konstruktionen, bei denen entweder der Druckkopf feststeht oder allenfalls in der Z-Achse bewegt wird

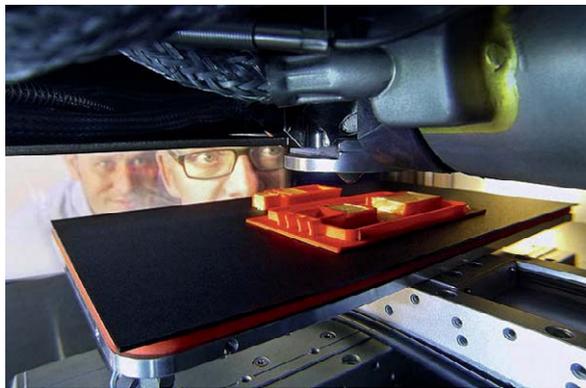
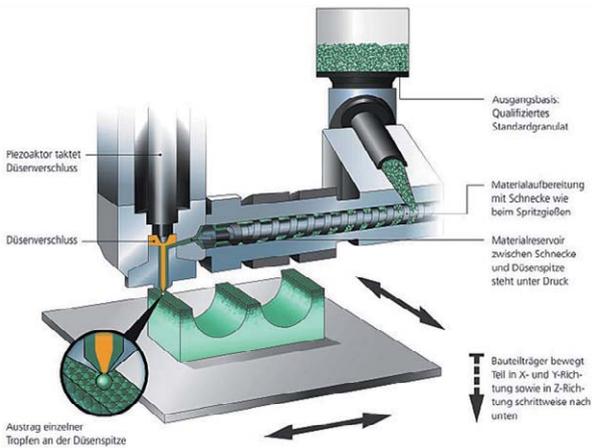


Bild 3: Das Kunststoff-Freiform-Verfahren von Arburg verarbeitet das Grundmaterial direkt, ohne Vorkonfektionierung und Zusätze. Foto: Arburg GmbH

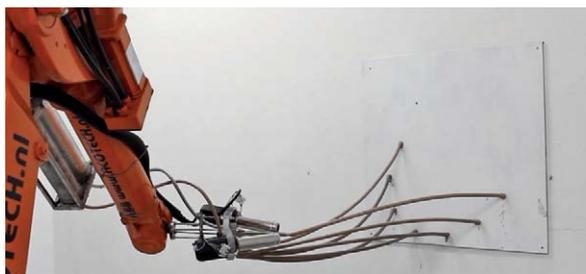


Bild 4: Mit dem AOM-Freiform-Verfahren kann man extrem komplexe Konstruktionen erstellen. Foto: mataerial.com

und sich sonst nur die Druckplattform bewegt, die zur besseren Haftung des Druckobjekts meist beheizt ist. Oder der Druckkopf wird in mehreren Achsen bewegt, die Druckplattform bleibt fest stehen (z. B. Delta-Drucker). Zwischen diesen beiden Konstruktionen gibt es zahlreiche Modifikationen.

Direktdruck aus Granulat

Das FFF-Verfahren funktioniert jedoch nicht nur mit Standardfilamenten in der bekannten Strangform, sondern auch direkt mit einem Granulat als Ausgangsstoff, wie es die deutsche Firma Arburg [4] mit ihrem Kunststoff-Freiform-Verfahren (AKF) beweist (Bild 3). Das Granulat wird aus einem Vorratsbehälter zugeführt, ähnlich wie bei Spritzgießen mit einer Schnecke gefördert und dabei bis zum Schmelzen erwärmt. Schließlich gelangt es in einen Düsenkanal, aus dem das Material in Tröpfchenform, getaktet durch einen Düsenverschluss, über eine Düse austritt und Schicht für Schicht aufgetragen wird. Hier werden also, entgegen den sonstigen Schichtungsverfahren, keine Materialstränge aufgetragen, sondern einzelne Tröpfchen, die fest miteinander verschmelzen. Die großen Vorteile liegen darin, dass die Materialkosten geringer sind als bei vorkonfektionierten Materialien und man keine Kompromisse bei der Materialwahl in Bezug auf die Verarbeitungsbedingungen einer Vorkonfektionierung eingehen muss. Original bleibt also Original. Ganz ähnlich arbeiten übrigens zahlreiche Konstruktionen zur Herstellung von Filament aus Kunststoffgranulat, nur dass hier ein Strang geformt wird, der nach dem Austritt aus dem Düsenkanal definiert gekühlt und gefördert wird.

Wider die Schwerkraft – Anti-Gravity Object Modelling (AOM)

Ein besonders interessantes FFF-Verfahren erinnert an die bekannten Freiform-3D-Drucker à la Doodle3D. Dabei gibt ein Roboterarm das verflüssigte Zweikomponentenmaterial (2K-Polymer) aus, dessen Bestandteile sich unmittelbar nach Austritt aus der Düse verbinden, so wird das Material verfestigt. Damit sind absolut beliebige Formen und Konstruktionen möglich, nur begrenzt durch die Beweglichkeit des Roboterarms ([5], Bild 4).

Support-Material wird bei diesem Verfahren überflüssig. So kann man völlig frei im dreidimensionalen Raum komplexe Objekte herstellen, die mit „normalem“ Objektaufbau so nicht herstellbar wären – vor allem nicht in dem Tempo: 1 Meter in 3 Minuten. Anwendungen gibt es hier z. B. in der Herstellung bestimmter Baukonstruktionen.

Druckverfahren mit Pulver und Draht

Es gibt mehrere moderne Verfahren, die Pulver (verschiedene Materialien von Kunststoff über Keramik bis hin zu Titan) als Objektmaterial einsetzen. Auch hier werden Schichten aufgebaut, aber etwas anders als bei FFF. Beim 3DP-Verfahren etwa, das zu den sogenannten Binder-Jetting-Verfahren zählt, werden Schicht für Schicht Pulver- und Kleber-/Binderschichten in der jeweiligen Form übereinandergelegt und so die einzelnen Pulverebenen miteinander verbunden. Abschließend wird das

Allgemeines Funktionsprinzip des Laser-Sinterns

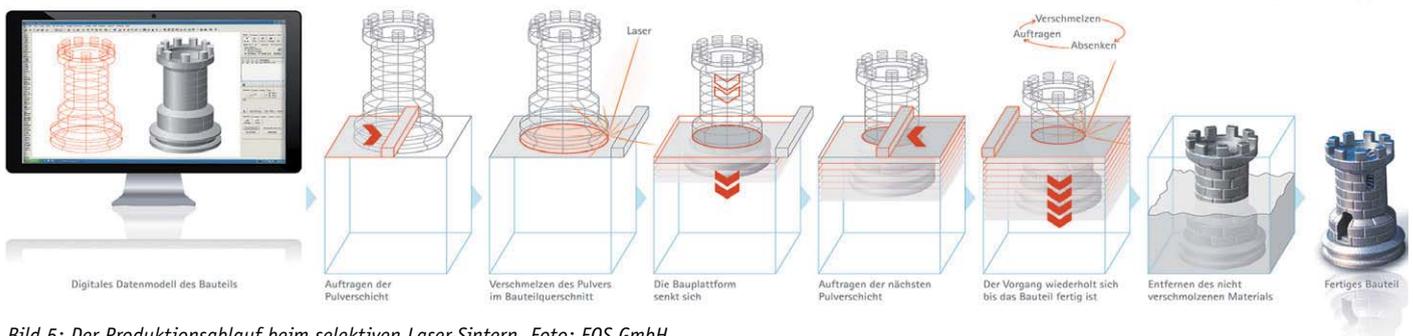


Bild 5: Der Produktionsablauf beim selektiven Laser-Sintern. Foto: EOS GmbH

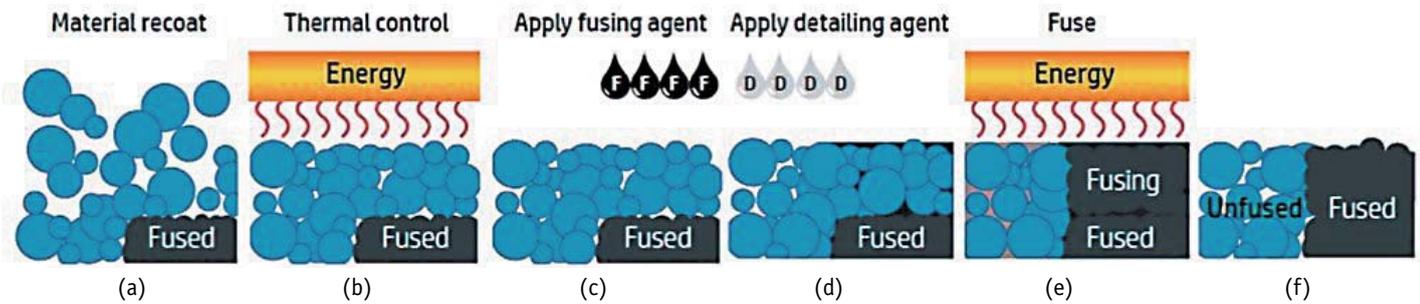


Bild 6: Der HP-Jet-Fusion-Druck-Prozess im Überblick: (a) Auftrag des Druckmaterials, (b) Vorformen durch Wärme, (c)/(d) Auftragen des „Fusing Agents“ und des „Detailing Agents“, (e) Verschmelzen (f). Ergebnis: Das nicht verschmolzene Material kann entfernt werden. Grafik: HP Inc.

Objekt in einen Verfestiger getaucht, um die völlige mechanische Stabilität zu erzeugen. Dieses Verfahren ist sehr gut geeignet, in der Form sehr kompliziert aufgebaute Objekte, etwa mit innen liegenden Hohlräumen, Kanälen etc., sehr sauber und ohne den Zwang zur Nachbearbeitung (z. B. entfallen hier Support-Strukturen) herstellen zu können.

Es geht auch ohne Kleber, etwa beim Selektiven Laser Sintering/Melting (SLS/SLM, siehe Bild 5) oder beim Electron Beam Melting (EBM). Bei SLS/SLM/EBM werden die Pulverschichten mittels Laser- oder Elektronenstrahl direkt miteinander verschmolzen. Bei DED (Direct Energy Deposition) baut man die Objektform über das gezielte Aufschweißen eines Materials (Draht oder Metallpulver) durch Laser/Plasma (Cladding) auf. Diese Verfahren werden industriell für die Herstellung hochdichter Werkstücke, aber auch wegen der hohen Genauigkeit für medizinische Implantate eingesetzt.

Aufgesprüht – Material-Jetting

Das hier vielfach angewandte MultiJet-Modelling-Verfahren (MJM, auch Polyjet-Verfahren genannt) ähnelt dem bekannten Tintenstrahldruck, weshalb es auch nicht verwundert, dass hier z. B. HP als Druckerhersteller vertreten ist. Hier werden über Druckkopfdüsen flüssige fotoempfindliche Materialien wie Kunstharze oder Wachs ausgegeben und sofort durch UV-Licht verfestigt. Dies erfolgt wieder Schicht für

Schicht. Dieses Verfahren ist besonders im Funktionsmodellbau, etwa für anatomische Ausbildungsmodelle beliebt, da hier ein Vollfarbdruck möglich ist.

Bei anderen Verfahren dieser Kategorie können sehr hohe Auflösungen und Mikro-Details erzeugt werden, indem Polymere aufgesprüht werden. Über ausgeklügelte Multi-Düsen-Anordnungen und die Möglichkeiten, verschiedenste Materialien gleichzeitig zu verarbeiten, entstehen komplexe, funktionelle Objekte mit hervorragenden Oberflächeneigenschaften und feinsten Details. HP nennt sein spezielles Verfahren „Multi Jet Fusion“ bzw. „HP Jet Fusion“ (Bild 6). Dabei werden Druck- und Supportmaterialien, sogenannte Agents, über Düsen in Tröpfchenform auf eine dünne Pulverschicht (PA12) ausgegeben. An den Stellen, an denen die „Fusing Agents“ aufgetragen werden, verschmilzt das Pulver bei der anschließenden Hochtemperaturbestrahlung fest und dicht. An den Stellen, an denen die „Detailing Agents“ aufgetragen werden, verschmilzt das Pulver nicht und wird anschließend entfernt. So kann man mit der hoch auflösenden Druckausgabe mit bis zu 1200 dpi sehr detaillierte Objekte erzeugen.

Anwendungen von ganz groß bis Nano

Wie weit dehnbar heute der Begriff „3D-Drucker“ ist, kann man anhand unzähliger Anwendungen in zahlreichen Branchen sehen – vom Riesenbauwerk bis zur Nanotechnologie.

Bauen, Architektur

Erinnern Sie sich noch an die Berichte im Jahr 2014 über das erste Haus, das in Amsterdam ausschließlich per 3D-Drucker gebaut wurde? Inzwischen eines unter vielen. So stellen viele Firmen, wie etwa Contourcrafting, riesige 3D-Drucker auf Baustellen jeder Größe (Bild 7) und

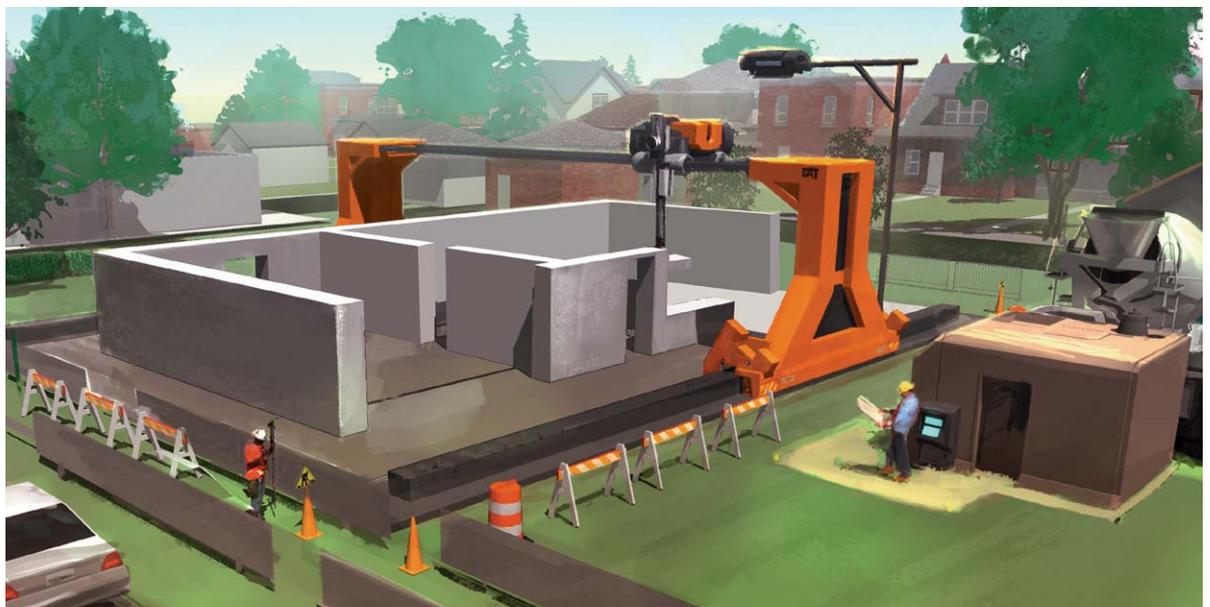


Bild 7: Mit überdimensionalen 3D-Drucker-Anordnungen können heute schon vollautomatisch Gebäude errichtet werden. Grafik: Contourcrafting.com



Bild 8: In 24 Stunden erbaut, Rohbaukosten gerade 4000 Dollar – das von Icon entwickelte Kleinhaus wird mit einer speziellen Lavastein-Zementmischung von einem 3D-Drucker errichtet. Foto: Icon

lassen diese, je nach Baustoff/Material unterstützt mit UV-Licht, arbeiten. Einziges Problem dürfte hier ein kontinuierlich zu gewährleistender Materialfluss sein.

Im Jahr 2018 hat auch das erste innerhalb von 24 Stunden gedruckte und nur 4000 Dollar kostende Wohnhaus der US-Firma Icon ([6], Bild 8) Schlagzeilen gemacht. Es besteht aus einer speziellen Zement-/Vulkanlavamischung („Lavacrete“) als Grundstoff, hat zwei Zimmer, Bad und eine Terrasse und soll sich demnächst in El Salvador als preiswertes Wohnhaus-Hilfsprojekt in einer Siedlung mit 100 gleichartigen Häusern wiederfinden. Als 3D-Drucker kommt der überdimensionale, auf einem Hänger transportierte „Vulcan“-Drucker zum Einsatz, der von Icon entwickelt wurde.

Weltweit arbeiten zahlreiche Architekten und Firmen an den verschiedensten Bauprojekten mit 3D-Druck, bis hin zu Designhäusern, die mit dem 3D-Druck natürlich besonders individuell ausfallen können. Und stabil sind sie auch, wie ein spektakulärer Belastungstest der niederländischen Firma CyBe Construction bewiesen hat (Bild 9). Auf den beiden 3 m hohen Wänden wurden 50 t Gewicht platziert, jetzt geht



Bild 9: Hält 50 Tonnen Belastung stand – die 3D-gedruckte Gebäudewand von CyBe Construction. Foto: CyBe Construction

es für die niederländischen 3D-Druck-Architekten an die Tests zur Wasserdichtigkeit, um den Baustoff zu perfektionieren.

Fahrzeugbau, Luft- und Raumfahrt

Die verschiedenen 3D-Druckverfahren erlauben die einfache und schnelle Produktion mechanisch/thermisch hoch belastbarer sowie hybrider und quasi beliebig geformter Bauteile.

Ein interessantes Beispiel machte in den letzten Jahren vor allem auf diversen Automessen Furore: der Divergent Blade (Bild 10) als Demonstrationsobjekt dafür, wie viele Teile man mit modernen 3D-Drucktechnologien heute in einem modernen Leichtbausportwagen verbauen kann. Der Divergent Blade hat ein aus Aluminium und Titan gedrucktes Chassis, eine Karbonkarosserie, wiegt nur 590 kg. Was die Konstrukteure der Konstruktion zutrauen, beweist der Einsatz eines 700 PS starken Sportmotors, der den leichten Sportwagen auf 320 km/h bringt.

Wer übrigens nach weiteren Produkten und Entwicklungen im 3D-Druck-unterstützten Fahrzeugbau sucht, braucht sich nur in Deutschland umzusehen. Einer der Technologieführer sitzt in Taufkirchen – die Airbus APWorks GmbH. Mit dem „Light Rider“ (Bild 11) zeigte die Firma den perfekten Einsatz für ihr spezielles 3D-Druck-Material „Scalmalloy“, eine gemeinsam mit Airbus entwickelte, hochfeste Aluminiumlegierung, die nicht nur korrosionsbeständig ist, sondern auch das geringe Gewicht von Aluminium mit nahezu der spezifischen Festigkeit von Titan vereint. Das Elektrobike wiegt gerade einmal 35 kg, der 3D-gedruckte Rahmen nur 6 kg. Ein Elektromotor beschleunigt das Zweirad in 3 Sekunden von null auf 45 Kilometer pro Stunde. Dass die additive Fertigung einzigartige Designs ermöglicht, zeigt sich am Light Rider. „Eine derart komplex verzweigte Hohlstruktur ist mit konventionellen Herstellungsprozessen wie beispielsweise dem Schweißen oder Fräsen nicht realisierbar“, erläutert Joachim Zettler, Geschäftsführer der Airbus APWorks GmbH. Auch ein weiteres Beispiel, die in Kooperation u. a. mit EOS entwickelte Vorderwagenstruktur eines alten VW Caddy, zeigt das volle Potenzial des industriellen 3D-Drucks für die Automobilindustrie. Mit der kommenden E-Mobilität



Bild 10: Chassis nahezu ausschließlich aus additiv hergestellten Metall-, Kunststoff- und Verbundteilen – der „Divergent Blade“-Sportwagen. Fotos: Divergent3d.com



gewinnen solche vor allem auch gewichtsparenden Fahrzeugkomponenten zunehmend an Bedeutung.

Noch weiter ist man bereits in der Luft- und Raumfahrt. Seit Langem produzieren 3D-Drucker wie der „110 EBAM System“ von Sciaky (Bild 12), der nach der EBM-Methode arbeitet, komplexe Flugzeugteile, z. B. für den Kampfflieger F-35. Auch Airbus hat den 3D-Druck bereits seit einiger Zeit für sich entdeckt. So fliegt der A330 neo bereits mit Einzelteilen aus dem 3D-Drucker (Bild 13), und in diesem Jahr nahm Airbus Helicopters die industrielle Serienproduktion von A350-Teilen auf (Bild 14). Wie man sehen kann, kommen dabei die verschiedensten Drucktechnologien zum Einsatz, bis hin zu EBM. Kennzeichnend für den Einsatz von 3D-Druck-Verfahren vor allem in der Luft- und Raumfahrt sind die geringen benötigten Stückzahlen, die andere Produktionsarten enorm verteuern würden, und die Fähigkeiten des 3D-Drucks, auch sehr komplexe Objekte additiv herzustellen. Das geht heute bereits bis zu höchst belasteten Teilen wie etwa Raketendüsen, wie es die NASA unlängst gezeigt hat. Hier wurde ein spezielles Verfahren, Laser Wire Direct Close-out (LWDC), angewandt, ein von der NASA entwickelter Freiformprozess (basierend auf Energiedraht-Metallabscheidung, Direct Energy Deposition [7]), bei dem das Material aus einem Draht besteht, der im Freiformprozess durch Laser geformt und additiv aufgebaut wird.

Auch im All kann der 3D-Drucker seine Stärken ausspielen. Einmal als „normaler“ Ersatzteilproduzent, wobei die NASA erst 2018 einen Spezialaufbau zur ISS geschickt hat, der gleich anfallendes Grundmaterial, also Plastikabfall, aufbereitet und daraus Objekte herstellt. So heißt das Gerät denn auch „Refabricator“. Ein anderer Drucker kam erst im zweiten Anlauf auf der ISS an, nachdem ein Sojus-Versorgungsflug gescheitert war – ein Bio-Drucker. Der „ZeroG“ genannte Bioprint-Drucker stammt vom Bioprinting-Spezialisten Allevi. Er produziert mit einem biokompatiblen Material (Hydrogel) eine Struktur, die z. B. einen Zellaufbau für organische Implantate, etwa Haut, produziert. Für zukünftige Marsmissionen strebt man dabei noch viel Weitergehendes an, den Druck ganzer Organe. Womit wir zum nächsten spannenden Anwendungsgebiet kommen.

Medizin

Vermutlich ist die (Bio-)Medizin in all ihren Disziplinen einer der 3D-Druck-Anwender mit der größten Bandbreite an Produkten. Quasi fabrikmäßig geht es in der Zahnmedizin zu – hier dürfte es kaum ein Dentallabor mehr ohne spezialisierte 3D-Drucker geben. Dentaltechniker stellen heute alles her, was man sich nur denken kann, von der Titanstruktur, die ebenso das Gerüst für Implantate bei Knochenschwund bilden kann wie Halte- und Fixierstrukturen, bis hin zum kompletten Implantat. Die Industrie hat hierfür Spezialdrucker und biokompatible Spezialmaterialien entwickelt.



Bild 12: Komplexe, hochbelastbare Teile, z. B. für Flugzeuge, entstehen auf überdimensionalen EBM-Maschinen. Foto: Sciaky



Bild 11: Der Light Rider von APWorks zeigt, dass auch komplizierteste Strukturen per 3D-Druck realisierbar sind. Foto: APWorks

Besonders interessant ist hier eine Richtung, die derzeit Forscher an der Medizinischen Hochschule Hannover und der Leibniz-Universität Hannover mit dem „Biologischen Zahnersatz“ einschlagen (allein in Deutschland besteht nach Aussagen der Forscher vor allen aufgrund von Karies und Parodontitis ein Bedarf von 14 Millionen Zähnen jährlich). Sie drucken zunächst Zähne in der genau dem Original entsprechenden Form, wie ein künstliches Implantat also (Bild 15). Danach werden diese Strukturen in einem Bioreaktor als künstliche Gerüstmaterialien eingesetzt, auf denen sich dentale Stammzellen ansiedeln, die dem Patienten zuvor entnommen wurden. So wird zukünftig, gegenüber dem normalen, statisch eingebauten (verschraubten) Implantat, der gesamte Halteapparat des Zahns inklusive der flexiblen, natürlichen Halterung im Kiefer wiederhergestellt. Mit dieser Methode ergeben sich bisher ungeahnte weitere Möglichkeiten, wie der Druck von Halsschlagadern, Knochenersatz, Bandscheiben etc.

Stichwort Knochenersatz – daran arbeiten Medizinforscher ebenso intensiv wie am Zahnersatz. Da-



Bild 13: 3D-gedruckte Teile finden sich heute überall im modernen Flugzeugbau, hier an einem Airbus A330. Foto: Airbus

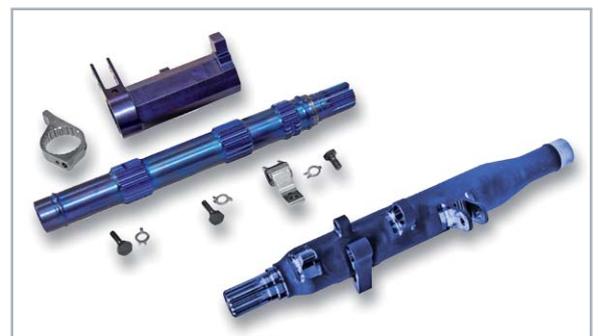


Bild 14: Anfang 2019 lief die Serienfertigung für Airbus-Flugzeug- und Helikopterteile an. Foto: Airbus



Bild 15: Ziel: Der Kunstzahn mit natürlicher Anbindung an den Körper – die Forscher der MHH und der Leibniz-Universität Hannover arbeiten daran. Fotos: MHH-/Leibniz-Universität für wissen.hannover.de



Bild 16: Beispiel für ein Rückenmark-implantat aus porösem Titan mit feinsten Mikro- und Nanostrukturen. Foto: EIT Emerging Implant Technologies



Bild 17: Replika eines Oberschenkelknochens aus Keramik. Foto: Fraunhofer IKTS

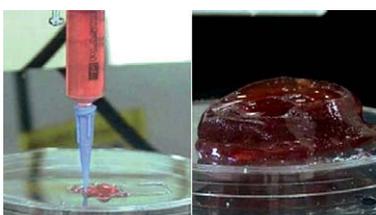


Bild 18: Die Herstellung ganzer Organe und Organteile nimmt immer konkretere Gestalt an. Foto: Morriston Hospital Wales

bei hat der 3D-Druck quasi den ganzen Körper erobert. So hat erst Mitte März 2019 ein Ärzteteam an der Universität von Pretoria [8] ein im 3D-Drucker aus Titan hergestelltes Mittelohr-Implantat eingesetzt und so einem Patienten das Gehör wiederhergestellt.

Einfache Knochenteile und Prothesen sind heute schon Alltagsgeschäft vieler medizinischer und Materialforschungsinstitute und den oft daraus hervorgehenden Start-ups, die die enormen Möglichkeiten dieser Technik sehen. Aus den mittlerweile jahrelangen Erfahrungen mit der Produktion dieser Teile erwachsen heute ganz neue Gebiete, wie eben die schon aufgeführte Verbindung zur Biomedizin und Biochemie. Immer mehr geht die Integration von Implantaten in die Richtung der Verschmelzung mit natürlichen Strukturen, um z. B. auch gezielt Lasten abzubauen und zu verteilen oder das Knochenwachstum anzuregen. So übertragen die Implantate Mikrobewegungen, wie sie im natürlichen Knochen vorkommen, ermöglichen die Strukturanpassung durch eingebaute, flexible Mikrostrukturen. Bild 16 zeigt ein solches Beispiel für ein Rückenmarkimplantat aus porösem Titan mit feinsten Mikro- und Nanostrukturen, das die süddeutsche Firma EIT erst jüngst vorgestellt hat [9].

Andere Forscher arbeiten an Knochenstrukturen, die sich in die körpereigene Knochen-substanz wandeln und somit als eigentlich künstliches Implantat verschwinden sollen. Die Forscher am Fraunhofer Institut IKTS in Dresden haben solch eine, an Schaumstoff erinnernde Struktur entwickelt, die mit einer 3D-gedruckten Knochenhülle umgeben ist. Mit dem ausgewählten 3D-Druckverfahren der Lithografie-basierten keramischen Fertigung (LCM) gelang es, einzelne Röhren, Halbschalen und komplexe knochenähnliche Hüllen zu drucken, und das aus den gleichen Materialien wie die poröse Schaumkeramik (Bild 17). Die am Fraunhofer IKTS entwickelten keramischen Implantate könnten so künftig eine vielversprechende Lösung für die wiederherstellende Chirurgie sein, zum Beispiel bei Knochenkrebspatienten oder im Bereich Mund, Kiefer und Gesicht.

Noch spannender ist eigentlich nur die bereits angeschnittene Fertigung von Geweben und Organen aus biologischen Lösungen und lebenden Zellen, verbunden mit bzw. aufgebaut auf Hydrogel-/Collagen-Strukturen. So gelang es Forschern der Tel Aviv University erst im April 2019, im 3D-Drucker ein künstliches Mini-Herz [10] herzustellen, das im Grunde aus speziell bearbeitetem menschlichem Gewebe und Blutgefäßen des Patienten besteht und so keine Immun-Gegenreaktion auslösen kann. Ein interessantes Gebiet ist die Herstellung von Hautnachbildungen bzw. -geweben (Tissue Engineering) oder von Blutgefäßen, wie es z. B. Forschern der Pohang University of Science and Technology in Südkorea gelang. Auch hier werden in einem mehrstufigen Prozess 3D-Druck und Bioreaktionen verbunden und so nahtlos integrierbare und funktionsfähige Blutgefäße und Hautnachbildungen hergestellt.

Mithilfe von per 3D-Druck hergestellten Basisstrukturen, verbunden mit lebenden Zellen, gelingt es immer öfter, ganze Organteile herzustellen, wie etwa das Ohr-Beispiel in Bild 18 zeigt, das von Forschern des Morriston Hospitals in Wales hergestellt wurde [11]. Bahnbrechend dürfte auch das Vorgehen von Dr. Anthony Atala vom Bostons Children's Hospital sein. Er entnahm einem kranken Patienten ein kleines Stück seiner Blase und baute auf einer 3D-Struktur innerhalb von zwei Monaten ein komplettes neues Organ auf, das anschließend dem Patienten implantiert wurde.

Welch komplexe Strukturen hier schon möglich sind, zeigt das künstlich gedruckte, mehrfach verzweigte Blutgefäß, das am Fraunhofer ILT in Aachen entstand. Die Kombination von Stereolithografie und Multiphotonen-Polymerisation macht es möglich: Wissenschaftler des Fraunhofer-Instituts ILT entwickelten eine Maschine für hochpräzise, wirtschaftliche 3D-Aufbautechniken, die beide Verfahren nutzt. Längst gibt es auch Spezialhersteller für Bio-3D-Drucker wie etwa Allevi (Bild 19), die sowohl genau auf ihre

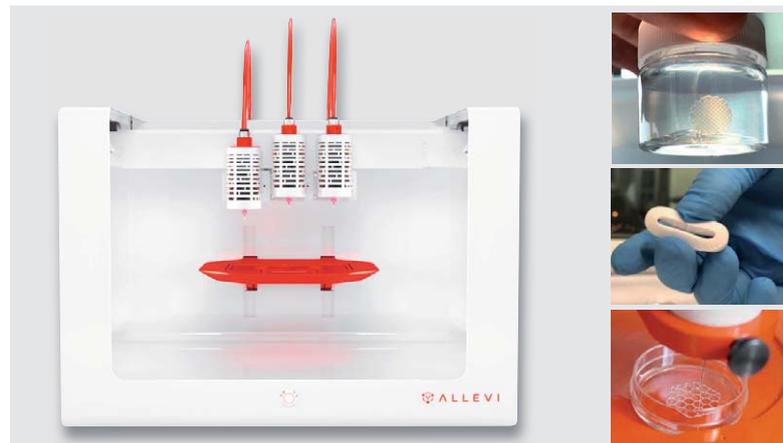


Bild 19: Allevi stellt eine ganze Serie von Bioprint-Druckern sowie zahlreiche Aufbau- und Zusatzmaterialien zur Verfügung. Foto: Allevi



Aufgabe zugeschnittene Drucker als auch Materialien anbieten, um den Medizinern das Werkzeug für ihre Vorhaben an die Hand zu geben.

Nanotechnik

Es gibt noch zahlreiche weitere Einsatzgebiete für 3D-Drucker, so z. B. im Nahrungsmittelbereich. Ein interessantes Gebiet betreten die Techniker und Forscher aber auch mit dem Einsatz in der Nanotechnik, die natürlich thematisch eng mit der Medizintechnik verbunden ist. Eine gewichtige Rolle spielt hier die deutsche Firma Nanoscribe [12], die sich mit ihren Druckern, insbesondere dem aktuellen „Photonic Professional GT2“, auf dem Gebiet des Nano-Drucks einen Namen gemacht hat. Dessen Anwender realisieren mit dieser Maschine komplexe und maßgeschneiderte 3D-Mikro-Werkzeuge, -Sensoren, und -Maschinen. Bild 20 zeigt einige der Möglichkeiten dieses 3D-Druckers, der mit einer breiten Palette von Materialien wie Fotolacken, Hydrogelen und individuellen Materialien umgehen kann. Mit dieser Vielfalt können unterschiedlichste Bauteile und Strukturen gedruckt werden – für Mikrooptik, Photonik, Bioengineering oder für mikroelektromechanische Systeme (MEMS).

Das Arbeitsprinzip dieses Druckers basiert auf der Kombination verschiedener Prozesse, bei der fotosensitive Materialien durch hochpräzise Laserstrahlung polymerisiert werden. Im Unterschied zu anderen Verfahren ist hier im FBMS-Prozess der Laser fest und mit einem hochgenau eingestellten Fokus positioniert, bewegt wird das Substrat, und zwar mit einer hochpräzisen Positioniereinheit. Beim „Moving-beam fixed-substrate“-Verfahren (MBFS) dagegen wird der Laserfokus in der Ebene des Substrats durch Galvanospiegel abgelenkt und die vertikale Substratbewegung durch Piezoaktuatoren gesteuert. Durch diesen Lage-für-Lage-Strukturierungsprozess werden sehr hohe Fertigungsgeschwindigkeiten ermöglicht.

Nicht nur bei den fotosensitiven Verfahren, auch bei den Sinterverfahren ist die Mikro- und Nanotechnik längst vom 3D-Drucker besetzt. Hochfeste Teile in höchster Präzision sind hier das Ergebnis. Aus Deutschland macht zum Beispiel die Firma 3D MicroPrint aus Chemnitz [13] von sich reden. Sie beherrscht mit ihren Maschinen den Micro-Laser-Sinter-Prozess, der im Grundsatz genauso abläuft, wie in Bild 5 zu sehen, so perfekt, dass z. B. sogar saubere Mikrokanäle in Minisonden realisierbar sind, wie es in den Anwendungen in Bild 21 zu sehen ist.

Diese Aufstellung von aktuellen Anwendungen des 3D-Drucks kann nicht vollständig sein. Sie zeigt aber, wie weit dieses additive Fertigungsverfahren in unser tägliches Leben eingegangen ist und welches Potenzial noch in dieser Technik steckt. **ELV**

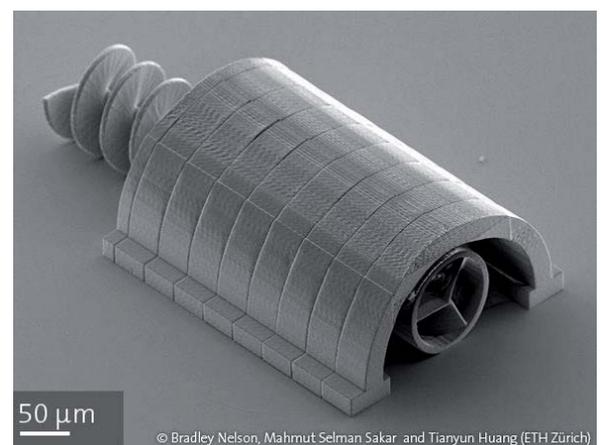
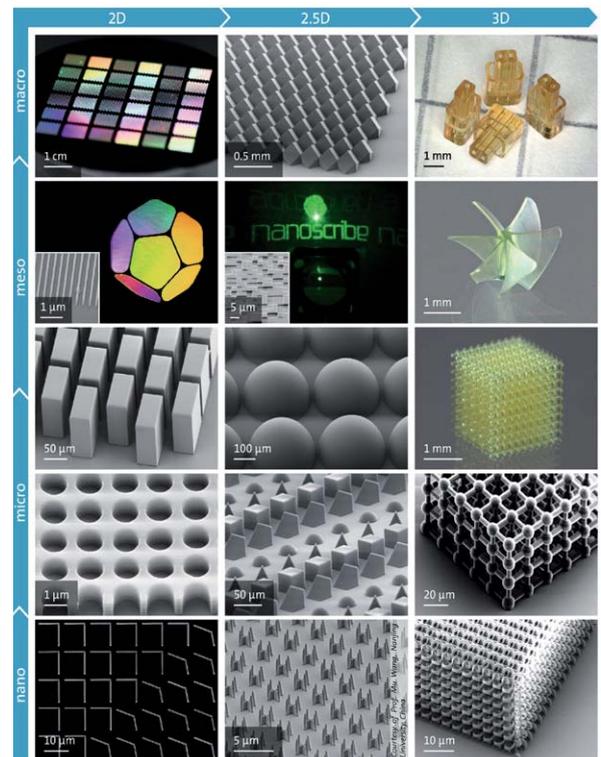


Bild 20: Spezialist für die additive Produktion von Mikro- und Nanostrukturen – der Photonic Professional GT2 von Nanoscribe. Unten eine Mikromaschine, die an der ETH Zürich mit dieser Maschine hergestellt wurde. Foto: Nanoscribe GmbH/ETH Zürich



Weitere Infos:

- [1] www.elv.de: Webcode #10252
- [2] www.reprap.org/wiki/RepRap
- [3] www.elv.de: Webcode #10252
- [4] www.arburg.com/de/
- [5] www.mataerial.com
- [6] www.iconbuild.com
- [7] www.lboro.ac.uk/research/amrg/about/the7categoriesofadditivemanufacturing/directedenergydeposition/
- [8] www.up.ac.za/news/post_2750323-up-academic-pioneers-worlds-first-middle-ear-transplant-using-3d-printed-bones
- [9] www.eit-spine.de
- [10] https://english.tau.ac.il/news/printed_heart
- [11] www.wales.nhs.uk/sitesplus/863/news/39869
- [12] www.nanoscribe.de
- [13] www.3dmicropoint.com



Bild 21: Mit der Beherrschung des Micro-Laser-Sinter-Prozesses sind auch im Sinterbereich mikrofeine Strukturen realisierbar. Foto: 3D MicroPrint



Additive Fertigungsverfahren – die wichtigsten Verfahren in der Übersicht

Beschreibung	Materialien	Maschinen	Produkte
1. Schmelzsichten: Fused Filament Fabrication (FFF) bzw. Fused Deposition Modelling (FDM)			
<p>Schmelzbare Materialien (Filament/Sticks) werden einem Extruder zugeführt, in dem sie bis zum Schmelzen erhitzt und durch eine Düse ausgegeben werden. Auf einer Druckplattform wird das Material Schicht für Schicht aufeinandergelegt. Die Schichten werden durch die Wärme miteinander verschmolzen. Anschließend erfolgt selektives Abkühlen, um die Formstabilität zu gewährleisten. Das Erzeugen von Hohlräumen und Überhängen kann durch Stützmaterialien unterstützt werden. Die Haftung des Druckobjekts kann durch eine heizbare Druckplattform oder Spezialmaterialien für die Druckplattform, z. B. BuildTak/Durable Build, bzw. Beschichtungen (Haft-/Sprühkleber, PET-, BlueTape-, Kapton-/Polyamid-Klebeband) verbessert werden.</p>	<p>PLA, ABS, ASA, NYLON, PC, PP, PETG/PET, PVA, HIPS</p> <p>Je nach Maschine weitere Materialien wie Lebensmittel, Holz (Holzmehl-/Harz), Ton, Gips, Beton sowie Hybridmaterialien wie leitfähige, magnetisierbare ESD- und Mehrmaterialmischungen, z. B. mit Beimengungen von Metall oder Kohlefaserzusatz, bedruckbare und reflektierende Materialien verarbeitbar</p>	<p>FFF-/FDM-Drucker mit einem oder mehreren Extrudern/ Druckköpfen. Bei mehreren Druckköpfen sind Stützmaterialien mit verarbeitbar, auch Mehrfarbdruck und Mischung mehrerer Materialien sind möglich. Bei einigen Spezialfilamenten wie z. B. Kohlefaser sind gehärtete Düsen/Extruder notwendig. Drucktemperaturen je nach Material 180–250 °C</p>	 <p><i>Ultimaker 3 Bestell-Nr. 12 74 41</i></p>
2. Stereolithografie: SLA/DLP			
<p>Die erste und älteste 3D-Druck-Technologie. In einem Vorratsbehälter befindet sich flüssiges, lichtempfindliches Harz, das von einem bewegten Laserstrahl (schichtweise) oder einem DLP-Projektor bzw. Beamer (Fertigung schichtweise oder in einem Stück) belichtet und so ausgehärtet wird. Die fertige Schicht wird in den Tank hineingezogen, sodass die nächste Schicht belichtet werden kann. Am Schluss wird das Objekt aus dem Behälter mit flüssigem Harz entfernt und je nach System nachbelichtet bis zum kompletten Aushärten. Besonders für hochwertige, glatte und sehr fein strukturierte Oberflächen geeignet.</p>	<p>Flüssiges Kunstharz/Resin</p>	<p>SLA-Drucker für schichtweises Drucken mit Laser DLP-Drucker für schichtweises Drucken mit „Digital Light Processing (DLP)“-Projektor DPP-Drucker für selektives Härten von tageslichtempfindlichen Harzen mithilfe eines LCD-Bildschirms. DPP = Daylight Polymer Printing</p>	 <p><i>Formlabs Form 2 Bestell-Nr. 12 22 68</i></p>
3. Multi Jet Modelling: MJM/MJP/Polyjet			
<p>Hier werden über Druckkopfdüsen flüssige fotoempfindliche Materialien wie Polymere, Kunstharze oder Wachs ausgegeben und sofort durch UV-Licht verfestigt. Dies erfolgt Schicht für Schicht. Verschiedene Materialien durch Multidüsen-Anordnungen gleichzeitig verarbeitbar. Beim HP-Verfahren „Multi-/HP Jet Fusion“ werden die zu verfestigenden bzw. später zu entfernenden Bereiche einer dünnen Pulverschicht durch aufgetragene Agents festgelegt und anschließend durch Temperatur gehärtet. Für Objekte mit sehr hochwertigen Oberflächen und feinsten Strukturen.</p>	<p>Fotoempfindliche Materialien, Photo-Polymere, Wachse, Pulver (PA12)/Agents</p>	<p>MJP-Drucker für Photo-Polymer oder Wachs MJJ-Drucker für PA12-Pulver und Agents</p>	 <p><i>Poly-Jet-Drucker HP Jet Fusion 580 Color Bild: HP Inc.</i></p>
4. Pulverdruck: 3DP			
<p>Auf eine dünne Pulverschicht wird mit Düsen eine Klebeschicht in den Formen des Druckobjekts aufgetragen, dann die nächste Pulverschicht, die nächste Kleberschicht usw. Zum Schluss wird überschüssiges Pulver entfernt und ggf. nachgehärtet. Für dichte, robuste und filigrane Objekte. Mehrfarbfähig durch unterschiedlich gefärbte Kleber.</p>	<p>Kunststoff- und Metallpulver, Keramikpulver, Glas, Polymergeps</p>	<p>3DP-Drucker für Pulverdruck</p>	 <p><i>3DP-Drucker Metal X Bild: Markforged</i></p>
5. Selektives Laser-Sintern/Laser Melting: SLS/SLM			
<p>Jeweils eine dünne Pulverschicht wird mit einem beweglichen Laserstrahl in den Objektkonturen unter Schutzgas verschmolzen, die Plattform dann abgesenkt, die nächste Pulverschicht aufgetragen, wieder verschmolzen usw. Zum Schluss wird überschüssiges Pulver entfernt.</p>	<p>Kunststoff-Pulver Polyamid (z. B. PA12), für bestimmte Eigenschaften mit Zusatzstoffen wie Glasfaser, Aluminium oder Karbon versehen, Elastomere für flexible Objekte, Metallpulver, Keramikpulver</p>	<p>SLS-Pulverdrucker</p>	 <p><i>SLS-Drucker Sintratec Kit Bild: Sintratec AG</i></p>
6. Electron Beam Melting: EBM/DED			
<p>EBM ähnelt in der Grundform dem SLS-Verfahren, hier schmilzt jedoch ein in der Ablenkung variabler Elektronenstrahl das Pulver unter Vakuum. Der Vorteil des Verfahrens ist die Möglichkeit, hochdichte Metallteile schnell und ohne thermischen Verzug zu fertigen. Hier werden allerdings gegenüber SLS Stützstrukturen benötigt, die Nachbearbeitung erfordern. Bei DED wird ein Materialdraht oder ein Pulver durch Laser- oder Plasmaschweißen für den Objektaufbau eingesetzt.</p>	<p>EBM: Standard-Metallpulver DED: Materialdraht oder Metallpulver</p>	<p>EBM-Drucker DED-Drucker</p>	 <p><i>DED-Drucker BeAM Magic 800, Bild: BeAM</i></p>



3D-Druckmaterialien für FFF/FDM-Druck

Material	Eigenschaften	Verarbeitung	Sonstiges, Lagerung
ABS	Formstabil, elastisch, schlagzäh, stoßfest, hohe Oberflächenhärte, temperaturbeständig, elektrisch leitende Versionen verfügbar. Spezialfilamente mit Metall- und Holzoptik, nachleuchtend, farbwechselnd, leitfähig verfügbar	Schmelztemperatur: 220–250 °C Erfordert beheizbare Druckplatteform (80–100 °C) Kühlung abschalten Oberfläche kann mit Aceton geglättet werden	Starke Geruchsemission – auf ausreichende Lüftung achten! Neigt zum Verzug (Warping) und Schrumpfen, geschlossener Bauraum empfohlen Luftdicht, möglichst vakuumverpackt lagern
ASA	Ähnlich wie ABS, jedoch langzeitbeständiger gegen UV-Strahlung	Schmelztemperatur: 220–250 °C Kühlung abschalten Erfordert beheizbare Druckplatteform (80–100°C)	Starke Geruchsemission – auf ausreichende Lüftung achten! Styrolhaltig – giftige Abgase beim Erhitzen! Neigt zum Verzug (Warping), geschlossener Bauraum empfohlen Luftdicht, möglichst vakuumverpackt lagern
Flüssigharz	Epoxidharz/Resin für SLA-Drucker, in verschiedenen Zusammensetzungen (gefärbt, farblos, flexibel) verfügbar, UV-empfindlich, spröde	Aushärtung mit Laser-/UV-Licht Gedrucktes Objekt muss u. U. mit Isopropylalkohol ausgewaschen werden Gegen schnelle Alterung mit UV-Schutzlack behandeln	Mit Farbpigmenten versetzbar, kühl und dunkel lagern
Gemische	Materialgemische, meist von PLA/ABS mit Materialien, die eine besondere Farbgebung bzw. besondere Eigenschaften haben Beispiele: Glow in the Dark: leuchtet im Dunkeln nach Wood/Laywood: mit Holzmehl gefüllt, Holzoptik Stone: mit Steinmehl gefüllt, Steinoptik Carbon: mit Kohlefasern gefüllt, hohe Längsbelastung Metal: mit Metallpulver gefüllt Conductive: stromleitend	Schmelztemperatur: 180–235 °C, für die Verarbeitung Hinweise der Hersteller beachten	Stark herstellerspezifische Eigenschaften
HIPS	High Impact Polystyrene, lösliches Stütz-/Supportmaterial, auch nach dem Druck stabil und stoßfest, lebensmittelecht, gut mit ABS kombinierbar	Schmelztemperatur: 220–235 °C mit Limonenextrakt-Lösung herauswaschbar	Starke Geruchsemission – auf ausreichende Lüftung achten! Geschlossener Bauraum empfohlen Luftdicht, möglichst vakuumverpackt lagern
Nylon	Hart, zäh, bruchfest und hoch abriebfest, chemikalienbeständig, hervorragende Schichtenhaftung	Schmelztemperatur: je nach Hersteller 220–260 °C Neigt je nach Typ zum Ablösen, deshalb mit erhöhter Heizbetttemperatur (90 °C) drucken, ggf. Kühlung abschalten Raue Oberfläche, muss geglättet werden	Stark hygroskopisch – luftdicht, möglichst vakuumverpackt lagern
PC	Polycarbonat, hoch widerstandsfähig, hoch temperaturbeständig	Schmelztemperatur: 260–310 °C Erfordert beheizbare Druckplatteform (80–110 °C)	Stark hygroskopisch – luftdicht, möglichst vakuumverpackt lagern
PETG/PET	Polyethylen-Terephthalat/Glykol, klare Optik, lebensmittelecht, hoch belastbar, hydrophob, flexibel, schlagzäh, chemikalienbeständig, geringes Warping (Verzug), lebensmittelecht	Schmelztemperatur: 220–235 °C ohne Druckbettheizung verarbeitbar, mit Heizung (60–80 °C) sehr gute Haftung	Je nach Fabrikat kann PETG beim Abkühlen leicht schrumpfen
PLA/PHA	Poly lactide, umweltfreundlich, biologisch abbaubar (Basis: Milchsäure), einfach handhabbar, geringes Warping (Verzug). Spezialfilamente mit Metall- und Holzoptik, nachleuchtend, farbwechselnd, leitfähig verfügbar PHA wird oft als Zusatz zu PLA beigemischt, um eine erhöhte Widerstandsfähigkeit gegen UV-Strahlung zu erreichen	Schmelztemperatur: 180–210 °C Ohne Druckbettheizung verarbeitbar	Geringe Geruchsemission Hygroskopisch (luftdicht mit Trockenmittel lagern)
PP	Polypropylen, leicht, thermisch-chemisch stabil, lebensmittelecht, ermüdungsfest gegen Verformung, mechanisch stabil auch bei dünnen Objekten, langlebig, hohe Zähigkeit	Schmelztemperatur: 200–240 °C Beheizbare Druckplatteform (80–90 °C) empfohlen Bei Überhängen Stützmaterial erforderlich	Je nach Fabrikat Spülmaschinen- und Mikrowellenfest Zum Einstieg spezielle Druck-Kits empfehlenswert, da PP eine geringe Schichtenhaftung hat und stark zum Verzug/Warping neigt
PVA	Polyvinyl-Alkohol, wasserlösliches Stützmaterial, nach dem Druck mit Wasser herauswaschbar	Schmelztemperatur: 180–210 °C, ohne Druckbettheizung verarbeitbar	Hygroskopisch (mit Trockenmittel luftdicht, besser im Vakuum lagern)



Dialog

Experten antworten

Sie suchen Beratung oder haben Fragen zu Ihrem ELV Projekt? Wir helfen bei Ihrem Vorhaben. Jeden Tag beantworten wir Hunderte von Fragen per E-Mail oder Telefon. Dieses Wissen stellen wir Ihnen im Internet zur Verfügung. Die wichtigsten Fragen zum Produkt finden Sie im ELV Shop direkt beim Artikel. Mittlerweile ist so eine umfassende Datenbank entstanden.

Nützliche HomeMatic Tipps

Wir zeigen Ihnen, wie sich bestimmte Aufgabenstellungen im HomeMatic System lösen lassen. Die beschriebenen Lösungsmöglichkeiten sollen insbesondere HomeMatic Einsteigern helfen, die Einsatz- und Programmiermöglichkeiten von HomeMatic besser bzw. optimaler nutzen zu können.

Webcode #10020 im Suchfeld eingeben



Gerne können Sie auch das ELV Technik-Netzwerk nutzen, um sich mit anderen Technikbegeisterten über Ihre Anliegen auszutauschen.

www.netzwerk.elv.de

Technische Fragen?

Sie erreichen uns in der Zeit von Montag bis Freitag von 9:00 bis 18:00 Uhr. Halten Sie bitte Ihre ELV Kundennummer (wenn vorhanden) bereit.

Tel.: 0491/6008-245

E-Mail: technik@elv.de



Frage von Herrn Helt zum Ausschalttimer AT2 (Bestell-Nr. 06 10 58):

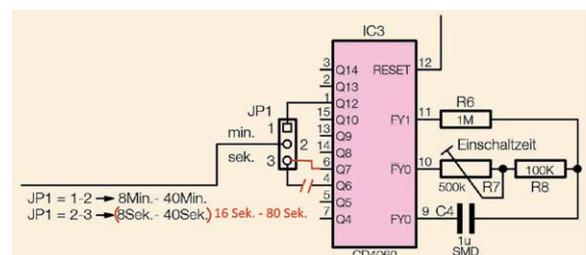
Der Timer kann auf die Zeitbereiche 8 Sekunden bis 40 Sekunden sowie 8 Minuten bis 40 Minuten eingestellt werden. Ich benötige jedoch eine Zeitspanne von einer Minute. Was kann an der Schaltung verändert werden, sodass eine Zeitspanne von einer Minute eingestellt werden kann?

Antwort von ELV: Der Timer wird über einen Oszillator (IC3) getaktet. Die Taktfrequenz wird bestimmt durch die Bauelemente R7, R8 und C4 und errechnet sich aus der Formel

$$f = 1 / (2,2 \times (R7 + R8) \times C4)$$

Über R7 lässt sich eine Frequenz zwischen 0,76 Hz und 4,55 Hz einstellen. Die so eingestellte Taktfrequenz steht am Ausgang Q6 (Pin 4) geteilt durch 64 und am Ausgang Q12 (Pin 1) geteilt durch 4096 zur Verfügung. Durch die Wahl des Ausgangs bestimmen Sie die verfügbare Zeitspanne (8 bis 40 Sekunden bzw. 8 bis 40 Minuten).

Der von Ihnen gewünschte Zeitbereich kann durch die Wahl des Ausgangs Q7 (Pin 6) erreicht werden. Am Ausgang Q7 steht die Taktfrequenz geteilt durch 128 zur Verfügung (die halbe Taktfrequenz des Ausgangs Q6, mit der eine Zeitspanne von 8 bis 40 Sekunden eingestellt werden kann), sodass ein Zeitbereich zwischen 16 und 80 Sekunden eingestellt werden kann.





Frage von Herrn Schmidt zur Homematic Zentrale CCU3 (Bestell-Nr. 15 19 65):

Zeitmodul in der Programmierung der CCU3, Thema Serienmuster: Bei „wöchentlich“ kann ich eine Gruppe von Wochentagen auswählen, für die die Zeitfestlegung zutreffen soll. Genau das gleiche Verhalten hatte ich jetzt auch vom Muster „jährlich“ erwartet, also dass ich sagen kann, das gilt für den Zeitraum von März bis Oktober. Doch dieses Muster ist ganz anders aufgebaut und wenig zweckdienlich, da nur ein einzelner Tag des Jahres auswählbar ist. Warum kann ich hier nicht analog zu Muster „wöchentlich“ Monate auswählen? Wie sonst kann ich eine Zeitbedingung „von März bis Oktober“ realisieren?

Antwort von ELV: Die von Ihnen gewünschte Zeitbedingung von März bis Oktober lässt sich innerhalb eines Zeitmoduls auf direktem Wege nicht programmieren. Eine mögliche Lösung ist die Verwendung einer Systemvariablen des Variablentyps „Logikwert“. Erstellen Sie unter dem WebUI-Menü „Einstellungen – Systemvariable – Neu“ eine solche Variable, der Sie z. B. den Namen „Sommerhalbjahr“ geben.

Erstellen Sie anschließend ein Programm gemäß dem Beispiel rechts.

Name	Beschreibung	Variablentyp	Werte	Maßeinheit	Kanalzuordnung
Sommerhalbjahr		Logikwert	Wertebezeichnung: wahr = <input type="text" value="ist wahr"/> falsch = <input type="text" value="ist falsch"/>		<input checked="" type="radio"/> ohne <input type="radio"/> mit Kanalauswahl

Bedingung: Wenn...

Zeitsteuerung zu Zeitpunkten auslösen

UND

ODER

Aktivität: Dann... Vor dem Ausführen alle laufenden Verzögerungen für diese Aktivitäten beenden (z.B. Retriggern).

Systemzustand sofort

Bedingung: Sonst, wenn...

Zeitsteuerung zu Zeitpunkten auslösen

UND

ODER

Aktivität: Dann... Vor dem Ausführen alle laufenden Verzögerungen für diese Aktivitäten beenden (z.B. Retriggern).

Systemzustand sofort

Aktivität: Sonst... Vor dem Ausführen alle laufenden Verzögerungen für diese Aktivitäten beenden (z.B. Retriggern).

Zeitmodul einstellen

Wir empfehlen bei der Benutzung des Zeitmoduls, keine Zeitabstände kleiner 15 Min. zu verwenden. So ist sichergestellt, dass alle konfigurierten Programme zuverlässig ausgeführt werden können.

Zeit

Zeitspanne Zeitpunkt

Beginn: 13:41 Ende: 14:11

Ganztäglich

Astrofunktion tagsüber

Astrofunktion nachts

Zeitpunkt: 00:00

Serienmuster

Einmalig Jeden 1 März

Zeitintervall Am ersten Montag im Januar

Täglich

Wöchentlich

Monatlich

Jährlich

Gültigkeitsdauer

Beginn 15.01.2019

Kein Enddatum

Endet nach Terminen

Endet am

Zeitmodul einstellen

Wir empfehlen bei der Benutzung des Zeitmoduls, keine Zeitabstände kleiner 15 Min. zu verwenden. So ist sichergestellt, dass alle konfigurierten Programme zuverlässig ausgeführt werden können.

Zeit

Zeitspanne Zeitpunkt

Beginn: 13:41 Ende: 14:11

Ganztäglich

Astrofunktion tagsüber

Astrofunktion nachts

Zeitpunkt: 00:00

Serienmuster

Einmalig Jeden 1 Oktober

Zeitintervall Am ersten Montag im Januar

Täglich

Wöchentlich

Monatlich

Jährlich

Gültigkeitsdauer

Beginn 15.01.2019

Kein Enddatum

Endet nach Terminen

Endet am

Das Programm wird über ein Zeitmodul am 1. März um 0:00 Uhr eines jeden Jahres sowie am 1. Oktober um 0:00 Uhr eines jeden Jahres gestartet und setzt die Systemvariable „Sommerhalbjahr“ auf den Zustand „wahr“ (am 1. März) oder „falsch“ (am 1. Oktober).

Die Systemvariable lässt sich dann in anderen Programmen verwenden. Die Variable wird in den Programmen innerhalb der „Bedingung: Wenn ...“ z. B. geprüft auf den Zustand „wahr“, sodass das Programm nur im Sommerhalbjahr ausgeführt wird.

Hierzu nebenstehendes Beispiel.

Bedingung: Wenn...

Zeitsteuerung zu Zeitpunkten auslösen

UND

Systemzustand bei bei Änderung auslösen

ODER

Aktivität: Dann... Vor dem Ausführen alle laufenden Verzögerungen für diese Aktivitäten beenden (z.B. Retriggern).

Geräteauswahl sofort

Aktivität: Sonst... Vor dem Ausführen alle laufenden Verzögerungen für diese Aktivitäten beenden (z.B. Retriggern).

Geräteauswahl sofort



Künstliche Intelligenz und neuromorphe Chips

Wo steht die Technik – wie sieht die Zukunft aus?

Der Mensch ist das Vorbild für die nächste Generation intelligenter Mikroschaltkreise – neuromorphe Chips, die nach dem Vorbild von natürlichen Nervennetzen gebaut werden. Wie weit der Stand auf diesem Gebiet der Technologie ist, wie sie funktionieren und wozu sie eingesetzt werden, erfahren Sie in diesem Teil unserer Serie zur Künstlichen Intelligenz.





Die Familie der zentralen Computerbauelemente hat in den letzten Jahren eine interessante Erweiterung erfahren. Neben CPU (Central Processing Unit) und GPU (Graphics Processing Unit) finden NPUs (Neuromorphic Processing Units) immer mehr Beachtung. Die neuartigen Komponenten werden auch als neuromorphe, neurosynaptische oder neuronale Prozessoren bezeichnet. Diese Chipvariante soll die verschiedensten Anwendungen der künstlichen Intelligenz unterstützen. Bislang sind die Haupteinsatzgebiete vor allem in der Mustererkennung zu finden. Die Prozessoren erlauben es, bestimmte Datenstrukturen oder -merkmale mit hoher Geschwindigkeit zu erfassen. Die Analyse großer Datenmengen, sogenannte Big-Data-Anwendungen, werden durch die neue Technologie in bis dato undenkbarer Geschwindigkeitsbereiche katapultiert.

Das Interesse an den neuen Chips ist exorbitant. Viele Aufgaben, etwa autonom gesteuerte Fahrzeuge, Schiffe, Drohnen und Flugzeuge oder Sprach- und Mustererkennung können nur mithilfe der neuen Technologie effizient gelöst werden. Die klassischen Rechner mit Von-Neumann-Architektur und rein sequenzieller Datenverarbeitung stoßen hier rasch an ihre Grenzen. Das gilt insbesondere für den mobilen Einsatz. Aber auch in Rechenzentren wird man nicht ohne neuromorphe Chips auskommen. Wenn Sprachassistenten wie Alexa oder Siri, Applikationen wie Bilderkennung, intelligentes Marketing, maschinengestützte Verkaufsförderung usw. immer intensiver genutzt werden, sind herkömmliche Serverfarmen rasch überfordert. Ein erster Schritt in Richtung der neuromorphen Rechnerstrukturen war das „distributed computing“ d. h. das aktive Zusammenschalten mehrerer CPUs (Bild 1). Erhält jede CPU auch noch einen eigenen Speicher und eigene Eingabe-/Ausgabeeinheiten (I/Os), hat man bereits eine Struktur vor sich, die zumindest als „neuronales“ Netz genutzt werden könnte. Ursprünglich wurden diese hochparallelen Rechnersysteme allerdings lediglich konstruiert, um die Rechenleistung entsprechend zu vervielfachen. Von selbstlernenden Systemen war man noch weit entfernt.

Allerdings entwarfen Computer-Pioniere bereits während des Zweiten Weltkriegs erste Konzepte für selbstlernende Rechner. Die ersten echten Anwendungen der künstlichen Intelligenz wurden dann in den 1980er-Jahren entwickelt. Zunächst wurden vergleichsweise einfache neuronale Netze auf klassischen Computern implementiert. Sie kamen damals hauptsächlich in rein wissenschaftlichen Bereichen zum Einsatz.

Das grundsätzlich neuartige an dieser Methode war dabei, dass nun einfachere Aufgaben gelöst werden konnten, ohne dass ein spezielles Programm erstellt werden musste. Die Netze wurden mit umfangreichen Datensätzen trainiert und konnten im Anschluss chemische Analysen ausführen oder astrophysikalische Messwerte interpretieren und korrekt einordnen. Im Verlauf dieser Forschungen wurde rasch erkannt, dass neuronale Strukturen besonders gut für die Bilderkennung geeignet sind. Hier dienen die einzelnen Pixel eines digitalen Bilds als Eingabedaten. In der

Folge wurde dieser Teilbereich der künstlichen Intelligenz besonders intensiv untersucht.

Wie bereits im letzten Artikel dargelegt, sind neuronale Netze letztlich nur ein einfaches Modell für die Vorgänge im menschlichen Gehirn. Sie bestehen aus Eingabeneuronen, einer oder mehreren „verborgenen“ mittleren Schichten (Hidden Layer) und Ausgabeneuronen. Je mehr Ebenen zwischen Ein- und Ausgabe liegen, desto höher ist die mit dem jeweiligen Netz erreichbare Präzision. Allerdings steigt auch der Rechenaufwand mit der Anzahl der künstlichen Neuronen bzw. der Anzahl der Schichten stark an. Aus diesem Grund konnten umfangreichere neuronale Netze zunächst nur in einem akademischen Umfeld realisiert werden, in welchem ausreichend Computer-Ressourcen zur Verfügung standen. Die ersten leistungsfähigen softwarebasierten Neuronetze erforderten noch Supercomputer für ihren Einsatz. Insbesondere die Trainingsphasen waren mit einem extrem hohen Rechenaufwand verbunden und benötigten oft stunden- oder sogar tagelange Rechenzeiten.

Bei einfachen Aufgaben in der Mess- und Regeltechnik konnten sich die neuen Software-Netze auf preiswerten CPUs nicht gegen konventionelle Algorithmen durchsetzen. Bei schwierigen Aufgaben wurden die Anforderungen an die Hardware zu hoch. „Tiefe“ neuronale Netze mit vielen hintereinandergeschalteten Neuronen erforderten so viel Rechenleistung, dass diese Lösungen wirtschaftlich unattraktiv blieben.

Neuromorphe Chips

Die damaligen Rechner arbeiteten wie alle Von-Neumann-Rechner sequenziell und trennten strikt zwischen Datenverarbeitung und Speicher. Derartige Systeme bestehen hauptsächlich aus zwei Komponenten: einer CPU, die Daten verarbeitet, und einem Arbeitsspeicher (RAM), welcher die Daten speichert. Die CPU holt zunächst ihre Befehle aus dem Speicher und dann die Daten, die zur Ausführung erforderlich sind. Sobald der Befehl ausgeführt wurde, wird das Ergebnis in den Speicher zurückgesendet, und der nächste Arbeitszyklus beginnt.

In Rechnern dieser Bauart enthält ein gemeinsamer Speicher sowohl Programmbefehle als auch Daten, die von einem einzelnen Prozessor verarbeitet werden. Diese Struktur ist gut geeignet, um Zahlen zu verarbeiten und präzise, klassische Computerprogramme auszuführen. Für die Bilderkennung ist sie jedoch keineswegs optimal. Es ist bezeichnend, dass klassische Rechnerstrukturen mehrere Tausend Prozessorkerne be-

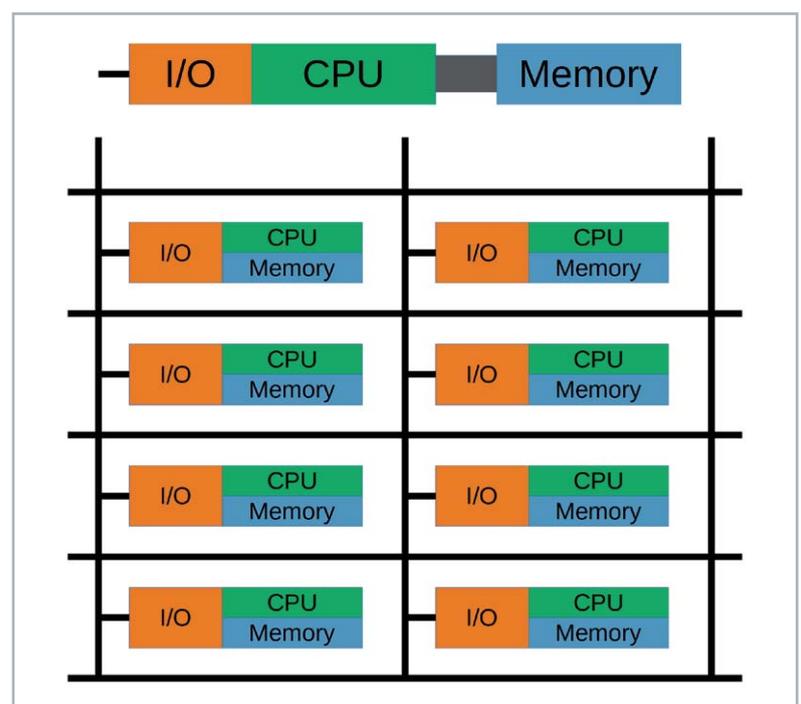


Bild 1: Vergleich Von-Neumann-Architektur und Distributed Computing

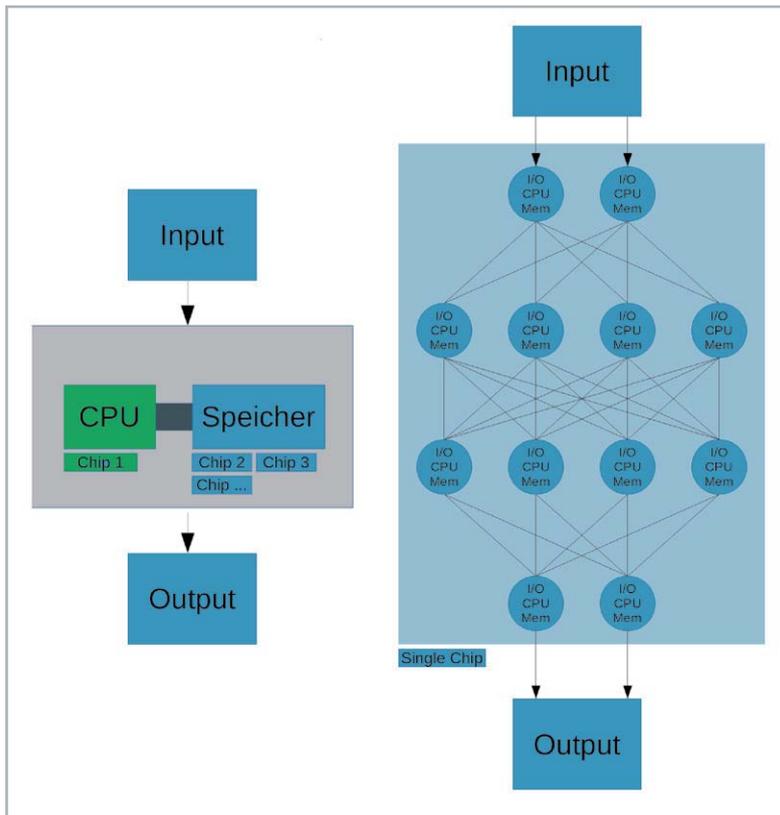


Bild 2: Klassische Rechnerstruktur und neuromorpher Chip

nötigen um Katzen in Videos zu erkennen – eine Fähigkeit, die jedes Kleinkind beherrscht.

Im Gehirn dagegen ist die Speicherung und Verarbeitung von Informationen in eine untrennbare Einheit zusammengefasst. Zudem sind beide Funktionen räumlich eng benachbart und pflegen eine intensive Kommunikation. Auf dieser Erkenntnis aufbauend begann eine neue Generation von Forschern ab dem Jahr 2000, leistungsfähige Rechner-technik zu nutzen und neue Wege einzuschlagen. Mangels Alternativen wurden für erste Anwendungen Hochleistungs-Grafikprozessoren verwendet, um neuronale Netze beispielsweise zur Muster- und Spracherkennung zu optimieren. Die Netze lernten dabei aus unzähligen Beispielen, um die erforderlichen Regeln abzuleiten, welche sie dann in der aktiven Phase anwenden sollten. Die dafür notwendigen umfangreichen Datensätze waren in den 1980er-Jahren nicht verfügbar gewesen, da das Internet noch in den Kinderschuhen steckte. Heute dagegen stehen dank Google, YouTube, Facebook oder Instagram unfassbare Datenmengen zur Verfügung, die dank entsprechender Nutzungslizenzen von den Konzernen ausgiebigst verwertet werden können.

Nach ersten Erfolgen begann man damit, auch in der Hardwaretechnik neue Wege zu beschreiten. Das Ziel war, neue Bauelemente zu entwickeln, die dem menschlichen Gehirn so weit wie möglich entsprechen. Insbesondere die Fähigkeit zu „lernen“ sollte bereits auf Hardwareebene umgesetzt werden. Die neuartigen Chips ersetzen prinzipiell biologische Hirnstrukturen durch chip-interne Architekturen. Die entsprechenden Bauelemente verfügen nach einer Lernphase über völlig neue Fähigkeiten und Eigenschaften. Damit war das Konzept der neuromorphen Chips geboren (Bild 2).

Einer der ersten großtechnisch gefertigten neuromorphen Komponenten ohne Von-Neumann-Architektur wurde von IBM entwickelt. Etwas später gelang es, die für effizientes Lernen wichtige sogenannte Backpropagation zu implementieren. Voraussetzung dafür war wieder der Zugriff auf umfangreiche Datenmengen. Der Backpropagation-Algorithmus sorgt dafür, dass die Gewichtungen innerhalb der neuromorphen Verbindungen so justiert werden, dass immer bessere Ergebnisse erzielt

werden. Mit jedem weiteren Schritt nähern sich die Ausgaben damit den korrekten Werten an. Der Chip ist also in der Lage, bestimmte Zusammenhänge zu „lernen“.

Die neuromorphen Chips eignen sich besonders gut, um sensorische Daten wie Bilder oder Sprache zu verarbeiten. Die Technologie ist vergleichsweise problemlos in klassische Siliziumchips integrierbar. Nach Abschluss des „Trainings“ können die Chips auch ohne vorherige spezielle Programmierung auf Daten korrekt reagieren. Sie haben daher das Potenzial, die Fortschritte in der künstlichen Intelligenz und in der Robotik weiter zu beschleunigen. Das Ziel, Maschinen zu konstruieren, welche die Welt auf menschenähnliche Weise „verstehen“ können, ist damit deutlich näher gerückt. Die Anwendungen sind vielfältig:

- Smartphones können sich optimal an ihren Nutzer anpassen, sie werden damit zu echten persönlichen Assistenten.
- Staubsauger- oder Rasenmäroboter können sich selbst ein „Bild“ von ihrer Umgebung erstellen. Nach einer Trainingsphase treten Probleme wie das Festfahren unter Möbeln oder in einem Gebüsch nicht mehr auf.
- Im medizinischen Bereich könnten Sensoren lebenswichtige Daten analysieren. Behandlungen werden automatisch optimiert und Dosierungen angepasst.

Die Grenzen zwischen technischen und biologischen Systemen werden immer mehr verwischen. Noch sind diese Anwendungen überwiegend Zukunftsmusik. Erste Applikationen wie Gesichts- und Fingerabdruckerkennung im Smartphone zeigen allerdings bereits, wohin die Reise geht.

Bei klassischen Prozessoren kann die Leistung nicht stetig weiter verbessert werden. Immer schnellere Transistoren und größere Speicher führen nicht automatisch zu „intelligenteren“ Systemen. Bereits die Abwärme, die viele dieser Komponenten erzeugen, begrenzt die Taktrate und damit die Geschwindigkeit, mit der die Chips betrieben werden können. Damit ist auch die Fähigkeit dieser Systeme begrenzt, Bilder, Sprache und andere sensorische Informationen effektiv zu verarbeiten. Aufgaben wie Gesichtserkennung und Roboter- oder Fahrzeugnavigation erfordern deshalb bei Verwendung klassischer Technologien die Rechenleistung von tonnenschweren Supercomputern.

Viele Dienste wie Siri oder Alexa sind dadurch limitiert, dass sie auf leistungsfähige Computer in einer Cloud angewiesen sind. Neuromorphe Chips dagegen orientieren sich an der massiv parallelen Funktionsweise des Gehirns. Dieses verarbeitet Informationen mithilfe einer Vielzahl von Neuronen. Sensorische Reize werden nicht sequenziell, sondern hochgradig parallel verarbeitet. Die Neuronen im Gehirn können zudem sehr flexibel auf sich ändernde Bilder oder Töne reagieren. Darüber hinaus sind die Verbindungsstrukturen flexibel, sodass eine kontinuierliche Anpassung an immer neue Situationen möglich ist. Dieser Prozess wird gemeinhin als „Lernen“ bezeichnet. Chips mit gehirnnähnlichen Strukturen



Bild 3: Neuromorpher Chip (Bild: brainchip.com)

(Bild 3) können diese Aufgaben prinzipiell wesentlich einfacher meistern als konventionelle Systeme. Die neuromorphen Einheiten können Aufgaben wie sensorische Datenverarbeitung und Bilderkennung daher sehr effizient lösen.

Neuromorphe Chips bestehen aus in sich geschlossenen Subsystemen. Jede dieser Untereinheiten enthält eigene Verarbeitungseinheiten und eigene Speicher. Der Chip enthält mehrere Tausend Kerne mit einer Vielzahl von programmierbaren „Neuronen“. Zudem ist eine große Menge an konfigurierbaren Verbindungsleitungen integriert. Der Datenaustausch erfolgt über ein internes Netzwerk. Die Neuronen übertragen, empfangen und akkumulieren Signale, sogenannte „Spikes“. Ein Neuron erzeugt einen Spike, wenn die aufsummierten Eingangssignale die in der Trainingsphase eingestellte Aktivierungsschwelle erreichen.

Neuromorphe Chips können mithilfe des Netzwerks zweidimensional angeordnet werden. Das System ist so problemlos auf nahezu jede beliebige Größe skalierbar. Da die künstlichen Neuronen eine doppelte Funktion aus Speicher und CPU erfüllen, erreichen neuromorphe Chips eine hohe Rechenleistungsdichte bei vergleichsweise geringem Stromverbrauch. Ein klassischer neuromorpher Chip nimmt im laufenden Betrieb etwa 70 Milliwatt elektrische Leistung auf und hat eine Leistungsdichte von 20 Milliwatt pro Quadratzentimeter. Dies entspricht lediglich einem Zehntausendstel der Leistungsaufnahme moderner Mikroprozessoren. Für die Zukunft ist sogar geplant, ähnlich wie im Gehirn, dreidimensionale Strukturen zu schaffen. Hier ist der niedrige Leistungsbedarf von besonderem Vorteil, da damit die Abwärmeproblematik kaum ins Gewicht fällt.

Noch sind neuromorphe Chips nicht annähernd so leistungsfähig wie das menschliche Gehirn. Dennoch sind sie bei der Verarbeitung sensorischer Daten und beim „Lernen“ bereits wesentlich schneller als Von-Neumann-Computer. Der Versuch, das Gehirn durch spezielle Software auf herkömmlichen Prozessoren zu emulieren, ist daher offensichtlich zum Scheitern verurteilt. Programme zur Erkennung von Katzen in Videos haben dies deutlich gezeigt. Die Methode ist viel zu ineffizient, um als Grundlage für Maschinen mit noch größerer „Intelligenz“ zu dienen.

Letztendlich wurden Computer auch nicht als intelligente Maschinen konzipiert. Jahrzehntlang bestand ihre Aufgabe im sequenziellen Verarbeiten numerischer Daten. Um weitere Durchbrüche zu erzielen, muss die Chiptechnologie grundlegend verändert werden. Die Idee der neuromorphen Chips existiert

seit über 30 Jahren. Der Begriff entstand bereits in den 1990er-Jahren als Bezeichnung für analoge Schaltkreise, die elektrische Aktivität von Neuronen und Synapsen im Gehirn nachahmen konnten. Daraufhin starteten intensive Entwicklungsaktivitäten mit dem Ziel, komplexe analoge Chipdesigns zuverlässig in die Praxis umzusetzen. Bislang haben insbesondere hochspezialisierte Chips zur Rauschunterdrückung Beachtung gefunden. Sie werden in sogenannten Cochlea-Implantaten eingesetzt, also Systemen, die Schall direkt in Signale für den menschlichen Hörnerv umwandeln. Auch in Handys und Smartphones wird die Technik zunehmend implementiert.

Wiedergeburt der Analogtechnik?

Die Fortschritte im Bereich des maschinellen Lernens sind in den letzten Jahren unübersehbar geworden. Andererseits haben sich die Computerprozessoren, auf welchen neuronale Netze implementiert werden, kaum verändert. Erst in jüngster Zeit werden die seit Jahrzehnten prinzipiell unveränderten Chiparchitekturen an die Anforderungen der künstlichen Intelligenz angepasst. In der Chipentwicklung werden völlig neue Wege beschritten, indem Prozessoren so modifiziert werden, dass sie dem menschlichen Gehirn immer ähnlicher werden. Der neue Forschungszweig ist als „Neuromorphes Computing“ bekannt. Die Fortschritte bei der Einführung dieser vollkommen neuen Chipversionen werden dazu führen, dass Prozessoren maschinelle Lernaufgaben mit einem deutlich geringeren Energiebedarf ausführen. Die geringe Leistungsaufnahme der neuen Chips gestattet es, KI-Fähigkeiten wie Sprach- und Bilderkennung auch in mobilen und akkubetriebenen Geräten einzusetzen. Im Vergleich zum Gehirn benötigen aktuelle Computer ohnehin außerordentlich große Energiemengen und erfordern extrem hohe elektrische Leistungen. Das Gehirn kommt mit etwa 20 bis 30 Watt Eingangsleistung aus. Supercomputer wie etwa der „Tianhe-2“ (Bild 4) im chinesischen Guangzhou benötigen dagegen die elektrische Leistung einer ganzen Kleinstadt. Selbst das SpiNNaker-System (Spiking Neural Network Architecture), ein für die Hardware-Simulation neuronaler Netzwerke entwickelter Computer, erfordert noch eine Leistung von rund 90.000 Watt.

Um KI-Algorithmen anzuwenden und zu trainieren, werden heutzutage praktisch noch ausschließlich digitale Prozessoren (CPUs, GPUs, TPUs, FPGAs und ASICs) verwendet. Eine vielversprechende Alternative zur kostspieligen und leistungsintensiven digitalen Logik ist das analoge Rechnen, bei dem rechenintensive Operationen durch spezielle analoge Recheneinheiten übernommen werden. Einige Forscher gehen davon aus, dass neuromorphe Hardware-Strukturen KI-Anwendungen 1000- bis 10.000-fach beschleunigen könnten.

Der Hauptunterschied zwischen neuromorphen Chips und klassischen Computer-Prozessoren besteht dann auch darin, dass neuromorphe Chips Daten analog und nicht digital verarbeiten. Signalpegel liegen also nicht digital in Form von reinen Null- und Eins-Signalen vor. Vielmehr variiert die Intensität dieser Signale kontinuierlich und stufenlos,



Bild 4: Supercomputer „Tianhe-2“

Bild: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=45399546>



ähnlich wie die Datenübertragung zwischen den Synapsen des menschlichen Gehirns. Dies bedeutet, dass mehr Informationen pro Datenkanal übertragen werden können, wodurch die benötigte Leistung deutlich reduziert wird. Bis zu einem gewissen Grad kann man das mit dem Unterschied zwischen Morsecode und Sprache vergleichen. Beim Morsen werden Informationen mit nur zwei Zeichen – Punkten und Strichen – kodiert. Dadurch können Signale auch noch bei starkem Hintergrundrauschen, wie etwa im Kurzwellenrundfunkband, detektiert werden. Allerdings wird die Kommunikation deutlich langsamer. Im Vergleich dazu hat die natürliche Sprache eine wesentlich höhere Informationsdichte, kann aber in einem verrauschten Funksignal schwer verständlich sein. Die analoge Signalübertragung benötigt im Allgemeinen jedoch weniger Leistung als digitale Verfahren.

Bislang ist es unter anderem gelungen, mithilfe von neuromorphen Chips Netzwerke aufzubauen und zu trainieren, welche Handschriften oder Bilder mit einer Fehlerquote von 5 % erkennen. Klassische Algorithmen erreichen zwar noch etwas bessere Werte, dennoch wird bei diesen Anwendungen bereits klar, dass die neue Technologie über ein vielversprechendes Potenzial verfügt.

Es ist sicher noch ein weiter Weg, bis analoge neuromorphe Chips für die Massenproduktion und den realen Einsatz geeignet sein werden. Die möglichen Anwendungen rechtfertigen allerdings zweifellos den Aufwand.

Ultra-intelligente Maschinen und technologische Singularität

Die zunehmende Intelligenz von maschinellen Systemen führt zu intensiven Debatten. Insbesondere auch die Technologie der neuromorphen Chips wirft die Frage auf, ob Maschinenintelligenz überhaupt in irgendeiner Art und Weise begrenzt ist oder ob sie schließlich sogar ihre eigenen Schöpfer überflügelt. Die Vorstellung, dass die Geschichte der Menschheit mit einer sogenannten „Technologischen Singularität“ endet, hat sich in den letzten Jahren zu einer ernsthaften Kontroverse entwickelt. Unter technologischer Singularität versteht man den Zeitpunkt, an dem Maschinen die kognitiven Fähigkeiten der Menschheit überholen (siehe

auch Kapitel „Mensch schlägt Maschine“ im letzten Beitrag zu dieser Reihe). Inzwischen wird es als realistisch angesehen, dass Maschinen oder künstlich verbesserte biologische Intelligenzen das menschliche Denkvermögen erreichen oder sogar übertreffen. Diesbezügliche Betrachtungen haben also durchaus den Bereich der Science-Fiction verlassen und werden in wissenschaftlichen Kreisen intensiv diskutiert.

Einige Theoretiker gehen davon aus, dass die Singularität in der Mitte des gegenwärtigen Jahrhunderts erreicht werden könnte. Die technologische Singularität beruht auf der Hypothese, dass eine allgemeine künstliche Superintelligenz abrupt und unerwartet eine „Intelligenzexplosion“ auslöst. Diese würde zu grundlegenden Veränderungen in der menschlichen Gesellschaft führen. Ein einzelnes Computersystem, eine Serverfarm, ein Universitätsnetzwerk oder aber sogar ein Cluster aus mobilen Kommunikationsgeräten mit integrierten neuromorphen Chips könnte zu einer Keimzelle für die Intelligenzexplosion werden. Selbst ein einfaches KI-Programm könnte Selbstverbesserungszyklen starten, die ungeahnte Folgen haben könnten. Immer intelligenter Generationen würden dabei immer schneller entstehen und sich zu immer umfangreicheren Netzwerken verknüpfen.

Aktuell wird am Mobilfunknetz der 5. Generation gearbeitet. Der zugehörige 5G-Standard ist bereits abgeschlossen und freigegeben. Die Haupteigenschaften der neuen Netzwerktechnik sind:

- Datenraten bis zu 20 Gbit/s
- Echtzeitübertragung mit Latenzzeiten von unter 1 ms
- Weltweite Verknüpfung von über 100 Milliarden Geräten gleichzeitig
- Höchste Kompatibilität von Maschinen und Systemen

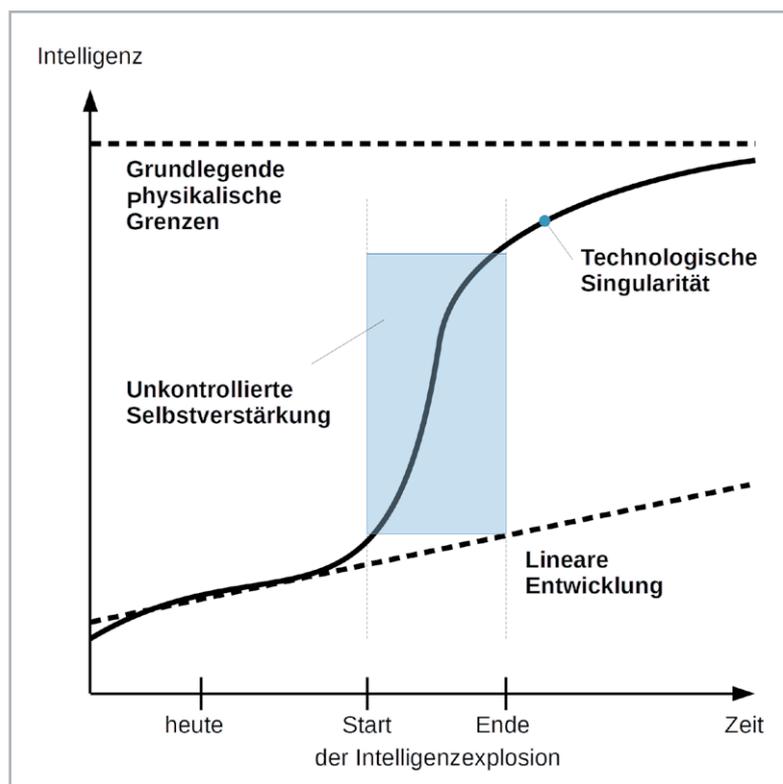


Bild 5: Explosionsartige Intelligenzverbesserung

In Zukunft werden also praktisch alle „intelligenten“ Geräte miteinander verknüpft sein. Die Kommunikation läuft mit unvorstellbaren Datenmengen und in Echtzeit ab. Die Verbreitung einer Superintelligenz könnte also in Sekundenbruchteilen erfolgen. Mit 5G werden die Hürden für eine „Intelligenzexplosion“ deutlich reduziert. Schließlich könnte daraus eine mächtige Superintelligenz entstehen, die qualitativ die menschliche Intelligenz weit übertreffen würde (siehe auch Bild 5).

International bekannte Persönlichkeiten wie der Zukunftsforscher Ray Kurzweil, der Technologiepionier Elon Musk oder der inzwischen verstorbene Astrophysiker Stephen Hawking sind bzw. waren der Meinung, dass künstliche Superintelligenzen gravierende Folgen für die menschliche Zivilisation haben könnten. Das Spektrum reicht dabei von der Unsterblichkeit des einzelnen Menschen bis zum Ende der gesamten Menschheit!

Als Voraussetzung für die technologische Singularität werden allgemein ultra-intelligente Systeme angesehen. Eine ultra-intelligente System ist eine Maschine, welche sämtliche intellektuelle Fähigkeiten des Menschen übertrifft. Dabei muss beachtet werden, dass auch das Design und die Konstruktion von Maschinen zu diesen intellektuellen Fähigkeiten



gehört. Daraus ergibt sich die logische Schlussfolgerung, dass ultra-intelligente Maschinen in der Lage sind, sich selbst zu optimieren und immer bessere Maschinen zu schaffen.

Um eine ultra-intelligente Maschine zu entwerfen, gilt es als unabdingbar, das menschliche Gehirn bzw. die Fähigkeit zu denken sehr detailliert zu verstehen. Gerade hier wurden auf den Gebieten der Hirnforschung und der Neurobiologie in den letzten Jahren überragende Erfolge erzielt. Im Gegensatz zum sich immer weiter beschleunigenden technologischen Fortschritt blieb die grundlegende Intelligenz des menschlichen Gehirns in den letzten Jahrtausenden dagegen nahezu unverändert. Mit der zunehmenden Leistungsfähigkeit von neuromorphen Computern und anderen Technologien wird es daher in absehbarer Zeit möglich sein, Maschinen zu bauen, die intelligenter sind als Menschen.

Wenn eine übermenschliche Intelligenz entstehen sollte, entweder durch die Verstärkung der menschlichen Intelligenz oder durch reine künstliche Intelligenz, würde dies größere Problemlösungs- und Erfindungsfähigkeiten mit sich bringen, als den gegenwärtigen Menschen möglich sind. Eine solche KI wird als Initial-KI oder „Saat“-KI bezeichnet. Ist erst einmal eine KI mit technischen Fähigkeiten entwickelt, die ihre menschlichen Konstrukteure übertrifft, hätte diese die Möglichkeit, ihre eigene Hard- und Software autonom zu verbessern. Das Resultat wäre eine noch leistungsfähigere Maschine. Diese könnte dann eine noch leistungsfähigere Maschine entwerfen usw., usw. Diese fortgesetzten Optimierungszyklen könnten sich beschleunigen und massive qualitative Verbesserungen hervorbringen.

Bereits heute basiert die Hard- und Softwareentwicklung auf dem intensiven Einsatz elektronischer und IT-technischer Hilfsmittel. Die intuitive und kreative Leistung des Ingenieurs tritt schon heute immer mehr in den Hintergrund. Erst grundlegende physikalische Gesetze würden diesen Prozess begrenzen.

Die Möglichkeiten und Resultate, welche diese neue „Evolution“ hervorbringt, sind nicht im Geringsten vorhersehbar. Dass eine solche KI, über viele Iterationen hinweg, die kognitiven Fähigkeiten des Menschen bei Weitem übertreffen wird, gilt als sicher.

Die bislang bekannten Methoden zur Erschaffung einer übermenschlichen oder sogenannten transhumanen Intelligenz lassen sich in zwei Kategorien einteilen:

- Intelligenzverstärkung des menschlichen Gehirns
- Eigenständige künstliche (Maschinen-)Intelligenzen

Es existieren zahlreiche Mittel für die Intelligenzverbesserung des menschlichen Gehirns. Diese umfassen beispielsweise modernes Bioengineering, Gentechnik, spezielle Medikamentengruppen oder sogar direkte Gehirn-Computer-Schnittstellen. Das Problematische ist, dass die Existenz mehrerer Wege zu einer Intelligenzexplosion die Singularität immer wahrscheinlicher machen. Um eine Singularität zu verhindern, müssten alle Methoden versagen.

Trotz dieser zahlreichen Verfahren zur Verstärkung der menschlichen Intelligenz ist die nicht-menschliche, also künstliche Intelligenz, die am meisten akzeptierte Technologie, die zu einer Singularität führen könnte. Das Abwenden der technologischen Singularität bzw. ihre Transformation in ein akzeptables Szenario könnte zu einer der größten Herausforderungen für die Menschheit werden. So sollte es die Aufgabe eines jeden Einzelnen sein, die aktuellen und zukünftigen Entwicklungen kritisch im Auge zu behalten!

Ausblick

In diesem Beitrag wurden die möglichen Szenarien für die Zukunft der künstlichen Intelligenz näher durchleuchtet. Insbesondere die Technologie der neuromorphen Chips wird bei der weiteren Entwicklung in diesem Bereich eine zentrale Rolle spielen.

Ohne diese Bauelemente scheinen fortgeschrittene Anwendungen wie autonomes Fahren oder humanoide Roboter nicht realisierbar zu sein. Insbesondere in der Robotik werden diese, den natürlichen Hirnstrukturen nachempfundenen Chips ganz neue Möglichkeiten eröffnen.

Der nächste Artikel wird sich daher mit dem Thema humanoide Robotersysteme befassen. Neben einem technischen Überblick wird dann auch die Praxis nicht zu kurz kommen. Anhand eines arduino-basierten Laufroboters sollen insbesondere die Probleme beim zweibeinigen, aufrechten Gang erläutert werden. **ELV**

Ihr Feedback zählt!

Das ELV Journal steht seit 40 Jahren für selbst entwickelte, qualitativ hochwertige Bausätze und Hintergrundartikel zu verschiedenen Technik-Themen. Aus den Elektronik-Entwicklungen des ELV Journals sind auch viele Geräte aus dem Smart Home Bereich hervorgegangen.

Wir möchten uns für Sie, liebe Leser, ständig weiterentwickeln und benötigen daher Ihre Rückmeldung: Was gefällt Ihnen besonders gut am ELV Journal, welche Themen lesen Sie gerne, welche Wünsche bezüglich Bausätzen und Technik-Wissen haben Sie, und was können wir in Zukunft für Sie besser machen?

Senden Sie Ihr Feedback per E-Mail an:

redaktion@elvjournal.de

oder per Post an:

ELV Elektronik AG, Redaktion ELV Journal
Maiburger Str. 29–36, 26789 Leer, Deutschland

Vorab schon einmal vielen Dank vom Team des ELV Journals





Schalten und walten

Zeitschaltuhr für den Niederspannungsbereich

Zeitabhängige Schaltvorgänge (Timer-Funktionen) werden in unterschiedlichen Bereichen des täglichen Lebens benötigt, wobei Zeitschaltuhren in erster Linie für Anwendungen angeboten werden, die mit Netzspannung versorgt werden. Für technische Anwendungen im Niederspannungsbereich (z. B. 12 V oder 24 V) gibt es am Markt kaum etwas. Mit der Zeitschaltuhr ZSU1224 sind nun zeitabhängige Schaltvorgänge in diesem Spannungsbereich einfach realisierbar.

Bausatz-
beschreibung
und
Montagevideo



#10254

QR-Code scannen oder
Webcode im ELV Shop
eingeben

Infos zum Bausatz ZSU1224



Schwierigkeitsgrad:
mittel



Ungefähre Bauzeit:
1 h



Verwendung SMD-Bauteile:
SMD-Teile sind bereits
komplett bestückt



Besondere Werkzeuge:
LötKolben



Lötverfahren:
ja



Programmierkenntnisse:
nein



Elektrische Fachkraft:
nein

Spezialist im Niederspannungsbereich

Die für zeitgesteuerte Schaltvorgänge von Netzverbrauchern vorgesehenen Zeitschaltuhren können aufgrund des Aufbaus in den meisten Anwendungsfällen nicht für Anwendungen im Niederspannungsbereich eingesetzt werden. Häufig sind derartige Geräte in Stecker-/Steckdosegehäusen untergebracht, nicht netzgetrennt, und gefahrlose Modifikationen für den Einsatz im Niederspannungsbereich sind unmöglich.

Die hier vorgestellte Zeitschaltuhr dient hingegen ausschließlich zum Schalten von Verbrauchern, die mit 12 V oder 24 V versorgt werden (z. B. LED-Stripes). Bei Verwendung des zusätzlich zur Verfügung stehenden Open-Collector-Ausgangs oder bei potentialfreier Nutzung der Relais-Schaltkontakte können sogar Verbraucher über einen erweiterten Spannungsbereich (bis 42 V) gesteuert werden.

Für den Anschluss der Versorgungsspannung und des Verbrauchers stehen Schraubklemmen zur Verfügung.

Bei der ZSU1224 können bis zu zwölf individuelle Schaltzeiten (Ein- oder Ausschalten) pro Wochentag programmiert werden, wobei auch die Gruppenbildung von Tagen innerhalb einer Woche möglich ist (Werktage Montag bis Freitag oder Samstag und Sonntag).

Neben dem normalen Betriebsmodus stehen ein Intervallmodus und eine Zufallsfunktion zur Anwesenheitssimulation zur Verfügung. Der



Betriebsmodus kann für jeden Tag, aber auch gruppenweise programmiert werden, z. B. Montag bis Freitag. Natürlich besteht auch die Möglichkeit, jederzeit manuell einzugreifen (manuelles Schalten).

Über drei frontseitige Tasten kann die ZSU1224 einfach und übersichtlich bedient und konfiguriert werden, wobei das große, beleuchtete Display mit vier 14-Segment-Anzeigen wesentlich zum Bedienkomfort beiträgt. Bild 1 zeigt das Display mit allen zur Verfügung stehenden Segmenten. Da das Display auch in weiteren Anwendungen zum Einsatz kommt, sind zusätzliche Segmente vorhanden, die in unserem Gerät nicht genutzt werden.

Die Zeitsteuerung erfolgt in bewährter Weise über eine interne Quarzuhr, deren Ganggenauigkeit durch die Eingabe eines Korrekturfaktors abgleichbar ist.

Bei Spannungsausfall besteht durch Pufferung mit einem Goldcap eine Gangreserve der Uhrenfunktion von ca. 1 h.

Zufalls- und Intervallmodus

Die ZSU1224 verfügt über einen Zufallsmodus, der z. B. hervorragend für eine Anwesenheitssimulation nutzbar ist, indem die Zeitschaltuhr innerhalb bestimmter Zeiträume eine Beleuchtung zufallsgesteuert schaltet. Im Zufallsmodus können für den gewählten Wochentag/die gewählte Tagesgruppe bis zu sechs zufällige Schaltpunkte definiert werden (z. B. Schalten in der Zeit zwischen 6:15 Uhr und 6:25 Uhr, Schalten zwischen 18:00 Uhr und 19:30 Uhr usw.).

Des Weiteren kann ein Intervallmodus aktiviert werden, in dem periodisch geschaltet werden soll. Es ist möglich, einen Zeitraum zu wählen, in dem zyklisch ein- und ausgeschaltet werden soll. Ebenso kann die Ein- und Ausschaltdauer programmiert werden.

Bedienung

Die Bedienung erfolgt lediglich über drei Tasten an der Frontseite des Geräts, und zur Unterstützung werden die jeweiligen Menüpunkte stets im Display angezeigt.

Mit den Pfeiltasten können im Betrieb durch kurzes Drücken jederzeit die programmierten Schaltzeiten abgefragt werden. Drückt man die Pfeiltasten länger, wird mit der rechten Taste der Ausgang ausgeschaltet und mit der linken Taste der Ausgang aktiviert.

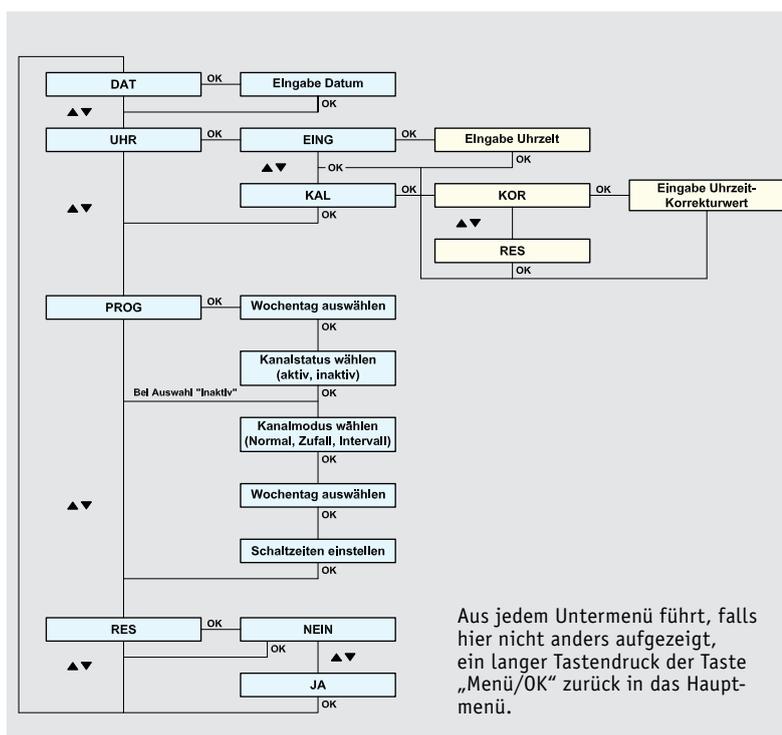


Bild 2: Menüstruktur der ZSU1224

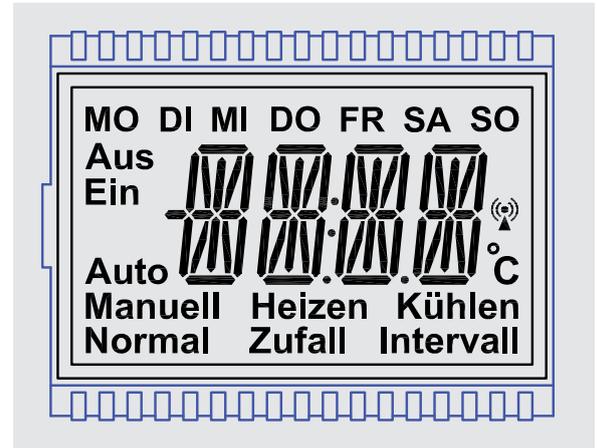


Bild 1: LC-Display mit allen zur Verfügung stehenden Segmenten

Hat man über einen langen Tastendruck der Taste „Menü/OK“ das Menü aktiviert, erfolgt mit den Pfeiltasten entweder die Eingabe von Daten oder das Wechseln von Menüpunkt zu Menüpunkt. Die Übersichtsdarstellung der Menüstruktur in Bild 2 illustriert dies.

Datum/Uhrzeit einstellen

Nach dem ersten Anlegen der Betriebsspannung fordert das Gerät zur Eingabe von Datum und Uhrzeit auf, wobei die beiden letzten Ziffern der Jahreszahl blinken.

- Mit den Pfeiltasten ist das aktuelle Jahr einzustellen und mit der Taste „Menü/OK“ die Einstellung zu bestätigen
- Nun blinkt die Anzeige für den Monat. Der Monat ist wieder mit den Pfeiltasten einzustellen und mit „OK“ zu bestätigen
- Daraufhin blinkt die Anzeige für den Tag. Nach der Einstellung mit den Pfeiltasten ist wieder mit „OK“ die Eingabe zu bestätigen
- Danach erscheint die Uhrzeit, wobei zuerst die Stunden blinken. Die Einstellung erfolgt in gewohnter Weise mit den Pfeiltasten, und die Bestätigung erfolgt wieder mit „OK“
- Im letzten Schritt der Einstellung für Datum und Uhrzeit blinkt die Anzeige für die Minuten. Nach der Einstellung mit den Pfeiltasten und Bestätigen mit „OK“ geht das Gerät in den normalen Betriebsmodus und zeigt die Uhrzeit und den Wochentag an

Programmierung

Die Bedienung des Geräts erfolgt menügeführt:

- Ein langer Tastendruck (> 3 s) der Taste „Menü/OK“ führt aus dem normalen Betriebsmodus ins Menü
- Grundsätzlich führt im Menü ein langer Tastendruck der Taste „Menü/OK“ jeweils wieder eine Menüebene zurück. Dabei werden zuvor vorgenommene Eingaben gespeichert
- Diese Methode kann insbesondere angewandt werden, wenn nur einzelne Einstellungen, z. B. Änderung der Wochentage für eine Schaltzeit, vorgenommen werden sollen
- So gelangt man schneller wieder zurück, ohne durch das gesamte betroffene Menü gehen zu müssen

- Ein kurzer Tastendruck von „Menü/OK“ bestätigt Eingaben, speichert diese, und danach geht es automatisch weiter im jeweiligen Menü
- Wird für ca. 30 s keine Taste betätigt, kehrt das Gerät automatisch, ohne zuvor vorgenommene Änderungen zu berücksichtigen, in den Normalmodus zurück

Auch wenn Datum und Uhrzeit bereits bei der ersten Inbetriebnahme eingestellt wurden, gehen wir nun die einzelnen Menüpunkte der Reihe nach durch.

Datum/Uhrzeit einstellen, Uhr kalibrieren

Die interne Uhr der Schaltuhr wird quarzgesteuert. Die Ganggenauigkeit der Uhr hängt u. a. von den Toleranzen des Quarzes ab. Ein Korrekturalgorithmus in der Software der Schaltuhr ermöglicht es, diese Toleranzen weitgehend auszugleichen. Neben der Uhrzeiteinstellung beim ersten Einschalten können Datum und Uhrzeit auch jederzeit über das Menü eingestellt werden.

Datum einstellen

- Ein langer Tastendruck der Taste „Menü/OK“ (> 3 s) öffnet das Menü und das Gerät zeigt DAT an
- Kurzer Tastendruck der Taste „Menü/OK“
- Jetzt blinkt die Jahresstelle, und der gewünschte Wert ist mit den Pfeiltasten einzustellen
- Kurzer Tastendruck der Taste „Menü/OK“
- Es blinkt die Monatsstelle, und der gewünschte Wert ist jetzt mit den Pfeiltasten einzustellen
- Kurzer Tastendruck der Taste „Menü/OK“
- Die Tagesstelle blinkt, und der gewünschte Wert ist mit den Pfeiltasten einzustellen
- Kurzer Tastendruck der Taste „Menü/OK“
- Die Eingabe ist abgeschlossen, und im Display erscheint wieder DAT
- Mit einem langen Tastendruck der Taste „Menü/OK“ gelangt man wieder zur Grundanzeige zurück, wenn die Uhrzeit eingestellt werden soll, ist kurz die linke Pfeiltaste zu betätigen

Uhrzeit einstellen

- Ein langer Tastendruck der Taste „Menü/OK“ öffnet das Menü, und das Gerät zeigt DAT an
- Nach einem kurzen Tastendruck der linken Pfeiltaste zeigt das Gerät UHR an
- Kurzer Tastendruck der Taste „Menü/OK“
- Nun erscheint die Anzeige EING für Eingabe
- Kurzer Tastendruck der Taste „Menü/OK“
- Jetzt blinkt die Stundenstelle, und der gewünschte Wert ist mit den Pfeiltasten einzustellen
- Kurzer Tastendruck der Taste „Menü/OK“
- Daraufhin blinkt die Minutenstelle, und der gewünschte Wert ist wieder mit den Pfeiltasten einzustellen
- Kurzer Tastendruck der Taste „Menü/OK“
- Die Eingabe ist damit abgeschlossen, und im Display erscheint wieder EING
- Mit einem langen Tastendruck der Taste „Menü/OK“ gelangt man wieder eine Ebene zurück, und ein weiterer langer Tastendruck der Taste „Menü/OK“ führt zur Grundanzeige zurück

Uhr kalibrieren

Das Kalibrieren der Uhr sollte erst nach längerer Betriebszeit der Schaltuhr erfolgen, frühestens nach einigen Tagen. Dabei werden zwei Werte eingegeben. Einmal ist dies die Zeit in Tagen, über die die aktuelle Abweichung erfasst wurde, also z. B. 7 Tage seit Stellen der Uhr. Zweitens ist dies die absolute Zeitabweichung der Uhr gegenüber der realen Zeit.

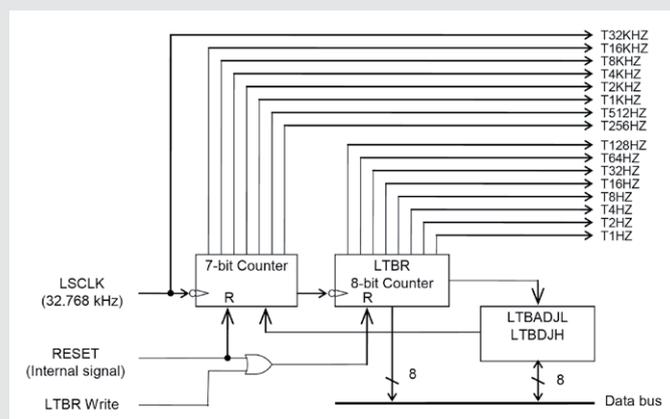
Mit diesen Korrekturwerten wird die Ganggenauigkeit der Uhr höher, da die Steuersoftware die Korrekturwerte in die Zeitzählung einbezieht.

- Ein langer Tastendruck der Taste „Menü/OK“ öffnet das Menü, und das Gerät zeigt DAT an
- Nach einem kurzen Tastendruck der linken Pfeiltaste zeigt das Gerät UHR an
- Kurzer Tastendruck der Taste „Menü/OK“
- Im Display erscheint daraufhin die Anzeige EING für Eingabe
- Es ist dann kurz die rechte Pfeiltaste zu betätigen
- Nun erscheint die Anzeige KAL für Kalibrieren
- Kurzer Tastendruck der Taste „Menü/OK“
- Im Display erscheint daraufhin die Anzeige KOR für den Korrekturfaktor
- Kurzer Tastendruck der Taste „Menü/OK“
- Die Anzeige TAGE erscheint im Display
- Kurzer Tastendruck der Taste „Menü/OK“
- Mit den Pfeiltasten ist nun die Anzahl der Tage für die gemessene Zeitabweichung einzugeben
- Kurzer Tastendruck der Taste „Menü/OK“
- Es erscheint die Anzeige ABW für Abweichung im Display
- Kurzer Tastendruck der Taste „Menü/OK“
- Mit den Pfeiltasten ist nun die Richtung der festgestellten Abweichung (+ für vorgehende Uhr, – für nachgehende Uhr) einzustellen

Kalibrierung der Uhrgenauigkeit per Software

Grundsätzlich ist die Ganggenauigkeit einer Uhr eines der wichtigsten Kriterien bei Zeitsteuerungen. Da auch die Genauigkeit von Quarzuhren begrenzt ist und DCF-gesteuerte Uhren nicht in jeder Umgebung eingesetzt werden können (z. B. Störungen über Spannungsversorgungen), bietet der Mikrocontroller der ZSU1224 eine Besonderheit.

Die Ganggenauigkeit der Quarz-Echtzeituhr kann durch Anpassen eines speziellen Registers im Bereich von ± 488 ppm mit einer Auflösung von 0,48 ppm kalibriert werden. In diesem Fall wird nicht der Quarz-Oszillator nachgezogen, sondern die Abweichung durch Vergrößerung oder Verkleinerung des vom Quarz-Oszillator getakteten 7-Bit-Zählers ausgeglichen. Der benötigte Korrekturwert wird dazu in dem dafür zur Verfügung stehenden LTBADJ-Register gespeichert. Der nachfolgende Auszug aus dem Datenblatt zeigt diese Zusammenhänge.





- Kurzer Tastendruck der Taste „Menü/OK“
- Mit den Pfeiltasten ist nun die festgestellte Abweichung in Sekunden einzustellen
- Kurzer Tastendruck der Taste „Menü/OK“
- Damit ist die Eingabe abgeschlossen und im Display erscheint wieder KAL
- Durch 2x langes Drücken der Taste „Menü/OK“ gelangt man wieder zur Grundanzeige zurück
- Sollen die gespeicherten Korrekturwerte aus der Software entfernt werden, ist zunächst im Menü KAL ein kurzer Tastendruck erforderlich, und es erscheint die Anzeige KOR
- Mit der rechten Pfeiltaste ist das Untermenü RES zu wählen und das Rückstellen durch kurzes Drücken der Taste „Menü/OK“ zu bestätigen

Sommer-/Winterzeitumstellung

Die Sommer-/Winterzeitumstellung erfolgt bei der ZSU1224 automatisch. Da aber europaweit über die Abschaffung der Zeitumstellung diskutiert wird, besteht die Möglichkeit, diese automatische Funktion zu deaktivieren bzw. auch wieder neu zu aktivieren.

Die Umstellung erfolgt durch einen gleichzeitigen langen Tastendruck von 10 s der beiden Tasten „Ein“ und „Aus“, während das Gerät die normale Uhrzeit anzeigt.

- Nach dem gleichzeitigen Tastendruck für 10 s erfolgt die Anzeige der jeweils gültigen Funktion
- DST (Daylight saving time), 1 s Pause, AUS = Funktion deaktiviert
- DST (Daylight saving time), 1 s Pause, EIN = Funktion aktiviert

Schaltzeiten programmieren

Im Menü PROG werden die Schaltzeiten eingestellt, zu denen das Ausgangsrelais geschaltet werden soll. Zusätzlich lassen sich hier das Wochenprofil (Einstellung, an welchen Tagen das Profil gültig ist) programmieren sowie einzelne Schaltzeiten aktivieren oder deaktivieren.

Weiterhin kann das Gerät auch in einem Intervall- oder Zufallsmodus betrieben werden.

Im Zufallsmodus können 6 zufällige Schaltzeiten programmiert werden. Dazu werden der Zeitraum, in dem zufällig geschaltet werden soll, und der zugehörige Befehl definiert. Jeden Tag um 0 Uhr wird dann zufällig eine Schaltzeit innerhalb des programmierten Zeitraums ermittelt.

Im Intervallmodus kann der Empfänger in einem sich wiederholenden Intervall geschaltet werden. Damit ein Empfänger nicht den ganzen Tag, z. B. alle halbe Stunde, ein- oder ausgeschaltet wird, kann noch ein Zeitraum eingestellt werden, in dem das Intervall-Schalten ausgeführt werden soll.

Im normalen PROG-Modus können folgende Befehle programmiert werden:

EIN – Ein
 AUS – Aus
 --- – Schaltzeit deaktiviert

- Ein langer Tastendruck der Taste „Menü/OK“ öffnet das Menü, und das Gerät zeigt nun DAT an
- Mit den Pfeiltasten ist der Programmiermodus PROG aufzurufen
- Kurzer Tastendruck der Taste „Menü/OK“
- Es erfolgt daraufhin die Anzeige des Wochentags oder der Zeitperiode, in denen der Schaltbefehl ausgeführt werden soll, die entsprechende Auswahl nehmen Sie mit den Pfeiltasten vor
- Kurzer Tastendruck der Taste „Menü/OK“
- Im Display wird angezeigt, ob die Schaltzeit genutzt wird (AN) oder ungenutzt ist (AUS), und mit den Pfeiltasten kann der Zustand verändert werden
- Kurzer Tastendruck der Taste „Menü/OK“
- Die Anzeige des aktuellen Betriebsmodus (Normal, Zufall oder Intervall) erscheint im Display, und mit den Pfeiltasten kann die Auswahl verändert werden

Normal

Die Schaltvorgänge werden entsprechend der programmierten Ein- und Ausschaltzeiten vorgenommen.

Zufall

Es sind bis zu 3 Zeiträume (6 Schaltzeiten) festzulegen, in denen programmierte Schaltbefehle zufällig ausgeführt werden sollen.

- Die Zeiträume (00:00 Uhr bis 23:59 Uhr, minimale Zeitraumdauer: 5 min) sind mit den Pfeiltasten einzustellen. Dabei erfolgt das Fortschalten der Stelle jeweils mit der Taste „Menü/OK“

Intervall

Im Intervallmodus ist der Zeitraum festzulegen, in dem der Intervallbetrieb stattfinden soll.

Der Zeitraum (00:00 Uhr bis 23:59 Uhr, minimale Zeitraumdauer: 5 min) ist mit den Pfeiltasten einzustellen. Das Fortschalten der Stelle erfolgt dabei jeweils mit der Taste „Menü/OK“.

Die Programmierung der Schaltzeiten im entsprechenden Betriebsmode setzen wir nun nach dem Schritt „Anzeige des aktuellen Betriebsmodus“ mit dem Beispiel „Intervall“ fort.

Hinweis zu Schaltzeiten

Wird eine Schaltzeit nicht genutzt (Schaltbefehl „---“), so wird die Eingabe der Schaltzeit übersprungen.

- Kurzer Tastendruck der Taste „Menü/OK“
- Es blinkt dann die Stundenstelle für den Beginn des Intervalls, und der gewünschte Wert ist mit den Pfeiltasten einzustellen
- Kurzer Tastendruck der Taste „Menü/OK“
- Danach blinkt die Minutenstelle, und der gewünschte Wert ist mit den Pfeiltasten in der gleichen Weise einzustellen
- Kurzer Tastendruck der Taste „Menü/OK“
- Es blinkt dann die Stundenstelle für das Ende des Intervalls, und der gewünschte Wert ist mit den Pfeiltasten einzustellen
- Kurzer Tastendruck der Taste „Menü/OK“
- Es blinkt dann die Minutenstelle für das Ende des Intervalls, und der gewünschte Wert ist mit den Pfeiltasten einzustellen
- Kurzer Tastendruck der Taste „Menü/OK“
- Jetzt erfolgt die Eingabe der Einschaltdauer des Intervalls in der zuvor beschriebenen Weise
- Kurzer Tastendruck der Taste „Menü/OK“
- Jetzt erfolgt die Eingabe der Ausschaltdauer des Intervalls in der gleichen Weise wie bei den anderen Zeitvorgaben
- Der PROG-Mode wird nun wieder aufgerufen
- Durch mehrmaliges langes Drücken der Taste „Menü/OK“ gelangt man zur Grundanzeige zurück

Reset-Funktion

Über die Reset-Funktion sind alle programmierten Schaltzeiten löscherbar.

- Ein langer Tastendruck der Taste „Menü/OK“ öffnet das Menü, und das Gerät zeigt DAT an
- Nach einem kurzen Tastendruck der rechten Pfeiltaste zeigt das Gerät dann RES an



- Kurzer Tastendruck der Taste „Menü/OK“
- Im Display erscheint die Anzeige NEIN, und mit den Pfeiltasten kann zwischen NEIN und JA gewechselt werden
- Kurzer Tastendruck der Taste „Menü/OK“
- Die Eingabe ist damit abgeschlossen, und im Display erscheint wieder RES. Alle gespeicherten Schaltzeiten sind nun gelöscht!

- Durch mehrmaliges langes Drücken der Taste „Menü/OK“ gelangt man wieder zur Grundanzeige zurück

Die Zeitschaltuhr arbeitet automatisch und bedarf im normalen Betrieb keiner Bedienung. Im normalen Betrieb werden auf dem Display die Uhrzeit, der aktuelle Wochentag, der aktuelle Schaltstatus und der Betriebsmodus angezeigt. Im normalen Betrieb kann die Kontrolle der programmierten Schaltzeiten einfach mit den Pfeiltasten erfolgen.

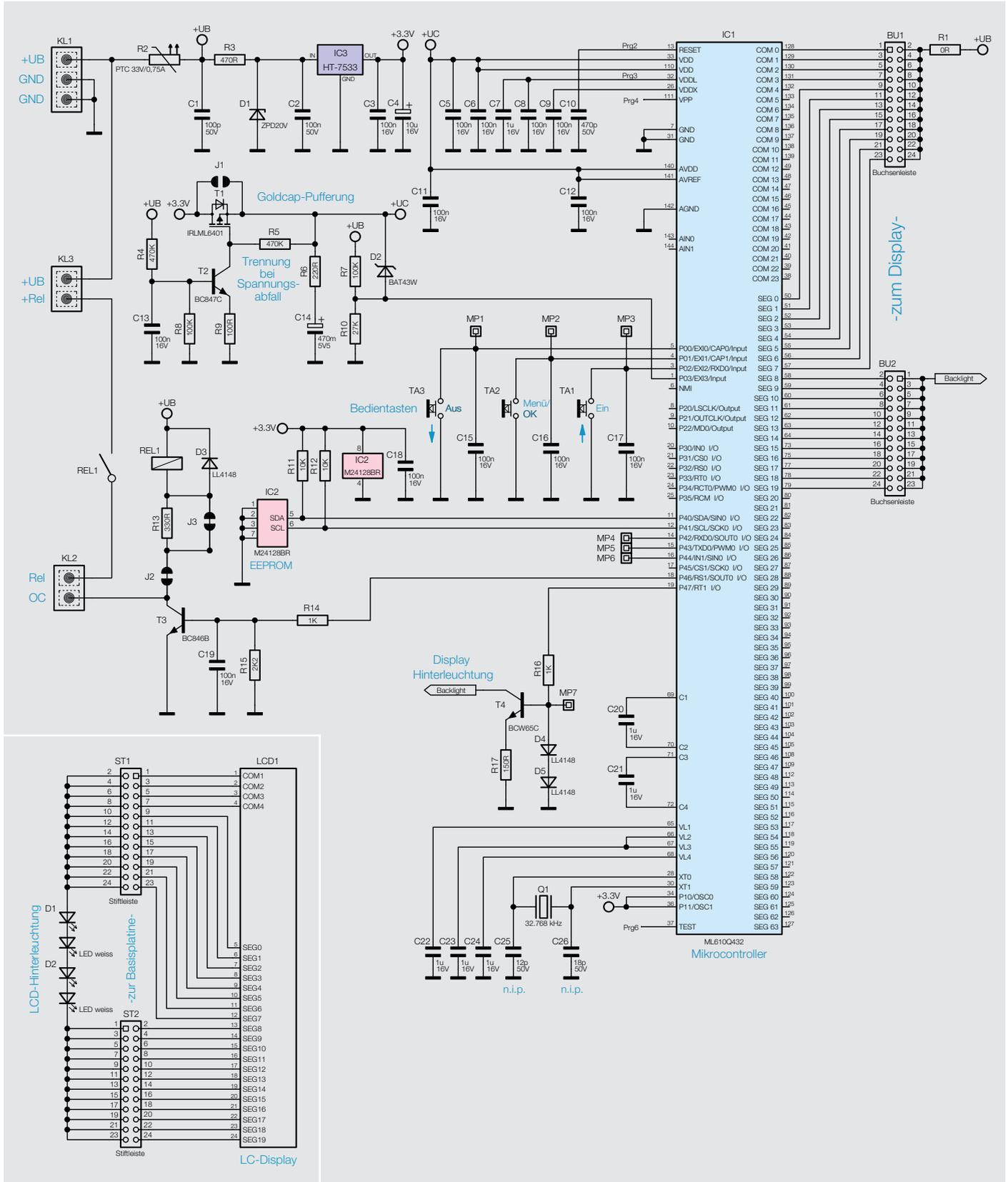


Bild 3: Schaltbild der Zeitschaltuhr ZSU1224 und des Displays (unten links eingeklinkt)

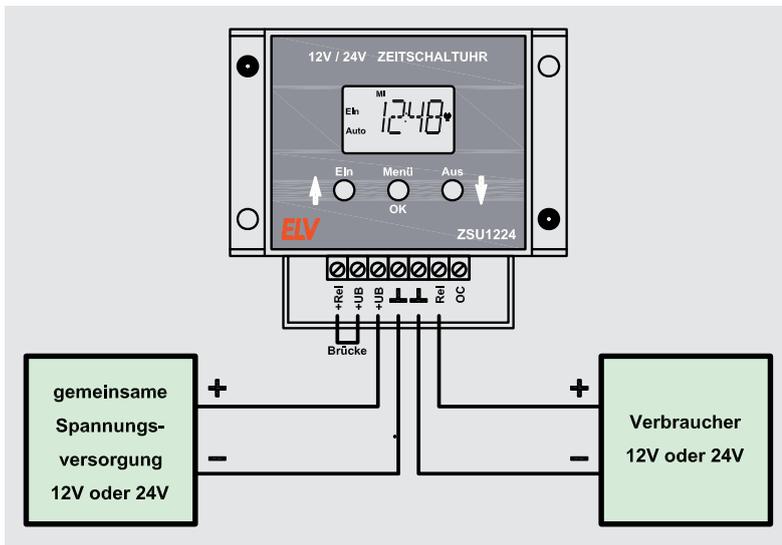


Bild 4: ZSU1224 und Verbraucher werden mit identischer Spannung versorgt.

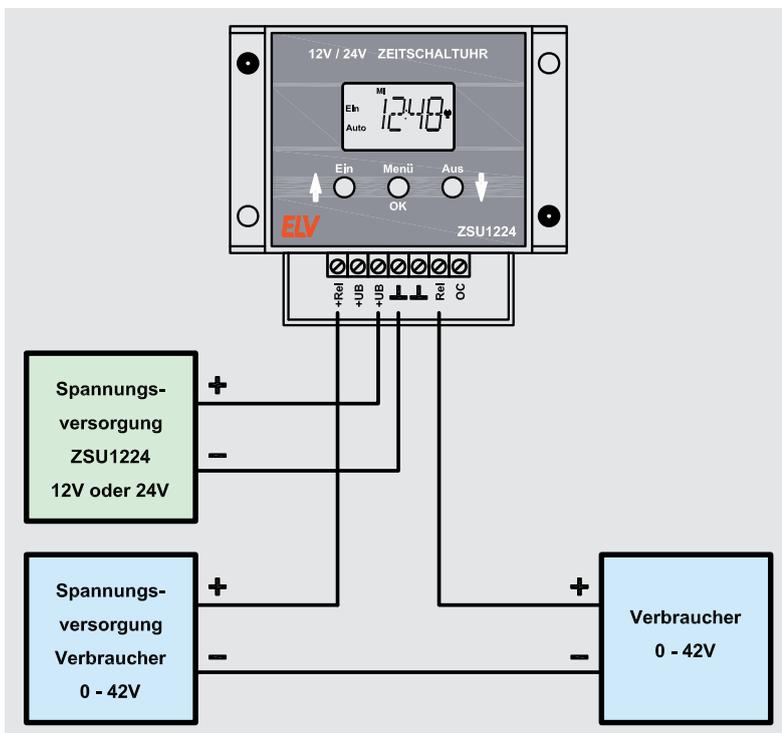


Bild 5: Potentialfreie Nutzung des Schaltrelais

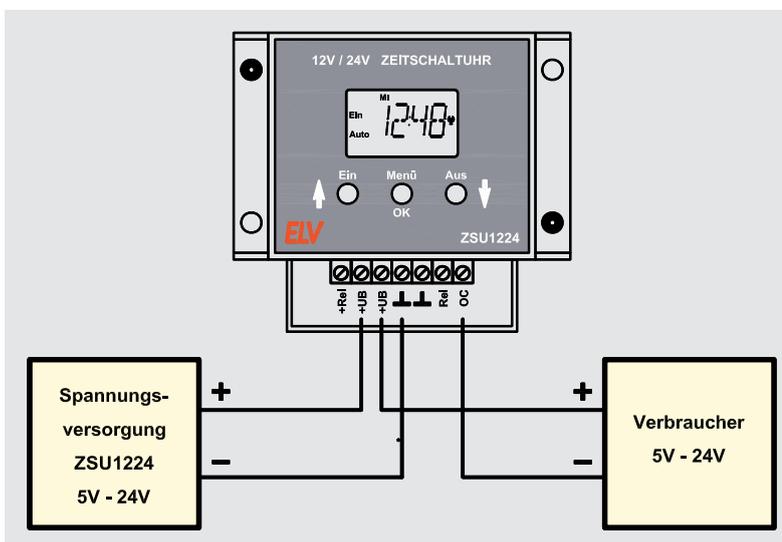


Bild 6: Verwendung des Open-Collector-Ausgangs

Nach der Bedienung kommen wir nun zur Schaltungsbeschreibung der Zeitschaltuhr ZSU1224, wobei das Gesamtschaltbild in Bild 3 zu sehen ist.

Schaltung der Zeitschaltuhr ZSU1224

Die Versorgungsspannung wird der ZSU1224 an der Schraubklemme KL1 zugeführt, wobei ein Masseanschluss von KL1 für den Ausgang (Verbraucher) vorgesehen ist. Wenn die Zeitschaltuhr und der Verbraucher aus einer Quelle versorgt werden sollen, stehen somit zwei Eingangsanschlüsse (z. B. 12 V und Masse) vom versorgenden Netzteil und zwei Ausgangsanschlüsse zum Verbraucher zur Verfügung (KL1 Masse und KL2 +12 V).

In diesem Anwendungsfall sind die Anschlüsse der Schraubklemme KL3 (+Rel, +UB) zu brücken. Das Schaltrelais wird dann mit der Eingangsspannung der ZSU1224 versorgt.

Bei unterschiedlicher Spannungsversorgung von ZSU1224 und Verbraucher kann das Relais als potentialfreier Schalter genutzt werden, wobei die Versorgungsspannung des Verbrauchers die Anforderungen an eine Schutzkleinspannung erfüllen muss (max. 42 VDC).

Als dritte Option steht die Nutzung eines Open-Collector-Ausgangs an KL2 zur Verfügung. In diesem Anwendungsfall ist die Leiterbahn zwischen den Kontaktflächen der Kodierbrücke J2 mit einem scharfen Messer (z. B. Abbrechklingen-Messer) aufzutrennen, sofern das Relais außer Betrieb gesetzt werden soll. Im Bedarfsfall kann die Brücke mit einem Lötzinnklecks wieder geschlossen werden.

Bei Verwendung des Schaltrelais ist die Kodierbrücke J2 defaultmäßig geschlossen, d. h. die Schaltung für 12 V Betrieb ausgelegt. Bei 24 V Betrieb ist J3 aufzutrennen. Die unterschiedlichen Anschlussmöglichkeiten sind in Bild 4 bis Bild 6 dargestellt. Die Kodierbrücken zur Konfiguration sind in der Detailabbildung Bild 7 zu sehen.

Die Versorgungsspannung gelangt von KL1 über das PTC-Sicherungselement und den Widerstand R3 auf den Eingang des Linear-Reglers IC3. R3 und D1 dienen in diesem Zusammenhang zur Spannungsbegrenzung.

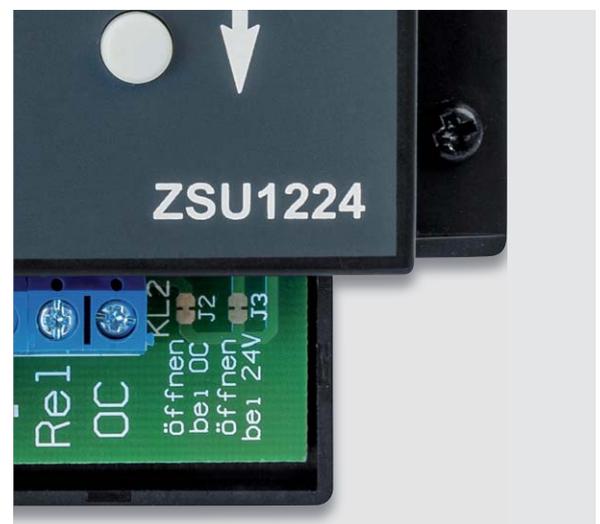


Bild 7: Jumper zur Konfiguration (J2 = Open Collector, J3 = 12 V/24 V Betrieb)



Mit dem Anlegen der Versorgungsspannung wird der Transistor T2 über den Basis-Spannungsteiler R4, R8 durchgesteuert und dieser wiederum versetzt den P-Kanal FET T1 in den leitenden Zustand. Somit gelangt die Spannung vom Ausgang des Linear-Reglers IC3 zum Mikrocontroller. Gleichzeitig wird über R6 der Goldcap C14 aufgeladen.

Bei einem Spannungsausfall wird der Transistor T1 nahezu schlagartig gesperrt und der Goldcap versorgt dann den Mikrocontroller über R6 mit Spannung. In diesem Fall läuft die Uhr mindestens 1 h weiter, ohne dass neue Eingaben oder eine Korrektur der Uhrzeit erforderlich sind.

Die Schaltfunktion ist ausschließlich mit Versorgungsspannung möglich, da der erforderliche Relaisstrom für eine längere Pufferung zu groß wäre.

Das zentrale Bauelement der ZSU1224-Schaltung ist der Mikrocontroller ML610Q432 von OKI Semiconductor (IC1), dessen interne Struktur im Blockschaltbild in Bild 8 dargestellt ist. Der ML610Q432 ist ein sehr sparsamer Controller mit einer Reihe von Spezialfunktionen. So sind ein LCD-Treiber für max. 400 Segmente, eine Spannungsüberwachung, eine I²C-Schnittstelle und verschiedene Timer integriert. Weitere Komponenten wie die UART-Schnittstelle, der A/D-Wandler oder der „Melody Driver“ werden in unserer Schaltung nicht genutzt.

Der Uhrenquarz Q1 gibt den Grundtakt vor, aus dem alle intern verwendeten Taktfrequenzen erzeugt werden. Da bereits Lastkapazitäten in den Controller integriert sind, werden je nach verwendetem Quarz an Pin 28 und Pin 30 keine weiteren Kapazitäten benötigt.

Der Mikrocontroller besitzt keinen internen Datenspeicher, daher werden die Schaltprogramme und sonstigen Daten ausfallsicher im seriellen EEPROM

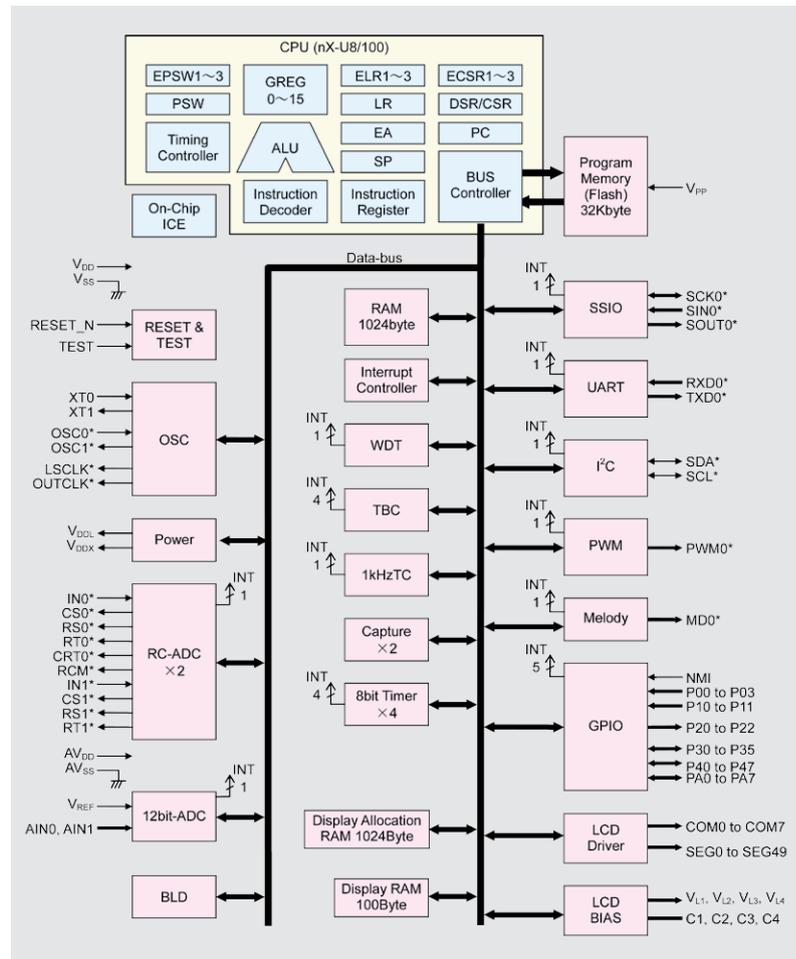


Bild 8: Interne Struktur des ML610Q432 von OKI Semiconductor

IC2 gespeichert. Die Kommunikation zwischen dem Mikrocontroller und dem Speicherbaustein erfolgt über eine I²C-Schnittstelle, wobei die Widerstände R11 und R12 als Pull-ups dienen.

Widerstände:

0 Ω/SMD/0805	R1
100 Ω/SMD/0402	R9
150 Ω/SMD/0805	R17
220 Ω/SMD/0402	R6
330 Ω/Metallfilmwiderstand	R13
470 Ω/1 %/SMD/0805	R3
1 kΩ/SMD/0402	R14, R16
2,2 kΩ/SMD/0402	R15
10 kΩ/SMD/0402	R11, R12
27 kΩ/SMD/0402	R10
100 kΩ/SMD/0402	R7, R8
470 kΩ/SMD/0402	R4, R5
Polyswitch/33 V/0,75 A/SMD/1812	R2

Kondensatoren:

100 pF/50 V/SMD/0402	C1
470 pF/50 V/SMD/0402	C10
100 nF/16 V/SMD/0402	C3, C5, C6, C8, C9, C11–C13, C15–C19
100 nF/50 V/SMD/0603	C2
1 µF/16 V/SMD/0402	C7, C20–C24
10 µF/16 V	C4
0,47 F/5,5 V	C14

Halbleiter:

ELV171633/SMD	IC1
24128BR/SMD	IC2
HT7533/SMD	IC3
IRLML6401/SMD	T1
BC847C/SMD	T2
BC846B	T3
BCW65C/SMD	T4
BAT43W/SMD	D2
LL4148/SMD	D3–D5
ZPD20V/SMD	D1

Sonstiges:

Quarz, 32,768 kHz, SMD	Q1
Relais, coil: 12 VDC, 1 Form A (NO) 1x on, 250 VAC, 16 AAC	REL1
Mini-Drucktaster, 1x ein, SMD	TA1–TA3
Tastkappen	TA1–TA3
Schraubklemmleiste, 3-polig, print	KL1
Schraubklemmleisten, 2-polig, print	KL2, KL3
Buchsenleisten, 2x 12-polig, SMD	BU1, BU2
Kunststoffschrauben, 2,2 x 5 mm	
Gehäuse, komplett, bearbeitet und bedruckt	
Schrauben für Gehäuse Typ 522, 2,2 x 5 mm, schwarz	
Displayscheibe	

Die Bedientasten des Geräts sind direkt an Port P00 bis Port P02 angeschlossen. Da hier interne Pull-ups vorhanden sind, wird an diesen Pins keine weitere Beschaltung benötigt. C15 bis C17 dienen ausschließlich zur Entprellung.

Über Port P47 wird die Display-Hinterleuchtung der ZSU1224 mithilfe des Transistors T4 gesteuert. Durch die Stromgegenkopplung mit R17 und den definierten Spannungsabfall an D4 und D5 arbeitet die Transistorstufe als Konstantstromquelle.

Zur Hinterleuchtung des Displays dienen „Side-Looking“-LEDs auf der Displayplatine. Sobald der Spannungsabfall über R17 zur Verringerung der Basis-Emitter Spannung von T4 führt, kommt es zur Strombegrenzung, d. h., der LED-Strom wird konstant gehalten.

Das Schaltrelais REL1 der ZSU1224 wird über die mit T3 aufgebaute Open-Collector-Schaltung vom Mikrocontroller (Port P46) gesteuert. Bei 12 V Versorgung wird der Widerstand R13 über die geschlossene

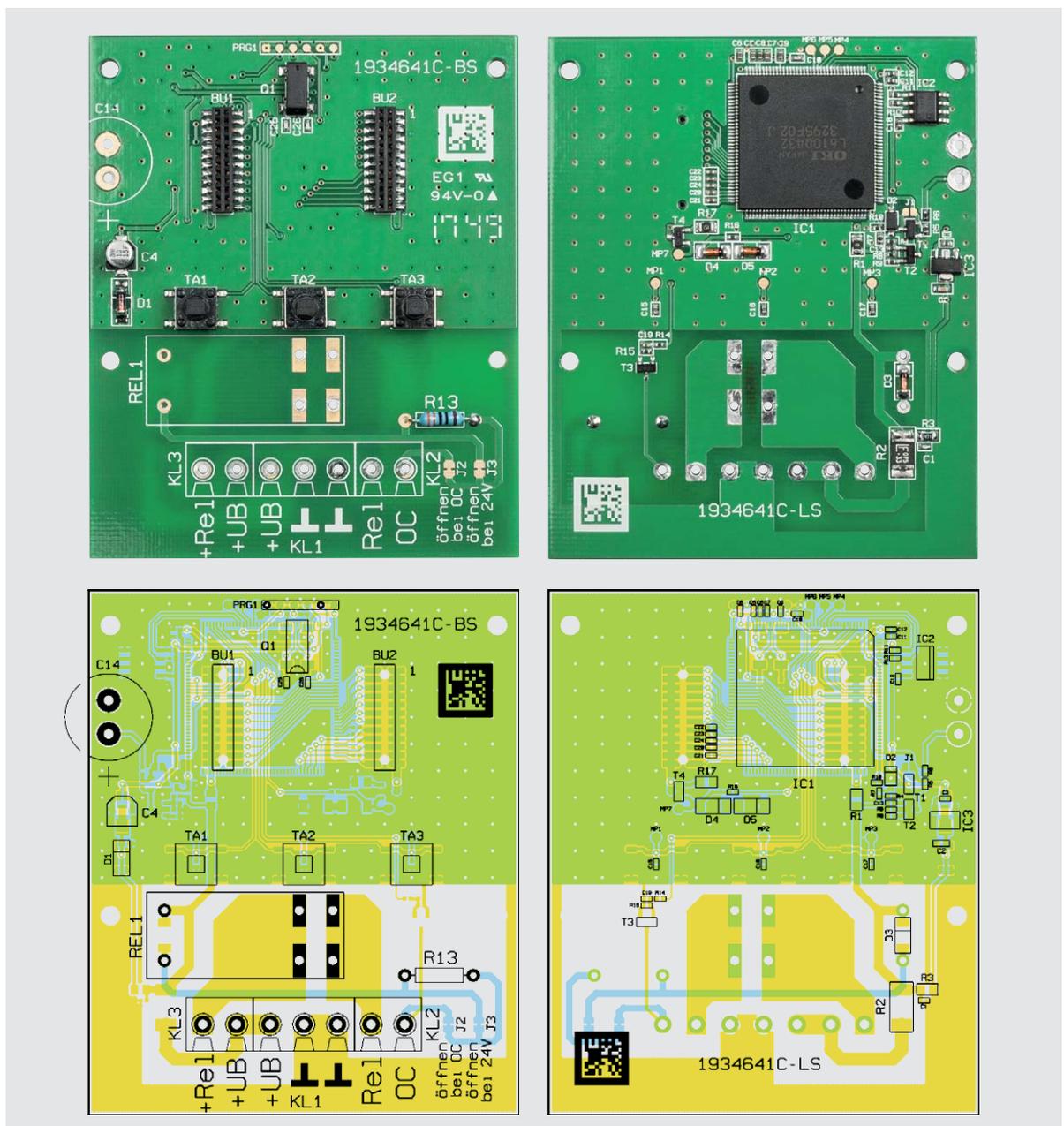
Kodierbrücke J3 gebrückt, und bei 24 V Versorgung ist die Brücke aufzutrennen. D3 verhindert Gegeninduktionsspannungen beim Abschalten des Relais, und C19 an der Basis von T3 dient zur Störunterdrückung.

Der Stromkreis über die Schaltkontakte des Relais (Laststromkreis) ist extern mit einer Sicherung von max. 12 A abzusichern.

Nachbau

Der praktische Aufbau dieses interessanten Geräts ist recht einfach, da bereits werkseitig alle SMD-Bauelemente bestückt sind. Von Hand sind nur noch wenige konventionelle, bedrahtete Bauteile zu bestücken. Die Leiterplatte der ZSU1224 im Auslieferungszustand mit zugehörigem Bestückungsplan ist in **Bild 9** zu sehen.

Im ersten Arbeitsschritt sind die Anschlüsse des Widerstands R13 auf Rastermaß abzuwinkeln und von oben durch die zugehörigen Platinenbohrungen zu führen.



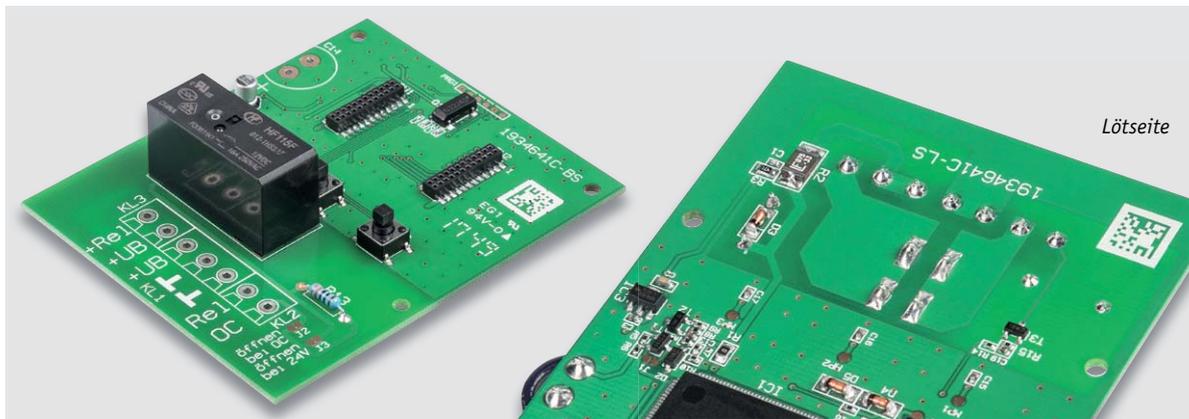


Bild 10: Einlöten des Leistungsrelais

Nach dem Umdrehen der Platine werden die Anschlüsse sorgfältig verlötet und die überstehenden Drahtenden sind direkt oberhalb der Lötstellen abzuschneiden.

Im nächsten Arbeitsschritt erfolgt die Bestückung des Leistungsrelais REL1, wobei darauf zu achten ist, dass das Bauteil vor dem Verlöten



Bild 11: Einlöten der Schraubklemmen



Bild 12: Einlöten des Goldcap

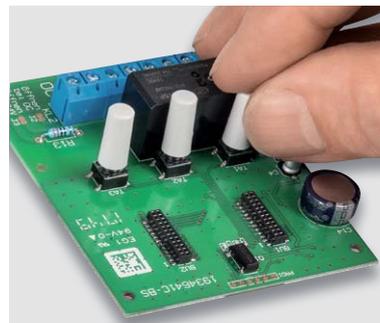


Bild 13: Aufpressen der Tastkappen

plan auf der Platinenoberfläche aufliegen muss.

Das Verlöten der Relaisanschlüsse muss sorgfältig unter Zugabe von ausreichend Lötzinn erfolgen, da hier später eine Strombelastung bis zu 12 A möglich ist. In der Detailaufnahme Bild 10 sind die fertig verlöteten Relaisanschlüsse zu sehen.

Danach sind die Schraubklemmen KL1 bis KL3 zuerst zusammenzustecken, bevor sie auf die Platine gesetzt und an der Platinenunterseite verlötet werden. Beim Verlöten der Schraubklemme ist darauf zu achten, dass die Klemmen plan auf der Platinenoberfläche aufliegen. Bild 11 zeigt die fertig verlöteten Schraubklemmen.

Beim Einlöten des Goldcap C14 ist unbedingt auf die korrekte Polarität zu achten. Am Bauteil ist der Minuspol in der gleichen Weise wie bei Elkos und auf der Leiterplatte der Pluspol gekennzeichnet. Die Detailaufnahme Bild 12 zeigt den korrekt eingebauten Goldcap. Die Tastkappen der Bedientaster TA1 bis TA3 sind mit etwas Druck aufzupressen (Bild 13).

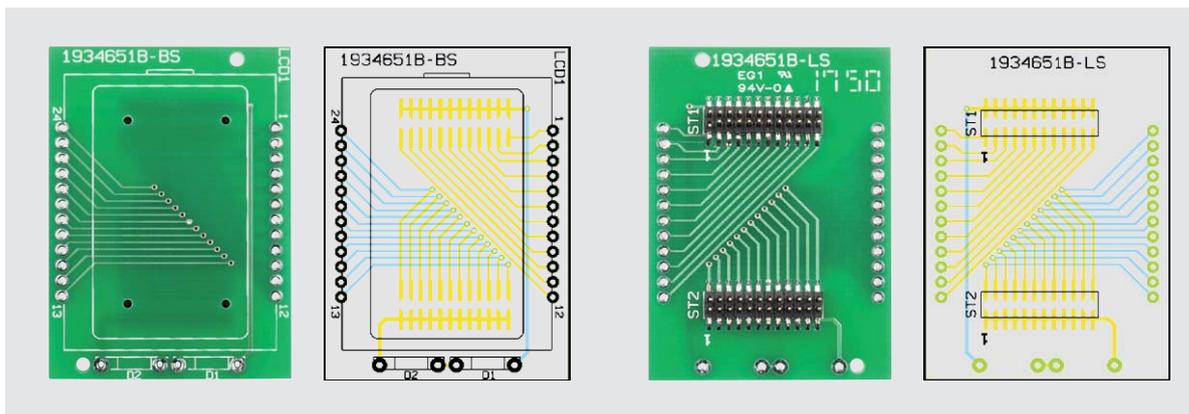


Bild 14: Displayplatine im Auslieferungszustand mit zugehörigem Bestückungsplan (links die Oberseite, rechts die Unterseite)

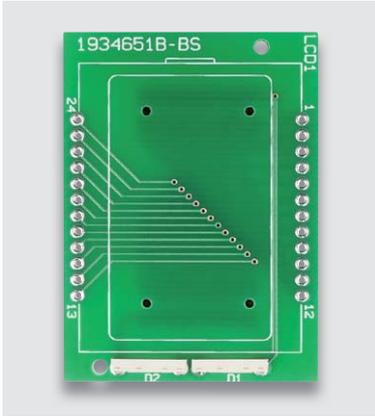


Bild 15: Einbau der Side-Looking-LEDs



Bild 16: Aufkleben der Reflektorfolie



Bild 17: Montage des Display-Montagerahmens

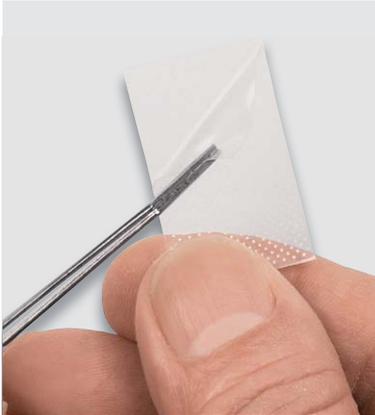


Bild 18: Entfernen der Schutzfolie von der Lichtverteilplatte

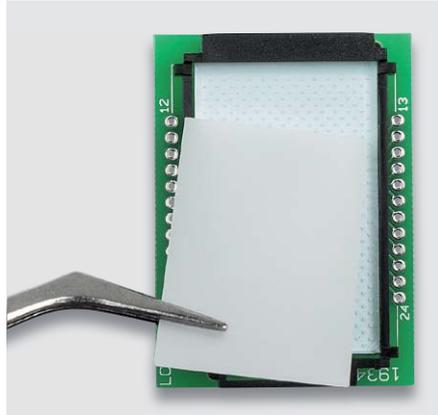


Bild 19: Diffusorfolie unterhalb des Displays

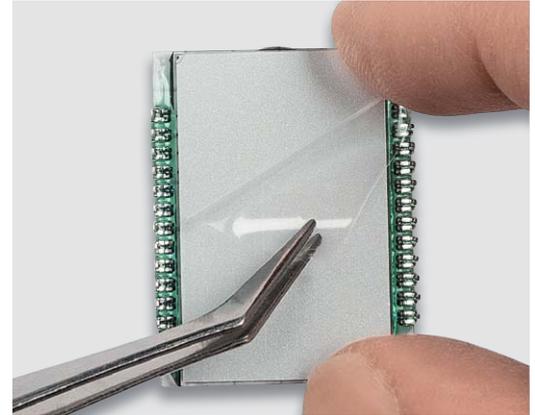


Bild 20: Schutzfolie an der Unterseite des Displays abziehen

Nachdem alle Bauelemente auf der Basisplatte bestückt sind, wenden wir uns der Displayplatte zu. Diese ist in Bild 14 mit zugehörigem Bestückungsplan zu sehen, links von der Oberseite und rechts von der Unterseite mit den vorbestückten Stiftleisten zur Sicherstellung des korrekten Abstands.

An der Displayseite werden im ersten Arbeitsschritt zwei Side-Looking-LEDs polrichtig eingelötet (Bild 15). Danach ist auf der Platine die Reflektorfolie aufzukleben, wie in Bild 16 zu sehen.

Der Display-Montagerahmen ist entsprechend Bild 17 aufzusetzen, wobei die Führungspins in die zugehörigen Platinenbohrungen zu führen sind.

Bei der Lichtverteilplatte muss die Seite mit dem weißen Rasteraufdruck zum Reflektorpapier und die verspiegelte Außenkante zum Federsteg (gegenüberliegende Seite von D1 und D2) weisen. Vor dem Einsetzen ist an der nicht bedruckten Seite die Schutzfolie entsprechend Bild 18 abzuziehen.

Es folgt das Auflegen der milchigen Diffusorfolie (Bild 19) auf der Lichtverteilplatte.

Bevor das Display eingelötet wird, ist an der Display-Unterseite unbedingt die Schutzfolie abzuziehen, wie in Bild 20 zu sehen ist.

Das Display ist danach so einzusetzen, dass der Anguss zur linken Seite (zum Federsteg) weist, d. h., die kleine Glasnase in Bild 21 muss sich an der gegenüberliegenden Seite von den Side-Looking-LEDs befinden.

Wenn das Display auf der ganzen Fläche plan auf dem Montagerahmen aufliegt, erfolgt das Verlöten an der Platinenunterseite (Bild 22).

Die Schutzfolie an der Display-Oberseite ist ebenfalls vorsichtig abzuziehen (Bild 23).

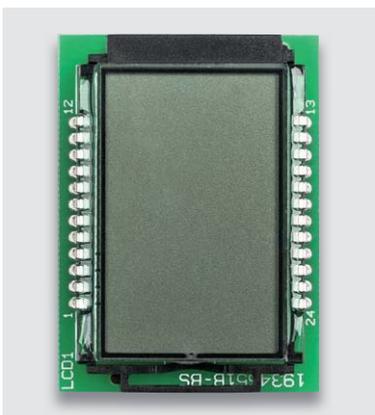


Bild 21: Montage des Displays

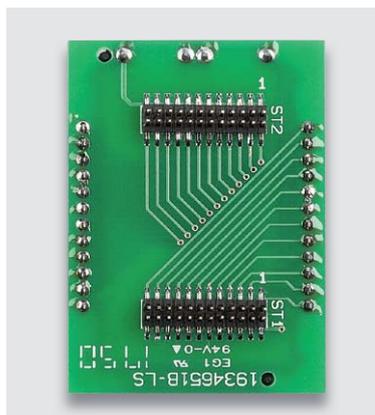


Bild 22: Verlöten des Displays an der Platinenunterseite

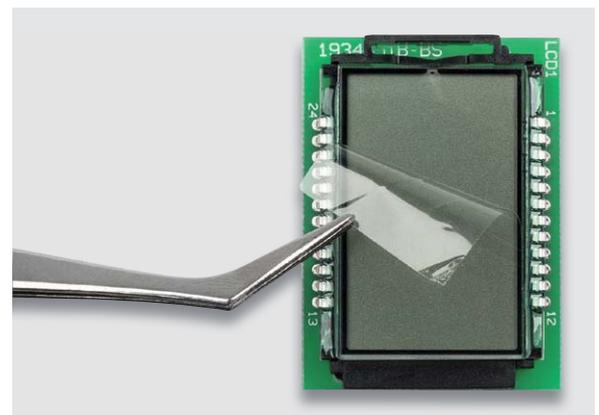


Bild 23: Schutzfolie von der Display-Oberseite abziehen

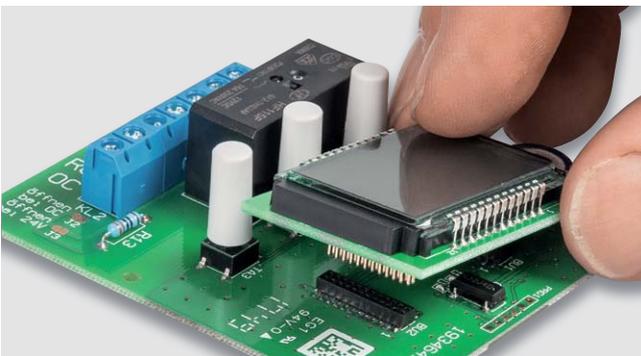


Bild 24: Einsetzen des Displaymoduls in die Basisplatte

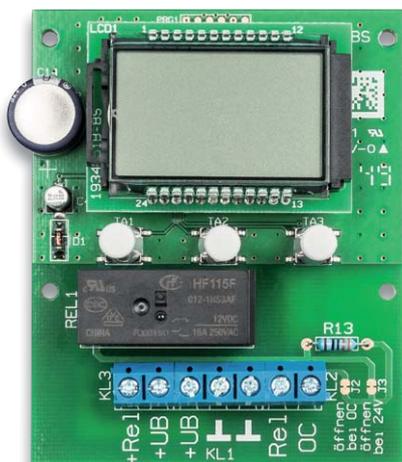


Bild 25: Komplett bestückte Leiterplatte der ZSU1224

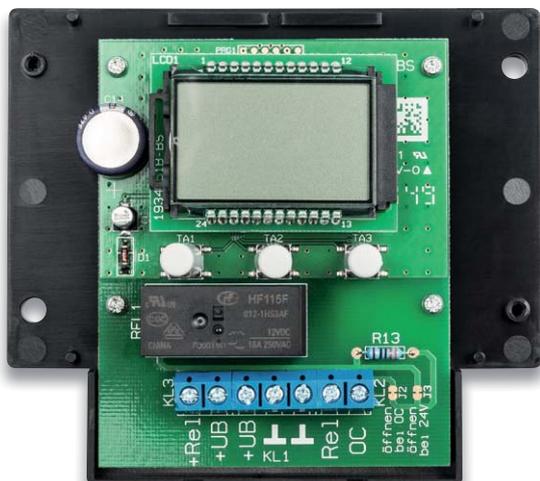


Bild 26: Einbau der fertig bestückten Platine im Gehäuseunterteil

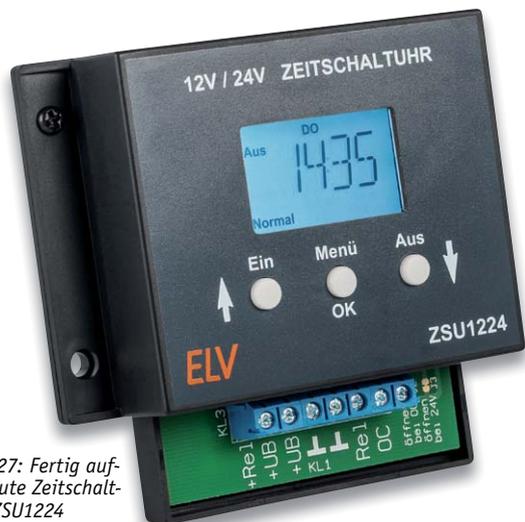


Bild 27: Fertig aufgebaute Zeitschaltuhr ZSU1224

Stückliste Display

Halbleiter:	Side-Looking-Lamp/weiß	D1, D2
Sonstiges:	LC-Display WT1102002A	LCD1
	Stiftleisten, 2x 12-polig, 6 mm, gerade, RM = 1,27 mm, SMD	ST1, ST2
	Displayrahmen	
	Reflektorfolie	
	Lichtverteilplatte mit Heiß-Silber-Prägung	
	Diffusorfolie	

Im nächsten Arbeitsschritt ist das fertig aufgebaute Displaymodul unter Beachtung der korrekten Einbaulage in die zugehörigen Buchsenleisten der Basisplatte einzusetzen (Bild 24). Hier ist besondere Sorgfalt angebracht, da die Stiftleisten sehr empfindlich sind und leicht verbiegen können. Man muss besonders darauf achten, dass die Stiftleisten nicht versetzt aufgesteckt werden.

In Bild 25 ist die danach komplett bestückte Leiterplatte des ZSU1224 zu sehen.

Jetzt wird die Platine mit den 4 Schrauben (2,2 x 5 mm) in das Gehäuseunterteil montiert, wie in Bild 26 dargestellt und das Gehäuseoberteil mit eingeklebter Displayscheibe aufgesetzt.

Nach dem Verschrauben mit den beiden schwarzen Gehäuseschrauben ist der Aufbau der ZSU1224 abgeschlossen.

Das Gehäuse der ZSU1224 ist für Wandmontage mit zwei Schrauben vorgesehen und dementsprechend das Display für die Blickrichtung 12:00 Uhr ausgelegt, das heißt, das Display hat den maximalen Kontrast, wenn der Blick auf das Display frontal oder leicht schräg von oben erfolgt.

Die fertig aufgebaute ZSU1224 ist in Bild 27 zu sehen.

ELV

Technische Daten

Geräte-Kurzbezeichnung:	ZSU1224
Schaltzeiten:	12 Ein- oder Ausschaltzeiten pro Wochentag
Betriebsmodi:	Normal, Intervall, Zufall
Gruppenbildung von Tagen:	Mo-Fr, Sa+So, alle Tage
Spannungs- und Verbraucheranschluss:	Schraubklemmen
Versorgungsspannung:	wahlweise 12 VDC oder 24 VDC
Gangreserve bei Spannungsausfall:	1 h mind.
Umgebungstemperatur:	-10 °C bis +40 °C
Bedienelemente:	3 Taster
Genauigkeit:	über Software abgleichbar
Anzeige:	LC-Display 36 x 23 mm, hinterleuchtet
Display-Blickrichtung:	12 Uhr (für Wandmontage)
Stromaufnahme:	50 mA max.
Relaisausgang:	mit Display-Hinterleuchtung, Relais ein potentialfrei oder Versorgungsspannung
Schaltstrom:	12 A max.
Schaltspannung:	Versorgungsspannung oder 42 Vdc max. potentialfrei
IP-Schutzart:	IP00
Befestigung:	Wandmontage mit 2 Schrauben
Abmessungen:	99,5 x 89 x 26 mm
Gewicht:	104 g



MITMACHEN & GEWINNEN

ELV Journal-Leser testen und gewinnen

Ihre Meinung interessiert uns! Bewerben Sie sich als Tester und schreiben Sie für die nächste Ausgabe einen Testbericht! Was gefällt Ihnen, was gefällt Ihnen nicht? Was kann man verbessern? Unter allen Bewerbern lösen wir die glücklichen Tester aus, die dann natürlich das jeweilige Testgerät behalten dürfen.

4x ELV Wi-Fi-Wetterstation WS980WiFi ELV® inkl. Funk-Außensensor (868 MHz), App, PC-Auswertesoftware



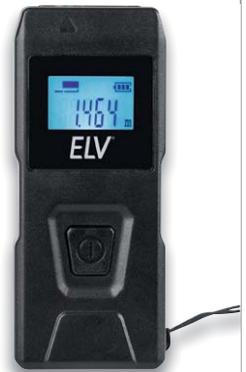
Informiert via Display, App und PC-Software über Raumklima und Wetter: Die leistungsfähige Wi-Fi-Wetterstation mit Funk-Kombi-Außensensor für Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Regenmenge, Windrichtung, Windstärke und Hel­ligkeit lässt Sie die erfassten Wetterdaten via App und mit der PC-Software WeatherSmart.IP auswerten.

Bestell-Nr. 25 04 08

Wert € 159,95

10x ELV Laser-Entfernungsmessgerät LE-30 ELV® Messbereich bis zu 30 m

Auf Knopfdruck messen Sie bequem Entfernungen bis zu 30 m. Das Messgerät punktet mit handlichem Format, einfacher Bedienung, batterieschonendem Betrieb und gut ablesbarem Display. Das Ausmessen von Räumen wird mit dem Laser-Entfernungsmessgerät zum Kinderspiel. Statt langwierig mit einem Gliedermaßstab zu hantieren, starten Sie auf Knopfdruck die Entfernungsmessung.



Bestell-Nr. 25 02 60

Wert € 19,95

So werden Sie ELV Journal-Leser-Tester und können gewinnen:*

ELV Journal verlost unter allen Bewerbern **4x** die ELV Wi-Fi-Wetterstation WS980WiFi (inkl. Funk-Außensensor, App, PC-Auswertesoftware) und **10x** das ELV Laser-Entfernungsmessgerät LE-30. **Bewerben Sie sich jetzt!**

⇒ **Online** auf www.lesertest.elvjournal.de – wählen Sie dort einfach Ihr Wunschprodukt aus.

Einsendeschluss: 16.06.2019

Bitte geben Sie für Rückfragen Ihre Kontaktdaten an: Telefon, E-Mail-Adresse und (falls vorhanden) Ihre ELV Kundennummer.

Mehrfache Teilnahmen derselben Person werden als nur eine Teilnahme gezählt und erhöhen nicht die Gewinnchance.

Sie erhalten zum Testprodukt eine ausführliche Bedienungsanleitung, gegebenenfalls weitere Informationen zum Produkt und einen Fragebogen, den Sie innerhalb von 4 Wochen nach Erhalt des Produkts und nach Abschluss des Tests an uns zurücksenden müssen.

Wir freuen uns auch über Fotos! Das Testprodukt dürfen Sie nach Abschluss des Tests natürlich behalten.

Die Gewinner zur Verlosung im ELV Journal 2/2019:

5x Video-Digitalisierer dnt Grabstar PRO



Eduard Weissenburger aus Lauingen
Andreas Langer aus Ilmenau
Janet Laczko aus Nürnberg
Darina Stückel aus Hadamar
Sven Köhn aus Berlin



5x Labornetzgerät Manson NTP-6531



Brunhilde Worm aus Salzgitter
Ute Korwitz aus Köthen
Erwin Wegmann aus Neutraubling
Uschi Brunner aus Landau
Wolfgang Frank aus Brechen



* ELV ist berechtigt, die Testergebnisse sowie die Gewinner unter der Nennung ihres Namens im ELV Journal und auf www.elvjournal.de ...at ...ch zu veröffentlichen. Teilnahmeberechtigt sind Personen über 18 Jahre. Nicht teilnahmeberechtigt sind Mitarbeiter der ELV Elektronik AG und der eQ-3 AG Gruppe, der beteiligten Unternehmen und deren Angehörige sowie Gewinnspielvereine und automatisierte Dienste. Unter allen fristgerecht eingegangenen Einsendungen entscheidet das Los. Mehrfache Teilnahmen derselben Person werden als nur eine Teilnahme gezählt und erhöhen nicht die Gewinnchance. Eine Barauszahlung oder ein Tausch gegen andere Produkte ist nicht möglich. Der Rechtsweg ist ausgeschlossen.



Unsere Leser testeten

5x Steinel 10-W-Sensor-LED-Deckenleuchte mit vier einstellbaren Sensoren sowie einer Nachlichtfunktion

STEINEL
Intelligent technology

Montage



Technik/Ausstattung



Optik



Preis/Leistung



Unsere Leser bewerteten
1,2
Durchschnitt

25 02 21

€ 99,-



Unsere Leser bewerteten:
Durchschnittsnote 1,2

In die Gesamtnote sind weitere Kriterien unseres Fragebogens einbezogen.

Inge Amrauch:

„Der Softstart ist super und gefällt mir besonders gut.“

Die moderne Deckenleuchte, die mehr kann! Sie besitzt nicht nur einen integrierten, vielfach einstellbaren 4-Sensor-Bewegungsmelder, sondern schaltet sich auch bei einbrechender Dämmerung mit einer Lichtleistung von 10 % automatisch für eine einstellbare Zeit ein und schafft so Sicherheit. Erst bei Annäherung einer Person schaltet die LED-Leuchte automatisch auf volle Leistung. Eine Besonderheit sind hier die im Inneren der Leuchte installierten vier Präzisions-IR-Sensoren. Die Abdeckhaube stellt gleichzeitig die Sensorlinse dar, sodass hier kein externer Sensor die Optik stört. Darüber hinaus sind die Sensoren unabhängig voneinander und somit separat von 2 bis 8 m einstellbar.

Wir baten fünf Leser um einen ausführlichen Test und ihr Urteil.

Selbst in an sich so einfache Produkte wie Leuchten zieht heute umfangreiche Technik ein, wie die Ausstattung dieser Leuchte beweist. Gleich vier individuell einstellbare Bewegungssensoren, das automa-

tische Nachlicht, Softstart, Soft-Aus sind nur einige Features, die es zu bewerten galt. Der erste Eindruck wurde von allen Testern als wertig empfunden, die Montage als einfach, ebenso die Einstellbarkeit der Sensoren. Auch die Funktion der Dämmerungsautomatik erhielt eine gute Bewertung.

Wir fragten auch nach dem Preis-Leistungs-Verhältnis; ein Tester fand die Leuchte zu teuer, alle anderen bewerteten den Preis als angemessen. Die von den Testern gewählten Montageorte deckten die ganze Breite möglicher Anwendungen ab – vom Carport über den Balkon, den Haustür-Eingangsbereich bis hin zum Hausflur war alles vertreten.

Entsprechend breit gefächert waren auch die von den Testern als besonders positiv empfundenen Eigenschaften wie der 360°-Erfassungswinkel, die schicke und zeitgemäße Optik, der Softstart, die einfache Montage und das geringe Gewicht, das auch eine Montage an leichten Decken oder Zwischendecken zulässt.

Negativ aufgefallen ist einem Tester die überdimensionierte Verpackung, die kleiner und damit ressourcenschonender ausfallen könnte.

Fazit: Eine vielseitige Sensorleuchte mit angenehmem Design, unauffällig untergebrachter und umfangreicher Technik, einfach montierbar und komfortabel. Schwächen: keine. Entsprechend fällt das Gesamturteil des Tests sehr gut aus.

ELV



Unsere Leser testeten

ELV Endoskopkamera EK100



Bedienung/Anleitung



Display



Kamera



Verarbeitung/Qualität



Unsere Leser bewerteten
1,5
Durchschnitt



25 01 55

€ 59,95

Olaf Förster:

„Die Auflösung sowohl der Kamera als auch des Displays hat mich sehr positiv überrascht.“

Unsere Leser bewerteten:
Durchschnittsnote 1,5
In die Gesamtnote sind weitere Kriterien unseres Fragebogens einbezogen.

Ein praktischer Helfer für den Haushalt und in der Werkstatt – die Endoskopkamera ermöglicht den bequemen Einblick in schwer zu erreichende Bereiche, in Hohlräume und andere sonst nicht einsehende Stellen. Die 8,5-mm-Minikamera am Ende des 96 cm langen, flexiblen Schwannenhals-trägers wird von dimmbaren LEDs unterstützt. Das auf dem 6,35-cm-Monitor dargestellte Kamerabild lässt sich drehen und spiegeln. Verschiedene Kameraaufsätze wie ein Bergehaken, ein Bergemagnet und ein Inspektionsspiegel machen die Endoskopkamera noch vielseitiger. Mit dem Magneten kann man kleine Gegenstände aus ferromagnetischen Metallen komfortabel bergen, via Spiegel mit dem Endoskop um die Ecke schauen. Mit dem Haken lassen sich kleine Gegenstände, Stoffteile und Fäden zurückziehen.

Acht ELV Journal Leser erhielten die Endoskopkamera zum Test, ihre Bewertungen künden von ausgiebiger Beschäftigung mit dem Gerät. Unseren „Kopfnoten-Bereich“ (erster Eindruck, Bedienungsanleitung, intuitive Bedienung, Verarbeitung, Gesamtqualität) absolvierte die Kamera mit einer Gesamtbewertung von 1,4 – insbesondere die wichtigen Bereiche „Bedienungsanleitung“ und „Bedienung“ sind für ein solches Gerät essenziell. Auch die Qualität von Kamera und Monitor sowie der LED-Beleuchtung erhielten sehr gute Noten, die Kameraqualität erhielt eine 1,1.

Besonders gefiel den Testern die einfache Bedienung, das Handling insgesamt, die Länge und Beweglichkeit des Schwannenhalses sowie die Bildqualität. Auch die dimmbare LED-Beleuchtung für den Kamerabereich wurde hervorgehoben, ebenso das praktische Zubehör und der Batteriebetrieb, der eine sehr flexible Nutzung ermöglicht. Unsere Tester haben sich intensiv mit ihren Testgeräten befasst, so erhielten wir mit den Bewertungen auch einige Verbesserungswünsche. An erster Stelle steht hier eine Aufzeichnungsmöglichkeit für die Bilder (die das Gerät aber auch in eine andere Preisklasse befördern würde), entweder auf Speicherkarte oder per USB-Port. Ein Tester wünscht sich einen einstellbaren Fokus für das Überblicken größerer Hohlräume, einer regte das optionale Angebot verschiedener Kameras für unterschiedliche Eigenschaften an. Ein anderer Tester bemängelte, dass der Schwannenhals aufgrund des Eigengewichts nicht immer die eingestellte Form behalten könnte – für manche Einsatzfälle durchaus ein Kriterium. Auf der Wunschliste fand sich auch der Wunsch nach einem Akkubetrieb mit interner Lademöglichkeit.

Fazit: Die Durchschnittsnote zeigt die objektive Bewertung – eine einfach bedienbare, sehr praktische und vielseitig einsetzbare Endoskopkamera für den privaten Einsatz mit sehr guter Bildqualität und gutem Preis-Leistungs-Verhältnis. Vermisst wird hier vor allem eine Aufzeichnungsmöglichkeit für die Kamerabilder. Ansonsten ein sehr gutes Gerät zu einem angemessenen Preis. 

Sie wollen es genau wissen?

Die Testberichte unserer Leser finden Sie auch unter:
www.lesertesten.elvjournal.de ...at ...ch

ELV trifft Maker

Maker Faire Ruhr: 6000 Besucher bei der Premiere von ELV



Premiere

Zum ersten Mal nahm das Team von ELV (Bild 1) mit einem eigenen Stand an einer Maker Faire teil. In Dortmund waren zur Maker Faire Ruhr [1] Ende März mehr als 6000 Besucher gekommen, um in der DASA – Deutschlands größter Arbeitswelt-Ausstellung mit Erlebnissen rund um die Welt der Arbeit – an Ständen, bei Vorträgen und in Workshops das außergewöhnliche Flair dieses Festivals der Extraklasse zu erleben. Mehr als 60 Aussteller zählte diese vierte Ausgabe der Maker Faire in Dortmund. Vom einzelnen Maker, der sein individuelles Projekt vorstellte, über Makerspaces und Fablabs bis hin zu den großen Anbietern wie ELV spannt sich das Angebot der Maker-Messe.

Bereits vor Öffnung der Maker Faire bildeten sich lange Besucherschlangen vor dem Eingang (Bild 2),

an dem auch in diesem Jahr wieder außergewöhnliche (und fahrtaugliche!) „mechanische Biester“, sogenannte Steamroadster, vom niederländischen „Abacus Theater“ ausgestellt waren (Bild 3).

Bemerkenswert bei jeder Maker Faire ist die große Bandbreite des Publikums – nicht nur technologisch interessierte Nerds strömten in Dortmund durch die Ausstellungsräume, auch viele Familien und Besucher jeden Geschlechts und aus allen Altersschichten beglückten die zahlreichen Exponate an den Ständen der Aussteller.

Steampunker

Dieses Jahr war Steampunk ein besonderes Thema der Maker Faire Ruhr. So konnte man beispielsweise am Stand des „Dampfzirkus Papenburg“ (Bild 4 und



Bild 1: Das Team von ELV auf der Maker Faire Ruhr



Bild 2: Lange Schlangen vor dem Eingang der Maker Faire



Bild 3: Steamroadster vom „Abacus Theater“



Bild 4: Kunstvolle Gewänder und Geräte im Steampunk-Stil am Stand vom Dampfzirkus Papenburg (Foto: Andreas Wahlbrink – DASA)

Bild 5, [2]) an einem mit viel Liebe zum Detail erschaffenen Retro-Look-Kunstwerk testen, wie dort Wasser in Wein „verwandelt“ wurde.

Steampunk (von engl. *steam* „Dampf“ und amerik. *punk* „mies“, „wertlos“, verselbstständigt: „Punk“) ist ein Phänomen, das sich etwa seit den 1980ern zu einem Kunstgenre, einer kulturellen Bewegung, einem Stil und einer Subkultur entwickelt hat. Besonderes Merkmal ist die Verknüpfung moderner und futuristischer Funktionen mit einem Aussehen wie aus dem viktorianischen Zeitalter. So entsteht der Retro-Look der teilweise extrem aufwendigen Kostüme und Geräte der Steampunker.

Bausätze von ELV für Maker

Die Besucher hatten in diesem Jahr neben zahlreichen Vorträgen erstmalig die Chance, sich verschiedene Bausätze aus dem Sortiment von ELV vor Ort anzuschauen oder direkt mit den Entwicklungsingenieuren über verschiedene Elektronikthemen zu fachsimpeln.

Besonders viel Spaß hatten die Besucher an dem extra für die Maker Faire angefertigten Tisch für das

neue ELV Partyspiel PS12 [3]. Von morgens bis abends war der Spieltisch belegt und brachte den Mitspielern, die zum Teil gerade einmal über die Tischkante gucken konnten, einen kreativen ELV Bausatz näher. Auch die zuvor erwähnten Steampunker in ihren ausgefallenen Kostümen hatten ihren Spaß an diesem Spiel (Bild 6).

Ausblick

ELV ist in diesem Jahr noch auf der Maker Faire in Hannover (17.–18.8.) und in Aurich (13.–15.9.) mit einem eigenen Stand vertreten. Wir werden auch zu diesen Veranstaltungen wieder Eintrittskarten über unsere Social-Media-Kanäle [4] verlosen und über die Maker Faires berichten. In Dortmund freuen wir uns auf ein Wiedersehen am 28./29.3.2020! **ELV**



Bild 5: An diesem Steampunk-Gerät des Dampfzirkus Papenburg wurde Wasser in Wein „verwandelt“.



Weitere Infos:

- [1] Maker Faire Ruhr:
www.makerfaire-ruhr.com
- [2] Dampfzirkus Papenburg:
<https://dampfzirkuspapenburg.com>
- [3] ELV Party-Spiel (PS12):
<https://www.elv.de>: Webcode #10267
- [4] ELV bei Facebook:
<https://de-de.facebook.com/elvelektronik/>
ELV bei Twitter (@elvelektronik):
<https://twitter.com/elvelektronik>
Maker-Seite bei ELV:
www.elv.de/maker

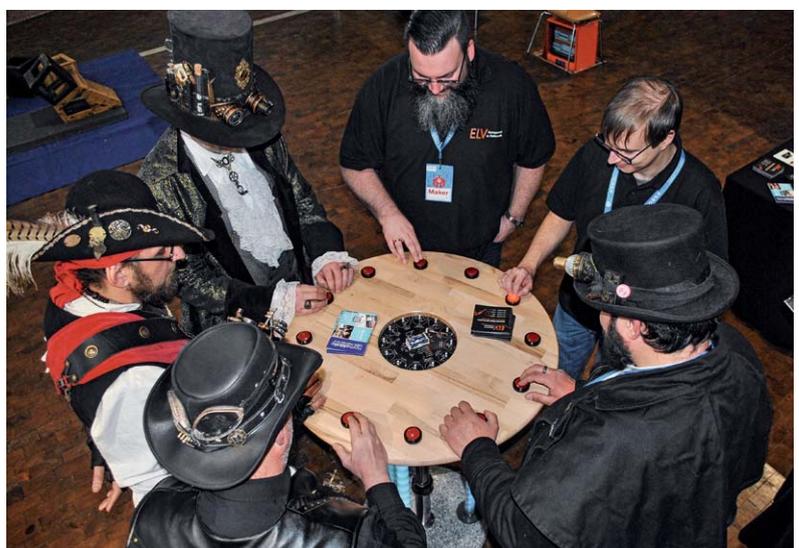


Bild 6: Steampunker am Tisch des ELV Bausatzes Partyspiel PS12



Hallo, Echo!

Schall: Reflexion, Beugung, Brechung und Absorption

Schall besteht seiner Natur nach aus mechanischen Schwingungen in elastischen Medien. Das Auftreten von Schall ist somit an die Existenz von Materie gebunden. Im Vakuum gibt es keinen Schall. Mit anderen Worten: Schall kann in gasförmigen (Luftschall), in flüssigen (Flüssigkeitsschall) und/oder in festen Stoffen (Körperschall) auftreten.

Im ersten Beitrag dieser Reihe wurde neben allgemeinen Grundlagen im Wesentlichen die Abstrahlung von Schall in unbegrenzten Räumen, d. h. im Freien,

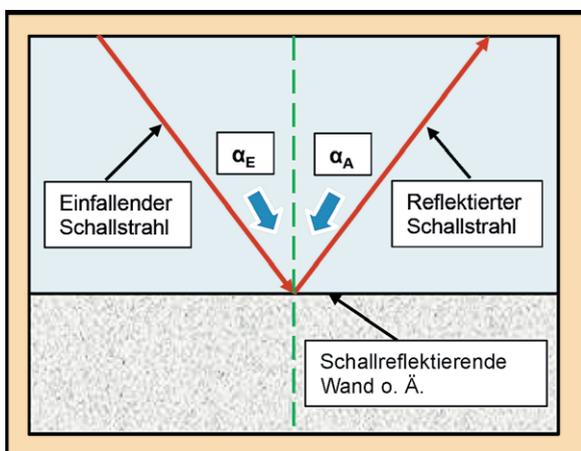


Bild 1: Reflexion von Schallstrahlen (stellvertretend für Schallwellen) an einer hart reflektierenden Fläche (Wand, Platte, o. Ä. flaches Hindernis):

α_E = Einfallswinkel des Schallstrahls

α_A = Winkel des reflektierten Schallstrahls

Beide Winkel sind gleich.

vorgestellt und behandelt. Tatsächlich aber finden sehr viele Schallabstrahlungen in mehr oder weniger geschlossenen Räumen statt, also dort, wo die Schallausbreitung von den Eigenschaften der Raumbegrenzungen sowie anderen Hindernissen bestimmt wird. In solchen Fällen kommt es nicht mehr zur Ausbildung eines freien Schallfeldes, sondern eines mehr oder weniger diffusen Schallfeldes, in dem andere Gesetze gelten. So gilt dort beispielsweise nicht mehr das $1/r$ -Gesetz, wonach der Schalldruck p um die Hälfte und der Schalldruckpegel L_p um 6 dB pro Entfernungsverdopplung abnimmt.

Um die Verhältnisse in einem diffusen Schallfeld zu verstehen, müssen wir uns zunächst mit Begriffen wie Schallreflexion, -beugung, -brechung und -absorption befassen. Dazu gehören u. a. Kenngrößen wie beispielsweise der Reflexionsfaktor r , der Absorptionsgrad α und die Nachhallzeit T .

Entfernung r von der Quelle (in: m)	Schalldruck p ($\sim 1/r$) (in: Pa)	Schalldruckpegel L_p (in: dB)
0,5	z.B.: 0,2	80
1,0	0,1	74
2,0	0,05	68
4,0	0,025	62
8,0	0,0125	56

Veranschaulichung des Abstandsgesetzes ($1/r$ -Gesetz) anhand eines Zahlenbeispiels



Zur Information:

In leicht verständlicher Form wollen wir in den kommenden Ausgaben eine **Einführung in die Arbeitsgebiete der technischen Akustik – einschließlich Schwingungstechnik – und der Elektroakustik** vermitteln.

Diese Themengebiete werden wir beleuchten:

- Akustische Grundbegriffe – Schallfeldgrößen, Pegel, Resonatoren
- **Schallausbreitung – Reflexion, Beugung, Brechung und Absorption**
- Elektromechanische Analogien – Analogie erster und zweiter Art, Ersatzschaltbilder
- Elektroakustische Wandler – Wandlerprinzipien und ihre Gesetze
- Mikrofone – vom Studiomikrofon bis zum Subminiaturmikrofon
- Kopfhörer – elektrodynamische und elektrostatische Kopfhörer
- Lautsprecher – von den Anfängen bis zur Bassreflexbox
- Beschallungstechnik – gerichtete Schallabstrahlung, Linienstrahler
- Raum- und Bauakustik – sabinesches Gesetz, Nachhallzeit und äquivalente Absorptionsfläche
- Gehör – Lautstärke, Lautheit, Hörverlust, Hörgeräte, Audiometrie
- Persönlicher Schallschutz – von passiven Gehörschutzmitteln bis zum aktiven Schallschutz mittels „Antischall“
- Akustische Messräume – reflexionsarme Räume, Messboxen und Hallräume
- Körperschall und Vibrationen – Accelerometer und Ladungsverstärker
- Wasserschall – Schallausbreitung im Wasser, Hydrofone und Wasserschall-Messtanks
- Ultraschall und Infrarotschall – natürliche und industrielle Quellen

Theoretische Zusammenhänge werden nur so weit vertieft, wie es für das Verständnis des Stoffs notwendig ist. Auf mathematische Ausdrücke (Gleichungen, Formeln) wird im Text so weit wie möglich verzichtet. Anschauliche Illustrationen unterstützen diese Beiträge. Autor dieser Serie ist Prof. Dr.-Ing. Ivar Veit.

Schallreflexion

Trifft eine fortschreitende Schallwelle auf eine „schallharte“ Wand, so wird sie von dort reflektiert. Das ist ein ähnlicher Vorgang wie bei der Reflexion eines Lichtstrahls, der auf einen Spiegel fällt. Zur besseren Veranschaulichung einer Schallreflexion ist es hilfreich, sich die Ausbreitung von Schall durch „Schallstrahlen“ vorzustellen. Das ist überall dort statthaft, wo die Abmessungen eines Raumes groß sind im Vergleich zur Wellenlänge λ . Fällt ein ganzes Bündel von Schallstrahlen auf eine schallharte Wand, so wird jeder einzelne Schallstrahl daran so reflektiert, dass der Einfallswinkel α_E gleich dem Ausfallswinkel α_A ist, siehe [Bild 1](#).

Der Begriff der „schallharten Wand“ verlangt in diesem Zusammenhang nach Erklärung. Im ersten Beitrag dieser Serie (siehe ELV Journal 2/2019) war bereits die Rede von Impedanzen. Für die Schallkennimpedanz $Z_o (= p/v)$ von Luft wurde dort bereits ein Wert von 408 Ns/m^3 genannt. Trifft eine ebene, sich in Luft ausbreitende Schallwelle auf eine Wand, so setzt diese der einfallenden Welle einen Widerstand mit einer bestimmten Impedanz Z_s entgegen. Ist diese Impedanz sehr viel größer als Z_o , und das ist bei massiven Wänden stets der Fall, so wird die einfallende Schallwelle von dieser nahezu vollständig reflektiert (Totalreflexion). Die dabei reflektierte oder zurücklaufende Schallwelle überlagert sich mit der einfallenden oder hinlaufenden Schallwelle.

Bei senkrechtem Schalleinfall entsteht dabei eine sogenannte stehende Welle, englisch: standing wave, mit ausgeprägten Schalldruckmaxima und -minima. Dieser Effekt findet eine wichtige Anwendung in der akustischen Messtechnik, z. B. bei der Bestimmung der Absorptionseigenschaften von Schallschluckmaterial in einem Impedanzmessrohr, siehe [Bild 2](#). Dabei geht es um ein Rohr, dessen Wandmaterial nicht mitschwingt, und in dem Rohrwellen erzeugt werden. Es handelt sich dabei in sehr guter Näherung um ebene Schallwellen. Mit der Schallausbreitung in Rohren hat sich bereits im Jahre 1866 A. Kundt beschäftigt, und zwar zur Bestimmung der Schallgeschwindigkeit. In Erinnerung geblieben ist das nach ihm benannte kundtsche Rohr.

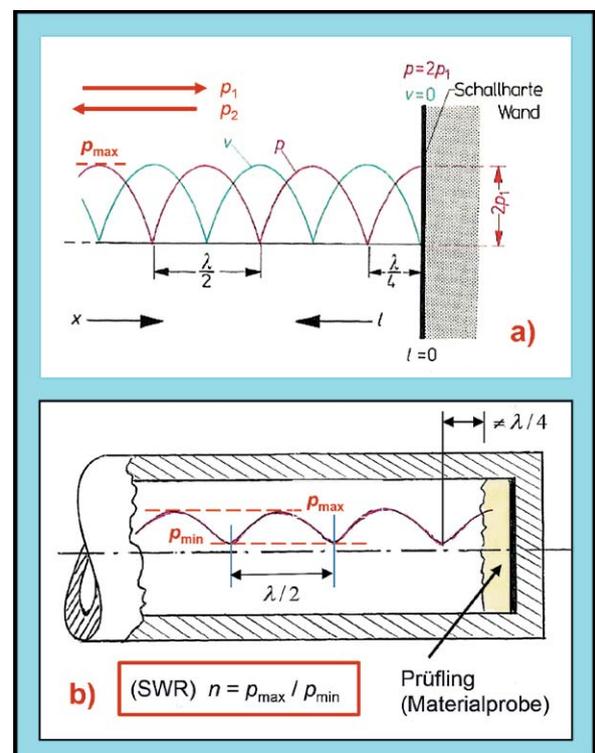


Bild 2: Ausbildung von stehenden Wellen vor schallharten Wänden und in Rohren.

a) Räumliche Verteilung von Schalldruck p und Schallschnelle v bei totaler Schallreflexion an einer schallharten Wand. Darin sind p_1 der Schalldruck der hinlaufenden Welle und p_2 der Schalldruck der reflektierten Welle.

b) Ausbildung einer stehenden Welle in einem dickwandigen Rohr, das mit einer Materialprobe vor schallhartem Rohrende abgeschlossen ist. Aus dem darin messbaren Stehwellenverhältnis n kann man den Reflexionsfaktor $r = (n - 1)/(n + 1)$ und somit auch den Absorptionsgrad $a = 1 - r^2$ bestimmen.

Bestimmung des Schallabsorptionsgrades

Heute werden Impedanzmessrohre zur Bestimmung des Schallabsorptionsgrades α ($= I_{\text{absorb.}}/I_{\text{einfall.}}$) und der frequenzabhängigen Impedanz von schallabsorbierenden Materialien eingesetzt. Das Messprinzip nutzt, wie schon erwähnt, die Ausbildung einer stehenden Schallwelle mit ortsfesten Schalldruckmaxima p_{max} und Schalldruckminima p_{min} aus, und zwar als Folge einer Schallreflexion am Rohrende. Je nachdem wie das Rohr abgeschlossen ist (schallhart oder mit einer komplexen Impedanz, z. B. mit einem porösem Fasermaterial), kann das Stehwellen-Verhältnis $n = p_{\text{max}}/p_{\text{min}}$ (englisch: standing wave ratio oder SWR) sehr unterschiedliche Werte annehmen. Bei schallhartem Abschluss findet man das letzte Minimum in einem Abstand von genau $\lambda/4$ vor dem Rohrende, siehe Bild 2a). Bei Abschluss mit einer komplexen Impedanz ist der Abstand des letzten Minimums von der Oberfläche der Materialprobe $\neq \lambda/4$, siehe Bild 2b).

Anfangs wurde der Verlauf der stehenden Welle mithilfe eines innerhalb des Messrohres beweglichen Sondenmikrofons ausgemessen, und zwar in Abhängigkeit von der Frequenz, siehe Bild 3a). Der Lautsprecher-

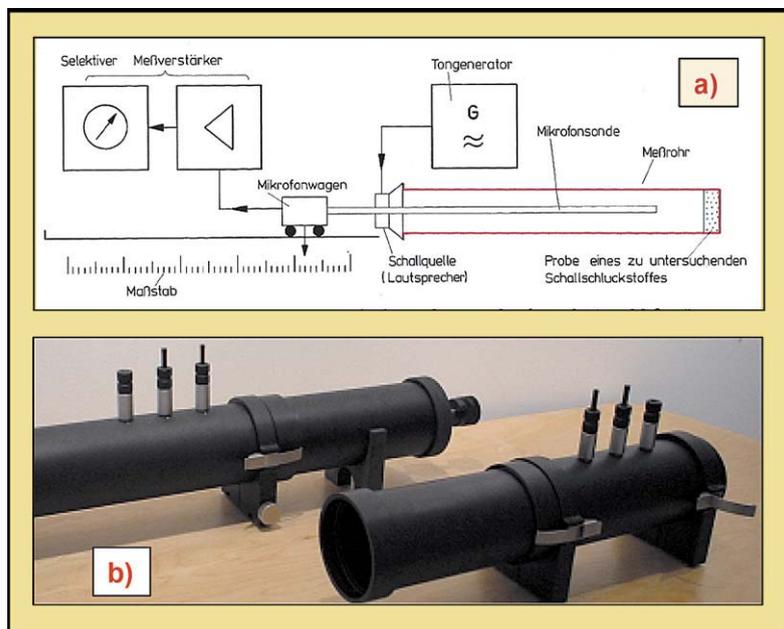


Bild 3: Impedanzmessrohr
 a) Prinzipieller Aufbau eines Impedanzmessrohrplatzes früherer Ausführung (kundsches Rohr) mit beweglichem Sondenmikrofon und dazugehörigen Messgeräten
 b) Neuere Ausführung von Impedanzmessrohren mit zwei feststehenden Mikrofonen und wählbaren Abständen zwischen beiden

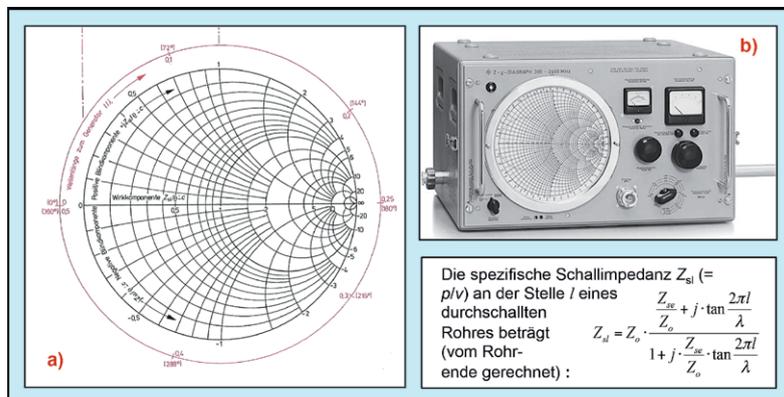


Bild 4: Impedanzverhältnisse entlang von hochfrequenten elektrischen Leitungen bzw. in niederfrequenten akustischen Rohrleitungen:
 a) Smith-Diagramm zur Bestimmung der spezifischen Schallimpedanz in Rohrleitungen. Darin sind Z_0 die Schallkennimpedanz ($= \rho \cdot c$) und Z_{se} die spezifische Abschlussimpedanz einer Rohrleitung.
 b) Z-g-Diagramm von Rohde & Schwarz. Das war das erste Messgerät, das vor über 80 Jahren (!) zur Messung der genannten Impedanzen entstand, anfangs für einen Frequenzbereich von 30–300 MHz, später sogar bis 2400 MHz.

kern war dabei meist durchbohrt, um die Einführung der verschiebbaren Messsonde zu ermöglichen. Das Ende des Rohres war mit der zu messenden Materialprobe abgeschlossen. Dieses Verfahren erfordert einen vergleichsweise großen Zeitaufwand und außerdem ein recht langes Rohr, insbesondere dann, wenn der Messfrequenzbereich bis zu 30 Hz hinab ausgedehnt werden soll. Inzwischen gibt es neuere Verfahren, z. B. über die Impedanzmessung mithilfe eines kürzeren Rohres und eines feststehenden Mikrofonpaares, Bild 3b). Von den durch die beiden Mikrofone aufgenommenen Signalen wird mithilfe eines Spektrumanalysators eine Transferfunktion gebildet und daraus letztlich der Reflexionsfaktor $r = p_{\text{refl.}}/p_{\text{einfall.}}$ berechnet. Die akustische Anregung erfolgt bei diesem Verfahren mit weißem Rauschen.

Analogie zur Elektrotechnik

Ergänzend zum Thema Schallausbreitung in Rohrleitungen, die mit einer definierten Impedanz abgeschlossen sind, sei hier noch auf eine Analogie zur elektrischen Leitungstheorie hingewiesen. Die Impedanz – elektrisch wie akustisch – ändert sich entlang von Leitungen gemäß einer trigonometrischen Tangensfunktion. Die rechnerische Behandlung dieses Verhaltens ist im Allgemeinen etwas aufwendig. Daher hat man die in der Elektrotechnik, bzw. in der Hochfrequenztechnik, bewährte Behandlung dieses Themas auch für vergleichbare Vorgänge in der Akustik übernommen. Die umständliche und zeitraubende Rechenarbeit hat man später durch Verwendung eines sehr praktischen Diagramms ersetzt. Es handelt sich dabei um das in der Nachrichtentechnik gut bekannte Smith-Diagramm, in dem man relative Impedanzen mit Werten zwischen 0 und $\pm \infty$ eintragen und damit arbeiten kann, ein bemerkenswertes Hilfsmittel (siehe Bild 4a). Vor über einem halben Jahrhundert hat die Münchner Firma Rohde & Schwarz sogar ein Messgerät (Bild 4b) dafür entwickelt und auf den Markt gebracht. Das arbeitete damals schon in einem Frequenzbereich von 30 bis 300 MHz und später sogar bis zu 2400 MHz. Eine ausführliche Behandlung dieser gesamten Thematik findet man in der einschlägigen Fachliteratur.

Mit Schallbeugung „um die Ecke hören“

Auch bei der Schallbeugung gibt es viele Parallelen zur Optik. Aus der Optik ist bekannt, dass jeder lichtundurchlässige Gegenstand, der sich im Strahlengang von Licht befindet, einen seinen Umrissen entsprechenden Schatten wirft oder dass jede Blende in einer lichtundurchlässigen Wand nur einen solchen Lichtstrahl hindurchlässt, der genau der Form der Blendenöffnung entspricht. Diese Art der Schattenwirkung trifft bei Schallwellen nicht immer zu. Hindernisse oder Blenden, die man dem Licht entgegenstellt, sind allgemein sehr viel größer als die Wellenlängen des Lichts. In der Akustik ist das anders. Einem Frequenzbereich von beispielsweise 100 Hz bis 10 kHz entspricht in Luft ein Wellenlängenbereich von etwa 3 m bis 3 cm. Das ist aber genau der Größenordnungsbereich, in dem die Abmessungen der meisten Gegenstände unserer Umgebung liegen.

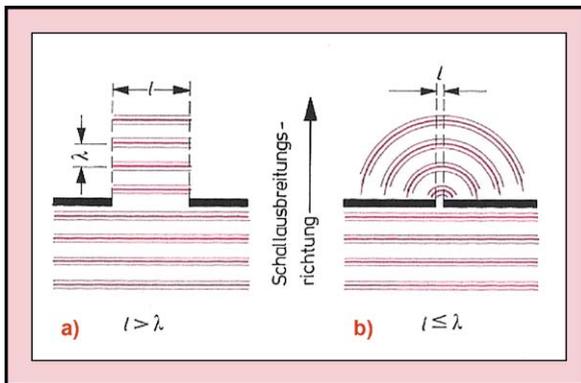


Bild 5: Beugung von ebenen Schallwellen, die durch eine Blende hindurchtreten. Gezeichnet: Geometrische Strahlengrenzen.
 a) Ein ebenes Wellenbündel läuft gegen eine Wand mit einer Öffnung (Blende), die breiter ist als die Schallwellenlänge λ . Durch die Blende tritt ein recht genau umrissener Schallstrahl hindurch.
 b) Ist die Breite der Öffnung genauso groß oder sogar noch kleiner als die Wellenlänge λ , so erfährt das primär hindurchtretende Wellenbündel eine sehr starke Beugung nach allen Seiten. Die Öffnung wird quasi zur Quelle eines neuen Kugelwellenfeldes.

Daher wird die Ausbreitung von Schallwellen sehr wesentlich durch die Gesetze der Beugung bestimmt. Der Beugung verdanken wir auch die Tatsache, dass wir quasi „um die Ecke hören“ können.

Beugungseffekte und Lärmschutz

Lässt man beispielsweise ebene Schallwellen gegen eine Wand laufen, die eine Blende besitzt, deren Öffnung größer ist als die Wellenlänge λ des Schalls, so ist das hindurchtretende Schallwellenbündel ein Abbild der Geometrie der Blendenöffnung (siehe Bild 5a). Durch die Blende tritt ein ziemlich genau umrissener Schallstrahl hindurch. Sind dagegen die Abmessungen der Öffnung gleich oder gar noch kleiner als die Wellenlänge λ , so erfährt das primär hindurchtretende, schmale Schallwellenbündel eine so starke Beugung nach allen Seiten, dass daraus wieder Kugelwellen entstehen, die sich nach allen Seiten des Halbraumes gleichmäßig ausbreiten (Bild 5b).

Betrachtet man umgekehrt anstelle einer Blendenöffnung ein Hindernis, das sich der Wellenausbreitung entgegenstellt, so beobachtet man ein ganz analoges Geschehen: Ist die Breite des Hindernisses groß gegenüber der Wellenlänge, so lässt es einen „Schallschatten“ entstehen, der den geometrischen Strahlengrenzen entspricht (siehe Bild 6). Ist das Hindernis dagegen klein im Vergleich zur Wellenlänge λ , so verschwindet jegliche Schattenbildung. Das Hindernis ruft höchstens eine geringfügige Störung des Wellenverlaufs hervor, und das auch nur in seiner allernächsten Umgebung (siehe Bild 6).

Beugungseffekte sind von großer Bedeutung z. B. für Abschirmvorrichtungen, die man der unerwünschten Schallausbreitung (Lärm) entgegenstellt. Ihre Wirkung ist allerdings spektral und räumlich begrenzt. Höhe und Gestalt derartiger Abschirmmaßnahmen haben Einfluss auf den erzielbaren Schallschutz. Das können Schallschirme, Bewuchs, Geländeerhebungen oder Schallschutzwälle sein (siehe Bild 7). Der erreichbare Schallschutz ist sehr stark abhängig vom Abstand zwischen der Schallquelle der oberen Kante

(„Beugungskante“) derartiger Maßnahmen. Es soll dadurch ein möglichst „tiefer“ Schallschatten hinter dem Hindernis entstehen.

Es gibt eine Fülle von Alltagsbeispielen für die Wirkung der Schallbeugung. Sehr interessant, aber wenig bekannt, ist der Einfluss der Schallbeugung an unserer Ohrmuschel mit all ihren Erhebungen und Vertiefungen für die Vorne-hinten-Ortung einer Schallquelle, obwohl diese sich genau in der Medianebene unseres Kopfes befindet. Genau diese Formgebung der Ohrmuschel ist es, die bei ihrer Nachbildung für Kunstköpfe besonders viel Mühe bereitet.

Schallbrechung und Schallausbreitung

Genauso bedeutsam wie die beiden zuvor beschriebenen Vorgänge ist auch der nächste Begriff, die Schallbrechung. Auch hier gibt es Ähnlichkeiten zur Optik. Den Brechungseffekt beobachtet man z. B. überall dort, wo Schall sich in geschichteten Medien unterschiedlicher Schallgeschwindigkeit ausbreitet. Das bekannteste Beispiel dafür sind Außenluftschichten mit verschiedenen Temperaturgradienten. Luftschichten unterschiedlicher Temperatur sind aber gleichbedeutend mit Schichten unterschiedlicher Ausbreitungsgeschwindigkeit c . Die Abhängigkeit der Schallgeschwindigkeit c von der Temperatur, und zwar speziell für Luft, zeigt das Bild 8. Die mit der dort angegebenen Formel errechneten Schallgeschwindigkeiten c für Temperaturen zwischen beispielsweise -10 °C und $+30\text{ °C}$ sind im gleichen Bild tabellarisch wiedergegeben.

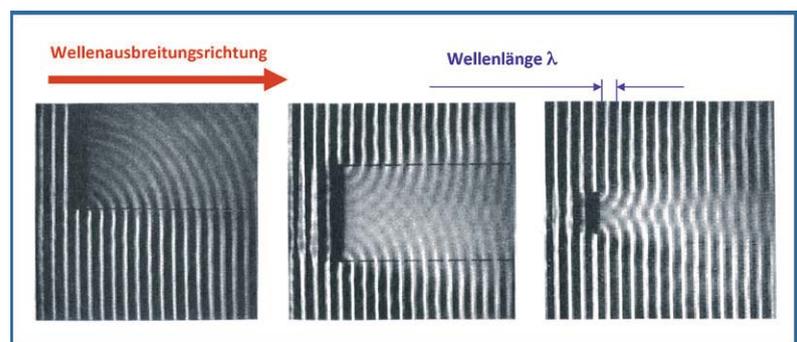


Bild 6: Wellenbeugung an Hindernissen, deren Abmessungen unterschiedlich groß sind im Vergleich zur Wellenlänge λ .

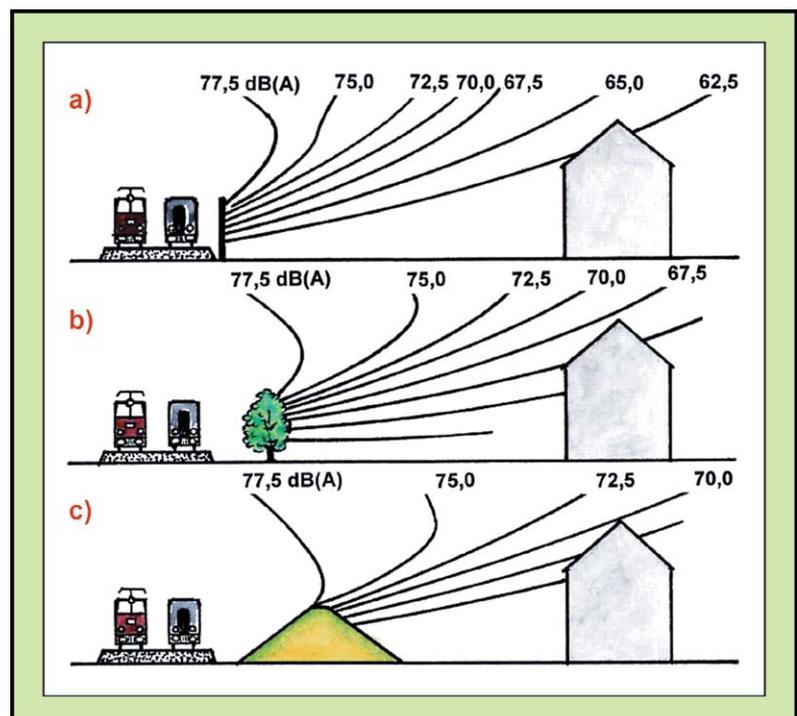


Bild 7: Schallbeugung
 a) an einem Schallschirm, b) an Bewuchs (Bäume) und c) an einem Schallschutzwall

Tabelle 1: Schallgeschwindigkeit c für Luft, abhängig von der Temperatur ϑ [°C]

Temperatur ϑ [°C] [m/s]	Schallgeschwindigkeit c
- 10	325,3
0	331,4
+ 10	337,4
+ 20	343,3
+ 30	349,1

$$c_L = 331,4 \cdot \sqrt{\frac{\vartheta(^{\circ}\text{C}) + 273}{273}}$$

Bild 8: Die Schallgeschwindigkeit c_L in Luft und ihre Abhängigkeit von der Temperatur ϑ [°C]

Wie die Zahlen belegen, steigt die Schallgeschwindigkeit mit wachsender Temperatur an.

Den Effekt der Schallbrechung an Luftschichten unterschiedlicher Temperatur und somit auch unterschiedlicher Schallgeschwindigkeit veranschaulicht Bild 9. Trifft Schall aus einem Medium I kommend mit einer Schallgeschwindigkeit c_1 schräg unter einem Einfallswinkel α_1 auf eine Grenzschicht zu einem zweiten Medium II mit einer Schallgeschwindigkeit c_2 ($< c_1$), so wird er dabei nicht nur reflektiert, sondern er dringt in das andere Medium ein und erfährt dabei eine Brechung unter einem kleineren Winkel α_2 zum Lot hin. Die Winkel, unter denen die Brechung stattfindet, werden, in Anlehnung an die Optik, durch den Brechungsindex n_B ($= c_1/c_2 = \sin \alpha_1/\sin \alpha_2$) beschrieben.

Übertragen auf die Verhältnisse im Freien bedeutet das, dass die Brechung von Schall stets in Richtung zur kälteren Luft hin erfolgt. Je nach der meteorologischen Wetterlage (normale Temperaturschichtung oder das Gegenteil davon: Inversionswetterlage) wird der von einer Schallquelle erzeugte Schall somit entweder nach „oben“ oder nach „unten“ gebrochen, siehe Bild 10.

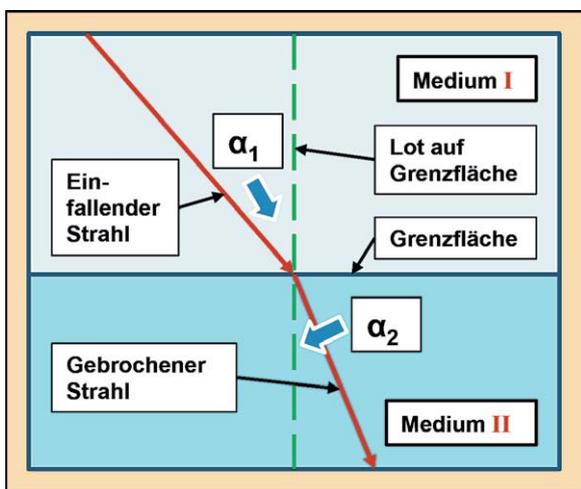


Bild 9: Geometrische Darstellung des snelliusschen Brechungsgesetzes:

α_1 = Einfallswinkel des Licht- bzw. des Schallstrahls
 α_2 = Winkel des gebrochenen Licht- bzw. Schallstrahls
 Beide Winkel beziehen sich auf die Lotlinie zur Grenzfläche.
 Die Medien I und II unterscheiden sich in ihren Licht- bzw. Schallausbreitungsgeschwindigkeiten c_1 bzw. c_2 .

Das Bild 11 macht noch einen weiteren Sachverhalt deutlich, nämlich, dass bei Temperaturinversion (= bodennahe Kaltluft und wärmere Luft in großer Höhe) Schall über eine sehr große Entfernung übertragen werden kann, z. B. von Flughäfen auf weiter entfernte Ortschaften.

Schallabsorption

Bei der Schallabsorption oder Schalldämpfung wird die Schallausbreitung einer starken Dämpfung unterworfen, wobei Schallenergie, vorwiegend durch Reibung, in Wärme umgewandelt wird. Stoffe, die schallabsorbierende Eigenschaften besitzen, nennt man Schallabsorber oder Schallschluckstoffe. Neben der Schalldämpfung gibt es auch noch die Schalldämmung, über die in einem späteren Beitrag berichtet wird. Hier nur so viel: Im Deutschen klingen beide Begriffe sehr ähnlich, und werden daher leider sehr oft verwechselt.

Im Wesentlichen unterscheidet man heute zwischen

- porösen Absorbern (offenporig oder geschlossenporig),
- Plattenabsorbern,
- Resonanzabsorbern (Helmholtz-Resonatoren) und
- mikroperforierten Absorbern (MPA).

Bei den porösen Absorbern geschieht die Energieumwandlung durch Reibung der schwingenden Partikel des Ausbreitungsmediums (z. B. Luft) und den Skelettelementen des porösen Materials. Resonanzabsorber sind die einzigen Absorber, bei denen keine Energieumwandlung durch Reibung in Wärme stattfindet. Lediglich bei Dämpfungseinlagen zur Verbreiterung des Frequenzbereichs spielt Reibung eine gewisse, wenn auch nur geringe Rolle.

Der Funktionsvorgang bei Resonanzabsorbern beruht im Prinzip lediglich auf einer Abstrahlung von gegenphasigem Schall. Betrachtet man dazu ein Masse-Feder-System, und nichts anderes ist letztlich auch ein Helmholtz-Resonator, der in seiner Resonanzfrequenz zum Schwingen gebracht wird, so schwingt die Masse gegenphasig zur Anregung (siehe Bild 12), ähnlich wie bei einem Jo-Jo auf dem Jahrmarkt. Das Gleiche geschieht auch bei akustischen Resonatoren oder auch bei elektrischen Schwingkreisen. Akustische Resonatoren strahlen dabei Schall in Gegenphase ab und haben somit eine Verringerung des resultierenden Schallpegels zur Folge. Im Ergebnis verhalten sich Resonatoren somit wie Absorber. Und das funktioniert sowohl mit sichtbaren als auch mit nicht sichtbaren Masse-Feder-Systemen.

Über das Thema Absorber wird in einem späteren Beitrag über Raum- und Bauakustik noch ausführlich berichtet. An dieser Stelle sei nur noch der mikroperforierte Absorber vorgestellt. Es handelt sich dabei um eine Lochplatte mit sehr vielen kleinen Bohrungen (Durchmesser: 0,15–0,45 mm), die sich vor einem bestimmten Luftvolumen mit einer dahinter befindlichen festen Rückwand befindet. So ein Gebilde hat – ähnlich wie jedes andere Masse-Feder-System – eine Haupt-Resonanzfrequenz, ähnlich wie ein Helmholtz-Resonator. Die sehr dünnen Bohrungen in

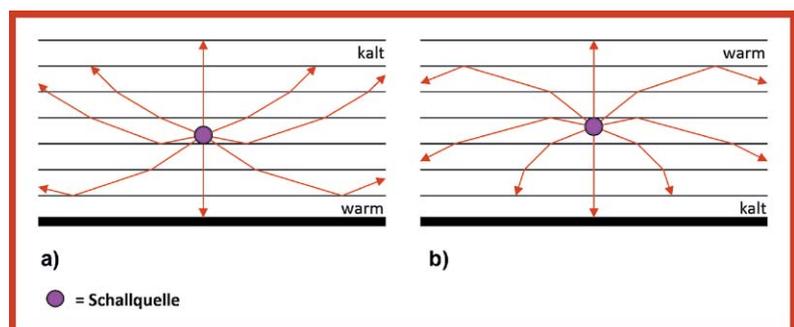


Bild 10: Schallbrechung in (Luft-)Schichten mit unterschiedlichem Temperaturgradienten:
 a) Sinkt die Temperatur mit zunehmender Höhe (normale Temperaturschichtung an Sommertagen), so wird der Schall nach „oben“ gebrochen.
 b) Steigt dagegen die Temperatur mit zunehmender Höhe an (Inversionswetterlage), so wird der Schall nach „unten“ zurückgebogen.

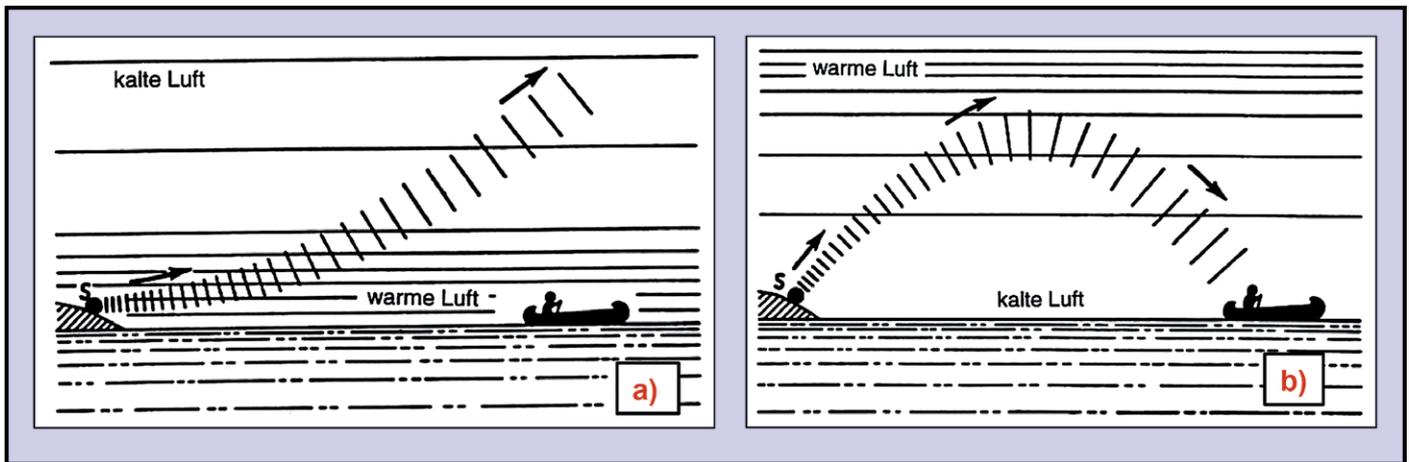


Bild 11: Schallbrechung in Luft mit unterschiedlicher Temperaturschichtung:

a) Normale Wetterlage (tagsüber, im Sommer): Infolge der niedrigeren Schallausbreitungsgeschwindigkeit bei kälterer Luft in größerer Höhe wird der Schall nach „oben“ gebrochen. Seine Wahrnehmbarkeit in größerer Entfernung verringert sich stärker als es nach dem Entfernungsgesetz allein zu erwarten wäre.
 b) Wetterlage bei Temperaturinversion (nachts oder auch an sehr kalten Wintertagen): Bei Inversionswetterlage kann die Luft in großer Höhe wärmer sein als am Boden. Infolge der damit verbundenen höheren Schallgeschwindigkeit in der warmen Luft oben wird der Schall nach „unten“, d. h. zum Boden, zurückgebrochen. Dadurch kann z. B. der sonst kaum hörbare Flugverkehr von weit entfernten Flughäfen plötzlich laut hörbar werden.

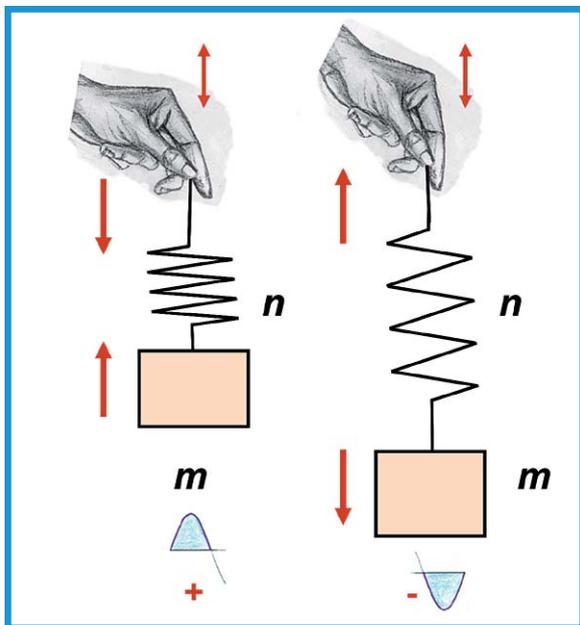


Bild 12: Veranschaulichung des gegenphasigen Schwingens eines schwingfähigen Masse-Feder-Systems bei einer Anregung (hier per Handbewegung) in seiner Resonanzfrequenz f_{res} . Darstellung links: Druck-Halbwellen, Darstellung rechts: Zug-Halbwellen

der Lochplatte sorgen infolge viskoser Reibung der Luft in den Löchern für eine entsprechende Dämpfung und damit für einen breiteren Frequenzbereich des Absorbers.

Diffuses Schallfeld

Schallwellen, die von einer Schallquelle ausgehen, die sich in einem geschlossenen Raum befindet, werden von allen Raumbegrenzungsflächen reflektiert. Treffen diese Wellen nach dem Durchlaufen einer bestimmten Wegstrecke wiederum auf eine Raumbegrenzungsfläche, so werden sie erneut reflektiert, usw. Nach einer gewissen Zeit ist der Raum von Schallwellen vollkommen durchmisch. Der Schalleinfall ist jetzt in jedem Raumpunkt, aus jeder Richtung kommend, gleich wahrscheinlich. Ein solches Schallfeld nennt man diffus. Schaltet man die Schallquelle

plötzlich aus, so fällt der Raumpegel nicht genauso plötzlich ab. Er klingt mit der Zeit ab, und wir nehmen einen Nachhall wahr. Die Zeit, die dabei vergeht, bis der Schallpegel um 60 dB abgeklungen ist, nennt man die Nachhallzeit T [Einheit: s] des Raumes. Das Raumvolumen V [Einheit: m^3], die Nachhallzeit T und die sogenannte äquivalente Absorptionsfläche $A = a \cdot S$ [Einheit: m^2] sind durch eine feste, durch das Sabine'sche Nachhallgesetz definierte Beziehung miteinander verknüpft. Mehr darüber in einem späteren Beitrag über die Raum- und Bauakustik.

Ausblick

Im diesem zweiten Teil der Beitragsserie haben wir uns mit grundsätzlichen Vorgängen in der Akustik beschäftigt. Das waren die Reflexion, Beugung, Brechung und Absorption von Schall sowie mit einem kleinen Ausblick auf das Thema diffuses Schallfeld.

Im nächsten Beitrag kommen wir der Elektroakustik schon näher, und zwar über die elektromechanischen Analogien. Bei der Betrachtung mechanischer Schwingungsvorgänge, z. B. bei Schallwandlern einerseits und elektrischen Schaltungen andererseits, drängen sich Analogien zwischen beiden Gebieten geradezu auf. Der Elektrotechniker ist es gewohnt mit Strömen, Spannungen, Induktivitäten, Kapazitäten und Widerständen zu arbeiten. Kräfte, Drücke, Massen, Federn und Reibungswiderstände dagegen liegen ihm etwas ferner. Da es zwischen diesen beiden Arbeitsgebieten Analogien gibt, wonach man für nahezu jeden schwingungstechnischen Vorgang, sei es bei Mikrofonen oder Lautsprechern, ein adäquates elektrisches Ersatzschaltbild konstruieren kann, sollte der Elektrotechniker auch damit umgehen können. **ELV**



Bild 13: Mikroperforierter Absorber (MPA), bestehend aus einer 5 mm starken Acrylglasplatte mit einer Vielzahl sehr feiner Bohrungen, montiert in einem bestimmten Abstand vor einem schallharten Hintergrund



Vom Kickstarter zum Produkt

ONO-3D-SLA-Drucker

Viele elektronische Geräte des täglichen Gebrauchs werden in Shenzhen gefertigt. Darüber hinaus ist diese Gegend Chinas auch die Produktionsstätte vieler für Maker interessante Maschinen, wie 3D-Drucker, Lasercutter oder CNC-Fräsen. Autor Frank Hellmann hatte die Gelegenheit, eine dort ansässige 3D-Drucker-Fabrik zu besuchen und hinter die Kulissen des Kickstarter-Projekts ONO-3D zu schauen. Außerdem wirft er einen kurzen Blick auf Elektronik-Märkte und die Maker-Szene in Taiwan.



Text und Fotos: Frank Hellmann



Kickstarter: hinter den Kulissen

2016 war das Jahr der durch Crowdfunding gefertigten 3D-Drucker, und auf Plattformen wie „Indiegogo“ oder „Kickstarter“ wurden zahlreiche Maschinen in diversen Ausführungen angeboten. Ich hatte zu der Zeit schon einen eigenen FDM-3D-Drucker gebaut, der mittels Plastik-Filament ganz ordentliche Objekte drucken konnte. Als auf Kickstarter das 3D-Drucker-Projekt „ONO-3D“ für 99 \$ vorgestellt wurde, welches versprach, mithilfe eines Smartphones und flüssigen Harzes Objekte zu erzeugen, hörte sich das sehr interessant an, und ich war dabei. Das Projekt hatte am Ende der Finanzierungsphase 16.183 Unterstützer, nahm über 2,3 Millionen Euro ein und war einer der erfolgreichsten Kickstarter des Jahres.

Ein Jahr ging ins Land und dann ein weiteres, in dem der ONO-3D von technischen Problemen geplagt wurde. Mal hing es bei der CE- und FCC-Zertifizierung, dann kamen Probleme mit den Kopfhörer-Ausgängen der verschiedenen Smartphones hinzu. Innerlich hatte ich das Projekt schon abgehakt, als eine Einladung des technischen Leiters und jetzt neuen ONO-3D-Geschäftsführers Filippo Moroni an alle Unterstützer ging, in der er anbot, dass man sich selber ein Bild vom Stand der Dinge vor Ort machen könne. Mein Shenzhen-Besuch (siehe ELV Journal 2/19) stand kurz bevor, und so nahm ich das Angebot zum Fabrikbesuch gerne an.

Nach einer längeren U-Bahn- und Taxi-Tour quer durch Shenzhen traf ich Filippo Moroni an den Pforten eines typischen chinesischen Fabrikgebäudes. In den untersten Stockwerken ist eine Spritzguss-Fabrik für Autoteile untergebracht, die auch die Gehäuse des ONO-3D-Druckers produziert. In den mittleren Stockwerken werden LED-Leuchtmittel gefertigt, und in einem der oberen Stockwerke ist ONO-3D beheimatet. Ich sprach dort mit Filippo Moroni über die Herausforderungen und die Zukunft des ONO-3D-Druckers.

Filippo Moroni (rechts) erklärt, wie die Steuerungssignale in der aktuellen Firmware übertragen werden.

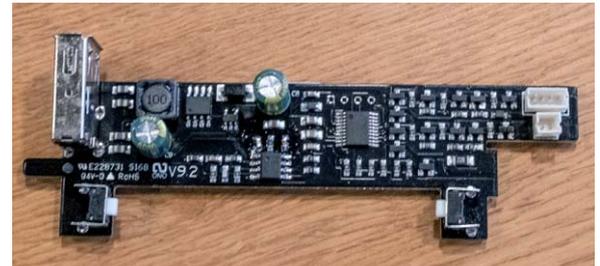


Um einen 3D-Drucker zum Preis von 99 \$ bauen zu können, muss jedes Bauteil so günstig wie möglich sein, was komplexe Elektronik und Mechanik ausschließt und so ist der ONO-3D auch relativ einfach aufgebaut (siehe Info-Box). Man wollte bei der Entwicklung teure Bluetooth- oder WLAN-Module zur Verbindung des Smartphones vermeiden und hatte eine einfache Steuerung des Antriebs über die Kopfhörerbuchse vorgesehen. Erst relativ spät in der Entwicklung stellte sich dann heraus, dass die Kopfhörer-Verstärker einiger Smartphones die Steuerungssignale so verzerrten, dass diese im 3D-Drucker nicht mehr sicher erkannt werden konnten. Die internen Steuerungsplatinen für den ONO-3D waren aber schon gefertigt und bereit für die Montage, sodass man dieses Problem



Im untersten Stockwerk des Gebäudes werden Gehäuse im Spritzguss-Verfahren hergestellt.

über Software lösen musste. Da der verwendete Mikrocontroller nur 1 KB an Programmspeicher hatte, war es relativ schwer, komplexere Erkennungsalgorithmen unterzubringen. Mit einer neu entwickelten Firmware und nach ausgiebigen Tests gelang es dann doch noch, dieses Problem zu lösen.



Steuerungsplatine mit einer überschaubaren Anzahl an Bauteilen. Links die USB-Buchse für die Stromversorgung, unten die Endschalter für die Bewegungsachse, in der Mitte der Controller und rechts die Anschlußbuchsen für Motor und LED.

Auch die Herstellung der Gehäuse barg so manche Überraschung, und nachdem sehr viel Geld an einen Spritzguss-Dienstleister geflossen war, der nicht die Qualitätsstandards der ONO-3D-Entwickler erfüllen konnte, musste man auch hier wieder von vorne anfangen und einen neuen Partner suchen. Wir haben auf unserem kleinen Rundgang auch bei dem neuen Fertigungspartner im Erdgeschoss reingeschaut und die Werkzeuge für die aktuellen Gehäuse anschauen können.



Die motorisierte Bühneneinheit und das ONO-Logo



Hier sieht man die neue Spritzgussform und die kleinen Details wie die Unterschriften der Entwickler im Gehäusedeckel.



Die Fertigung der 3D-Drucker erfolgt am Fließband. An einzelnen Stationen werden die Komponenten nacheinander zusammengebaut, geprüft und am Ende einer Qualitätskontrolle unterzogen. Für den Vollbetrieb steht noch eine zweite Fließbandstrecke bereit. Danach gehen die Drucker an die Verpackungstation und werden für den Versand vorbereitet.

Ähnlich wie man spezielle Druckertinten für seinen Tintenstrahl-drucker benötigt, werden spezielle Kunstharze für den Druck mit SLA-3D-Druckern benötigt. Der ONO-3D ist hier besonders, da er ein Harz verwendet, das unter Tageslicht aushärtet und keine speziellen UV-Lichtquellen braucht. Dadurch ist es möglich, ein normales Smartphone-Display zum Belichten der einzelnen Schichten zu verwenden, was erheblich zur Vereinfachung des Druckers beiträgt und die Kosten senkt.



Hier sieht man die Bühne mit dem gedruckten Objekt und unten befindet sich der Tank mit dem restlichen Harz.



Die fertigen ONO-3D-Drucker warten auf ihre Verpackung und den Versand.

SLA-3D-Drucker

SLA- oder auch Stereolithographie-Drucker verwenden ein Harz, welches sich in einem Behälter mit durchsichtigem Boden befindet und durch eine darunterliegende, abgeschattete Lichtquelle Schicht für Schicht ausgehärtet wird. Diese Schichten werden durch eine motorgetriebene Bühne um die gewünschte Schichtdicke angehoben, und so erhält man ein dreidimensionales Objekt.

Lesen Sie hierzu auch unseren Beitrag „Alles in 3D-Druck – additive Produktionstechnik erobert die Welt“ auf Seite 20.



Das durch Tageslicht aushärtende Harz wird in einem dunklen Raum gelagert, unter Rotlicht abgefüllt und später etikettiert.



Der Nachteil ist, dass man dieses Harz nur von ONO-3D beziehen kann und es nicht ganz günstig ist. Aufgedruckte QR-Codes stellen sicher, dass die Drucksoftware die richtigen Parameter erhält, aber verhindern auch die Nutzung von Dritthersteller-Harzen.

Fazit

Der Besuch bei ONO-3D war sehr interessant und dieser Bericht kann nur einen kleinen Einblick davon geben. Die lange Zeit, in der der ONO-3D nicht auf den Markt gekommen ist, hat sehr an den finanziellen Rücklagen der Firma gezehrt, und aktuell sind nur noch eine Handvoll Mitarbeiter dort beschäftigt. Damit die angepeilte Anzahl von 800 ONO-3D-Druckern am Tag gefertigt und versendet werden kann, sind neue Finanzmittel und Investoren nötig, die man derzeit sucht. Filippo Moroni hat in den vergangenen Jahren sehr viel Zeit und Geld in dieses Projekt investiert, und wenn neue Gelder und auch neue Geschäftsfelder erschlossen werden können, denke ich, dass auch die anderen Kickstarter ihren ONO-3D noch erhalten werden. Ich drücke dem Team jedenfalls die Daumen.



Info: Der Autor wurde für seinen Besuch und Bericht durch ONO-3D nicht vergütet, hat aber seinen vorab bezahlten Drucker mitnehmen können.

Taiwan – China für Anfänger



Taipei 101 mit animierter LED-Beleuchtung, rechts die LEDs in Nahaufnahme

Auch Taiwan bietet für Maker viele tolle Möglichkeiten und wird durch seine westliche Ausrichtung auch gerne als „China für Anfänger“ bezeichnet. Englisch wird häufig verstanden, Schilder sind meist auf Chinesisch und Englisch verfasst, und für mich war dies ein toller Einstieg in die chinesische Lebensart.

Das bekannteste Wahrzeichen dürfte das 508 m hohe Taipei-101-Hochhaus in der Hauptstadt Taipeh sein, welches zu besonderen Anlässen mit einer 350 m hohen LED-Videowand bespielt wird.

Da Taiwan einer der größten Elektronik-Exporteure der Welt ist, gibt es hier auch viele interessante Dinge zu entdecken. Der Kauf von Bauteilen und Bausätzen ist hier etwas einfacher als in den riesigen Shenzhen-Märkten auf dem chinesischen Festland. Grade im Guanghua Electronics Market, der Guanghua Digital Mall und dem Syntrend Center gibt es viele Läden, die für Maker interessant sind.





*Guanghua Digital Mall und dahinter
der Syntrend Creative Park*



Haufenweise Mäuse und Tastaturen und ein Stockwerk höher: die Datenretter im Reinraum ...

Auf vielen Stockwerken werden alle Produkte angeboten, die in Taiwan produziert werden. Da hier die großen Mainboard-Hersteller wie Asus, Gigabyte und MSI beheimatet sind, kann man auch bei PC-Komponenten gerne mal ein Schnäppchen machen.

In den 12 Stockwerken der Syntrend Mall finden sich die hochwertigeren Produkte, wie Lasercutter, 3D-Drucker, Virtual-Reality-Zubehör und PCs.



Auch wenn der Kellereingang etwas unscheinbar aussieht, finden sich gerade hier die interessantesten Läden.



*Einblicke in die Stadtfiliale
des Fablab Taipei*



Einen kurzen Abstecher ins „Fablab Taipei“ konnte ich auch noch machen und dort einen kleinen Einblick bekommen, wie diese in Taiwan funktionieren. Hier ist der Staat deutlich mehr involviert, was zum einen die Bereitstellung der Räumlichkeiten und Maschinerie, und zum anderen die weitere Finanzierung und Gehälter angeht. Ted Hung erzählte mir, wie stark auch das Fablab mit in die Schulausbildung eingebunden ist. Beispielsweise gab es Projekte am Lasercutter, aber auch komplexere Themen wie autonome Fahrzeuge, die dort von Schülern selbstbestimmt durchgeführt werden. **ELV**

Smart Home Gipfel

Über 550 Teilnehmer beim achten Homematic User-Treffen

Draußen gab es schönsten Sonnenschein – und trotzdem kamen über 550 Smart Home Begeisterte Anfang April zum mittlerweile achten Homematic User-Treffen ins Hotel La Strada in Kassel. Drei Tage lang gab es ein abwechslungs- sowie lehrreiches Programm mit vielen Vorträgen, Workshops und Diskussionen. Und der Termin für das nächste User-Treffen in Österreich steht schon fest – am 21. September begrüßt Robert Peißl wieder alle Interessierten in der schönen Steiermark.





Bild 1: Am Stand von ELV waren neben dem ELV Journal auch Bausätze und Neuheiten wie der EQ3-RFA zu sehen.

Europaweit einzigartig!

Ende 2007 erblickte das Homematic System das Licht der Welt und löste das Vorgängersystem FS20 damit offiziell ab. Mit BidCoS® kam das erste bidirektionale Hausautomation-System aus dem – eigens dafür aus der Taufe gehobenen – Hause eQ-3 auf den Markt und zählt mittlerweile zu den erfolgreichsten Systemen überhaupt.

Gehen wir einmal acht Jahre in die Vergangenheit und werfen einen Blick auf das erste Homematic User-Treffen in der Nähe von Speyer. Gerade einmal eine Hand voll Leute traf sich damals im heimischen Wohnzimmer und fachsimpelte über Probleme und Lösungen in den eigenen



Bild 2: In den Homematic Workshops gab es zahlreiche Möglichkeiten, direkt mit Geräten zu arbeiten.



Bild 3: eQ-3-Vorstand Bernd Grohmann bei der Keynote

vier Wänden. Heute ist das Homematic User-Treffen die größte Veranstaltung dieser Art in ganz Europa – unglaublich, was sich da in den letzten Jahren entwickelt hat.

Einer der ausschlaggebenden Punkte für diesen Erfolg liegt in der Offenheit des Systems. Nachdem die erste Zentrale (CCU1) auf den Markt gekommen war, dauerte es nicht lang, bis die bis heute sehr aktive Community die ersten Erweiterungen veröffentlichte. So konnte man schon damals mit dem „CUx-Daemon“ das Vorgängersystem (FS20) auch unter Homematic weiter betreiben und schuf damit einen sanfteren Umstieg in die neue Welt. Aufgrund dieser Offenheit wurde auch das OCCU-Projekt vor einigen Jahren ins Leben gerufen, auf dessen Basis heute z. B. alternative Betriebssysteme wie RaspberryMatic oder debmatic aufbauen. Projekte, zu denen es auf dem User-Treffen wieder gut besuchte Vorträge gab. Doch der Reihe nach.

Workshops à la carte

Aufgrund der großen Nachfrage fanden auch dieses Jahr die ersten Workshops (Bild 2) bereits am Freitag statt. Dabei konnten die Besucher neben den bekannten Vorträgen zu Homematic bzw. Homematic IP auch erstmals einen Workshop zum neuen Homematic IP Wired System besuchen. Neu war auch der Workshop zum Thema „AIO CREATOR NEO“ der Firma mediola, in dem es gar nicht so sehr um Technik ging, wie man vielleicht zunächst vermutet hatte. Vielmehr wurde das Thema eher von der grafischen Seite betrachtet, was nach Ansicht der Besucher wohl auch hervorragend klappte und den Workshop für alle Beteiligten interessant und vor allem informativ gestaltete.

Obwohl die Anzahl der Workshops im Vergleich zu den beiden letzten Jahren weiter erhöht wurde, waren diese über die Agentur Eventbrite bereits nach kurzer Zeit komplett ausgebucht. Und so hat auch dieses Jahr wieder der ein oder andere vor Ort gefragt, ob er sich nicht wenigstens in die hinteren Reihen zum Zuhören setzen könne.

Das bestätigt aber auch das große Interesse an solchen Workshops, die mit Sicherheit in den nächsten Jahren weiter ausgebaut und noch interessanter gestaltet werden. Auch wurde mehrfach der Wunsch geäußert, den genauen Inhalt vorab zu kommunizieren und fortgeschrittenen Anwendern weiterführende Themen zu vermitteln.

Fast zu voll, um wahr zu sein

Nach den Workshops am Samstagvormittag startete dann das eigentliche User-Treffen pünktlich um 13 Uhr im großen Saal „Palazzo“ mit einer Begrüßung durch das bereits bekannte Orga-Team mit André Litfin, Alen Blechinger und Marc Hoffmann. Hierbei zeigte sich, dass das Hotel La Strada so langsam an seine Kapazitätsgrenze stößt – die Sitzplätze waren bis in die letzten Reihen belegt. Diese positive Resonanz war zugleich der Lohn für die monatelange Arbeit des gesamten Teams – unterstützt durch das Sponsoring und die Mitarbeiter von eQ-3 und ELV. Die gemeinsame Anstrengung aller Beteiligten hatte dieses Treffen erst möglich gemacht.



Bild 4: Sven Boetcher, Leiter Produktmanagement bei eQ-3, stellt den Funk-Analyser EQ3-RFA vor.

Nachdem über den Ablauf der bevorstehenden Veranstaltung informiert worden war, betrat Bernd Grohmann (Vorstand eQ-3 AG, Bild 3) die Bühne und bedankte sich bei allen Anwesenden für ihr Kommen sowie die tolle Zusammenarbeit mit der Community. Im Anschluss berichtete Sven Boetcher (Leiter Produktmanagement eQ-3 AG, Bild 4) über aktuelle Produkteinführungen, die teilweise bereits auf der zuvor veranstalteten ISH in Frankfurt zu sehen waren. Neben der neuen motorischen Fußbodenheizungsregelung gab es auch technische Informationen zu den IP Wired Komponenten (DRAP, DRI16/32, DRS4/8, DRBL4 und DRD3) sowie dem „Ultra-leise-Lauf“ (z. B. beim Einsatz im Schlafzimmer) und der Funktion „Optimum Start/Stop“ (automatische Regelung zum Erreichen einer vorgegebenen Temperatur zu einem bestimmten Zeitpunkt) des Heizkörperthermostaten. Aber auch die Smartphone-App für iOS und Android

kam nicht zu kurz, informiert diese doch neuerdings über einen Ausfall der Heizung und gibt eine Lüftungsempfehlung zur Vorbeugung von Schimmel.

Neuheiten bei Homematic

Neben allen bereits bekannten Produkten hatte der Produktmanager aber auch eine kleine Überraschung dabei, die vor allem für Elektrobetriebe und Installateure interessant sein dürfte – den sogenannten Funk-Analyser EQ3-RFA 868 MHz. Dieser ermöglicht die Detektion von Homematic, Homematic IP und MAX! Funkprotokollen sowie deren Auswertung, hat einen eingebauten Signalgenerator sowie einen Analysator für das 868-MHZ-Band. Damit lässt sich Funkproblemen auf die Schliche kommen oder es lassen sich geeignete Repeaterplatzierungen finden. Das Gerät wird in diesem ELV Journal auf Seite 70 vorgestellt.

Die anschließende Kaffeepause (Bild 5) bot nochmals die Möglichkeit, einen Blick auf die ausgedruckte Agenda zu werfen, die jeder Teilnehmende bei der Registrierung erhalten hatte, bevor man sich für einen der drei Vortragsäle entscheiden musste.

Eins, zwei oder drei?

Wie auch bereits in den vergangenen Jahren war die Agenda wieder prall gefüllt mit Vorträgen rund um das Thema Homematic und Smart Home im Allgemeinen. So war es für die Teilnehmenden nicht immer einfach, sich zwischen den unterschiedlichen Vorträgen zu entscheiden. Umso erfreulicher, dass fast alle Vorträge durch ein professionelles Kamerteam vor Ort aufgenommen und direkt geschnitten wurden. So konnte sogar am Freitagabend das zweite ELV Webinar mit dem Thema „Smart Home Zentrale CCU3 Advanced“ live ins Internet gestreamt werden. Mit Erscheinen dieser Ausgabe des ELV Journal stehen die Videos auf den bekannten YouTube-Kanälen von Homematic IP, ELV und Homematic INSIDE zum Anschauen bereit. Auch die von den Speakern bereitgestellten Folien sind als PDF auf der im letzten Jahr nach der DSGVO-Umstellung vorübergehend offline geschalteten Website „Homematic INSIDE“ abrufbar.



Bild 5: In den Kaffeepausen gab es genug Gelegenheit zum Austausch für die Teilnehmer.

Vorträge, Vorträge, Vorträge

Los ging es mit den beiden Themen „ioBroker“, „openHAB“ und einem Vortrag über Tipps für CCU-Einsteiger von Frank Graß, seines Zeichens Hardware-Entwickler bei eQ-3 und eher bekannt für seine amüsanten Vorträge über Expertenparameter und virtuelle Kanäle, die er auch dieses Jahr zum Besten gab.

Im Anschluss stellte die Firma mediola die neueste Generation ihres Gateways vor, das in enger Zusammenarbeit mit eQ-3 entstand und je nach Ausführung bereits einen Homematic IP und/oder EnOcean-Chip mit an Bord hat. Interessant dürfte die neue Preisstrategie sein – erhält man das kleinste Gateway der sechsten Generation („mini“ genannt) doch nun für unter 100 Euro.

Parallel zu diesem Vortrag konnte man sich ein Bild über die Möglichkeiten von RedMatic machen (Bild 6). Dabei handelt es sich um ein Add-on für die einfach zu bedienende, grafische Oberfläche Node-RED, mit der es möglich ist, via „Nodes“ genannte Funktionsblöcke komplexe Automationsabläufe visuell abzubilden. Praktisch wurde dies an einem Beispiel erläutert, in dem vier solcher Nodes ausreichen, um alle Lichter in einem Haus per Tastendruck auszuschalten.



Bild 6: Oft bis auf den letzten Platz ausgebucht – die Workshops beim Homematic User-Treffen

Interessant war auch der Vortrag von Johann Beurer zum Einsatz von Infrarot-Heizungen: Wie man Fehler bei der Planung vermeidet, die Heizlast richtig berechnet und diese optimal im Raum platziert. Im Anschluss konnte man sich im selben Saal einen thematisch angelehnten Vortrag von Heinz Ferk von der TU Graz anhören, der fundiert und mit zahlreichen Folien gewappnet das Thema Bauphysik behandelte. Gerade im Bereich Hausneu- oder -umbau könnte hier die eine oder andere Erkenntnis zum Thema Beschattung und eingesetzte Materialien hilfreich sein.



Bild 7: Jens Maus während seines Vortrags über aktuelle Entwicklungen bei RaspberryMatic

Sprachsteuerung, RaspberryMatic und Flash-Party

Wer etwas über die Entwicklung von Smart Home oder Custom-Skills erfahren wollte, der konnte den Vortrag von Kay Lerch vom Amazon-Alexa-Team besuchen. Hier wurde auf die Grundlagen der Entwicklung und die Unterschiede der verschiedenen Skill-Typen eingegangen und diese anhand eines Beispiels erläutert. Auch Jens Maus war wieder mit von der Partie – er berichtete über die aktuellen Entwicklungen von RaspberryMatic (Bild 7) und gab einen Ausblick auf zukünftige Erweiterungen. Wie schon in den letzten Jahren war dieser Vortrag sehr gut besucht und zeigte das große Interesse an diesem alternativen Betriebssystem für die Homematic Zentrale.

Vor dem Abendessen gab es dann noch einen interessanten Vortrag der Firma EASY SmartHome GmbH, die ihre neue SMART Home Automation Zentrale (kurz „smartha“) vorstellte. Diese verfolgt einen ähnlichen Ansatz wie das Gateway von mediola und zeigt, wohin die Reise in Zukunft gehen wird – unterschiedliche Geräte verschiedener Hersteller unter ein Dach zu bringen, um diese zentral bedienen und automatisieren zu können.

Und so ging der erste Tag des Homematic User-Treffens mit einem üppigen Abendessen und der folgenden, mittlerweile obligatorischen Flash-Party (Bild 8), bei der mitgebrachte Geräte kostenlos auf die neueste Firmware-Version aktualisiert werden konnten, dem Ende entgegen. Der ein oder andere versank danach noch bis spät in den Abend hinein mit Gleichgesinnten in angeregte Gespräche.

Podiumsdiskussion

Am Sonntagmorgen startete das User-Treffen nach einem reichhaltigen Frühstück mit der in diesem Jahr neu eingeführten Podiumsdiskussion (Bild 9), durch die kein Geringerer führte als Günter Alt, bekannt durch das ZDF-Verbrauchermagazin „WISO“. Mit dem Thema „Quo vadis Smart Home?“ wurde den Teilnehmenden die Frage gestellt, wie sie die Entwicklung des Smart Home in Zukunft sehen. Hierbei gab es eine rege Diskussion zwischen Fabian Richter (Smarthelpers.de), Bernd Grohmann (Vorstand eQ-3 AG), Boris Bertelsons (EASY SmartHome GmbH) und André Litfin (Orga-Team). Zusammenfassend kann man sagen, dass die bisherigen Ansätze, verschiede-



Bild 8: eQ-3-Entwickler Frank Graß bei der Flash-Party



Bild 9: Podiumsdiskussion mit André Litfin, Bernd Grohmann, Boris Bertelons, Günter Alt und Fabian Richter

ne Systeme zentral steuern zu können, in die richtige Richtung gehen. Fabian Richter wünscht sich dazu mehr offene und vor allem gut dokumentierte Schnittstellen (APIs), Bernd Grohmann begrüßte dabei Anstrengungen in diesem Bereich und sieht zukünftig ebenfalls mehr Gateways, um das Problem der proprietären Schnittstellen in den Griff zu bekommen. Da diese Podiumsdiskussion auf viel positive Kritik gestoßen ist, wird sie mit Sicherheit nicht die letzte gewesen sein.

Rollläden, Rettung und Halloween

Nach einer 15-minütigen Kaffeepause verteilten sich die Teilnehmenden dann wieder auf die entsprechenden Säle, um den an diesem Tag noch anstehenden Vorträgen zu lauschen.

Neben einem Erfahrungsaustausch zum Thema „Smart Home im Alltag“, der wiederum von Günter Alt moderiert wurde, konnte man im Saal „Palazzo“ einem Vortrag zum Thema „piVCCU vs. debmatic“ beiwohnen, der auf die Unterschiede sowie die Einsatzszenarien der verschiedenen Systeme einging und einen Ausblick auf zukünftige Erweiterungen gab.

Parallel dazu fanden sich im Saal „Wilhelmshöhe“ alle an der „Intelligenten Rollladensteuerung“ von Eugen Stall interessierten Zuhörer zusammen. Eugen Stall verstand es wieder einmal, viel Wissenswertes über dieses augenscheinlich simple Thema zu berichten – doch wie so oft steckt auch hier der Teufel im Detail: Sind gerade Bewohner anwesend? Ist Ferienzeit oder Wochenende? Wie sind die Temperaturen innen und außen? Scheint gerade die Sonne, oder stürmt es? Um mit diesen und weiteren Fragen eine intelligente Rollladensteuerung abbilden zu können, bedarf es mehr als simpler Wenn-dann-Programme.

Wer nach diesem Vortrag etwas leichtere Kost haben wollte, der war im Vortrag von Frank Jagels genau richtig. Mit dem Thema „Halloween mit Homematic und openHAB“ zeigte er das, was man mit einem Smart Home System üblicherweise nicht macht. Dazu inszeniert er jedes Jahr zu Halloween eine aufwendige Show mit allerlei Spezialeffekten wie Nebel, gruseligen Geräuschen und auf Türen projizierten Geistern – alles gesteuert mit Homematic und openHAB.

Ein wenig „ernster“ war dann schon das Thema „Intelligente Rettung im Smart Home“. Torben Sauerland von der Uni Paderborn demonstrierte, welche Informationen aus dem Smart Home beispielsweise für Feuerwehren in Zukunft sinnvoll und nützlich sein könnten, um die Rettung von Menschen in Gefahrensituationen zu verbessern.

Ein Wiedersehen in Berlin?

Den Abschluss des diesjährigen User-Treffens machte die „Q&A Session & Feedback & Schlussrunde“ im Saal „Palazzo“, moderiert vom ein-

gangs erwähnten Orga-Team. Hierbei wurde auch die Idee in den Raum geworfen, das Treffen im nächsten Jahr nach Berlin zu verlagern und Anfang September stattfinden zu lassen. Inwieweit diese Idee in die Realität umgesetzt wird, bleibt jedoch abzuwarten.

Wie auch im letzten Jahr konnten die Teilnehmenden während der Registrierung eine Mitmachkarte für das am Ende stattfindende Gewinnspiel ausfüllen und einen von zehn attraktiven Preisen mit nach Hause nehmen. Der erste Preis war dabei eine nagelneue Homematic IP Wetterstation Pro – herzlichen Glückwunsch allen Gewinnern (Bild 10)!

Und so bleibt zum Schluss nur noch, allen Teilnehmenden des diesjährigen Homematic User-Treffens Dankeschön zu sagen – und die Freude auf ein Wiedersehen im nächsten Jahr. **ELV**



Bild 10: Die glücklichen Gewinner am Ende des User-Treffens



Weitere Infos:

- Teaser zum User-Treffen: www.youtube.com/watch?v=p73iNfyJPLo
- User-Treffen Bericht bei „verdrahtet“: www.youtube.com/watch?v=xCwGc183nHw
- YouTube-Kanal von Homematic INSIDE: www.youtube.com/user/homematicinside/videos
- Homematic INSIDE: www.homematic-inside.de
- Folien und Videos der Vorträge: www.homematic-inside.de/usertreffen/2019
- Homematic Forum: www.homematic-forum.de
- User-Treffen September 2019 Österreich: <https://homematic-forum.de/forum/viewtopic.php?f=68&t=50226>
- Infos zum deutschen User-Treffen: www.homematic-usertreffen.de

Bilder: Frank Graß/Henning Oldendorf



Funk-Überwachung

Radio Analyser - 868 MHz

Funktelegramme im Bereich von 868 MHz mit einem einfach zu bedienenden Werkzeug sichtbar machen und so z. B. Störsender finden oder Programmabläufe auf einer Homematic Zentrale funktechnisch optimieren – das wird mit dem EQ3-RFA jetzt für jeden möglich. Der Radio Analyser - 868 MHz ermöglicht die visuelle Anzeige und Kontrolle von Funk-Telegrammen der Smart Home Systeme Homematic, Homematic IP und MAX! auf der ISM-Frequenz 868 MHz und bildet damit ein leistungsstarkes Werkzeug zur Fehlersuche und Systemoptimierung.

Infos zum Bausatz

im ELV Shop

#10257



Infos zum Bausatz EQ3-RFA



Schwierigkeitsgrad:
leicht



Ungefähre Bauzeit:
0,5 h



Verwendung SMD-Bauteile:
SMD-Teile sind bereits
komplett bestückt



Besondere Werkzeuge:
Schraubendreher TX6



Lötterfahrung:
Nein



Programmierkenntnisse:
Nein



Elektrische Fachkraft:
Nein

Funkverkehr transparent gemacht

Dass wir Funktelegramme im Bereich von 868 MHz weder sehen noch hören können, hat gewisse Vorteile. So werden wir nämlich nicht durch viele Lichtblitze oder kurze Pieptöne in unserem normalen Leben gestört. Möchte man jedoch diese kurzen Funktelegramme beobachten und analysieren, muss man sie mit entsprechenden Hilfsmitteln sichtbar oder hörbar machen. Hierzu gibt es verschiedene Möglichkeiten, die unterschiedlich viel Fachwissen in verschiedenen Bereichen und jeweils passende technische Ausrüstung erfordern.

Nutzer einer Homematic Zentrale können beispielsweise Funktelegramme von der Zentrale loggen lassen. Hier ist man räumlich auf die normalerweise fixe Position der Zentrale beschränkt, kann dafür aber zumindest für systemeigene Telegramme Absender, Empfänger und Nutzdaten der Telegramme nachvollziehen. Ein anderer Ansatz ist die Verwendung eines bestimmten Typs von DVB-T-Sticks an einem Laptop, mit dem man auch mobil das Frequenzband überwachen und z. B. in Wasserfall-Diagrammen ansehen kann.

Die Umsetzung einer solchen Lösung erfordert aber zumindest eine gewisse Einarbeitung und ist trotz mobiler Einsetzbarkeit nicht sonderlich kompakt.



In der Vergangenheit gab es auch von ELV bereits verschiedene kompakte und einfache Funksniffer für die Suche von Störsendern im 868-MHz-Bereich, wie den SC868-Sendercheck zur Signalstärkebeurteilung von Sendern oder den SSF868-Störsignal-Finder.

Der EQ3-RFA bietet einige der bereits bekannten Funktionen, wurde aber speziell für die Verwendung in Umgebungen mit Funksystemen von eQ-3 optimiert. Er ermöglicht die Signalisierung folgender Kriterien:

- Anzeige des Systems eines empfangenen Funk-Telegramms
- Anzeige der Empfangsfeldstärke eines empfangenen Funk-Telegramms mit Anpassmöglichkeit der Empfangsempfindlichkeit zur Nahfeldanalyse
- Anzeige der Telegrammteile „Präambel mit Syncwort“ und „Daten“
- allgemeiner, systemunabhängiger Empfangsbetrieb mit Signalstärke-Anzeige für das Orten und Analysieren von Sendern und Störaussendungen
- reiner Sendebetrieb mit Aussendung eines Homematic Telegramms. Dieser Mode dient in Verbindung mit einem zweiten Radio Analyser in der Betriebsart HM-Empfang zur groben Ermittlung der erzielbaren Funkreichweite in einer gegebenen Betriebsumgebung.
- Sendehäufigkeit einstellbar, mit Duty-Cycle-Erkennung und Senderabschaltung.

Das Gerät verfügt dabei zur Batterieschonung über eine Abschaltautomatik. Eine geringe Batteriespannung wird zudem mittels Blinken der Active LED signalisiert.

Im folgenden Kapitel betrachten wir die einzelnen Funktionen noch einmal näher.

Funktion und Bedienung

Der Radio Analyser (Bild 1 zeigt den Überblick über dessen Bedien- und Anzeigeelemente) wird mit 2 Mignon Batterien (AA) betrieben und ist daher sehr mobil einsetzbar. Durch einen langen Druck des Power/Mode-Tasters von mindestens 2 Sekunden wird das Gerät ein- und ausgeschaltet.

Signalempfang, Betriebsart, Empfangsstärkeanzeige

Nach dem Start befindet es sich in der kombinierten Empfangsart für Homematic IP und Homematic. Beide Systeme nutzen ähnliche Telegramme. Wird ein Telegramm eines dieser Systeme empfangen, so leuchtet die zugehörige LED auf dem Analyser kurz auf. Zusätzlich wird mit der Pegelanzeige aus 5 LEDs die Stärke des empfangenen Signals visualisiert. Mit den seitlichen Plus- und Minus-Tasten kann man dabei die Empfindlichkeit der Aussteuerungsanzeige anpassen. Im Grundzustand ist zunächst eine mittlere Empfindlichkeit eingestellt, was beim Aktivieren

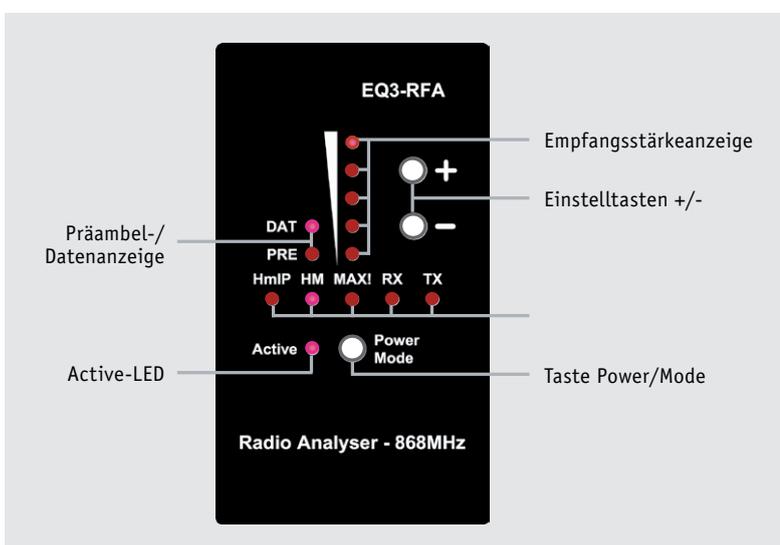


Bild 1: Überblick über die Anzeige- und Bedienelemente des Funk-Analysers 868 MHz

des Geräts oder des jeweiligen Betriebsmodus durch die mittlere LED in der Pegelanzeige dargestellt wird. Steigert oder verringert man die Empfindlichkeit, so wird dies ebenfalls über die Pegelanzeige während des Einstellens angezeigt. Während Einstellungen am Gerät vorgenommen werden, ist die Active-LED abgeschaltet. Sobald das Gerät die geänderten Einstellungen übernimmt, erlöschen die vorherigen Anzeigen und die Active-LED wird wieder aktiv.

Signalisierung des Telegrammaufbaus

Über einen kurzen Tastendruck der Mode-Taste kann neben dem kombinierten Empfang von HmIP/HM auch eine andere Betriebsart ausgewählt werden. Bei den Empfangsarten HmIP, HM und MAX! kann der Analyser den Telegrammaufbau erkennen und gibt über die beiden LEDs „PRE“ und „DAT“ die beiden Telegrammteile Präambel mit Syncwort und Daten entsprechend ihrer Sendedauer im Telegramm aus. Die Länge der gesendeten Präambel inklusive Syncwort beträgt bei HmIP und HM bei Sendungen an Geräte mit dauerhaftem Empfang mindestens 6,4 ms.

Geht ein Telegramm an einen Wake-on-Radio-Empfänger, muss eine besonders lange Burst-Präambel zum Aufwecken des Empfängers gesendet werden. Diese ist dann 360 ms lang. Sobald im Transceiver die Präambel zuverlässig erkannt wurde, wird dies an den übergeordneten Controller gemeldet, der in diesem Analyser daraufhin die PRE-LED einschaltet. Die Leuchtdauer ist daher kürzer als die Dauer der ausgesendeten Präambel mit Syncwort selbst.

Sobald das Syncwort erkannt wurde, erlischt die PRE-LED und die DAT-LED leuchtet nun bis zum Ende des Telegramms. Bei Homematic sind die Nutzdaten zwischen 10 und 24 ms lang, bei Homematic IP sind auch 51 ms dafür möglich.

Anders als bei Homematic werden bei Homematic IP Burst-Telegramme mit langer Präambel nicht auf der regulären Frequenz von 868,3 MHz, sondern auf 869,525 MHz gesendet und daher nicht vom EQ3-RFA erfasst. Die Sender senden nach ihrem Wake-up-Burst-Telegramm auf 869,525 MHz aber anschließend auch noch ein gleiches Telegramm mit kurzer Präambel auf 868,3 MHz, damit Empfänger, die bereits auf den Empfang von 868 MHz umgestellt haben, diese Nachricht ebenfalls empfangen.

Betriebsart RX - Allgemeiner Empfang

In der Betriebsart RX sind die Protokollanalysefunktionen des Transceivers deaktiviert. Hier wird der allgemeine Empfangspegel als RSSI-Wert zyklisch vom Transceiver abgefragt und dann über die Pegel LEDs visualisiert. Damit kann man in dieser Empfangsart völlig unabhängig von einem Funkprotokoll auf die Suche nach eventuellen Störern gehen. Befindet man sich bereits so nahe am Sender, dass die obere Pegel-LED leuchtet, reduziert man mit der Minus-Taste die Empfindlichkeit und kann den Sender anschließend noch genauer lokalisieren.

Betriebsart TX - Homematic Telegramm senden

Wechselt man in den Mode TX, so wird vom Gerät zyklisch ein kurzes Homematic Telegramm gesendet.



Mit den Plus- und Minus-Tasten lässt sich dabei die Sendehäufigkeit einstellen, wobei als Default ein Raster von einer Sekunde eingestellt ist. Jeder Tastendruck auf eine der beiden Tasten verdoppelt oder halbiert dieses Raster, sodass man das Sendeintervall zwischen 0,25 s und 4 s anpassen kann.

Je schneller gesendet wird, desto schneller wird allerdings auch der zulässige Duty-Cycle erreicht, weshalb das Gerät dann abschaltet.

Sinnvoll ist diese Betriebsart im Zusammenspiel mit einem zweiten Analyser, der im Empfangsmodus Homematic betrieben wird, um vor einer Installation von Funkkomponenten ihre spätere Erreichbarkeit oder die Verbindungsqualität grob beurteilen zu können. Hier muss man jedoch bedenken, dass jede Komponente individuelle Sende- und Empfangseigenschaften hat, die sich deutlich von den Eigenschaften dieses Analysers unterscheiden können. Aufgrund der Pegelanzeige beim Empfang mit Analyser kann man Komponenten mit schlechteren Funkeigenschaften allerdings mit entsprechend Reserve ausmessen. Da aber später exakte Position und Ausrichtung der verwendeten Komponenten eine wichtige Rolle spielen, kann mit einem solchen Vorabtest nie eine hundertprozentige Vorhersage gemacht werden. Für eine grobe Orientierung und Untersuchung einer grundsätzlichen Machbarkeit einer Funkverbindung ist diese Herangehensweise aber vielfach hilfreich.

Das Gerät schaltet sich eine Stunde nach der letzten Bedienung automatisch ab, kann aber durch einen langen Tastendruck auf die Power-Taste auch jederzeit manuell ausgeschaltet werden.

Schaltungsbeschreibung

Die Schaltung des EQ3-RFA (Bild 2) zeigt sich äußerst übersichtlich. Zentrales Bauteil ist der Mikrocontroller IC1 vom Typ STM8L151C8U6. Er arbeitet mit einem internen RC-Oszillator, der eine Taktfrequenz von 16 MHz erzeugt, sodass auf einen externen Oszillator verzichtet werden kann.

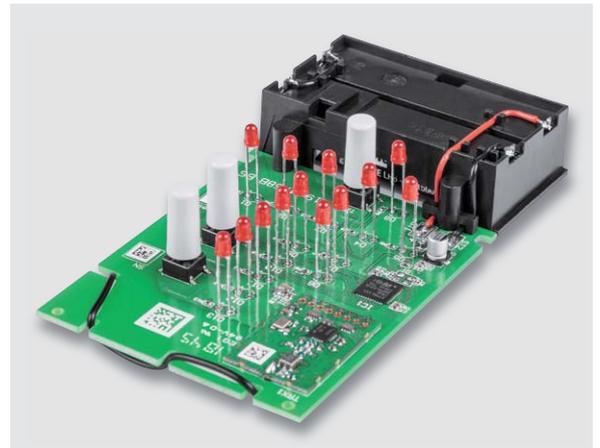
Die 3 Bedientaster TA1 bis TA3 sind direkt am Controller angeschlossen, eventuelles Tastenprellen wird dort per Firmware ausgeglichen. Die verwendeten Anzeige-LEDs haben eine sehr geringe Stromaufnahme bei ausreichender Leuchtstärke, sodass sie alle direkt über einen Vorwiderstand vom Controller getrieben werden können.

Der Transceiver ist per SPI und einigen Status-Pins mit dem Controller verbunden. So kann das Funkmodul einfach auf den jeweiligen Sende- oder Empfangsmodus konfiguriert und empfangene Daten abgefragt werden. Über die programmierbaren Statuspins erhält der Controller zudem sehr schnell und ohne zusätzliche Schnittstellenkommunikation direkt Information über den jeweiligen Empfangsstatus eines Telegramms.

Die Schnittstelle PRG1 dient der Programmierung des Controllers auf der Platine im Fertigungsprozess.

Da die Spannungsversorgung mit 2 Batterien aus einem Batteriefach mit mechanischem Verpolungsschutz erfolgt, kann bei dieser Schaltung auf einen elektronischen Verpolungsschutz verzichtet werden und es genügt zur Absicherung der Schaltung eine reversible Sicherung mit R14 auf Basis eines PTC.

Das nachfolgende Bild zeigt den inneren Aufbau des Gerätes. **ELV**



Ihr Kontakt zur ELV Journal-Redaktion



E-Mail: redaktion@elvjournal.de

ELV FORUM ELV Journal-Forum:
www.netzwerk.elv.de

f Facebook:
facebook.com/elvelektronik

Twitter:
twitter.com/elvelektronik

YouTube:
youtube.com/elvelektronikde

Postadresse:
ELV Elektronik AG
Redaktion ELV Journal
Maiburger Str. 29–36,
26789 Leer, Deutschland

Technische Daten	Geräte-Kurzbezeichnung:	EQ3-RFA
	Versorgungsspannung:	2x 1,5 V Mignon/AA/LR6
	Stromaufnahme:	27 mA max.
	Ruhe-Stromaufnahme:	0,5 µA
	Empfängerkategorie:	SRD Category 2
	Funkmodul:	TRX1-TIF
	Funk-Frequenzband:	868,0–868,6 MHz
	Max. Funk-Sendeleistung:	10 dBm
	Typ. Funk-Freifeldreichweite:	420 m
	Duty-Cycle:	< 1 % pro h
	Schutzart:	IP20
	Verschmutzungsgrad:	2
	Umgebungstemperatur:	-10 bis +55 °C
Abmessungen (B x H x T):	62 x 112 x 26 mm	
Gewicht (mit/ohne Batterien):	140 g/93 g	



Schickes Smart Home

Visualisierung mit AIO CREATOR NEO und Smart Home Zentrale CCU3

Teil 2

Eine übersichtliche Bedien- und Visualisierungsoberfläche erfordert im Vorfeld ein wenig Planung und Strukturierung. Teil 2 der Artikelserie gibt einen Überblick über die grundsätzliche Einrichtung des Systems und die Planung. Zum Schluss unserer Einführung zeigen wir die Erstellung einer Indexseite.





Welches Gerät für die Anzeige/Bedienung?

Der CREATOR NEO ermöglicht die Erstellung von Oberflächen für die verschiedensten Geräte. Dies können beispielsweise Smartphones oder Tablets von unterschiedlichen Herstellern und in unterschiedlichen Größen sein. Beim Anlegen einer neuen Fernbedienung im CREATOR NEO kann man aus vorgegebenen Templates ein passendes für die eigene Anwendung auswählen (Bild 1).

Sie können aus einer Herstellerliste, einer Typliste und einer Geräte-liste auswählen (Bild 2).

Zum stationären Bedienen und Anzeigen eignen sich Tablets sehr gut, es gibt sie mittlerweile in den verschiedensten Größen von 7" bis sogar 18" oder mehr. Mit Halterungen, die ebenfalls in unterschiedlichen Ausführungsformen und Farben erhältlich sind, lässt/lassen sich ein oder mehrere Tablet(s) an zentraler/zentralen Stelle(n) im Haus relativ einfach an der Wand anbringen.

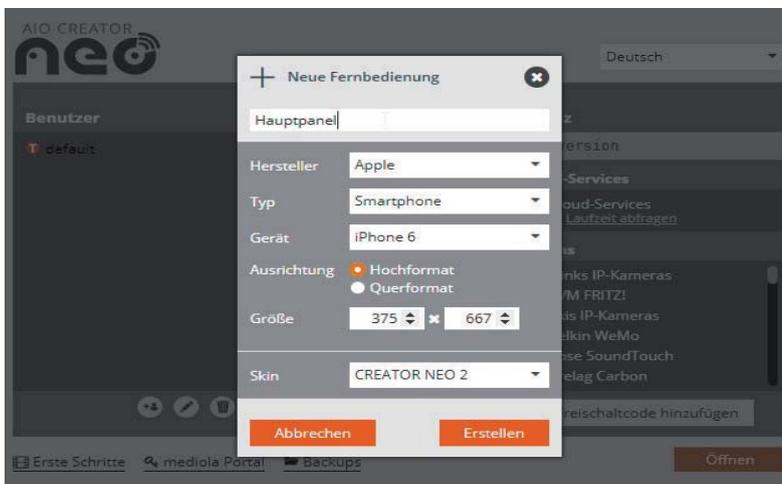


Bild 1: Geräteauswahl

Für die Stromversorgung gibt es ebenfalls Lösungsmöglichkeiten. In eine nahe liegende Steckdose eingestecktes Netzteil mit herunterhängendem Kabel ist da sicher die schlechteste. Ein kompaktes Netzgerät hingegen, z. B. ein Unterputz-Netzteil, lässt sich in eine über oder unter dem Tablet befindliche Schalterdose oder Steckdose im Raum hinter dem Schalter bzw. der Steckdose anbringen.

Eine weitere Alternative, die ohne Bastelarbeit auskommt, ist ein USB-Netzteil-Schalterdoseneinsatz (Bild 3).

Für den mobilen Einsatz eignen sich Smartphones. Diese Lösung wird man in erster Linie für die Bedienung der Haustechnik und den Ersatz

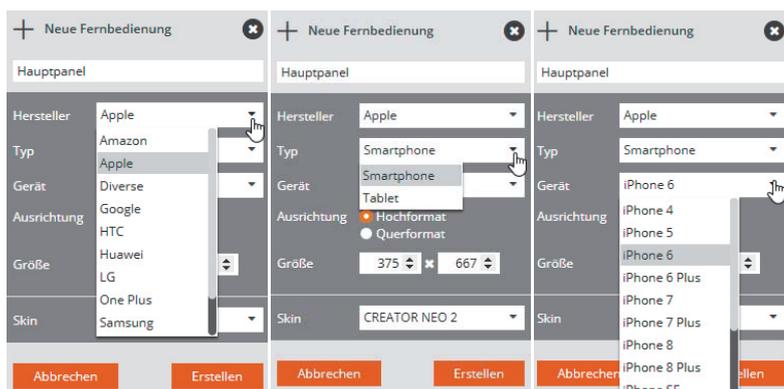


Bild 2: Auswahl Hersteller, Typ und Gerät

von Fernbedienungen wählen. Hierzu bietet mediola mit seinen Gateways auch Möglichkeiten, Infrarot-Fernbedienungen zu ersetzen.

Für die Erstellung der Anzeige- und Bedienoberfläche muss man sich nun – abhängig von der Art des Geräts (Smartphone/Tablet) – Gedanken über Form, Ausführung und Umfang der Bedien- und Anzeigeoberfläche machen. Die Oberflächen werden aufgrund der begrenzten Displaygröße am besten in mehreren „Seiten“ organisiert, um das Ganze übersichtlich zu halten.

Seitensteuerung

Die Startseite (die Seite, die beim Start der App aufgerufen wird) hat im CREATOR NEO immer den Namen „Index“. Sinnvollerweise platziert man auf dieser Seite eine Vorauswahl, über die man Themen oder Funktionsgruppen (Wetter, Grundeinstellungen, Räume etc.) anwählt.

Gleichzeitig sollte diese (Haupt-)Seite Informationen zeigen, die man – ohne eine andere Seite auszuwählen – immer im Blick haben möchte. Dies könnten z. B. Informationen über Sicherheitsfunktionen oder das Wetter für den aktuellen oder nächsten Tag sein. Da der Platz auf einem Smartphone oder einem kleinen Tablet sehr begrenzt ist, sollte man sich die Aufteilung vorher sehr genau überlegen. Wichtig ist auch, dass man sich immer ein wenig Platz für Reserven frei hält – das Smart Home wächst ständig!

Die Seitensteuerung kann sowohl über Buttons als auch über Grafiken erfolgen, beim Antippen wird die gewünschte Seite geöffnet. Folgeseiten haben in der Regel einen Rücksprungbutton, über den auf die Hauptseite zurückgegangen wird, und/oder einen Button zum Aufruf einer zweiten Seite zum gleichen Thema.

Wenn die gewünschten Informationen nicht auf einer Seite angezeigt werden können, kann also über weitere Buttons oder Grafiken auf Folgeseiten gesprochen werden. In diesem Fall kann man sich je



Bild 3: ELV Unterputz-USB-Netzteil (Bestell-Nr. 13 06 70)



nach Anforderung überlegen, ob der Rücksprung von einer aufgerufenen Folgeseite zurück auf die aufrufende Seite oder gleich auf die Hauptseite erfolgen soll. Ein Beispiel dazu zeigt **Bild 4**.

Beide zuvor beschriebenen Rücksprungvarianten sind in diesem Beispiel beschrieben: Der Rücksprung von Folgeseite 2/1 erfolgt direkt zur Indexseite, der Rücksprung von Folgeseite 3/1 zur aufrufenden Unterseite 3.

Erster Start des CREATOR NEO

Nach der Auswahl von Hersteller, Typ und Gerät oder der Definition eines eigenen Formats öffnet sich die Konfigurationsoberfläche des CREATOR NEO (**Bild 5**).

Als Erstes muss nun im Gerätemanager die Zentrale Homematic CCU eingetragen werden, damit der CREATOR NEO die in der CCU angelegten Geräte einlesen und damit arbeiten kann.

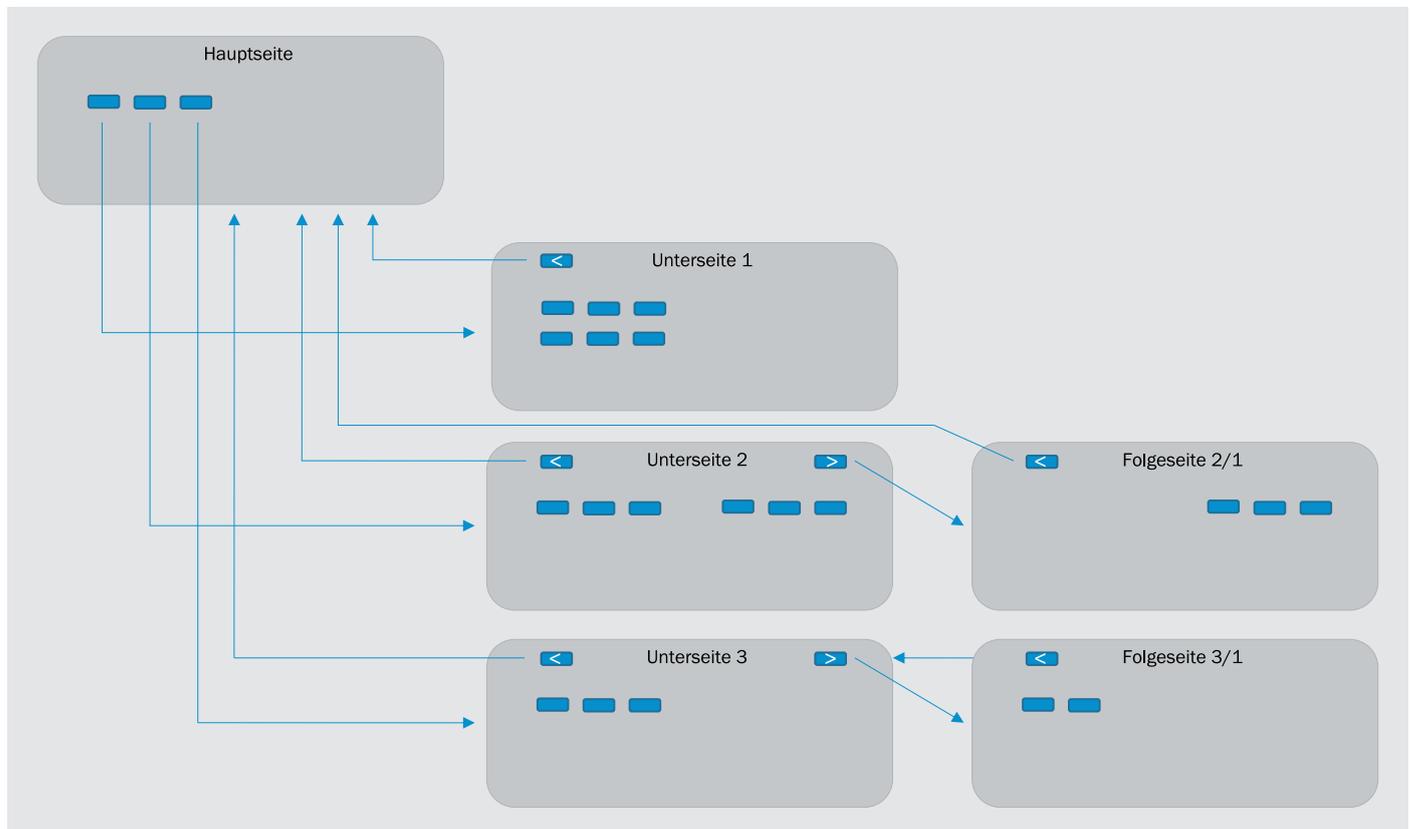


Bild 4: Beispiel Seitenaufbau

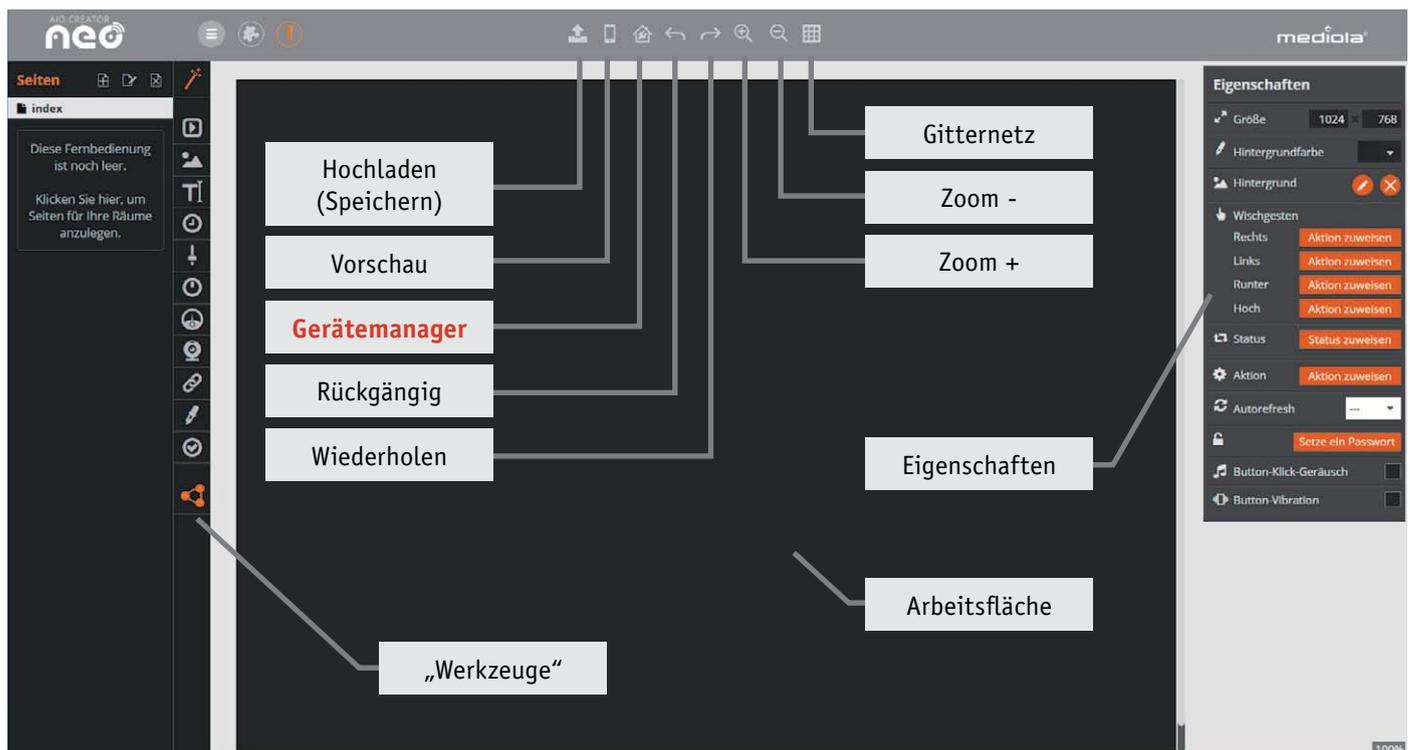


Bild 5: Oberfläche des CREATOR NEO



Einrichten der CCU3 als Gerät im Gerätemanager von CREATOR NEO

Das Anlegen geschieht über den Gerätemanager (s. o.), nachfolgend die unbedingt notwendigen Konfigurationsdaten (siehe auch Bild 6):

- Nach Anwahl des Gerätemanagers wird über den Button „Neues Gateway“ die Eingabemaske zur Eingabe der CCU-Daten geöffnet.

Bild 6: Der Gerätemanager: Gerät anlegen

- Hier tragen Sie einen Namen für die CCU ein, bei Typ wählen Sie die CCU aus einem Menü aus; der Port ist üblicherweise 80. Dann müssen Sie noch die IP-Adresse der CCU eintragen. Ebenso den Benutzer und das Passwort (so wie in der CCU) vergeben.
- Zum Abschluss wird die Konfiguration mit „Speichern“ gesichert.

Im Anschluss daran kann ein automatischer „Suchlauf“ gestartet werden, bei dem die Konfigurationsdaten aus der CCU, also alle Geräte, Räume, Systemvariablen etc., die in der CCU definiert sind, eingelesen werden:

- Zunächst wählen Sie über das Register „Geräte“ den Button „Geräte importieren“ an.
- Im Anschluss wählen Sie aus der Liste das Gateway aus, dessen Geräte Sie einlesen möchten. Dies wird bei einer Neuanlage vermutlich einzig die CCU sein. Diese also auswählen:

In der Folge werden die Geräte eingelesen.

Nach dem Einlesen erhalten Sie eine Liste mit den eingelesenen Geräten, Programmen und Systemvariablen. Die Daten sind entsprechend den in der CCU zugeordneten Räumen auch hier zugeordnet (Bild 7).

Bild 7: Nach dem Einlesen der Geräte



Bild 8: Speichern in der Cloud

In der Fußzeile haben Sie noch Filtermöglichkeiten, die bei einem späteren erneuten Einlesen (dies müssen Sie tun, wenn neue Geräte in der CCU hinzugekommen sind) eingesetzt werden können.

Speichern der Daten

Beim Verlassen des CREATOR NEO werden die aktuellen Änderungen an der Programmkonfiguration und der/den Fernbedienung(en), die Sie erstellt haben, auf dem PC gespeichert. Mediola bietet aber die Möglichkeit an, die Daten in der Cloud zu speichern (Bild 8).

Sofern Sie noch keinen Zugang zur Cloud haben, müssen Sie diesen zunächst einrichten. Der Vorteil der Arbeit über eine Cloud liegt darin, dass Sie auf dem Zielsystem beim Einrichten (Laden) weder die IP-Adresse des Rechners, auf dem die entsprechende Oberfläche gestaltet wurde, angeben müssen, noch muss NEO auf diesem PC zum Download laufen, sondern Sie können die gewünschte Oberfläche (→ Fernbedienung) einfach aus der Cloud herunterladen.

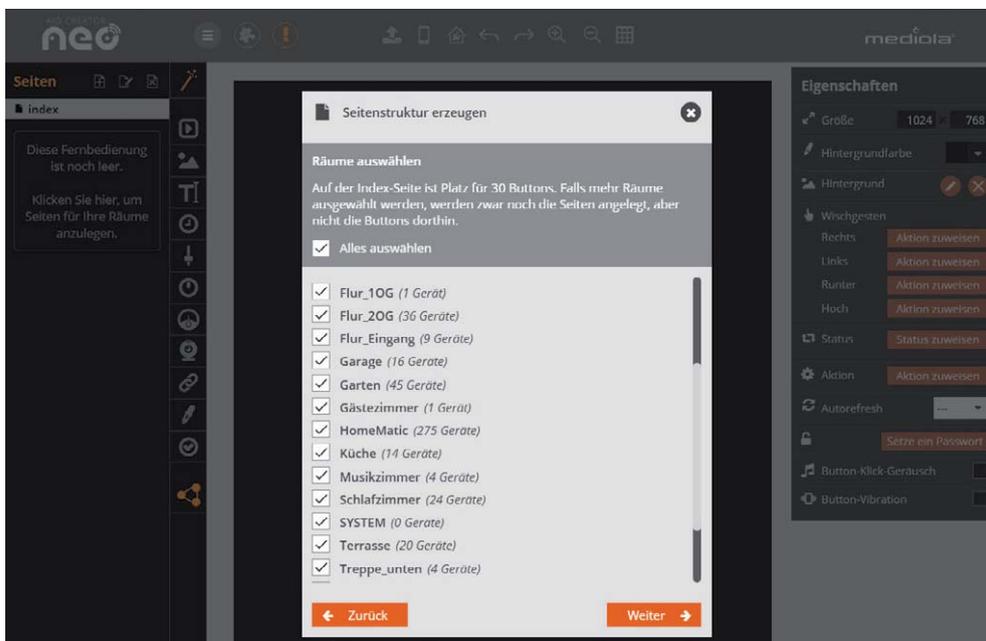


Bild 9: Seitenstruktur erzeugen

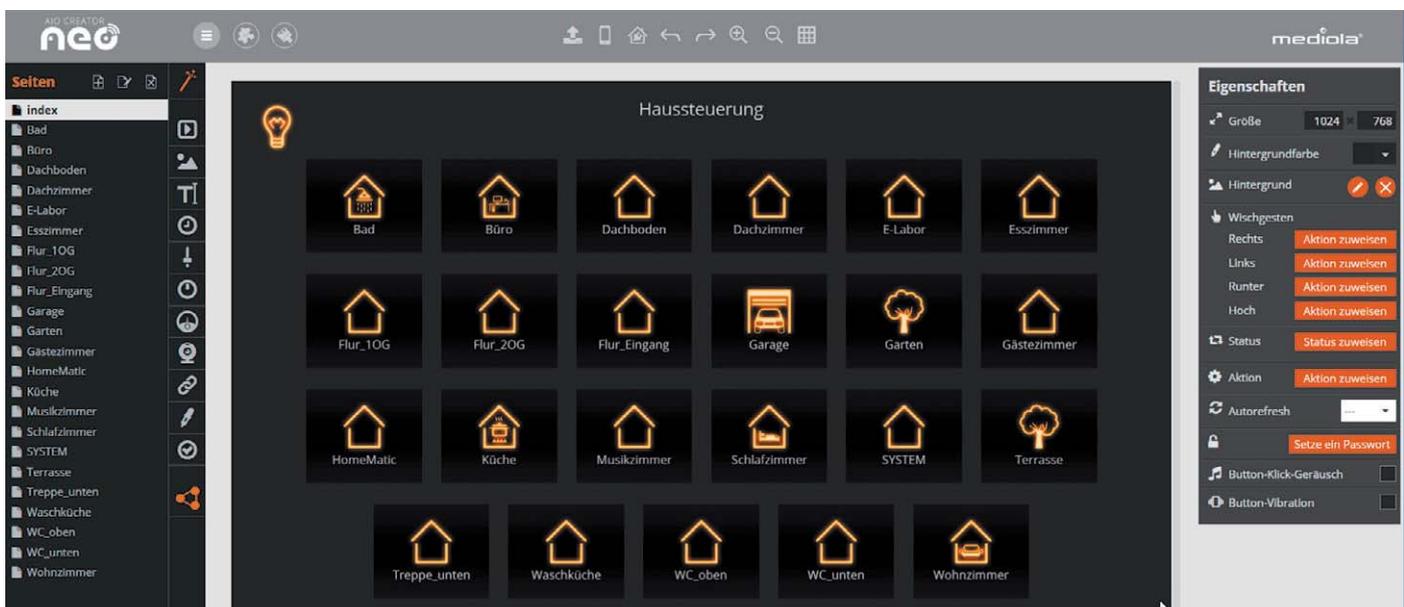


Bild 10: Automatisch erzeugte Indexseite



Oberfläche Skin NEO

Oberfläche Skin NEO Age Schema 3



Oberfläche Skin NEO Chrome Schema 3

Oberfläche Skin NEO Fire Schema 2

Bild 11: Unterschiedliche Skins

Automatisches Erzeugen einer Indexseite

Die Indexseite kann natürlich manuell erzeugt werden, hier kann uns der CREATOR aber sehr helfen, indem er diese automatisch erzeugt. Dazu klicken Sie mit der Maus in das Hinweisfeld links oben („Diese Fernbedienung ist noch leer ...“). Ein Fenster fordert Sie auf, die voreingestellte Auswahl der zu erzeugenden Seiten (alle Räume!) zu akzeptieren oder entsprechend Ihren Wünschen auszuwählen (Bild 9).

Mit dem Anklicken des Buttons „Weiter“ wird eine Indexseite und für jeden in der Vorauswahl mit Haken versehenen Raum eine zugehörige (leere) Seite erzeugt (Bild 10).

Je nach Skin entstehen vom Design her unterschiedliche Oberflächen (Bild 11). Sie können diese Skins jederzeit, auch noch nach der Erstellung, wechseln. Dies geschieht über das in Bild 12 gezeigte Menü.

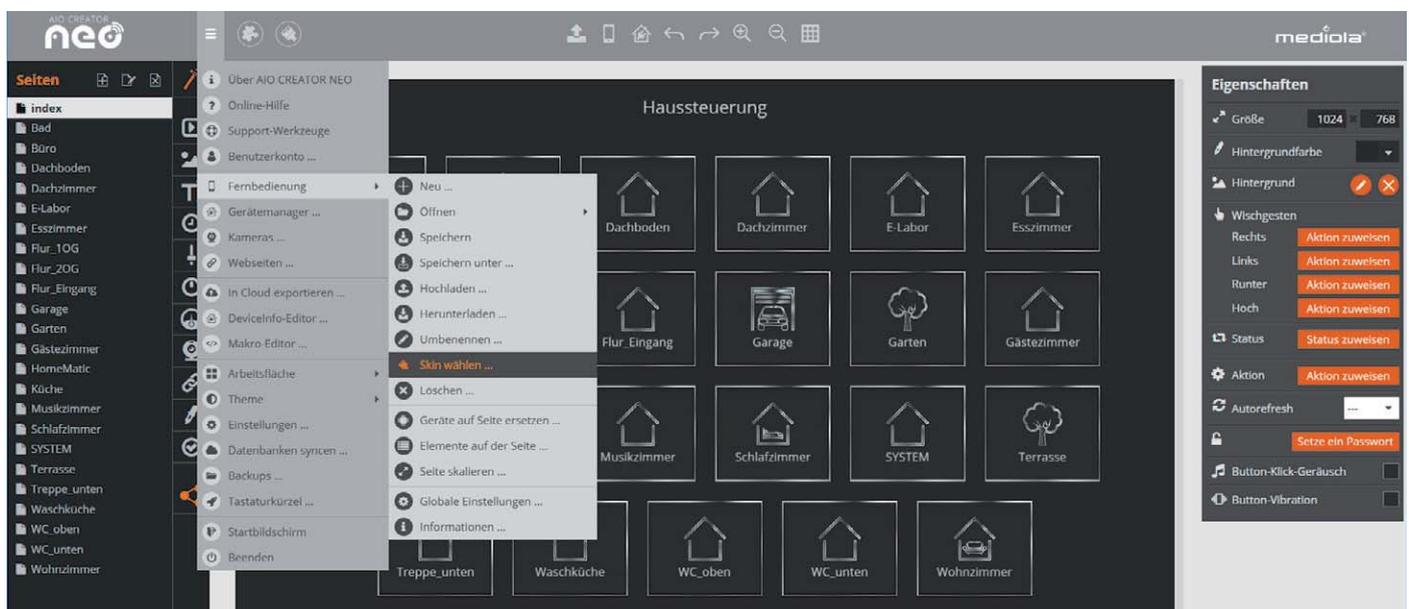


Bild 12: Skin wechseln

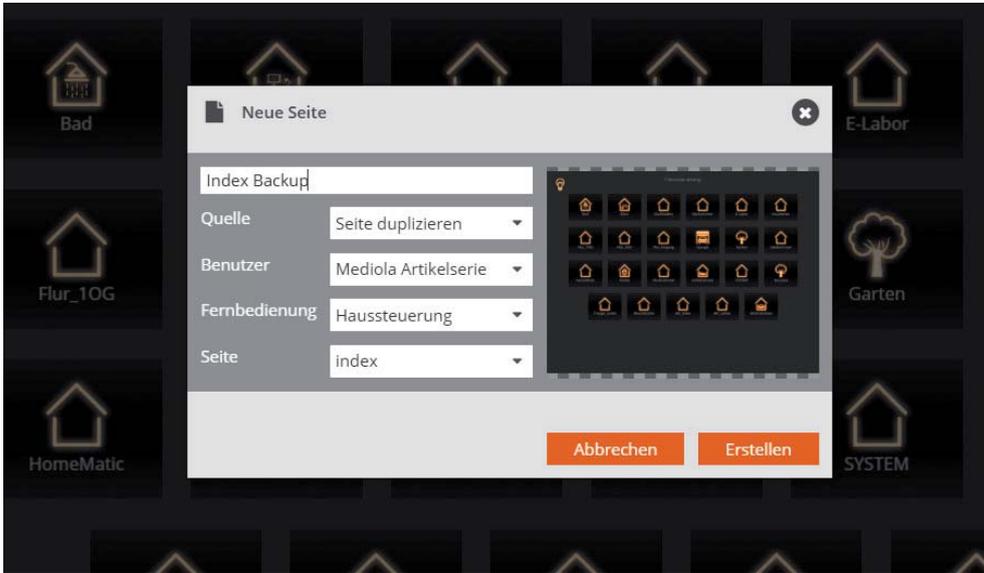


Bild 13: Neue Seite

Wenn man Seiten abändern, das Original aber nicht löschen möchte, kann man beispielsweise nach dem Klicken auf das +-Zeichen („Neue Seite“) links im Bereich der Seitenaufistung eine neue Seite durch Kopieren einer *existierenden* Seite (in diesem Fall der Seite, die Sie im Original behalten, aber abändern wollen) erzeugen (Bild 13).

Verändern und Erweitern der Seite

Wir wollen nun die automatisch erzeugte Indexseite so abändern, dass auf der Seite noch Platz für grundsätzliche Informationen wie z. B. Wetterinfos etc. entsteht. Die Icons lassen sich durch Markieren (Maus – linke Taste drücken – ziehen) und Verschieben mit der Maus einfach an einem beliebigen Platz auf der Arbeitsfläche platzieren. Hintergründe können, wie in Bild 14 zu sehen, ebenfalls leicht eingefügt werden.

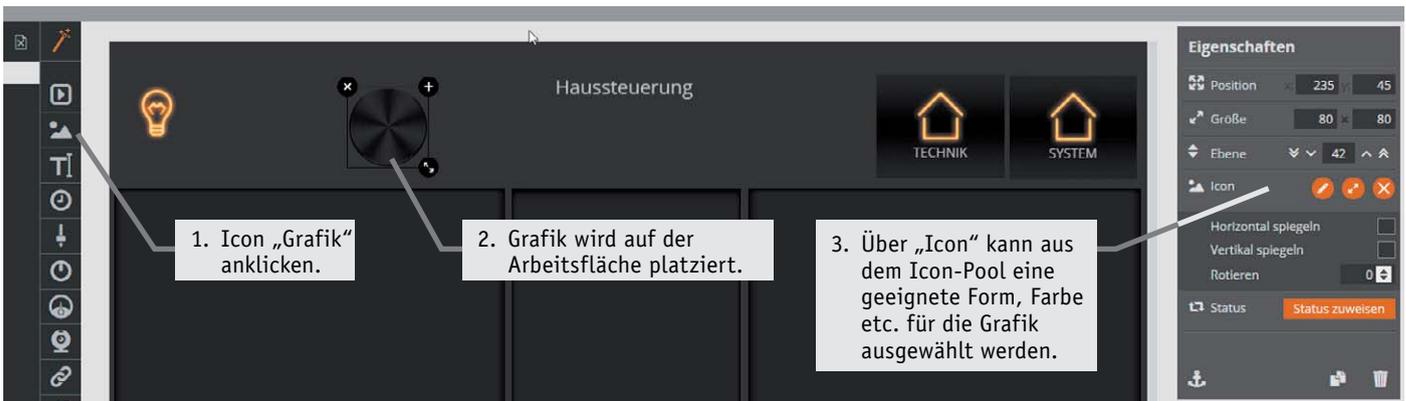


Bild 14: Grafik einfügen

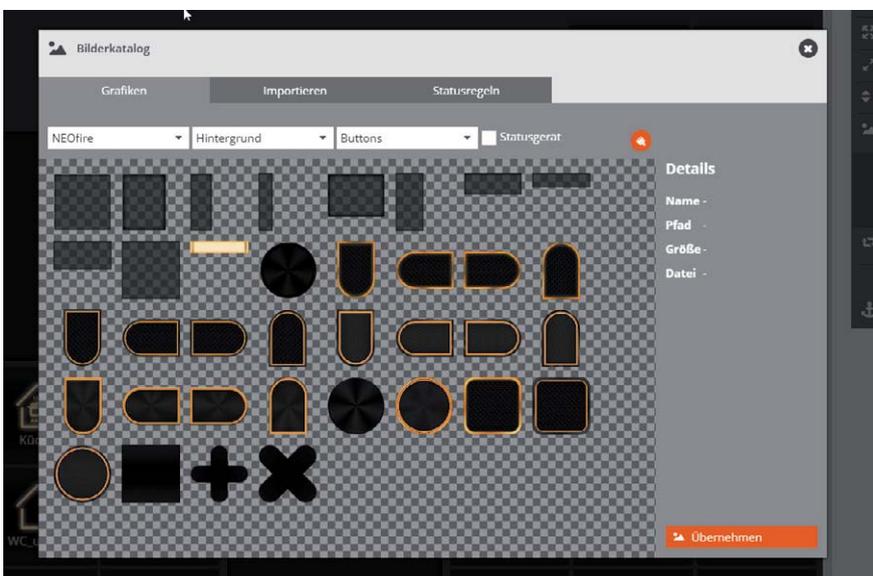


Bild 15: Form, Farbe der Grafik

Nach dem Anklicken des Icon-Buttons im „Eigenschaften“-Bereich öffnet sich ein Fenster (Bild 15). Sie wählen eine geeignete Grafik aus, danach wird im „Eigenschaften“-Bereich oben die Größe der Grafik eingestellt und die Grafik mit der Maus oder der Einstellung über die Zahlenwerte positioniert.

Nach dem Verschieben und Neuordnen sowie ggf. Löschen nicht benötigter (oder später auf anderen Seiten benötigter) Icons und dem Einfügen von Hintergründen (z.B. für spätere Erweiterungen mit weiteren Informationen) sieht die Oberfläche dann beispielsweise so aus wie in Bild 16.

Nach dem Übertragen auf das Zielgerät erhalten wir Bild 17.

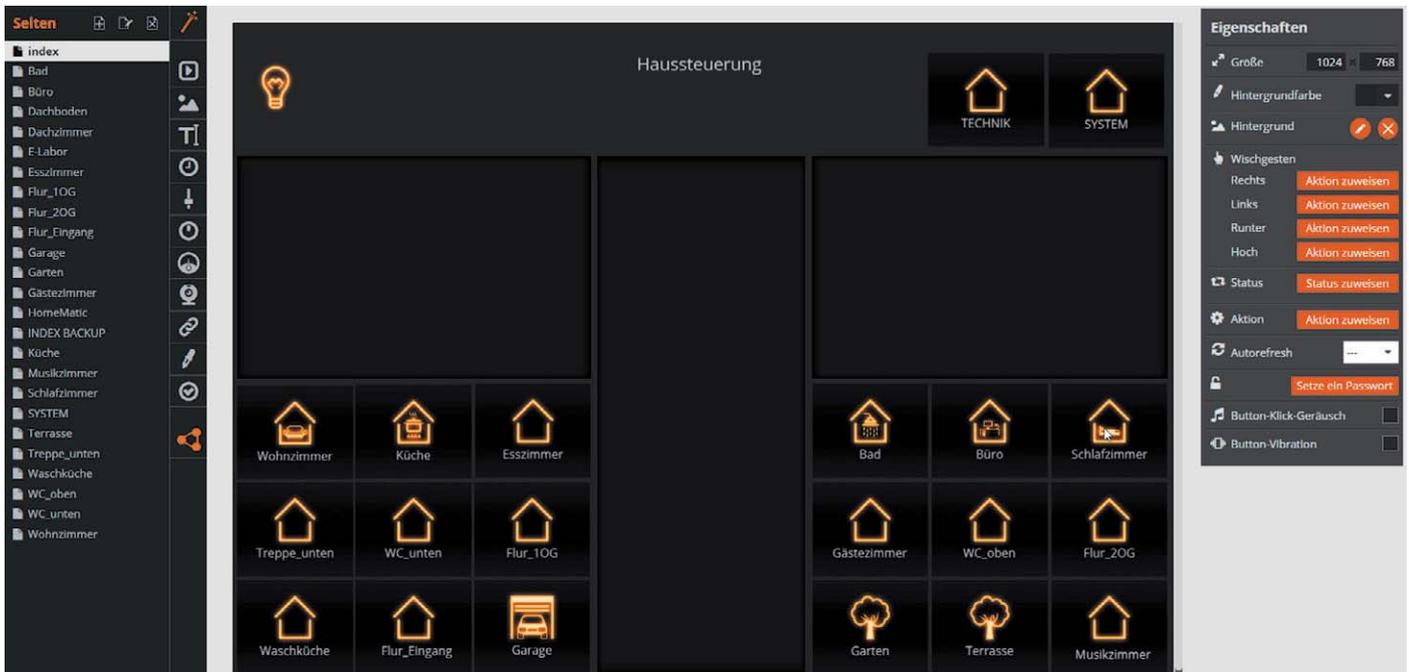


Bild 16: Geänderte Indexseite

Ausblick

Im nächsten Artikel der Serie bauen wir die ersten mit der Haustechnik kommunizierenden Seiten mit Buttons, Statusmeldungen etc. manuell auf. Wir zeigen die Editiermöglichkeiten, und wir laden die erzeugte Bedienoberfläche auf ein Zielgerät. **ELV**



Bild 17: Die erste Seite auf dem Zielgerät



Weitere Infos:

- <https://www.mediola.com/smart-home-consumer/automation-manager>
- Smart Home Zentrale CCU3 inkl. AIO CREATOR Lizenz und NEO Plug-in Automation Manager: Bestell-Nr. 25 04 07

ELV® Wir sind auf der Maker Faire!

Fast jeder, der sich für Elektronik begeistert, hat seine „Karriere“ mit einem Bausatz begonnen. Gerne erinnert man sich an die frühen Lötversuche und das erste selbst gebaute Projekt. Die Entwickler des ELV Journals gestalten seit über 40 Jahren Bausätze – Sie haben die Chance, die Experten noch auf drei Maker Faires in diesem Jahr persönlich zu treffen und sich dort mit ihnen auszutauschen! Außerdem zeigen wir unsere Top-Bausätze in Aktion und bringen Prototypen geplanter Neuentwicklungen im ELV Journal mit. Mit dem Partyspiel PS12 können Sie zudem an unserem Stand um Gewinne spielen. Wir freuen uns auf Sie!



Besuchen Sie unseren Stand an folgenden Terminen

17.08.–18.08.2019

Hannover

13.09.–15.09.2019

Aurich



Weitere Infos zu unserer Teilnahme an den Maker Faires finden Sie in unseren Newslettern. Sie bekommen noch keinen ELV Newsletter? Dann melden Sie sich doch hier gleich an. ► newsletter.elv.de | elv.at | elv.ch





homematic IP



100 % kompatibel mit Homematic über
CCU2, CCU3 oder Funkmodule für Raspberry Pi

Allrad im Smart Home

Homematic IP Multi-IO-Modulplatine – 4 x 4

Die HmIP-MIO16-PCB bietet die Möglichkeit, auf vier analoge bzw. vier digitale Eingangssignale zu reagieren und damit sowohl vier Open-Collector- als auch vier Relais-Schaltausgänge am Gerät über eine CCU zu steuern. Über diese können auch andere HmIP-Aktoren kontrolliert werden. Die analogen Eingänge sind für Spannungen in einem Bereich von 0 bis 12 V ausgelegt und werden über den internen 12-Bit-A/D-Wandler des verwendeten Controllers erfasst. Das Gerät bietet damit viele Möglichkeiten, die im Haushalt bereits vorhandene Technik in die Hausautomation einzubinden.

Bausatz-
beschreibung
und
Montagevideo



#10255

QR-Code scannen oder
Webcode im ELV Shop
eingeben



Infos zum Bausatz HmIP-MIO16-PCB



Schwierigkeitsgrad:
leicht



Ungefähre Bauzeit:
0,5 h



Verwendung SMD-Bauteile:
SMD-Teile sind bereits
komplett bestückt



Besondere Werkzeuge:
LötKolben



Löterfahrung:
ja



Programmierkenntnisse:
nein



Elektrische Fachkraft:
nein

Weichen stellen

Diese Homematic IP Modulplatine hat es wahrlich in sich, verfügt sie doch inklusive der virtuellen Kanäle über insgesamt 50 Kanäle, die sich beliebig über eine Homematic CCU-Zentrale verknüpfen lassen. Damit steht eine enorme Anzahl an Möglichkeiten zur Verfügung, sowohl Sensoren und Schaltkontakte auszuwerten als auch Geräte direkt per Relais oder über Schalteingänge ansteuern zu können. So kann man Temperatursensoren für Heizung und Klimatisierung ebenso auswerten wie Stromsensoren, Durchflussmesser und Füllstandssensoren – quasi alle Sensoren, die eine Messspannung bis 12 V ausgeben. Auch Schaltkontakte wie kabelgebundene Magnetkontakte, Tür- und Fensterkontakte oder andere Signalkontakte sind hier auswertbar, genauso digitale Ausgänge von Sensoren, Grenzwertgebern etc.

Vier Relais-Schaltausgänge mit je einem Wechselkontakt und vier Open-Collector-Schaltausgänge setzen die Vielseitigkeit der Modulplatine fort.

Da die Modulplatine über eine Homematic CCU konfiguriert wird, kann man hier nicht nur direkte, intelligente – z. B. zeitgesteuerte – Verknüpfungen zwischen den Ein- und Ausgängen der Modulplatine herstellen, sondern jeden einzelnen Kanal auch real und über virtuelle Kanäle mit



Sensoren, Aktoren und anderen Elementen im eigenen Smart Home System verknüpfen. So ist es eben auch möglich, das eigene Smart Home System noch vielseitiger zu nutzen, da man über die Ein- und Ausgänge der Modulplatine quasi beliebige Technik anbinden kann.

Durch die hohe Funkreichweite des Homematic IP Systems und die universell mögliche Stromversorgung über eine USB-Buchse ist man auch bei der Standortwahl flexibel; dies kann ein – auch temporärer – Feldeinsatz mit Solar- oder Akku-/Powerbank-Versorgung zur Auswertung von Sensoren genauso sein wie der Einsatz im Heizungsraum.

Auf der Ausgabeseite kann man bei Bedarf auch leistungsstarke Relais für die Ansteuerung von Netzlasten anschließen – etwa Hutschiene-Relais oder die kompakten Netzrelais-Bausteine, wie es sie für die Anbindung an Arduino & Co. gibt. Mit den auf der Modulplatine vorhandenen Relais sind Spannungen bis 24 V bei einem Laststrom bis 0,5 A je Kanal schaltbar.

Ein denkbare Anwendungsbeispiel wäre beispielsweise auch eine komplette Gewächshaussteuerung bzw. Bewässerungssteuerung für den Urlaub: Bodenfeuchtesensoren erfassen die Bodenfeuchtigkeit, die Schwellwerte werden in der WebUI der CCU vorgegeben, ein Lichtsensor und ein Temperatursensor erfassen Sonneneinstrahlung und Temperatur, und über die Schaltstufen werden dann zeitgesteuert (hierzu steht sogar ein Wochenprogramm-Kanal zur Verfügung, der autark auf dem Modul arbeiten kann) Ventile bzw. eine Pumpe geschaltet. Wenn man dann noch die normale Beschattung via Homematic/Homematic IP und eine Jalousie-/Rollladensteuerung einbezieht, kann man die Bewässerung und Klimatisierung komplett der Hausautomation überlassen und unbesorgt in den Urlaub fahren.

Bevor wir zur Schaltungsbeschreibung kommen, hier abschließend noch einmal eine kurze Übersicht über alle Kanäle der Modulplatine. Sie verfügt inklusive der virtuellen Kanäle über 50 Kanäle:

Kanal 0:	Geräteübergreifende Einstellungen
Kanal 1–12:	Sensoreingänge (ADC-Eingänge)
Kanal 13–16:	Digitale Tasterkanäle
Kanal 17, 21, 25, 29:	Reale Schaltkanäle (Relaisausgänge)
Kanal 33, 37, 41, 45:	Reale Schaltkanäle (Open-Collector-Ausgänge)
Kanal 49:	Wochenprogramm-Kanal

Schaltungsbeschreibung

Die komplette Schaltung des HmIP-MIO16-PCB ist auf einer Platine aufgebaut, in **Bild 1** ist das Schaltbild dargestellt.

Die Spannungsversorgung

Zur Versorgung der Schaltung benötigt man grundsätzlich ein handelsübliches Netzteil mit einer Ausgangsspannung von 5 V und einem Mikro-USB-Stecker. Das Netzteil sollte in der Lage sein, bis zu 1,5 A an Strom zu liefern.

Oben rechts in **Bild 1** ist die komplette Spannungsversorgung der Schaltung nebst einem Eingangsfilter zu sehen. Das Filter besteht aus den Komponenten L1 bis L4 und C25 bis C27. Es sorgt dafür, dass leitungsgebundene Störsignale aus einem angeschlossenen 5-V-USB-Netzteil gedämpft werden. Durch diese Maßnahme wird die Empfindlichkeit des Funkempfängers gesteigert, sie reduziert somit Probleme bei der Funkkommunikation.

Die eigentliche Spannungsversorgung des HmIP-MIO16-PCB ist recht einfach gehalten und reduziert sich hierbei auf den Linearregler IC4, die Ein- und Ausgangskondensatoren C28 bis C32 und eine Ferritspule L5.

Aus den gefilterten 5 V vom angeschlossenen USB-Netzteil, welche für die Versorgung der Relaispulen REL1 bis REL4 genutzt werden, erzeugt der Linearregler IC4 eine Spannung von 3,3 V für die restliche Schaltung.

Der Mikrocontroller

Die komplette Steuerung der HmIP-MIO16-PCB wird vom Mikrocontroller IC1 übernommen. Es handelt sich hierbei um einen Controller vom Typ EFM32G840F128. Mit dem Quarz Q1 wird vom Controller ein Arbeitstakt von 24 MHz erzeugt, mit dem er nicht nur schnell arbeiten, sondern auch Timings bei automatischen Abläufen relativ genau einhalten kann. Über die Schnittstelle PRG1 wird der Controller im Werk mit dem Bootloader und der Applikationsfirmware versehen. Per Funk lässt sich Letztere später auch im laufenden Betrieb aktualisieren.

Der Taster TA1 ist die Systemtaste der Modulplatine HmIP-MIO16-PCB und ermöglicht einen Werks-Reset des Geräts sowie einen manuellen Start der Anmeldeprozedur. Bestätigungssignale, z. B. empfangene oder gesendete Funkdaten oder Fehler, werden über die neben der Systemtaste liegende Duo-LED D9 angezeigt.

Für die Funkkommunikation ist der Controller per SPI-Schnittstelle mit dem Transceivermodul TRX1 verbunden. Der über die I²C-Schnittstelle angeschlossene, nichtflüchtige EEPROM IC2 speichert die einprogrammierten Daten für die Verknüpfung mit anderen Homematic IP Komponenten, sodass die Daten (Profile) auch nach Wegfall der Versorgungsspannung erhalten bleiben.

Die Eingänge

Die HmIP-MIO16-PCB verfügt über insgesamt 8 Eingänge (A–H), die über die Klemmleisten KL1 bis KL4 für den Anschluss von Leitungen dem Nutzer eine einfache Handhabung bieten. Die beiden Klemmleisten KL1 und KL2 stellen die 4 analogen Eingänge A bis D mit jeweils einem Masseanschluss bereit. Über die Widerstände R11 bis R18 sind für die Eingänge Spannungsteiler realisiert worden, die eine anliegende Eingangsspannung um den Faktor 4,13 reduzieren. Somit können dann Spannungen von maximal 12 V ohne Gefahr für die Schaltung gemessen werden. Über die beiden Klemmleisten KL3 und KL4 werden die 4 digitalen Eingänge E bis H bereitgestellt, auch hier jeweils mit einem separaten Masseanschluss.

Die TVS-Dioden D11 bis D18 schützen die Eingänge des Mikrocontrollers vor hohen Spannungen beim Anlegen von Leitungen an den Klemmen, wie sie durch statische Aufladung entstehen können.

Die Ausgänge

Nach den Eingängen kommen wir nun zu den Ausgängen der Modulplatine HmIP-MIO16-PCB. Auch diese werden, ebenfalls zur einfacheren Handhabung, über Klemmleisten bereitgestellt. Insgesamt verfügt das Gerät über 8 Schaltausgänge, wobei die ersten 4 als potentialfreie Relaisausgänge ausgeführt sind, die letzten 4 sind als Open-Collector-Ausgänge realisiert.

Die Relaisausgänge sind zudem als Wechselschaltung ausgelegt, wodurch dem Anwender noch mehr Möglichkeiten für die Anbindung von externer Hardware bereitstehen. Dazu sind von jedem Relais der im Ruhezustand geöffnete Kontakt (NO), der geschlossene Kontakt (NC) und zweimal der gemeinsame Kontakt (COM) an die Klemmleisten KL5 bis KL8 geführt.



Für die vier Open-Collector-Ausgänge nutzt die HmIP-MIO16-PCB einen separaten Treiberbaustein vom Typ TD62083AFNG (IC3), in dem die Open-Collector-Treiberstufen integriert sind. Der Mikrocontroller braucht nur den jeweiligen Eingang des Bauteils anzusteuern, und der Ausgang schaltet entsprechend nach Masse durch.

Die Ausgänge des Treivers können je mit 200 mA belastet werden. Dies reicht, um z. B. gängige Relais anzusteuern. Die internen Freilaufdioden der Ausgänge von IC3 sind am Anschluss „COM“ zusammengefasst. Bei Betrieb mit Relais kann dieser Anschluss mit der Versorgungsspannung verbunden werden.

Die internen Schutzdioden schützen die Ausgangstreiber vor negativen Spannungen, die durch Selbst-

induktion der Relais entstehen können. Alternativ kann jedes Relais separat mit einer Schutzdiode versehen werden.

Der Anschluss ist über die Klemmleisten KL9 und KL10 realisiert, wobei zu jedem der vier Ausgänge ein separater Masseanschluss vorhanden ist.

Um schnell erkennen zu können, welcher der acht Ausgänge gerade eingeschaltet ist, wird der Zustand über die acht Kanal-LEDs D1 bis D8 signalisiert. So ist auf einem Blick sofort erkennbar, ob ein Ausgang gerade aktiv oder inaktiv ist.

Zum Schluss bleibt noch die Klemme KL11, über die zunächst die gefilterte 5-Volt-Spannung abgegriffen werden kann, um damit eine Last an den Open-Collector-Ausgängen zu versorgen. Zusätzlich wird hier auch der COM-Anschluss vom Treiberbaustein zur Verfügung gestellt.

Damit ist die Schaltungsbeschreibung abgeschlossen, und wir kommen zum Nachbau der Modulplatine.

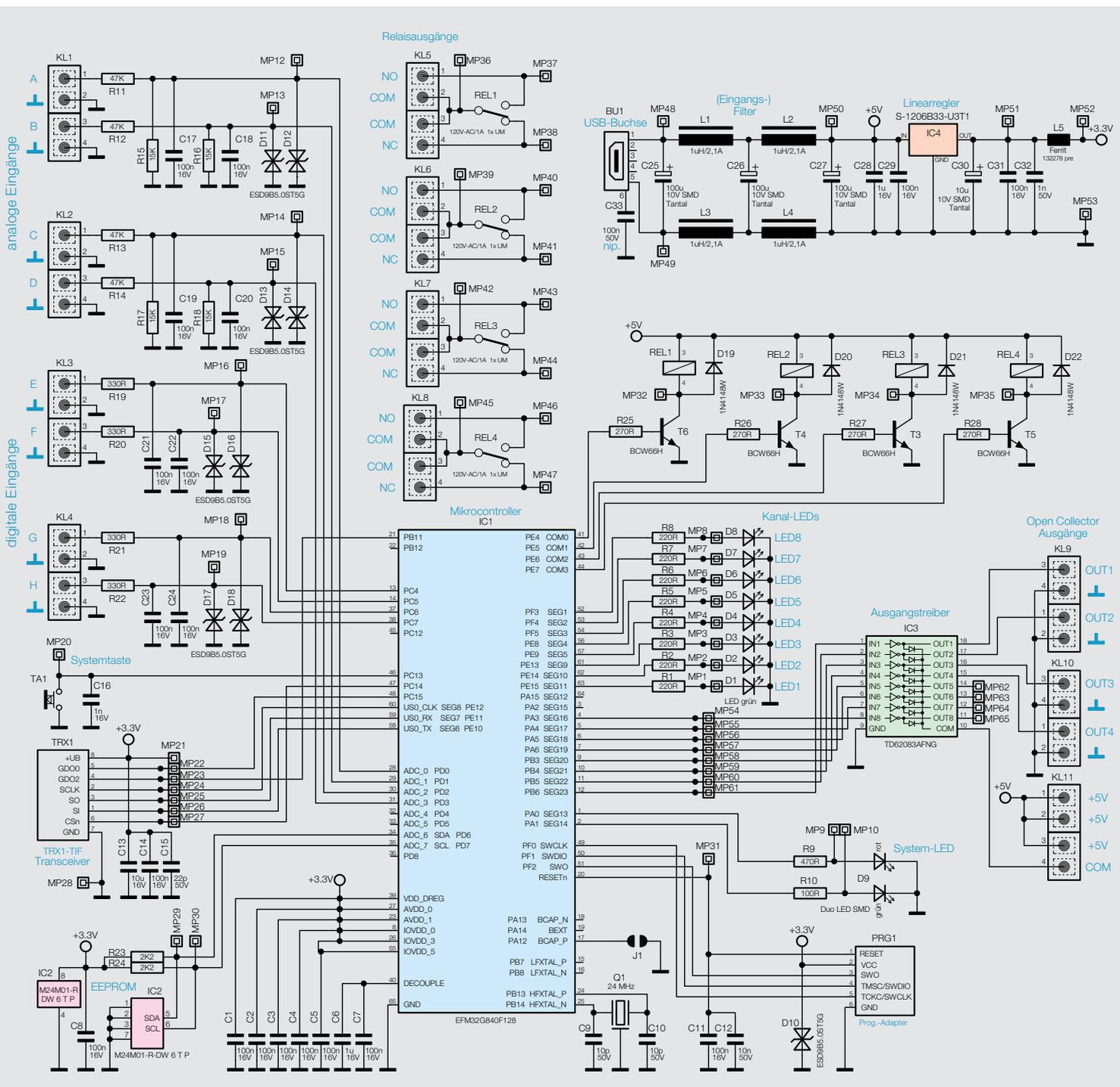


Bild 1: Schaltbild der Homematic IP Multi-IO-Modulplatine – 4 x 4



Nachbau

Die Platine der HmIP-MIO16-PCB wird bereits mit bestückten SMD-Bauteilen geliefert, sodass nur noch die bedrahteten Bauteile angelötet bzw. montiert werden müssen. Wobei hier auch die Klemmleisten KL1 bis KL11 bereits maschinell angelötet sind, da diese mittels der Through Hole Reflow (THR) Technologie verarbeitet werden müssen.

Das THR-Verfahren bezeichnet das Verarbeiten von Bauteilen, welche durch ein Bohrungsloch in der Leiterplatte gesteckt und anschließend zusammen mit anderen SMT-Bauteilen im Reflow-Ofen verlötet werden. Dadurch erhalten diese Bauteile die besondere mechanische Stabilität, wie es bei bedrahteten Bauteilen üblich ist. Die besondere Herausforderung dieses Verfahrens ist, dass die Bauteile die hohen Temperaturen des Reflow-Prozesses überstehen müssen.

Um unnötige Probleme bei der Inbetriebnahme zu vermeiden, sollten die SMD-Bauteile und in diesem Fall auch die Klemmleisten vorweg auf exakte Bestückung und eventuelle Lötfehler kontrolliert werden. Die Bestückung der bedrahteten Bauteile erfolgt in gewohnter Weise anhand der Stückliste und des Bestückungsplans, aber auch die dargestellten Platinenfotos (Bild 2) liefern hilfreiche Zusatzinformationen.

Die Montage beginnt mit dem Anlöten des Transceivermoduls TRX1. Dazu wird die Antenne des Moduls zunächst durch die Öffnung in der Platine gefädelt und das Modul dann plan aufgelegt. Dabei ist darauf zu achten, dass die acht Löt pads auf der Pla-



Wichtiger Hinweis zum ESD-Schutz:

Bei den verwendeten Bauteilen für die Homematic IP Multi-IO-Modulplatine – 4 x 4 HmIP-MIO16-PCB handelt es sich um elektrostatisch gefährdete Bauteile. Das bedeutet, dass sie bereits durch bloßes Anfassen, z. B. beim Einbau oder im späteren Betrieb, zerstört werden können, sofern man vorher elektrisch geladen war, was beispielsweise durch Laufen über Teppiche passieren kann. Vor dem Handhaben bzw. dem Berühren dieser Bauteile ist es ratsam, Maßnahmen anzuwenden, die einen entsprechenden Schutz vor elektrostatischen Entladungen an diesen Bauteilen ermöglichen. Hierzu kann man sich z. B. mit einem Erdungsband erden oder zumindest ein Metallgehäuse eines Geräts oder die Heizung anfassen.

tine der HmIP-MIO16-PCB deckungsgleich mit den acht halbrunden Öffnungen des Moduls sind. Hilfreich dabei ist der Bestückungsdruck auf der Platine, womit das Modul ausgerichtet werden kann. Anschließend sind dann die einzelnen Löt pads mit den halbrunden Öffnungen des Moduls zu verlöten. Ein fertig montiertes Modul ist in Bild 3 zu sehen.

Als Nächstes werden noch die vier Relais REL1 bis REL4 bestückt und angelötet, und damit sind dann auch schon alle Lötarbeiten erledigt.



Achtung:

Mit den Relais REL1 bis REL4 darf ausschließlich Sicherheits-Schutzkleinspannung (SELV) geschaltet werden.

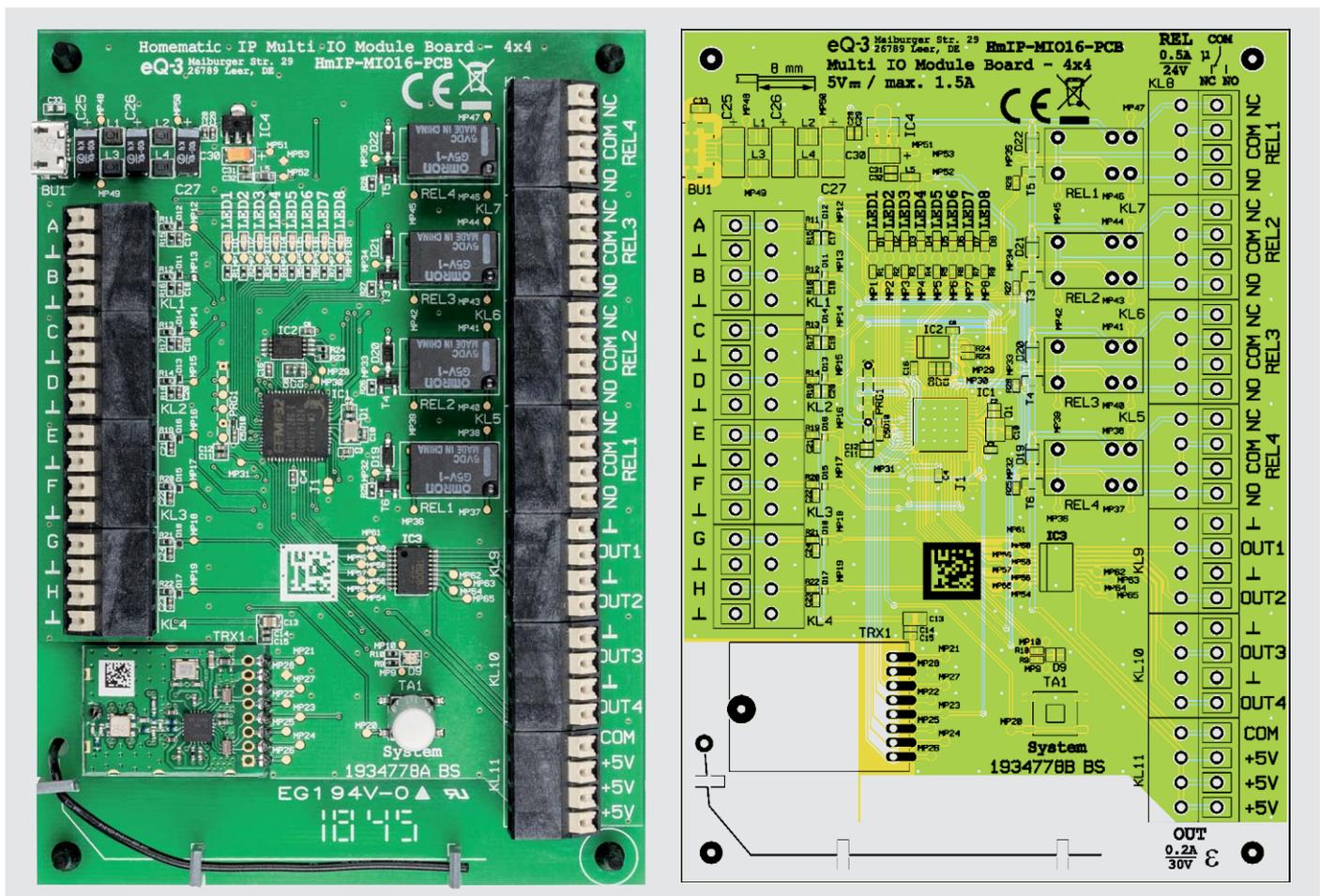


Bild 2: Die fertig bestückte Platine der HmIP-MIO16-PCB mit dem zugehörigen Bestückungsplan



Zur Befestigung der Platine kann man die vier in den Ecken befindlichen 3-mm-Öffnungen verwenden. Falls die Platine zur Inbetriebnahme zuerst nur lose auf einem planen Untergrund betrieben werden soll, sollte man für einen sicheren Halt und Betrieb die vier beiliegenden GummifüÙe montieren. Dazu führt man von der Lötseite her das dünne Ende der GummifüÙe durch die vier in den Ecken der Platine befind-

lichen Öffnungen und zieht diese dann durch das Loch, bis sie hinter dem Kegel einrasten.

Nun folgt das Aufsetzen des Tastenstößels auf die Taste TA1 und dessen Fixieren mit leichtem Druck. Zum Schluss presst man die drei Antennenhalter von außen auf die Platine, bis deren Rastnase einrastet, und fädelt die Antenne durch die zweite Öffnung in der Platine und dann durch die Öffnungen der Antennenhalter. Bild 3 gibt dafür die nötige Orientierung.

Widerstände:

100 Ω /SMD/0402	R10
220 Ω /SMD/0402	R1–R8
270 Ω /SMD/0402	R25–R28
330 Ω /SMD/0402	R19–R22
470 Ω /SMD/0402	R9
2,2 k Ω /SMD/0402	R23, R24
15 k Ω /SMD/0402	R15–R18
47 k Ω /SMD/0402	R11–R14

Kondensatoren:

10 pF/50 V/SMD/0402	C9, C10
22 pF/50 V/SMD/0402	C15
1 nF/50 V/SMD/0402	C16, C32
10 nF/50 V/SMD/0402	C12
100 nF/16 V/SMD/0402	C1–C5, C7, C8, C11, C14, C17–C24, C29, C31
1 μ F/16 V/SMD/0402	C6, C28
10 μ F/10 V	C30
10 μ F/16 V/SMD/0805	C13
100 μ F/10 V	C25–C27

Halbleiter:

ELV181682/SMD	IC1
M24M01-DF DW 6 T G/TSSOP-8	IC2
TD62083AFNG/SMD	IC3
S1206B33U3T1/SOT89-3	IC4
BCW66H/SMD	T3–T6
LED/green/SMD/0603	D1–D8
Duo-LED/rot/grün/SMD	D9
ESD9B5.0ST5G/SMD	D10–D18
1N4148W/SMD	D19–D22

Sonstiges:

Speicherdrosseln, SMD, 1,0 μ H/2,1 A	L1–L4
Chip-Ferrit, 600 Ω bei 100 MHz, 0603	L5
Quarz, 24.000 MHz, SMD	Q1
Sender-/Empfangsmodul TRX1-TIF	TRX1
Relais, coil:	
5 V, 1 Form C (CO) 1x toggle, 30 V _{DC} , 120 V _{AC} , 1 A _{DC} , 1 A _{AC}	REL1–REL4
Mini-Drucktaster TC-06106-075C, 1x ein, SMD	TA1
Tastkappe	TA1
Federkraftklemmen, 4-polig, Drahteführung 135°, print, RM=3,5 mm	KL1–KL11
USB-Buchse, Micro B, SMD	BU1
Gehäuse-GummifüÙe, zylindrisch (8 x 5 mm), schwarz	
Antennenhalter für Platinen	

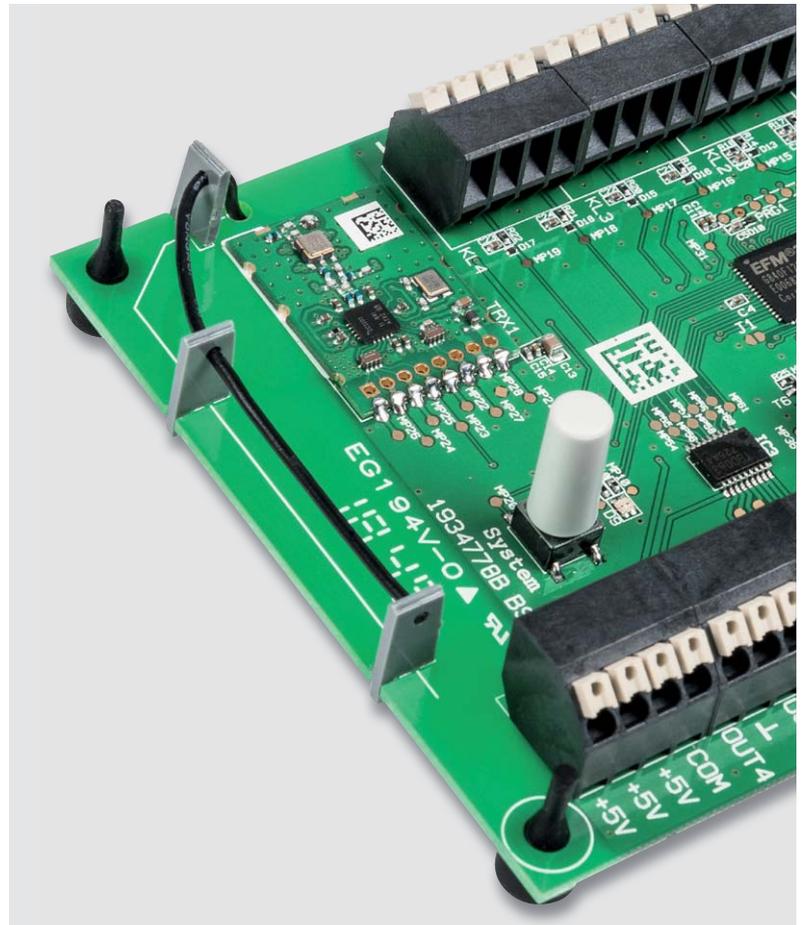


Bild 3: Detailaufnahme des montierten Transceivermoduls und der Antennenführung

**Wichtige Hinweise:**

- Zur Gewährleistung der elektrischen Sicherheit muss es sich bei der speisenden Quelle um eine Sicherheits-Schutzkleinspannung handeln. Außerdem muss es sich um eine Quelle begrenzter Leistung gemäß EN60950-1 handeln, die nicht mehr als 15 W liefern kann. Üblicherweise werden beide Forderungen von handelsüblichen Steckernetzteilen mit entsprechender Leistung erfüllt.
- Für einen ausreichenden Schutz vor elektrostatischen Entladungen ist der Einbau in ein geeignetes Gehäuse erforderlich, damit die Schaltung nicht durch eine Berührung mit den Fingern oder Gegenständen gefährdet werden kann.
- Alle an die Klemmleisten KL1 bis KL11 angeschlossenen Leitungen dürfen eine Länge von 1 m nicht überschreiten.
- Bei der speisenden Quelle, die mit den Klemmen KL1–KL4 und KL9–KL10 verbunden wird, muss es sich um dieselbe Quelle handeln, aus der auch die Schaltung an BU1 versorgt wird.



Bild 4: Über den Anlernmodus der WebUI kann die HmIP-MIO16-PCB an die CCUx angelehrt werden.

Bedienung

Ab Werk bestehen keine direkten Verknüpfungen der Eingänge zu den Ausgängen, diese müssen über die WebUI der CCUx programmiert werden.

Auch zeit- bzw. ereignisgesteuerte Schalterprogramme lassen sich allein über die Zentrale konfigurieren.

Um das Gerät an eine Homematic Zentrale anzulernen, ist bei der Zentrale zuerst der entsprechende Anlernmodus zu starten. In Bild 4 ist der relevante Teilausschnitt aus dem CCUx-Dialog zu sehen. Danach sollte ein kurzer Tastendruck der Systemtaste TA1 am Aktor vorgenommen werden, wenn dieser bereits länger als drei Minuten an seiner Versorgungsspannung angeschlossen ist. Nun meldet sich das Gerät mit einer Anfrage zum Verbinden bei der Zentrale.

Soll an der Modulplatine ein Werks-Reset vorgenommen werden, ist die Systemtaste TA1 für mindestens vier Sekunden gedrückt zu halten, bis die danebenliegende LED D9 orange blinkt. Nach kurzem Loslassen des Tasters ist dieser erneut für vier Sekunden zu betätigen, bis die LED grün leuchtet. Jetzt wird der Reset durchgeführt, und die Taste kann losgelassen werden.

Wenn die HmIP-MIO16-PCB an eine CCUx angemeldet ist, befindet sich das Gerät zunächst im Posteingang (Bild 5). Hier sind die grundlegenden Kon-

figurationen wie die Vergabe eines Namens oder die Raumzuordnung vorzunehmen, und man kann einen ersten Verbindungstest durchführen.

Die Ausschnitte der Screenshots in Bild 6 bis Bild 10 zeigen die Konfigurationsmöglichkeiten der HmIP-MIO16-PCB in Verbindung mit einer CCUx. Da die Einstellmöglichkeiten bei den Kanälen teilweise gleich sind, wird bei den vier analogen und vier digitalen Eingängen sowie den acht Aktorkanälen nur ein repräsentativer Ausschnitt gezeigt. Die im Aktor verwendete Kanalstruktur lässt sich hier aber bereits erkennen.

Kanal 0 ist für die geräteübergreifenden Parameter zuständig. Hier lassen sich die zyklischen Statusmeldungen des Aktors deaktivieren oder ihr Intervall anpassen. Die lokale Reset-Funktion am Aktor kann hier ebenfalls gesperrt werden. Damit kann ein Reset des Geräts nur noch per Funk über die Zentrale erfolgen.

Für die integrierte Wochentimerfunktion können bei Kanal 0 zusätzlich einige Konfigurationen vorgenommen werden, die Einfluss auf die berechneten Sonnenaufgangs- und Sonnenuntergangszeiten haben. Mit einem Klick auf „DST konfigurieren“ lassen sich Details zur Sommerzeit konfigurieren oder diese Details auch wieder verbergen.

Kanal 1–12: Sensoreingänge (ADC-Eingänge)

Der Kanalparameter der Filtergröße bei Kanal 1 bestimmt, wie viele Messwerte in die Ermittlung der zyklisch gesendeten Mittelwerte einfließen.

Kanal 2 und 3 bieten die gleichen Einstellparameter und ermöglichen Direktverknüpfungen zu Aktoren, die abhängig von den hier einstellbaren Grenzwerten geschaltet werden sollen. Bei jedem Kanal kann ein unterer und oberer Grenzwert der Spannung in Volt konfiguriert werden, mittels derer man eine Hysterese realisieren kann.

Typenbezeichnung	Bild	Bezeichnung	Seriennummer	Interface / Kategorie	Übertragungsmodus	Name	Gewerk	Raum	Funktionstest	Aktion	Fertig
HmIP-MIO16-PCB		Homematic IP Multi IO Modulplatine - 4x4	030405BA77E001	HmIP-RF	Gesichert	HmIP-MIO16-PCB 030405BA77E001			<input type="button" value="Test"/> <input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="---:---:---"/>	<input type="button" value="Löschen"/> <input type="checkbox"/> bedienbar <input type="button" value="Einstellen"/> <input type="checkbox"/> sichtbar <input type="checkbox"/> protokolliert	<input type="button" value="Fertig"/>
Ch. 1		Homematic IP Multi IO Modulplatine - 4x4	030405BA77E001:1		Gesichert	HmIP-MIO16-PCB 030405BA77E001:1			<input type="button" value="Test"/> <input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="---:---:---"/>		<input type="checkbox"/>
		Homematic IP	030405B			HmIP-MIO16-PCB			<input type="button" value="Test"/> <input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="---:---:---"/>		

Bild 5: So erscheint die HmIP-MIO16-PCB mit ihren Kanälen zunächst im Posteingang.

HmIP-MIO16-PCB 030405BA77E001:0	Ch.: 0	Zyklische Statusmeldung <input type="checkbox"/> ?	
		Anzahl der auszulassenden Statusmeldungen	<input type="text" value="1"/> (0 - 255)
		Anzahl der auszulassenden, unveränderten Statusmeldungen	<input type="text" value="20"/> (0 - 255)
		<hr/>	
		Reset per Gerätetaste sperren <input type="checkbox"/> ?	
		Routing aktiv <input type="checkbox"/> ?	
		Wohnort - Längengrad	<input type="text" value="13.40"/> (-180.00 - 180.00)
Wohnort - Breitengrad	<input type="text" value="52.50"/> (-90.00 - 90.00)		
Automatisches Umstellen von Sommer- auf Winterzeit <input type="checkbox"/>	<input type="button" value="DST konfigurieren"/>		

Bild 6: Das Konfigurationsfenster für die geräteübergreifenden Parameter im Kanal 0



HmIP-MIO16-PCB 002500CAFFEE01:1	Ch.: 1	Anzahl der Messungen, die für die Mittelwertbildung der Eingangsspannung genutzt werden <input type="text" value="10"/> (1-30)
HmIP-MIO16-PCB 002500CAFFEE01:2 Konfiguration Entscheidungswert	Ch.: 2	Bei Unterschreitung des unteren Grenzwerts Entscheidungswert senden, wenn vorher der obere Grenzwert überschritten wurde. <input type="checkbox"/>
		Entscheidungswert zyklisch senden <input type="checkbox"/>
	Bei Überschreitung des oberen Grenzwerts Entscheidungswert senden, wenn vorher der untere Grenzwert unterschritten wurde. <input type="checkbox"/>	
	Entscheidungswert zyklisch senden <input type="checkbox"/>	
	Gesendeter Entscheidungswert, wenn unterer Grenzwert unterschritten <input type="text" value="0"/> (0 - 255) ?	
	Gesendeter Entscheidungswert, wenn oberer Grenzwert überschritten <input type="text" value="200"/> (0 - 255) ?	
	Unterer Grenzwert <input type="text" value="0.00"/> (0.00V - 12.00V)	
Oberer Grenzwert <input type="text" value="10.00"/> (0.00V - 12.00V)		
Eventverzögerung <input type="text" value="3 Sekunden"/>		
Zufallsanteil <input type="text" value="1 Sekunde"/>		
HmIP-MIO16-PCB 002500CAFFEE01:3 Konfiguration Entscheidungswert	Ch.: 3	Bei Unterschreitung des unteren Grenzwerts Entscheidungswert senden, wenn vorher der obere Grenzwert überschritten wurde. <input type="checkbox"/>
		Entscheidungswert zyklisch senden <input type="checkbox"/>
	Bei Überschreitung des oberen Grenzwerts Entscheidungswert senden, wenn vorher der untere Grenzwert unterschritten wurde. <input type="checkbox"/>	
	Entscheidungswert zyklisch senden <input type="checkbox"/>	
	Gesendeter Entscheidungswert, wenn unterer Grenzwert unterschritten <input type="text" value="0"/> (0 - 255) ?	
	Gesendeter Entscheidungswert, wenn oberer Grenzwert überschritten <input type="text" value="200"/> (0 - 255) ?	
	Unterer Grenzwert <input type="text" value="0.00"/> (0.00V - 12.00V)	
Oberer Grenzwert <input type="text" value="10.00"/> (0.00V - 12.00V)		
Eventverzögerung <input type="text" value="3 Sekunden"/>		
Zufallsanteil <input type="text" value="1 Sekunde"/>		

Bild 7: Die Konfigurationsmöglichkeiten bei den analogen Sensoreingängen

Mit dem Setzen von zwei Häkchen kann eingestellt werden, ob bei Überschreiten der oberen Grenze, bei Unterschreiten der unteren Grenze oder in beiden Fällen bedingte Schaltbefehle versendet werden sollen.

Welche Entscheidungswerte im jeweiligen Fall versendet werden, ist wiederum mit den 2 Eingabefeldern im Bereich von 0 bis 255 konfigurierbar. In den Direktverknüpfungen mit den geschalteten Aktoren sind entsprechend passende Bedingungswerte einzutragen, damit die gewünschten Aktionen ausgeführt werden. Mit dem Parameter „Entscheidungswert zyklisch senden“ wird darüber entschieden, ob die aktivierten Schaltbefehle bei Über- oder Unterschreitung der Grenzwerte zyklisch ausgesendet werden sollen, solange die jeweilige Bedingung erfüllt ist, oder ob nur einmalig beim Passieren der Grenzen gesendet werden soll. Diese beiden Haken sollten nur mit großem Bedacht gesetzt werden, da dies während der zyklischen Sendungen zu stark erhöhtem Funkverkehr und somit auch zu einer deutlichen Erhöhung der Stromaufnahme z. B. bei Batteriebetrieb führt.

Die beiden letzten Parameter Eventverzögerung und Zufallsanteil ermöglichen ein verzögertes Senden der bedingten Schaltbefehle.

Damit der Duty Cycle nicht zu stark durch Direktverknüpfungen verbraucht wird, sollte man möglichst große Hysteresen mittels der oberen und unteren Grenzwerte einstellen und das Schalten größerer Aktorgruppen besser über Programme in der Zentrale erfolgen lassen.

Kanal 13–16: Sensoreingänge (digitale Tasteingänge)

Die Kanäle 13 bis 16 sind für die digitalen Tasteingänge zuständig. Hier lässt sich das Verhalten der kurzen und langen Tastendrucke anpassen.

HmIP-MIO16-PCB 030405BA77E001:13	Ch.: 13	Kanalverhalten <input type="text" value="Taster"/>
		Doppelklick-Zeit (Tastensperre) <input type="text" value="0.00"/> s (0.00 - 25.50)
		Minstdauer für langen Tastendruck <input type="text" value="0.40"/> s (0.00 - 25.50)
		Timeout für langen Tastendruck <input type="text" value="2 Minuten"/>

Bild 8: Die Parameter für die vier digitalen Tastereingänge sind identisch, repräsentativ wird hier Kanal 13 gezeigt.

Nun folgen blockweise immer ein Realkanal, der für den Schaltzustand des jeweiligen Ausgangs zuständig ist, und die drei zugehörigen virtuellen Aktorkanäle (Näheres dazu siehe [1]).

Kanal 17: Realkanal von Ausgang REL1

Kanal 17 ist der Realkanal des physischen Ausgangs REL 1. Hier kann das Sendeverhalten bei Zustandsänderungen konfiguriert werden. Weiterhin lässt sich hier die Status-LED des Aktors abschalten.

Kanal 18–20: virtuelle Kanäle von Ausgang REL1

Kanal 18 bis 20 sind die zugehörigen virtuellen Aktorkanäle von Ausgang 1. Zu ihnen werden die Direktverknüpfungen mit HmIP Sendern hergestellt.

Konfigurierbar ist bei diesen Kanälen jeweils die Verknüpfungslogik mit den anderen Kanälen und das Verhalten bei Spannungszufuhr. Auch zeitlich begrenzte oder verzögerte Einschaltungen sind dabei möglich.

Kanal 49: Wochenprogramm-Kanal

Den Abschluss der langen Kanalliste bildet der Wochenprogramm-Kanal mit der Kanalnummer 49. Hier können für verschiedene Wochentage Schaltzeitpunkte zu festen Uhrzeiten oder Astrozeiten sowie



HmIP-MIO16-PCB 030405BA77E001:17 Statusmitteilung Schaltausgang	Ch.: 17	Eventverzögerung 3 Sekunden Zufallsanteil 1 Sekunde Geräte-LED deaktivieren <input type="checkbox"/>
HmIP-MIO16-PCB 030405BA77E001:18 Schaltaktor	Ch.: 18	Verknüpfungsregel OR (höherer Pegel hat Priorität) Aktion bei Spannungszufuhr Schaltzustand: Aus Ausschaltdauer dauerhaft
HmIP-MIO16-PCB 030405BA77E001:19 Schaltaktor	Ch.: 19	Verknüpfungsregel OR (höherer Pegel hat Priorität) Aktion bei Spannungszufuhr Schaltzustand: Aus Ausschaltdauer dauerhaft
HmIP-MIO16-PCB 030405BA77E001:20 Schaltaktor	Ch.: 20	Verknüpfungsregel OR (höherer Pegel hat Priorität) Aktion bei Spannungszufuhr Schaltzustand: Aus Ausschaltdauer dauerhaft

Bild 9: Bei Kanal 17 bis 20 lassen sich die Eigenschaften des 1. Schaltausgangskanals und seiner zugehörigen virtuellen Aktorkanälen konfigurieren.

HmIP-MIO16-PCB 030405BA77E001:49 Wochenprogramm	Ch.: 49	Schaltzeitpunkt Nr.: 01
		Bedingung 2: Astrofunktion ?
		Astro Sonnenaufgang Astro Offset 0 min (-128 - 127)
		Schaltzustand Ein Einschaltdauer Wert eingeben 3 x 10 Sekunden
		Wochentag Mo <input type="checkbox"/> Di <input type="checkbox"/> Mi <input type="checkbox"/> Do <input type="checkbox"/> Fr <input type="checkbox"/> Sa <input checked="" type="checkbox"/> So <input type="checkbox"/>
Zielkanäle 18 <input type="checkbox"/> 19 <input type="checkbox"/> 20 <input type="checkbox"/> 22 <input type="checkbox"/> 23 <input type="checkbox"/> 24 <input type="checkbox"/> 26 <input type="checkbox"/> 27 <input type="checkbox"/> 28 <input type="checkbox"/> 30 <input type="checkbox"/> 31 <input type="checkbox"/> 32 <input type="checkbox"/> 34 <input type="checkbox"/> 35 <input type="checkbox"/> 36 <input type="checkbox"/> 38 <input type="checkbox"/> 39 <input type="checkbox"/> 40 <input type="checkbox"/> 42 <input type="checkbox"/> 43 <input type="checkbox"/> 44 <input type="checkbox"/> 46 <input type="checkbox"/> 47 <input type="checkbox"/> 48 <input type="checkbox"/>		

Bild 10: Einstellmöglichkeiten des Wochenprogramm-Kanals

auch deren Kombination (siehe Bild 10) und die dann auszuführende Aktion konfiguriert werden.

Weitere Hinweise zur Bedienung und Einbindung in das Homematic System finden sich in der mitgelieferten Bedienungsanleitung und in dem Homematic WebUI-Handbuch. Aktuelle Versionen davon sind im ELV Shop zu finden. **ELV**



Weitere Infos:

[1] <https://www.elv.de/>
Webcode #10097

Technische Daten

Geräte-Kurzbezeichnung:	HmIP-MIO16-PCB
Versorgungsspannung:	5 VDC
Stromaufnahme:	1,5 A max.
Leistungsaufnahme Ruhebetrieb:	0,2 W
Maximale Schaltleistung:	Relaisausgänge 12 W @ 0,5 A / 24 V Open-Collector-Ausgänge 6 W @ 0,2 A / 30 V
Lastart:	Ohmsche Last
Relais:	Wechsler
Leistungsart/-querschnitt:	starre und flexible Leitung, 0,25–1,5 mm ²
Leitungslänge an KL1 bis KL11:	100 cm max.
Funk-Frequenzband:	868,0–868,6 MHz 869,4–869,65 MHz
Maximale Funk-Sendeleistung:	10 dBm
Empfängerkategorie:	SRD category 2
Typ. Funk-Freifeldreichweite:	200 m
Duty Cycle:	< 1 % pro h / < 10% pro h
Schutzklasse:	III
Umgebungstemperatur:	5–35 °C
Abmessungen (B x H x T)	86 x 27 x 121 mm
Gewicht:	80 g



Homematic Know-how

Systemübergreifende Automatisierung mit ioBroker



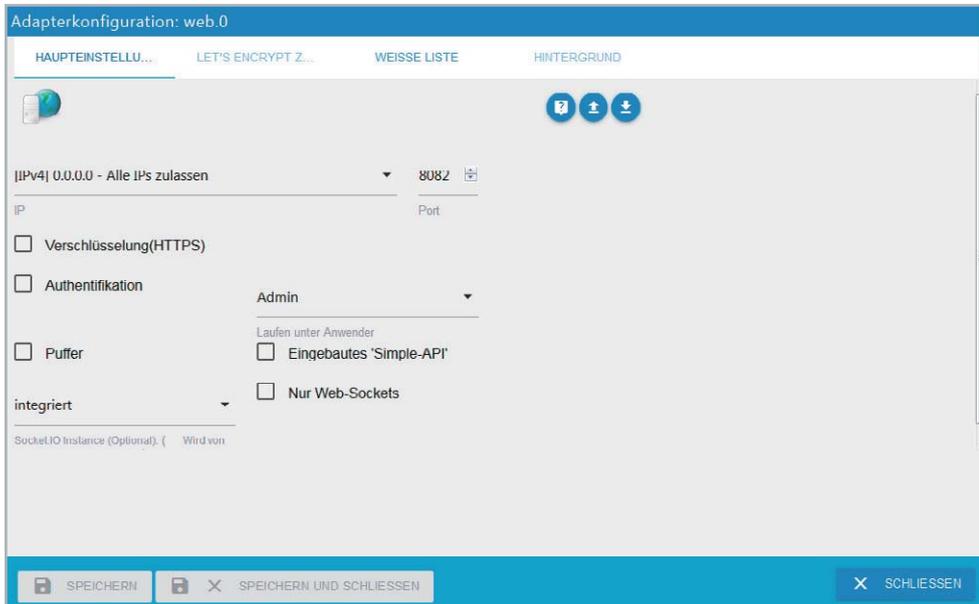
In unserer Reihe „Homematic Know-how“ zeigen wir anhand von kleinen Detaillösungen, wie man bestimmte Aufgaben im Homematic System konkret lösen kann. Dies soll insbesondere Homematic Einsteigern helfen, die Einsatz- und Programmiermöglichkeiten besser zu nutzen. In dieser Ausgabe führen wir fort, welche Möglichkeiten sich durch die Einbindung der Homematic Zentrale CCU3 in das Open Source Smarthome System ioBroker ergeben.



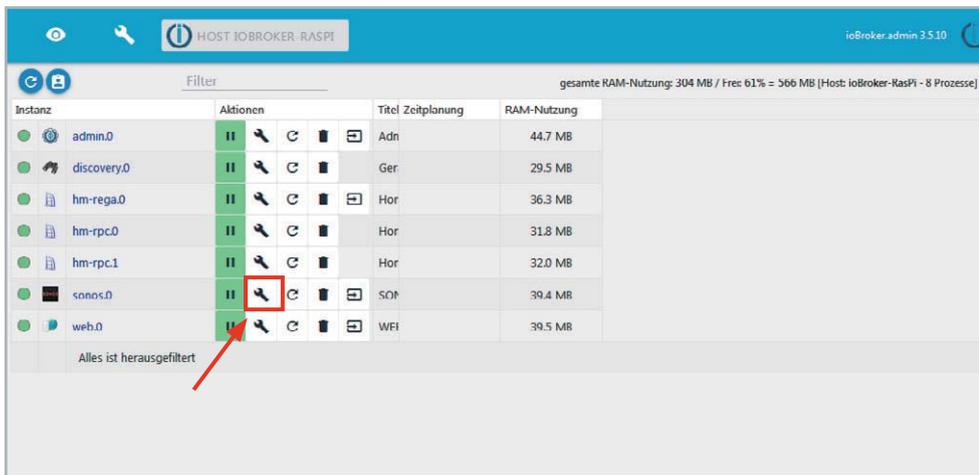
Nachdem wir im ersten Teil des Artikels bereits die Einrichtung des ioBrokers sowie die Einbindung der Homematic Zentrale CCU3 gezeigt haben, möchten wir in diesem Teil die Einbindung eines Sonos Multimedia Lautsprechers zeigen sowie beispielhaft eine systemübergreifende Automatisierung erläutern.

Einbindung Sonos

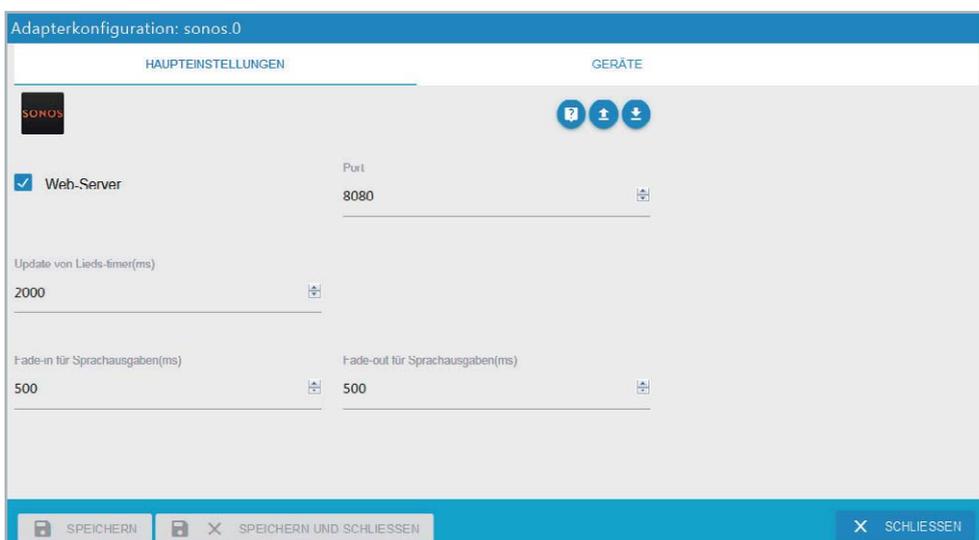
Um nachfolgend und beispielhaft eine systemübergreifende Automatisierung zeigen zu können, binden wir nun zusätzlich zur Homematic Zentrale einen Sonos-Multimedia-Lautsprecher ein. Hierzu ist unter dem Menüpunkt „Adapter“ zunächst der entsprechende Sonos-Adapter aufzusuchen und zu installieren.



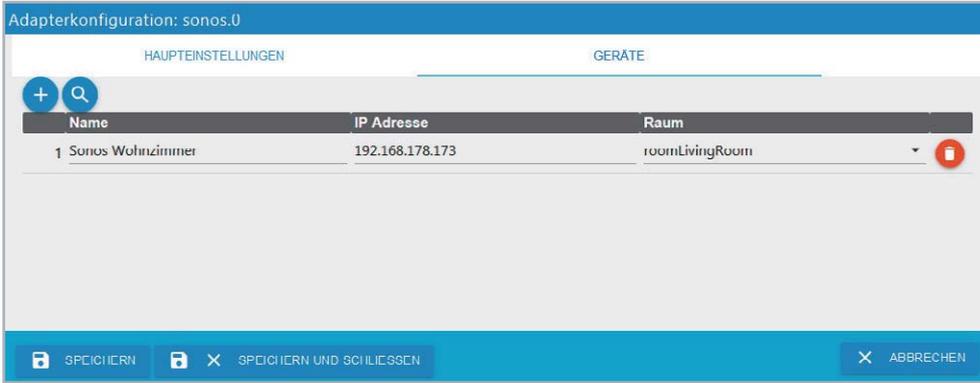
11. Da mit dem Sonos-Adapter auch ein Web-Adapter installiert wird, öffnet sich nach der Installation zunächst die Konfigurationsseite des Web-Adapters. Da in diesem Fall keine Anpassungen erforderlich sind, kann die Maske durch einen Klick auf „Schliessen“ geschlossen werden.



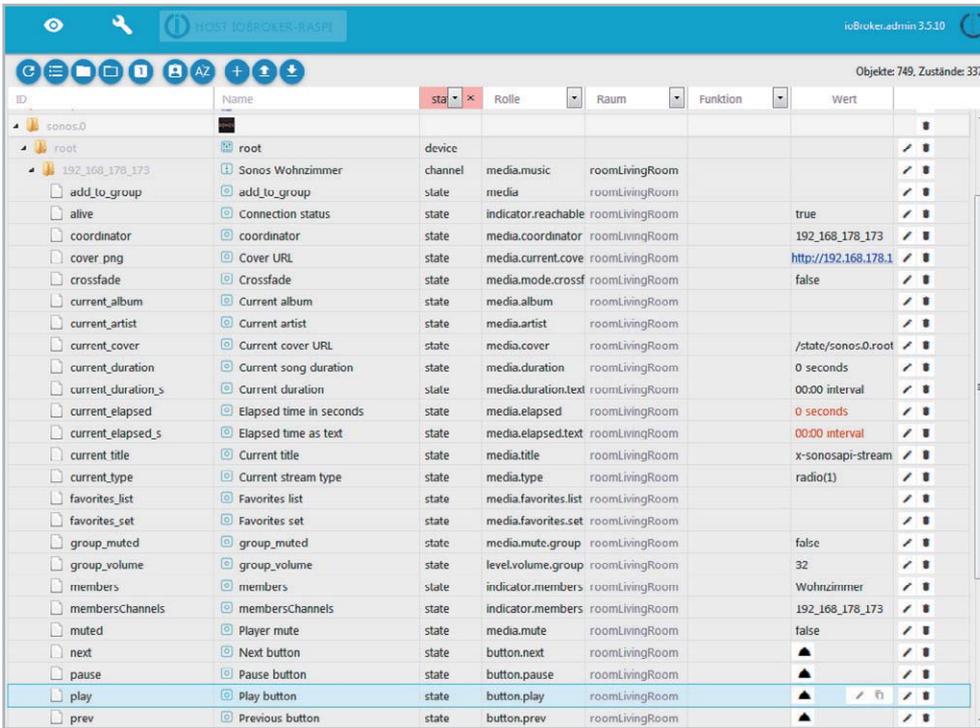
12. Um die Einstellungen für den eigentlichen Sonos-Adapter vorzunehmen, ist nun unter „Instanzen“ bei dem Sonos-Adapter auf das Schraubenschlüssel-Symbol zu klicken.



13. In den Haupteinstellungen des Sonos-Adapters sind in unserem Falle keine Anpassungen erforderlich, daher kann direkt zum Reiter „Geräte“ gewechselt werden.



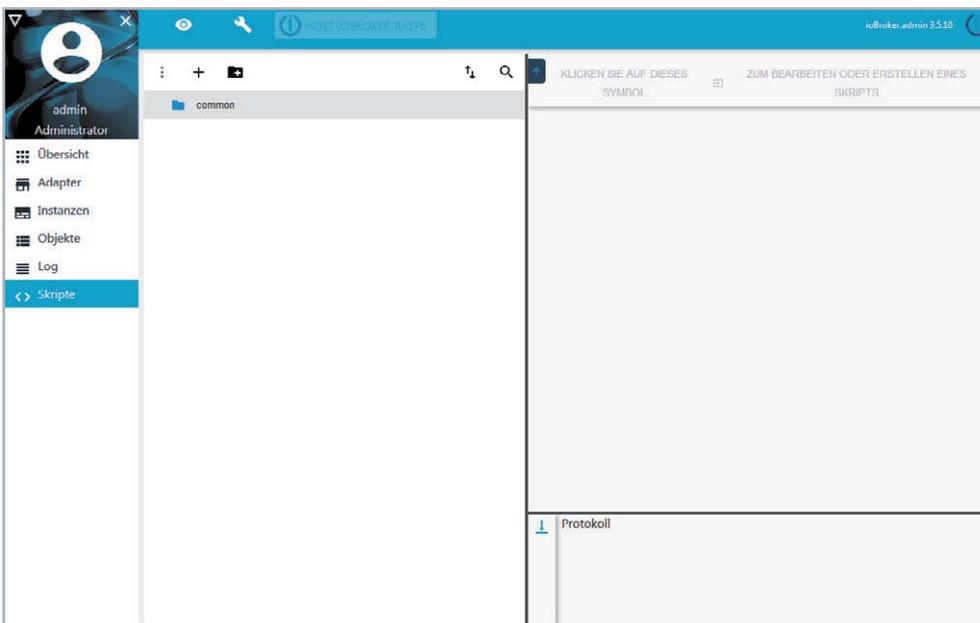
14. Hier ist nun für jeden Sonos-Lautsprecher ein Name und die jeweilige Lautsprecher IP-Adresse einzugeben und ein Raum auszuwählen. Durch einen Klick auf „Speichern und Schliessen“ wird die Konfiguration abgeschlossen.



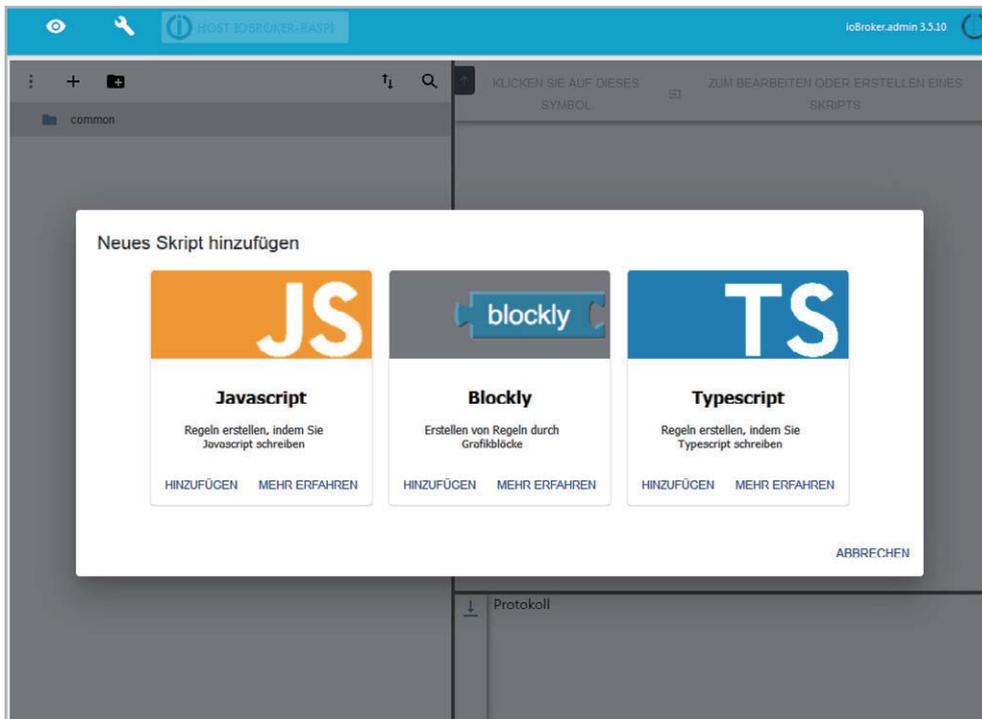
15. Wie bereits bei den Homeatic Geräten gezeigt, kann der Lautsprecher nun unter „Objekte“ bedient werden.

Systemübergreifende Automatisierung

Damit systemübergreifende Automatisierungen erstellt werden können, ist die Installation des Skript-Adapters (Skriptausführung) erforderlich. Nach der Installation öffnet sich automatisch die Konfigurationsseite des Adapters, welche aber ohne weitere Anpassungen geschlossen werden kann.



16. Zur Erstellung eines Automatisierungsskripts ist nun links der neue Menüpunkt „Skripte“ anzuklicken. Sollte dieser noch nicht sichtbar sein, ist die Seite einmal neu zu laden (Windows STRG+F5, macOS CMD+R). Durch einen Klick auf das Plus-Symbol kann ein neues Skript angelegt werden.



17. Automatisierungsskripte lassen sich direkt in JavaScript oder TypeScript schreiben oder mithilfe des für den Einstieg geeigneten grafischen Regel-Editors „Blockly“. In unserem Beispiel zeigen wir die Erstellung mittels „Blockly“.

Neues Skript erstellen

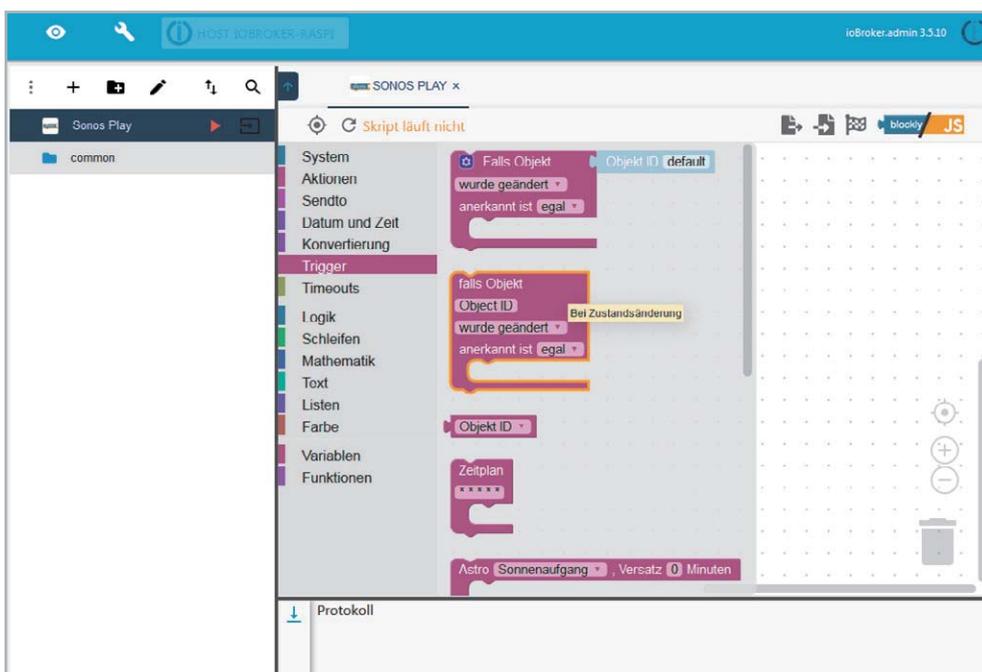
Name
Sonos Play

Mappe
Root-Verzeichnis

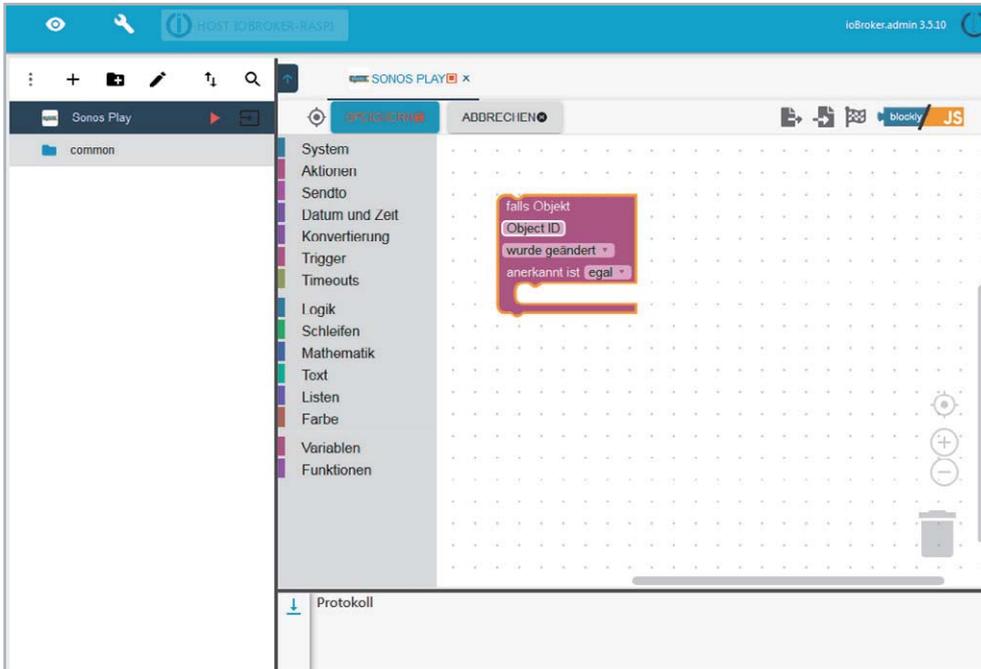
ID
script.js.Sonos_Play

OK ABBRECHEN

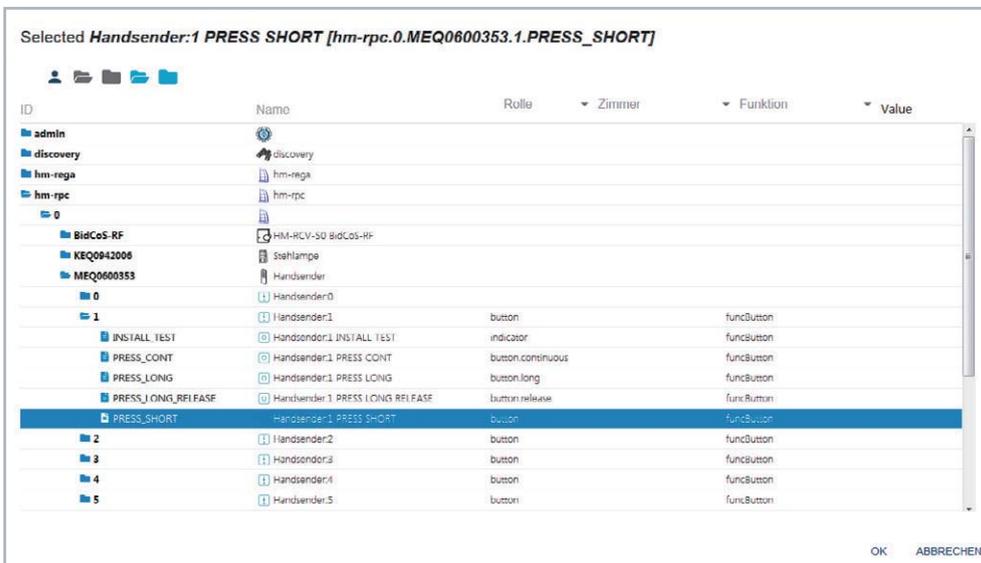
18. Nun ist ein Name für das Skript anzugeben und sofern gewünscht ein anderer Ablageort für das Skript auszuwählen. Wir möchten mit dem ersten Skript per Homematic Handsender, welcher an der CCU angelernt ist, die Wiedergabe des eingebundenen Sonos-Lautsprechers starten und wählen daher den Namen „Sonos Play“.



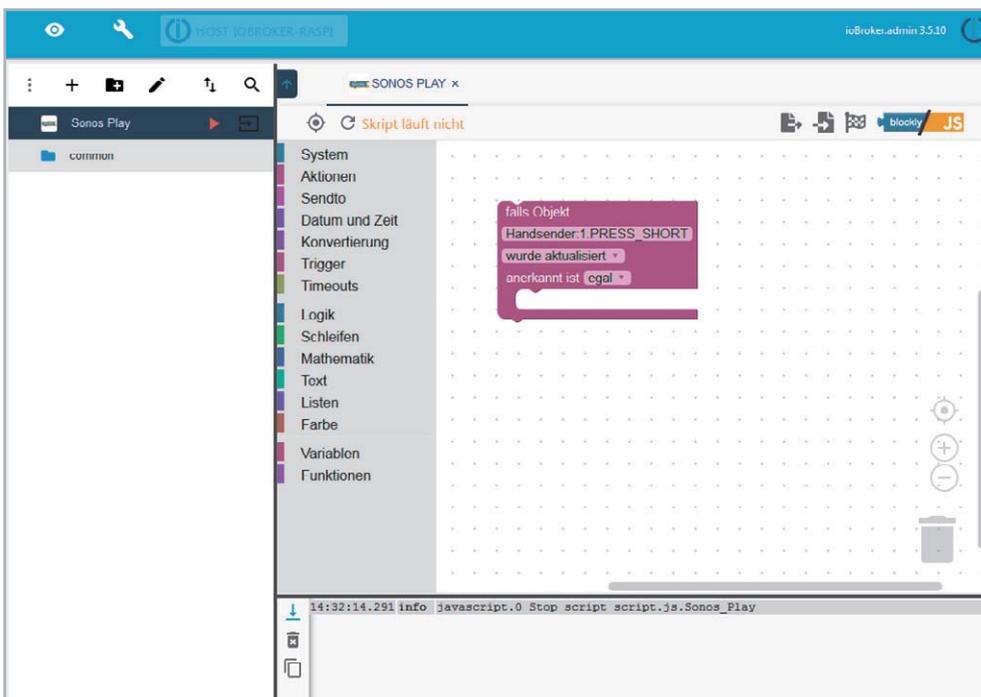
19. Nun erscheint der Editor, welcher am linken Rand eine Menge an Funktionsmodulen zur Auswahl anbietet. Hier ist zunächst unter „Trigger“ wie im Bild ersichtlich der Block „falls Objekt“ auszuwählen bzw. mit der Maus auf die rechte weiße Editor-Fläche zu ziehen.



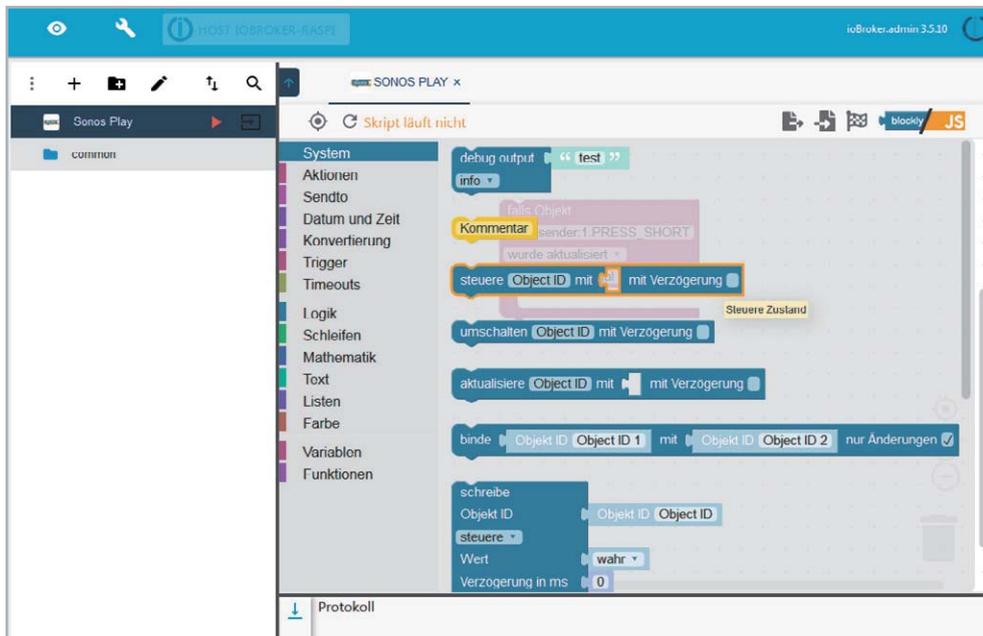
20. In dem eingefügten „falls Objekt“-Block ist nun auf die „Object ID“ zu klicken, um das Gerät zu wählen, welches das Skript auslösen soll.



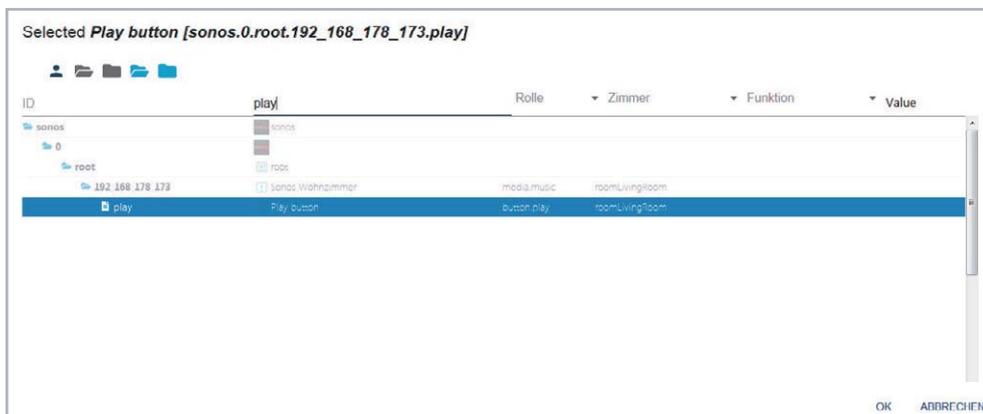
21. Die Geräte-Auswahl wird über die Objekt-Liste durchgeführt. Unseren Handsender finden wir unter dem „hm-rpc0“-Adapter. Nach einem Klick auf die Seriennummer des Handsenders erscheinen darunter die einzelnen Kanäle der Gerätetasten. Wir klicken hier auf den Kanal 1 und wählen danach den Parameter „PRESS_SHORT“ (kurzer Tastendruck).



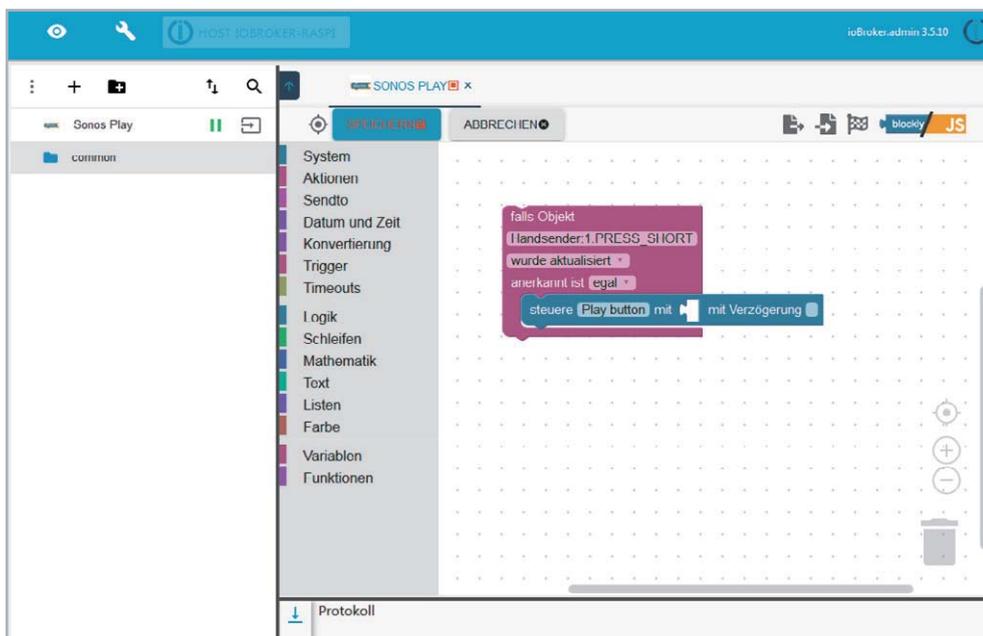
22. Nach der Auswahl des Geräts ist im Block unter dem Geräte-namen die Trigger-Art von „wurde geändert“ auf „wurde aktualisiert“ zu ändern.



23. Nun ist die Aktion einzufügen, welche nach dem Tastendruck ausgeführt werden soll. Hierzu wählen wir unter „System“ den Block „steuere Object ID ...“ und schieben diesen in die Ausparung des „falls Objekt“-Blocks.



24. Nachdem im „steuere Object ID“-Block auf die Objekt-ID geklickt wurde, erscheint wieder die Objekt-Liste. Durch die Eingabe von „play“ in das Namensfilter finden wir hier schnell die gewünschte Wiedergabefunktion für unseren Sonos-Lautsprecher.



25. Das Bild zeigt das fertige Skript.

Abschließend ist nun auf „Speichern“ und links in der Skript-Auflistung auf den Play-Button (rot) zu klicken, um das Skript zu aktivieren. Die Automatisierung kann nun getestet werden.

Auf gleiche Weise lassen sich nun selbstverständlich weitere Skripte anlegen, um zusätzliche Tasten des Homematic Handsenders einer beliebigen Funktion des Sonos-Lautsprechers zuzuweisen. Letztlich sind der Kreativität aufgrund der unzähligen Adapter, Funktionen und Programmierungsmöglichkeiten keine Grenzen gesetzt.

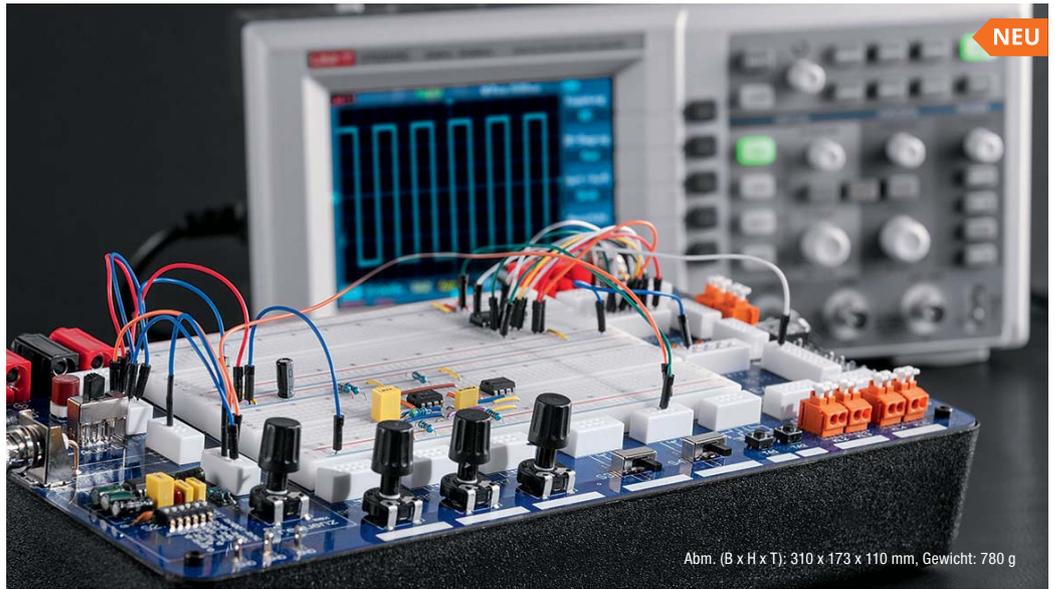
Aus Platzgründen ist es im ELV Journal leider nicht möglich, auf die fast unendlich erscheinenden Möglichkeiten von ioBroker einzugehen. Im Internet finden sich allerdings unzählige Videos, Tutorials und Anleitungen sowie im ioBroker Forum unter <https://forum.iobroker.net/> eine riesige Community, die einem unterstützend zur Seite steht. **ELV**

Wertvoller Laborhelfer – Experimentier-/Steckboard EXSB1



Ob für den Heimgebrauch oder die Ausbildung, dieses Steckboard lässt fast keine Wünsche offen. Eine Kombination aus einem handelsüblichen Steckboard sowie gebräuchlichen Bedien- und Anschlusselementen macht dieses Bausatzprojekt zu einem wertvollen Helfer, wenn es darum geht, kleine Schaltungen ohne Lötarbeiten aufzubauen und damit zu experimentieren.

Eine Versuchsschaltung auf einem Steckboard aufzubauen ist deutlich komfortabler als das Auflöten von Bauteilen. Veränderungen in der Schaltung können viel schneller und einfacher vorgenommen werden. Allerdings sind viele Bauteile bzw. deren Anschlüsse und Anschlussraster nicht kompatibel zu den Steckkontakten des Steckboards. Außerdem nehmen Standard-Bauteile wie Versorgungsspannungsbuchsen, Ein-/Ausgangsklemmen und andere Bauteile unnötig Platz auf dem Steckboard in Anspruch. Das Experimentier-/Steckboard EXSB1 vermeidet viele dieser Nachteile, indem alle nicht zum direkten Aufbau einer Schaltung benötigten, aber immer wieder gebrauchten Bauteile auf eine umgebende Platine ausgelagert sind. Diese Bauteile wie z. B. Buchsen, Schalter und Taster werden mittels Verbindungsbrücken mit dem Hauptboard verbunden. So kann man bequem Stromversorgungen realisieren, Messpunkte fest anschließen sowie Standard-Ein- und -Ausgangs-Bauelemente direkt nutzen. Ein integrierter Oszillator (ICM7555) stellt Rechtecksignale im einstellbaren



Abm. (B x H x T): 310 x 173 x 110 mm, Gewicht: 780 g

Bereich von 0,01 Hz bis 100 kHz zur Verfügung. Dieser ist sowohl für Audio- wie auch für Digitalschaltungen eine praktische Hilfe.

- Steckboard-Feld mit 2x 830 Kontakten
- 3 Spannungseingänge (4-mm-Bananenbuchsen, Klemmleiste, Hohlsteckerbuchse, 2,1 x 5,5 mm), gegeneinander entkoppelt, mit wechselbarer Sicherung abgesichert, zentral schaltbar
- Rechteckgenerator mit ICM7555, 0,01 Hz bis 100 kHz, 7 Frequenzbereiche wählbar, Frequenzfein- einstellung

- 8 universell einsetzbare LEDs mit Vorwiderständen
- 3 Potentiometer, 1 kΩ, 10 kΩ, 100 kΩ
- 8 Messpunkte, 5 Massepunkte (Lötösen)
- 2 Umschalter, 2 Taster, 8 DIP-Schalter
- 2x BNC-Buchse, 2x Cinch-Buchse, 4x Klemmleiste, 1x Stereo-Klinkenbuchse (3,5 mm), 2x 4-mm-Bananenbuchse
- Einfache Benutzung: Anschlussbelegung auf der Platine aufgedruckt

Bausatz (inkl. Gehäuseunterschale)
Bestell-Nr. 15 37 53 € 89,⁹⁵

Gleich mitbestellen – Steckbrücken-Set		
	Bestell-Nr.	Preis
65-teilig – mit flexiblen Kabeln	14 51 45	€ 4,95
350-teilig – mit starren Drahtbrücken	25 07 90	€ 8,95

TECHNISCHE DATEN	
Bezeichnung Experimentierboard	EXSB1
Spannungsversorgung	max. 42 Vdc/Steckboard, max. 15 Vdc/Oszillator ICM7555
Stromaufnahme	max. 1 A, 2 mA (ICM7555)
Ausgangsfrequenz	max. 100 kHz (ICM7555)
Umgebungstemperaturbereich	-10 bis +55 °C

Für zeitgesteuerte Schaltvorgänge – Niederspannungs-Zeitschaltuhr ZSU1224



In vielen Bereichen werden zeitgesteuerte Schaltvorgänge benötigt – diese Zeitschaltuhr erledigt diese Aufgabe in technischen Umgebungen, die im Niederspannungsbereich betrieben werden.

Die meisten Zeitschaltuhren sind für den Betrieb im Netzspannungsbereich ausgelegt. Die ZSU1224 erledigt diese Aufgabe in einer Niederspannungsumgebung, wie wir sie z. B. bei LED-Beleuchtungen oder Solar-Inselnetzen finden. Bis zu 12 individuelle Schaltzeiten je Wochentag, die Möglichkeit zur Gruppenbildung von Wochentagen sowie die zusätzlichen Betriebsmodi „Intervallmodus“, „Zufallsfunktion“ und „Manuelles Schalten“ machen die Zeitschaltuhr äußerst universell einsetzbar.



Abm. (B x H x T): 99,5 x 89 x 26 mm, Gewicht: 104 g



- Zeitschaltuhr für den Betrieb an 12 VDC oder 24 VDC
- Relais-Schaltausgang, potentialfrei (bis 42 V/max.12 A) und OC
- Interne Quarz-Zeitsteuerung, Ganggenauigkeit mit Korrekturfaktor abgleichbar, Gangreserve bei Spannungsausfall ca. 1 h
- Intervall- und Zufallsmodus

- 12 individuell konfigurierbare Ein-/Ausschaltzeiten je Wochentag – Gruppenbildung von Wochentagen möglich
- Sommer-/Winterzeit – Umstellung deaktivierbar
- Jederzeit manuelles Schalten der Last möglich

Bausatz
Bestell-Nr. 15 28 13 € 34,⁹⁵

TECHNISCHE DATEN	
Bezeichnung	ZSU1224
Schaltzeiten	12 Ein- oder Ausschaltzeiten pro Woche
Betriebsmodi	normal, Intervall und Zufall
Versorgungsspannung	12 Vdc oder 24 Vdc
Gangreserve bei Spannungsausfall	mind. 1 h
Umgebungstemperaturbereich	-10 bis +40 °C
Relais Schaltausgänge	potentialfrei oder Versorgungsspannung
Schaltstrom	max. 12 A
Max. Laststrom im OC-Betrieb	100 mA
Schaltspannung	Versorgungsspannung oder 42 Vdc max., potentialfrei

Verarbeitet digitale und analoge Eingangssignale – Homematic IP Multi-IO-Modulplatine, 4 x 4, HmIP-MIO16-PCB

Die HmIP-MIO16-PCB bietet die Möglichkeit, auf 4 analoge bzw. 4 digitale Eingangssignale zu reagieren und damit sowohl 4 Open-Collector- als auch 4 Relais-Schaltausgänge am Gerät zu steuern.

In Verbindung mit einer Homematic CCU können auch andere HmIP-Aktoren gesteuert werden.

Die analogen Eingänge sind für Spannungen in einem Bereich von 0 bis 12 V ausgelegt und werden über den internen 12-Bit-A/D-Wandler des verwendeten Controllers erfasst. Der HmIP-MIO16-PCB bietet damit viele Möglichkeiten, die im Haushalt vorhandene Technik in die Hausautomation einzubinden. Die Ansteuerung von Türöffnern und anderen Kleinspannungsaktoren, das Auswerten von in modernen Häusern eingebauten Heizungs- und Klimageräten, die Erfassung von Schaltkontakten und/oder spannungsbezogenen Sensordaten sind nur einige der vielen möglichen Einsatzbereiche.

Die Spannungsversorgung erfolgt über eine Micro-USB-Buchse mit 5V. Alle Ein- und Ausgänge sind über Klemmleisten einfach belegbar.

- 4 analoge Spannungseingänge, bis 12 V Eingangsspannung
- 4 digitale Eingänge
- Eingänge gegen Überspannung (statische Aufladung) geschützt
- 4 Relais-Schaltausgänge, je 1x UM, bis 24 V/0,5 A

- 4 Open-Collector-Schaltausgänge, bis 30 V/0,2 A
- Max. Leitungslänge an den Klemmleisten: 100 cm
- Über Homematic CCU2/CCU3 sind insgesamt 50 Kanäle (real und virtuell) verfügbar, darunter ein autark laufender Wochenprogrammkanal
- Über CCU-Programme mit Geräten der Systeme Homematic/Homematic IP beliebig verknüpfbar
- Funk-Freifeld-Reichweite bis 200 m
- Betrieb an 5 VDC/max. 1,5 A

Komplettbausatz

Bestell-Nr. 15 41 91 _____ € 69,⁹⁵

TECHNISCHE DATEN

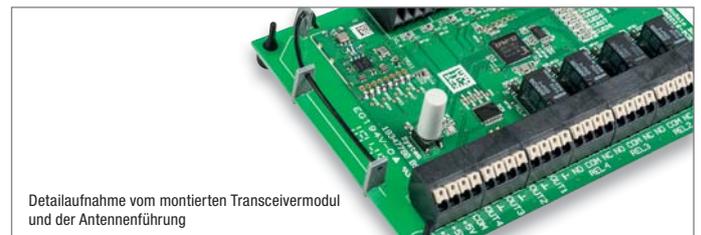
HM-Bezeichnung	HmIP-MIO16-PCB
Versorgungsspannung	5 VDC
Stromaufnahme	max. 1,5 A
Leistungsaufnahme (Ruhebetrieb)	0,2 W
Max. Schaltleistung	12 W @ 0,5 A / 24 V 6 W @ 0,2 A / 30 V
Lastart	ohmsche Last
Relaistyp	Wechsler
Leistungslänge an KL1 bis KL11	max. 100 cm
Funkfrequenzband	868,0–868,6 MHz, 869,4–869,65 MHz
Max. Funk-Sendeleistung	10 dBm
Funkreichweite	bis 200 m (Freifeld)
Schutzklasse	III
Umgebungstemperaturbereich	5 bis 35 °C
Kompatibel mit Homematic	ja



Abm. (B x H x T): 86 x 121 x 27 mm,
Gewicht: 80 g

Einsatz nur mit:

- Homematic Funkmodulen für Raspberry Pi,
- Homematic CCU2 oder
- Smart Home Zentrale CCU3



Detailaufnahme vom montierten Transceivermodul
und der Antennenführung

Funktelegramme im Smart Home kontrollieren – Radio Analyser EQ3-RFA, 868 MHz

Der Funk-Analyser 868 MHz ermöglicht die visuelle Anzeige und Kontrolle von Funktelegrammen der Smart Home Systeme Homematic, Homematic IP und MAX! auf der ISM-Frequenz 868,3 MHz.

Der durch Batteriebetrieb mobil einsetzbare Funk-Analyser bietet folgende Eigenschaften:

- Anzeige des Systems eines empfangenen Funktelegramms
- Anzeige der Empfangsfeldstärke eines empfangenen Funktelegramms mit Anpassmöglichkeit der Empfangsempfindlichkeit zur Nahfeldanalyse
- Allgemeiner, systemunabhängiger Empfangsbetrieb mit RSSI-Anzeige zum Orten und Analysieren von Sendern und Störaussendungen
- Reiner Sendebetrieb mit Aussendung eines Homematic Telegramms. Dieser Mode dient in Verbindung mit einem zweiten Funk-Analyser in der Betriebsart „HM Empfang“ zur groben Ermittlung der erzielbaren Funkreichweite in einer gegebenen Betriebsumgebung. Sendehäufigkeit einstellbar, mit Duty-Cycle-Erkennung und Senderabschaltung

- Anzeige der Telegrammteile „Präambel mit Syncwort“ und „Daten“
- Automatische Abschaltung zur Batterieschonung, 1 h nach letzter Bedienung
- Batterie-leer-Warnung

Lieferung inkl. Batterien (2x Mignon/AA/LR6 – nur Fertigerät)

Komplettbausatz (ohne Batterien)

Bestell-Nr. 15 41 09 _____ € 59,⁹⁵

Fertigerät (inkl. Batterien)

Bestell-Nr. 15 41 21 _____ € 79,⁹⁵

TECHNISCHE DATEN

Kurzbezeichnung	EQ-3-RFA
Versorgungsspannung	2x 1,5-V-Mignon-Batterie (LR6)
Stromaufnahme	max. 27 mA
Ruhe-Stromaufnahme	0,5 µA
Funk-Frequenzband	868,0–868,6 MHz
Max. Funk-Sendeleistung	10 dBm
Reichweite	bis 420 m (Freifeld)
Schutzart	IP 20
Verschmutzungsgrad	2
Umgebungstemperaturbereich	-10 bis +55 °C



Abm. (B x H x T): 62 x 112 x 26 mm,
Gewicht (ohne Batterien): 93 g

Service

Technische Anfragen

Für spezielle technische Fragen nutzen Sie bitte unseren Technischen Kundendienst, der Ihnen gerne umfassende und qualifizierte Auskünfte erteilt. Damit es schneller geht: Bitte nennen Sie uns ggf. Bestellnummer, Artikelbezeichnung und Katalogseite. Danke! Die Kontaktdaten finden Sie in der Tabelle unten.

Reparatur-Service

Für ELV Markenprodukte, aber auch für Geräte, die Sie aus ELV Bausätzen selbst herstellen, bieten wir Ihnen einen kostengünstigen Reparatur-Service an. Im Sinne einer schnellen Abwicklung führen wir eine Reparatur sofort durch, wenn die Reparaturkosten den halben Artikelpreis nicht überschreiten. Bei einem größeren Defekt erhalten Sie vorab einen unverbindlichen Kostenvoranschlag. Die Kontaktdaten:

- ELV, Reparatur-Service, 26789 Leer
- ELV, Reparatur-Service, Paketfach ELV 1, 5005 Salzburg
- ELV, Reparatur-Service, Postfach 100, 4313 Möhlin

Qualität/Sicherheit

Komplettbausätze von ELV beinhalten sämtliche zum Aufbau erforderlichen elektronischen und mechanischen Teile einschließlich Platinen, Gehäuse mit gebohrter und bedruckter Frontplatte, Netztrafos, Schrauben, Muttern usw. Es finden ausschließlich hochwertige Markenbauteile Verwendung. Fertigergeräte werden mit Gehäuse betriebsfertig und komplett abgepackt geliefert. Sämtliche ELV Bausätze und ELV Fertigergeräte sind mit 1%-Metallfilmwiderständen ausgerüstet. Technische Änderungen vorbehalten.

Hinweis

Bitte beachten Sie beim Aufbau von Bausätzen die Sicherheits- und VDE-Bestimmungen. Netzspannungen und Spannungen ab 42 V sind lebensgefährlich. Bitte lassen Sie unbedingt die nötige Vorsicht walten und achten Sie sorgfältig darauf, dass Spannung führende Teile absolut berührungssicher sind. Zahlreiche ELV Bausätze, insbesondere solche, bei denen für den Betrieb der fertigen Geräte Netzspannung erforderlich ist, dürfen ausschließlich von Profis aufgebaut werden, die aufgrund ihrer Ausbildung dazu befugt und hinreichend mit den einschlägigen Sicherheits- und VDE-Bestimmungen vertraut sind.

Kontaktadressen

Bitte nennen Sie uns bei Bestellungen:

- **Kundennummer** ► **Bestell-Nummer** ► **Zahlungswunsch**

	Deutschland	Österreich	Schweiz
Bestellen (Montag bis Freitag 9.00–18.00 Uhr)			
Telefon	0491/6008-88	0662/624-084	061/9711-344
Fax	0491/7016	0662/624-157	061/9711-341
Internet	www.elv.de	www.elv.at	www.elv.ch
E-Mail	bestellung@elv.de	bestellung@elv.at	bestellung@elv.ch
Versandkosten	€ 3,99	€ 3,99	CHF 5,99
Versandkostenfrei*	ab € 29,-	ab € 29,-	ab CHF 59,-

Technische Beratung

 (Montag bis Freitag 9.00–18.00 Uhr)

	Deutschland	Österreich	Schweiz
Telefon	0491/6008-245	0662/627-310	061/8310-100
Fax	0491/6008-457	0662/624-157	061/9711-341
E-Mail	technik@elv.de	technik@elv.at	technik@elv.ch

Kundenservice

 (Montag bis Freitag 9.00–18.00 Uhr)

Für Auskünfte zu Rücksendungen oder Reklamationen wählen Sie bitte direkt: (Bitte haben Sie Verständnis, dass technische Fragen an dieser Stelle nicht beantwortet werden können.)

	Deutschland	Österreich	Schweiz
Telefon	0491/6008-455	0662/624-084	061/9711-344
Fax	0491/6008-459	0662/624-157	061/9711-341
E-Mail	kundenservice@elv.de	kundenservice@elv.at	kundenservice@elv.ch

Kontostand

	Deutschland	Österreich	Schweiz
E-Mail	konto@elv.de	konto@elv.at	konto@elv.ch
Fax	0491/6008-316	0662/624-157	061/9711-341

* siehe rechts: „Lieferrn schnell und sicher“

Weitere Infos unter: www.elv.de ...at ...ch

Wir wollen es wissen! Ihre Anwendungen und Applikationen

Welche eigenen kreativen Anwendungen und Applikationen haben Sie mit den ELV Haustechnik-Systemen, aber auch anderen Produkten und Bausätzen realisiert? Schreiben Sie uns, fotografieren Sie Ihre Applikation, berichten Sie uns von Ihren Erfahrungen und Lösungen. Die interessantesten Anwendungen werden redaktionell bearbeitet und im ELV Journal mit Nennung des Namens vorgestellt.

Leserwettbewerb



Jede veröffentlichte Anwendung wird mit einem Warengutschein in Höhe von 200 Euro belohnt.

Warengutschein
€ 200,-

Die Auswahl der Veröffentlichungen wird allein durch die ELV Redaktion ausschließlich nach Originalität, praktischem Nutzen und realisierter bzw. dokumentierter Ausführung vorgenommen, es besteht kein Anspruch auf Veröffentlichung, auch bei themenähnlichen Lösungen. Der Rechtsweg ist ausgeschlossen. Für Ansprüche Dritter, Beschädigung und Verlust der Einsendungen wird keine Haftung übernommen. Alle Rechte an Fotos, Unterlagen usw. müssen beim Einsenden liegen. Die eingesandten Unterlagen und Aufnahmen verbleiben bei der ELV Elektronik AG und können von dieser für Veröffentlichungen und zu Werbezwecken genutzt werden. Ihre Einsendungen senden Sie per Brief oder Mail mit Stichwort „Leserwettbewerb“ an:

ELV Elektronik AG, Leserwettbewerb, D-26787 Leer bzw. leserwettbewerb@elvjournale.de

Bestellhinweise

Bitte beachten Sie, dass einige Produkte aus dem ELV Programm aufgrund spezieller Normen und Vorschriften sowie vertriebsrechtlicher Gründe in Österreich/der Schweiz nicht ausgeliefert werden können. Dies gilt teilweise für Geräte, die an das Postnetz angeschlossen werden, sowie für Send- und Empfangsanlagen. Die Angabe „BZT-zugelassen“ bezieht sich nur auf die deutsche Postzulassung! CEPT-LPD-zugelassene Produkte (= europaweit) hingegen dürfen auch nach Österreich/in die Schweiz geliefert werden. Wir benachrichtigen Sie, falls eine Ihrer Bestellungen hiervon betroffen sein sollte.

Zahlen ganz bequem

Die Katalogpreise sind Endpreise in € inkl. der zum Zeitpunkt der Erstellung (April 2019) gültigen gesetzlichen Mehrwertsteuer (wird auf der Rechnung gesondert ausgewiesen) zzgl. evtl. Versandkosten, Zollgebühren.

Bei Büchern kommt der auf dem Buch angegebene Euro-Preis für Österreich/Schweiz zur Verrechnung.

Die Rechnungsstellung erfolgt bis auf Weiteres in CHF. Die aktuellen Schweizer Preise entnehmen Sie bitte unserem ELV Shop (www.elv.ch). Ihr Vorteil: Sie beziehen die Ware zu günstigen Konditionen auf Basis der deutschen Preise und können wie gewohnt in Schweizer Franken bezahlen. Bei Büchern kommt der auf dem Buch angegebene Preis in Landeswährung zur Verrechnung.

Unsere Angebote sind freibleibend. Abbildungen, Abmessungen und Gewichtsangaben in unseren Angeboten sind unverbindlich. Druckfehler und Irrtümer sowie technische und preisliche Änderungen bleiben uns vorbehalten. Im Übrigen gelten unsere Allgemeinen Geschäftsbedingungen, die auf der Rückseite einer jeden Rechnung abgedruckt sind.

Mit Erscheinen einer neuen Ausgabe des „ELV Journal“ bzw. des ELV Katalogs verlieren alle früheren Angebote ihre Gültigkeit. Die gelieferte Ware bleibt bis zur vollständigen Bezahlung Eigentum von ELV.

Vorab können Sie unsere Allgemeinen Geschäftsbedingungen im Internet einsehen unter www.agb.elv.de www.agb.elv.at www.agb.elv.ch oder telefonisch anfordern.

Wiederverkäufern senden wir gerne unsere Händlerkonditionen: Tel: +49 (0)491/6008-415.

Bankeinzug

Bei Zahlung per Bankeinzug (SEPA-Basislastschrift) hat der Kunde bei erstmaliger Bestellung seine Bestellung schriftlich mittels Bestellschein, Bestellkarte, Fax oder Internet durchzuführen und die Zahlungsart „Bankeinzug“ unter Angabe seiner Bankverbindung (IBAN und BIC) zu wählen. Der Rechnungsbetrag wird am Tag nach der Warenauslieferung vom Konto des Kunden abgebucht. Die Frist für die Vorabankündigung (Pre-Notification) wird auf einen Tag verkürzt. Die der ELV Elektronik AG gewährte Einzugsermächtigung ist jederzeit widerrufbar.

Rechnung

Im Zusammenhang mit Klarna bieten wir Ihnen den Rechnungskauf als Zahlungsoption an. Bitte beachten Sie, dass die Klarna-Rechnung nur für Verbraucher verfügbar ist und dass die Zahlung jeweils an Klarna zu erfolgen hat. Bitte beachten Sie, dass die ELV Elektronik AG keine Finanzierung mit Klarna anbietet.

Beim Kauf auf Rechnung mit Klarna versendet die ELV Elektronik AG immer zuerst die Ware und Sie haben immer eine Zahlungsfrist von 14 Tagen. Die ELV Elektronik AG erhebt beim Rechnungskauf mit Klarna eine Gebühr von 0,- pro Bestellung. Weitere Informationen zu den Geschäftsbedingungen von Klarna finden Sie unter www.klarna.com/de.

Ihre Personenangaben werden in Übereinstimmung mit den geltenden Datenschutzbestimmungen und entsprechend den Angaben in den Klarna-Datenschutzbestimmungen behandelt, abrufbar unter cdn.klarna.com/1.0/shared/content/legal/terms/0/de_de/privacy.

Vorkasse

Bitte senden Sie uns erst Ihren Auftrag und warten Sie auf die Rechnung, bevor Sie den Betrag überweisen. Vergessen Sie nicht, die Rechnungs-Nr. auf dem Überweisungsträger anzugeben.

Nachnahme

Bei Lieferung per Nachnahme zahlen Sie direkt bei Annahme der Lieferung an den Zusteller. Das Nachnahmeentgelt (bei der Deutschen Post AG € 6,66) wird auf der Rechnung berücksichtigt. Die Nachnahmegebühren liegen nicht im Einflussbereich von ELV.

Kreditkarte

Begleichen Sie Ihre Rechnung einfach mit Ihrer Master- oder Visa-Card. Bei Ihrer Bestellung geben Sie Ihre Kreditkarten-Nummer, die Gültigkeitsdauer und die Prüfziffer an.

Informationen zum Datenschutz nach EU-DSGVO

Unsere Unternehmen prüfen regelmäßig bei Vertragsabschlüssen und in bestimmten Fällen, in denen ein berechtigtes Interesse vorliegt, auch bei Bestandskunden Ihre Bonität. Dazu arbeiten wir mit der Creditreform Boniversum GmbH, Hellersbergstr. 11, 41460 Neuss, zusammen, von der wir die dazu benötigten Daten erhalten. Zu diesem Zweck übermitteln wir Ihren Namen und Ihre Kontaktdaten an die Creditreform Boniversum GmbH. Die Informationen gem. Art. 14 der EU Datenschutz-Grundverordnung zu der bei der Creditreform Boniversum GmbH stattfindenden Datenverarbeitung finden Sie hier: www.boniversum.de/EU-DSGVO

Lieferrn schnell und sicher

Ist ein bestellter Artikel nicht sofort lieferbar, informieren wir Sie über den voraussichtlichen Liefertermin. Die Kosten für den Transport übernimmt zum Teil die ELV Elektronik AG. Für Aufträge in Deutschland unter € 29,- (Österreich unter € 29,-/Schweiz unter CHF 59,-) berechnen wir eine Versandkostenpauschale von € 3,99 (Österreich € 3,99, Schweiz: CHF 5,99).

Ab einem Warenwert von € 29,- in Deutschland (Österreich ab € 29,-/Schweiz ab CHF 59,-) trägt die ELV Elektronik AG die Versandkostenpauschale in Höhe von € 3,99 (Österreich € 3,99, Schweiz: CHF 5,99). Bei Lieferung per Nachnahme trägt der Kunde die in diesem Zusammenhang anfallenden Gebühren. Lediglich bei Sonderwünschen (Luftpost, Express, Spedition) berechnen wir die anfallenden Mehrkosten. Nachlieferungen erfolgen versandkostenfrei.

ELV Elektronik weltweit

Für Belieferungen in die Schweiz und nach Österreich gelten Sonderregelungen, die Sie den Lieferbedingungen entnehmen können unter www.elv.at/versand-transportkosten.html; www.elv.ch/versand-transportkosten.html.

Kunden außerhalb Deutschlands beliefern wir ebenfalls direkt. Hierbei kommen die Preise des deutschen Katalogs zum Ansatz, in denen die jeweils geltende deutsche Mehrwertsteuer bereits enthalten ist.

Für Firmenkunden aus der EU mit UST-ID-Nr. und für Kunden aus allen anderen Ländern ziehen wir die deutsche Mehrwertsteuer automatisch ab. Sie zahlen per Vorauskasse. Wir berechnen die tatsächlichen Transport- und Versicherungskosten und wählen eine kostengünstige Versandart für Sie (Sonderregelung für Österreich und Schweiz, Infos auf Anfrage).

Auskünfte zu Zahlungsverhalten

Zur Auftragsabwicklung speichern wir die personenbezogenen Daten. Ggf. beziehen wir Informationen zu Ihrem bisherigen Zahlverhalten sowie Bonitätsinformationen auf der Basis mathematisch-statistischer Verfahren von der Creditreform Boniversum GmbH, Hellersbergstr. 11, D-41460 Neuss.

Wir behalten uns vor, Ihnen aufgrund der erhaltenen Informationen ggf. eine andere als die von Ihnen gewählte Zahlungsart vorzuschlagen. Alle Daten werden konform mit dem strengen Datenschutzgesetz vertraulich behandelt.

Rücknahme von Elektro- und Elektronik-Altgeräten

Hersteller und Händler sind gesetzlich verpflichtet, Altgeräte kostenfrei wieder zurückzunehmen und nach vorgegebenen Standards umweltverträglich zu entsorgen bzw. zu verwerten. Dies gilt für betreffende Produkte mit nebenstehender Kennzeichnung.

Verbraucher/-innen dürfen Altgeräte mit dieser Kennzeichnung nicht über den Hausmüll entsorgen, sondern können diese bei den dafür vorgesehenen Sammelstellen innerhalb Ihrer Gemeinde bzw. bei den ÖRE (öffentlich-rechtliche Entsorgungsträger) abgeben. Verbraucher/-innen sind im Hinblick auf das Löschen personenbezogener Daten auf den zu entsorgenden Altgeräten selbst verantwortlich.

Unsere Rücknahmeverpflichtung nach dem ElektroG wickeln wir über die Fa. Hellmann Process Management GmbH & Co. KG (HPM) und die Fa. DHL Paket GmbH (DHL) ab. HPM übernimmt für uns die Entsorgung und Verwertung der Altgeräte über die kommunalen Sammelstellen. Zum Erstellen eines DHL-Retouren-Aufklebers für die Rücksendung Ihres Elektro- und Elektronik-Altgeräts benutzen Sie bitte unser DHL-Retouren-Portal im Internet. Weitere Informationen finden Sie unter www.entsorgung.elv.de. Unsere Registrierungsnummer lautet: WEEE-Reg. Nr. DE 14047296.

Batteriegelsetz – BattG

Verbraucher(innen) sind zur Rückgabe von Altbatterien gesetzlich verpflichtet.

Mit nebenstehendem Zeichen versehenen Batterien dürfen nicht über den Hausmüll entsorgt werden, sondern sind einer getrennten Entsorgung zuzuführen. Verbraucher(innen) können Batterien nach Gebrauch unentgeltlich an unser Versandlager schicken oder dort abgeben.

Altbatterien können Schadstoffe enthalten, die bei nicht sachgemäßer Lagerung oder Entsorgung die Umwelt oder Ihre Gesundheit schädigen können. Batterien enthalten aber auch wichtige Rohstoffe, wie z. B. Eisen, Zink, Mangan oder Nickel und werden wiederverwendet.

Bedeutung chemischer Zeichen in Kennzeichnung: Hg = Quecksilber; Cd = Cadmium; Pb = Blei



= Symbol für die getrennte Erfassung von Elektro- und Elektronikgeräten



= Batterien sind schadstoffhaltige Produkte und dürfen nicht über den Hausmüll entsorgt werden.

ELV Journal-Fachmagazin

Einzelmagazin		€ 6,95	€ 8,25	CHF 12,80
Abonnement	Anzahl	Abo-Preis	Abo-Preis	Abo-Preis
Schnupper-Abo	3 Fachmagazine	€ 9,95 (Preis Einzelkauf: € 20,85) Sie sparen € 10,90 im Abonnement	€ 15,95 (Preis Einzelkauf: € 24,75) Sie sparen € 8,80 im Abonnement	CHF 18,20 (Preis Einzelkauf: CHF 38,40) Sie sparen € 20,20 im Abonnement
Jahres-Abo	6 Fachmagazine	€ 34,95 (Preis Einzelkauf: € 41,70) Sie sparen € 6,75 im Abonnement	€ 42,95 (Preis Einzelkauf: € 49,50) Sie sparen € 6,55 im Abonnement	CHF 58,95 (Preis Einzelkauf: CHF 76,80) Sie sparen € 17,85 im Abonnement

ELV Journal online (im Jahres-Abo der gedruckten Version inklusive)

Download	Artikel	Preis	Preis	Preis
Einzelartikel	1 Fachbeitrag	ab € 0,49	ab € 0,49	ab CHF 0,59
Komplette Ausgabe	Alle Fachbeiträge	€ 5,85	€ 5,85	CHF 6,80
Flatrate	Alle Fachbeiträge	€ 24,95	€ 24,95	CHF 29,94

Die Lieferung erfolgt ab der nächsterreichbaren Ausgabe. Erscheinungsweise alle 2 Monate, 6-mal im Jahr. Das Abonnement verlängert sich automatisch um jeweils 1 Jahr, 6 Ausgaben.

Alle Infos und Abmöglichkeiten unter:



www.elvjournal.de ...at ...ch

Widerrufsbelehrung

Widerrufsrecht

Sie haben das Recht, binnen vierzehn Tagen ohne Angabe von Gründen diesen Vertrag zu widerrufen. Die Widerrufsfrist beträgt vierzehn Tage ab dem Tag, an dem Sie oder ein von Ihnen benannter Dritter, der nicht Beförderer ist, die letzte Ware in Besitz genommen haben bzw. hat. Um Ihr Widerrufsrecht auszuüben, müssen Sie uns, der ELV Elektronik AG, Maiburger Str. 29-36, 26789 Leer, ELV Elektronik AG, Postfach 15, 5021 Salzburg; ELV Elektronik AG, Postfach 100, 4313 Möhlin mittels einer eindeutigen Erklärung (z. B. ein mit der Post versandter Brief, Telefax oder E-Mail) über Ihren Entschluss, diesen Vertrag zu widerrufen, informieren. Eine Vorlage für eine solche Erklärung finden Sie im Kasten rechts. Sie können das Muster-Widerrufsformular oder eine andere eindeutige Erklärung auch auf unserer Webseite <https://www.elv.de/widerrufsformular-1.html> elektronisch ausfüllen und übermitteln. Machen Sie von dieser Möglichkeit Gebrauch, so werden wir Ihnen unverzüglich (z. B. per E-Mail) eine Bestätigung über den Eingang eines solchen Widerrufs übermitteln. Zur Wahrung der Widerrufsfrist reicht es aus, dass Sie die Mitteilung über die Ausübung des Widerrufsrechts vor Ablauf der Widerrufsfrist absenden.

Folgen des Widerrufs

Wenn Sie diesen Vertrag widerrufen, haben wir Ihnen alle Zahlungen, die wir von Ihnen erhalten haben, einschließlich der Lieferkosten (mit Ausnahme der zusätzlichen Kosten, die sich daraus ergeben, dass Sie eine andere Art der Lieferung als die von uns angebotene, günstigste Standardlieferung gewählt haben), unverzüglich und spätestens binnen vierzehn Tagen ab dem Tag zurückzuzahlen, an dem die Mitteilung über Ihren Widerruf dieses Vertrags bei uns eingegangen ist. Für diese Rückzahlung verwenden wir dasselbe Zahlungsmittel, das Sie bei der ursprünglichen Transaktion eingesetzt haben, es sei denn, mit Ihnen wurde ausdrücklich etwas anderes vereinbart; in keinem Fall werden Ihnen wegen dieser Rückzahlung Entgelte berechnet. Wir können die Rückzahlung verweigern, bis wir die Waren wieder zurückerhalten haben oder bis Sie den Nachweis erbracht haben, dass Sie die Waren zurückgesandt haben, je nachdem, welches der frühere Zeitpunkt ist. Sie haben die Waren unverzüglich und in jedem Fall spätestens binnen vierzehn Tagen ab dem Tag, an dem Sie uns über den Widerruf dieses Vertrags unterrichten, an uns zurückzusenden oder zu übergeben. Die Frist ist gewahrt, wenn Sie die Waren vor Ablauf der Frist von 14 Tagen absenden. Wir tragen die unmittelbaren Kosten der Rücksendung der Waren. Sie müssen für einen etwaigen Wertverlust der Waren nur aufkommen, wenn dieser Wertverlust auf einen zur Prüfung der Beschaffenheit, Eigenschaften und Funktionsweise der Waren nicht notwendigen Umfang mit Ihnen zurückzuführen ist. Haben Sie verlangt, dass die Dienstleistungen während der Widerrufsfrist beginnen sollen, so haben Sie uns einen angemessenen Betrag zu zahlen, der dem Anteil der bis zu dem Zeitpunkt, zu dem Sie uns von der Ausübung des Widerrufsrechts hinsichtlich dieses

Muster-Widerrufsformular

(Wenn Sie den Vertrag widerrufen wollen, füllen Sie bitte dieses Formular aus und senden Sie es zurück.)

An
ELV Elektronik AG
Maiburger Str. 29-36
26789 Leer
Telefax: 0491/7016
E-Mail: widerruf@elv.de

Hiermit widerrufe(n) ich/wir (*) den von mir/uns (*) abgeschlossenen Vertrag über den Kauf der folgenden Waren (*) / die Erbringung der folgenden Dienstleistung (*)

Bestellt am _____ (*) / erhalten am _____ (*)

Name des/der Verbraucher(s) _____

Anschrift des/der Verbraucher(s) _____

Datum _____ Unterschrift des/der Verbraucher(s) (nur bei Mitteilung auf Papier)

(*) Unzutreffendes streichen

Vertrags unterrichten, bereits erbrachten Dienstleistungen im Vergleich zum gesamten Umfang der im Vertrag vorgesehenen Dienstleistungen entspricht. Das Widerrufsrecht besteht nicht bei Lieferung von Waren, die nicht vorgefertigt sind und für deren Herstellung eine individuelle Auswahl oder Bestimmung durch den Verbraucher maßgeblich ist oder die eindeutig auf die persönlichen Bedürfnisse des Verbrauchers zugeschnitten sind; bei Lieferung von Ton- oder Videoaufnahmen oder Computersoftware in einer versiegelten Packung, wenn die Versiegelung nach der Lieferung entfernt wurde; bei Lieferung von Zeitungen, Zeitschriften und Illustrierten mit Ausnahme von Abonnementverträgen. Vor Rückgabe von Geräten mit Speichermedien (z. B. Festplatten, USB-Sticks, Handys etc.) beachten Sie bitte folgende Hinweise: Für die Sicherung der Daten sind Sie grundsätzlich selbst verantwortlich. Bitte legen Sie sich entsprechende Sicherungskopien an bzw. löschen Sie enthaltene personenbezogene Daten. Dies ist insbesondere dann von Bedeutung, wenn personenbezogene Daten Dritter gespeichert sind. Ist eine Löschung aufgrund eines Defekts nicht möglich, bitten wir Sie, uns ausdrücklich auf das Vorhandensein von personenbezogenen Daten hinzuweisen. Bitte vermerken Sie dies klar ersichtlich auf dem Rücksendeschein. Ende der Widerrufsbelehrung

Datenschutz

Erklärung zu personenbezogenen Daten

Personenbezogene Daten sind Informationen, die Ihrer Person zugeordnet werden können. Hierunter fallen z. B. der Name, die Anschrift oder die E-Mail-Adresse.

Erfassung und Verwendung von personenbezogenen Daten

Persönliche Daten, die Sie uns zur Verfügung stellen, dienen der Abwicklung der Bestellung, der Lieferung der Waren sowie der Zahlungsabwicklung. Da der Datenschutz für die ELV Elektronik AG einen sehr hohen Stellenwert einnimmt, erfolgt die Erhebung, Verarbeitung und Nutzung Ihrer uns zur Verfügung gestellten Daten ausschließlich auf der Grundlage der gesetzlichen Bestimmungen des Bundesdatenschutzgesetzes (BDSG) und des Telemediengesetzes (TMG). Nach dem Bundesdatenschutzgesetz haben Sie ein Recht auf unentgeltliche Auskunft über Ihre gespeicherten Daten sowie ggf. ein Recht auf Berichtigung, Sperrung oder Löschung dieser Daten. Bei Erstbestellungen auf Rechnung können wir bei Bestehen eines berechtigten Interesses zur Risikovermeidung Informationen zu Ihrem bisherigen Zahlungsverhalten sowie Bonitätsinformationen auf der Basis mathematisch-statistischer Verfahren von der Creditreform Boniversum GmbH, Hellerbergstr. 11, 41460 Neuss einholen. Die uns erteilten Informationen über die statistische Wahrscheinlichkeit eines Zahlungsausfalls wird von uns für eine abgewogene Entscheidung über die Begründung, Durchführung oder Beendigung des Vertragsverhältnisses genutzt. Im Bereich der **Kreditkartenzahlung** arbeiten wir zusammen mit der Concardis GmbH (Concardis), Helfmann Park 7, D-65760 Eschborn, vertreten durch ihre Geschäftsführer Mark Freese, Jens Mahke und Luca Zanotti. In diesem Rahmen werden neben Kaufbetrag und Datum auch Kartendaten an das oben genannte Unternehmen übermittelt. Sämtliche Zahlungsdaten sowie Daten zu eventuell auftretenden Rückbelastungen werden nur solange gespeichert, wie sie für die Zahlungsabwicklung (einschließlich der Bearbeitung von möglichen Rücklastschriften und dem Forderungseinzug) und zur Missbrauchsbekämpfung benötigt werden. In der Regel werden die Daten spätestens 13 Monate nach ihrer Erhebung gelöscht.

Darüber hinaus kann eine weitere Speicherung erfolgen, sofern und solange dies zur Einhaltung einer gesetzlichen Aufbewahrungsfrist oder zur Verfolgung eines konkreten Missbrauchsfalls erforderlich ist.

Hinweis zu § 31 Abs. 1 Nr. 4 BDSG

Zum Zweck der Entscheidung über die Begründung, Durchführung oder Beendigung eines Vertragsverhältnisses erheben oder verwenden wir Wahrscheinlichkeitswerte (Score-Werte), in deren Berechnung unter anderem Anschriftendaten einfließen.

Wir weisen gemäß § 31 BDSG darauf hin, dass wir die von unseren Kunden mitgeteilten Daten EDV-mäßig speichern. Die Behandlung der überlassenen Daten erfolgt auf Basis des BDSG und des TMG. Ihre uns mitgeteilten Daten nutzen wir ferner, um Sie über Bestellungen, Angebote und Dienstleistungen zu informieren. Sollten Sie keine Informationen über unsere Angebote und Dienstleistungen wünschen, genügt ein formloser Brief, Telefax oder eine E-Mail an ELV Elektronik AG, Deutschland, Maiburger Str. 29-36, 26789 Leer, Telefax-Nr. (+49)491-7016, info@elv.de ELV Elektronik AG, Österreich, Postfach 15, 5021 Salzburg, Telefax-Nr. 0662/624-157, info@elv.at ELV Elektronik AG, Schweiz, Postfach 100, 4313 Möhlin, Telefax-Nr. 061/9711-341, info@elv.ch

Weitergabe von Daten

Ein Verkauf oder eine Überlassung Ihrer personenbezogenen Daten an Dritte durch die ELV Elektronik AG findet nicht statt. Ihre persönlichen Daten werden stets vertraulich behandelt und an Dritte nur dann weitergegeben, wenn dies zum Zwecke der Vertragsabwicklung unbedingt erforderlich ist. Sollte die ELV Elektronik AG personenbezogene Daten weiter nutzen als zur zweckbezogenen Durchführung des Vertrags oder der Services unbedingt nötig, werden wir vorher von dem Betroffenen eine entsprechende, ausdrückliche Ermächtigung einholen.

Widerruf von Einwilligungen

Die nachstehende Einwilligung haben Sie ggf. ausdrücklich erteilt. Wir möchten Sie darauf hinweisen, dass Sie Ihre Einwilligung jederzeit mit Wirkung für die Zukunft widerrufen können.

Ja, ich möchte den kostenlosen Newsletter erhalten und über Aktionen, Neuheiten und Preissenkungen per E-Mail informiert werden. Ich kann mich jederzeit ganz einfach wieder abmelden.

Die Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) der Europäischen Union findet Anwendung. Mit dieser Verordnung werden die Regeln für die Verarbeitung von personenbezogenen Daten durch private Unternehmen und öffentliche Stellen EU-weit vereinheitlicht. Nähere Einzelheiten zu der DSGVO können Sie auf unserer Internetseite entnehmen unter: www.elv.de/sicherheit-datenschutz.html; www.elv.at/sicherheit-datenschutz.html; www.elv.ch/sicherheit-datenschutz.html

Impressum

Herausgeber:

ELV Elektronik AG, 26787 Leer, Deutschland
Telefon 0491/6008-0, Fax 0491/7016
E-Mail: redaktion@elv.de

Chefredaktion:

Prof. H.-G. Redeker

Redaktionsleitung:

Markus Ulsaß, verantw.

Anzeigen-Redaktion:

Meike vom Baur, verantw.

Erscheinungsweise:

zweimonatlich, jeweils zu Beginn der Monate
Februar, April, Juni, August, Oktober,
Dezember

Technisches Layout:

Silvia Heller, Wolfgang Meyer, Annette
Schulte, Dipl.-Ing. (FH) Martin Thoben

Satz und Layout:

Franziska Giesselmann, Andrea Rom

Redaktion:

Roman Ahlers, Markus Battermann (M. Eng.),
Dipl.-Ing. (FH) Karsten Beck, Dipl.-Ing.
Bartholomeus Beute, Dipl.-Ing. (FH) Hans-
Jürgen Boekhoff, Wilhelm Brückmann,
Thomas Budrak, Dipl.-Ing. (FH) Gerd Busboom,
Markus Cramer (M. Sc.), Valerie Dankwardt,
Dipl.-Ing. (FH) Timo Friedrichs, Dipl.-Inf.
Andreas Gabel, Dipl.-Ing. (FH) Frank Graß,
Alfred Grobelnik, Dipl.-Ing. Bernd Grohmann,
Dipl.-Ing. (FH) Fredo Hammieders, Lothar
Harberts, Volkmars Hellmers, Dipl.-Ing. (FH)
Christian Helm, Stefan Körte, Dipl.-Ing. (FH)
Karsten Loof, Heiko-Tammo Meyer (M. Eng.),
Hilko Meyer (M. Eng.), Dipl.-Ing. (FH) Thorsten
Reck, Helga Redeker, Dipl.-Ing. (FH) Keno Reiß,
Dipl.-Ing. Ernst Richter, Dipl.-Wi-Inf. (FH)
Frank Sanders, Dipl.-Ing. (FH) Lothar Schäfer,
Bastian Schmidt (B. Eng.), Udo Schoon
(M. Eng.), Dirk Stüben, Dipl.-Ing. (FH) Heiko
Thole, Stefan Weber (M. Sc.), Dipl.-Ing. (FH)
Thomas Wiernken, Dipl.-Ing. (FH) Markus
Willingberg, Dipl.-Ing. Wolfgang Willinghöfer,
Florian Wilms (M. Sc.), Sebastian Witt
(B. Eng.), Dipl.-Ing. (FH) Matthias Ysker

Lithografie:

KrusMedien GmbH, 48691 Vreden
Telefon: 02564-5686110,
Fax: 02564-5686198
Verantwortlicher: Udo Wesseler

Druck:

Vogel Druck und Medienservice,
97204 Höchberg

Abonnementpreis:

6 Ausgaben: Deutschland € 34,95,
Österreich € 42,95, Schweiz CHF 58,95
(inkl. Versandkostenanteil), Ausland € 61,95

Bankverbindungen:

Commerzbank Emden, BIC: COBADEFFXXX
IBAN: DE11 2844 0037 0491 3406 00,
Postbank Hannover, BIC: PBNKDEFF
IBAN: DE55 2501 0030 0335 8163 08

Urheberrechte:

Die in diesem Magazin veröffentlichten
Beiträge einschließlich der Platinen sind ur-
heberrechtlich geschützt. Eine auch auszugs-
weise Veröffentlichung und Verbreitung ist
grundsätzlich nur mit vorheriger schriftlicher
Zustimmung des Herausgebers gestattet.

Patente und Warenzeichen:

Sämtliche Veröffentlichungen erfolgen ohne
Berücksichtigung eines eventuellen Patent-
oder Gebrauchsmusterschutzes. Bei den
verwendeten Warenbezeichnungen kann es
sich um geschützte Warenzeichen handeln,
die nur mit Zustimmung ihrer Inhaber waren-
zeichenmäßig benutzt werden dürfen.

Eingesandte Beiträge:

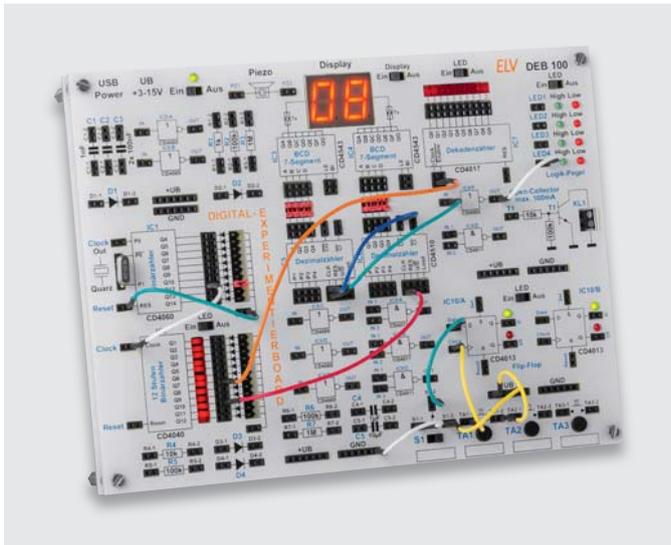
Der Herausgeber ist nicht verpflichtet, unver-
langt eingesandte Manuskripte oder Geräte
zurückzusenden. Eine Haftung wird für diese
Gegenstände nicht übernommen.

Gesetzliche und postalische Bestimmungen:

Die geltenden gesetzlichen und postalischen
Bestimmungen hinsichtlich Erwerb, Herstel-
lung und Inbetriebnahme von Sende- und
Empfangseinrichtungen sind zu beachten.

Haftungsausschluss:

Der Herausgeber übernimmt keine Haftung
für die Richtigkeit der veröffentlichten Schal-
tungen und sonstigen Anordnungen sowie
für die Richtigkeit des technischen Inhalts
der veröffentlichten Aufsätze und sonstigen
Beiträge.



Digital-Experimentierboard

Der Umgang mit und die Kenntnis von digitalen Grundschaltungen ist auch in der heutigen Zeit, in der der Mikroprozessor die Schaltungstechnik dominiert, unumgänglich. Genau diesem Zweck, dem Kennenlernen von Funktionen digitaler Schaltungen, ist das Digital-Experimentierboard DEB100 gewidmet. Es macht den Aufbau, den Test und die Experimente mit digitalen Schaltungen einfach – ein perfektes Werkzeug sowohl für den privaten Laboreinsatz als auch in der Ausbildung! Alle wichtigen Grundschaltungen sind auf dem Experimentierboard vorhanden, zusätzlich Anzeigen, Signalgeber, Bedienelemente sowie eine Ausgangs-Schaltstufe für das Ansteuern beispielsweise von Relais. Alle Anschlüsse sind über Steckkontakte zugänglich und werden mit normalen Steckboard-Verbindungsleitungen verdrahtet.



Batteriehalter-Aufsteckplatine

Ein praktisches Hilfsmittel zur Spannungsversorgung von elektronischen Schaltungen im Kleinspannungsbereich. Die mit einem Step-down-Schaltregler aufgebaute Platine kann aus 6- bis 13-V-Batteriespannung stabilisierte Spannungen im Bereich von 1,8–5 V liefern, wobei die kleine Platine direkt auf Standard-Batteriehalter mit Druckknopf-Kontakten oder eine 9-V-Batterie aufgesteckt werden kann.



Lithium-Powermanagement-Modul

Das vielseitig einsetzbare Modul ermöglicht sowohl die Versorgung elektronischer Schaltungen (3,0/3,3/3,6/5 V mit bis zu 800 mA) aus einem Lithium-Polymer-Akku (4,2 V) als auch dessen sicheres Wiederaufladen mit unterschiedlichen, wählbaren Ladeströmen und Abschaltsschwellen. Zahlreiche integrierte Schutzschaltungen sorgen für einen sicheren Betrieb.



Homematic IP Wired Wandtaster mit Bewegungsmelder und Dämmerungssensor

Die Lösung für die Lichtsteuerung z. B. im Flurbereich. Löst bei Bewegung und wenig Helligkeit aus und schaltet das Licht automatisch ein, lässt sich über die integrierte Tastenwippe aber auch manuell bedienen. Dank des 55-mm-Formats lässt sich der Taster auch optisch in viele Schalterprogramme integrieren. Bewegungsmelder, Taster und Helligkeitssensor lassen sich unabhängig voneinander über die Homematic IP App oder eine Zentrale des Homematic Systems auswerten und konfigurieren.



Homematic IP 2-Kanal-Funk-Wandtaster

Der solitär oder innerhalb von 55-mm-Schalterprogrammen installierbare Funk-Wandtaster ist durch Batteriebetrieb und zwei getrennt nutzbare Tasterkanäle sehr vielseitig einsetzbar – als Licht-, ECO-, Ruftaster, Garagentor-Innentaster usw.

CAD für Einsteiger

3D-Drucker, CNC-Fräse und Laser-Cutter stehen in immer mehr Makerspaces, FabLabs und mittlerweile auch bei vielen Hobby-Anwendern zu Hause. Will man sein eigenes Objekt erschaffen, steht davor aber das Design mit einem CAD-Programm (Computer Aided Design). In den folgenden Ausgaben zeigen wir anhand konkreter Beispiele Schritt für Schritt den Einstieg in die Welt des Objektdesigns.

ESP8266 einfach programmieren mit ESPEasy

ESPEasy ist eine einfach auf den beliebten ESP8266-Controllern installierbare Firmware, die dem Nutzer ein übersichtliches Web-Interface bietet. Über dieses sind die Aufgaben des Controllers nahezu ohne Programmierkenntnisse komfortabel konfigurierbar, etwa vom Smartphone aus. Wir zeigen die Nutzung von ESPEasy anhand von Anwendungsbeispielen.

Robotik und künstliche Intelligenz

Der nächste Teil der Artikelserie wird sich mit dem Thema humanoide Robotersysteme befassen. Neben einem technischen Überblick wird dann auch die Praxis nicht zu kurz kommen. Anhand eines Arduino-basierenden Laufroboters sollen insbesondere die Probleme beim zweibeinigen, aufrechten Gang erläutert werden.

Einführung in die Akustik

Im dritten Teil geht es um die Elektroakustik und hier konkret um die Analogien zwischen mechanischen und elektrischen Vorgängen in der Elektroakustik, die der Elektrotechniker als Grundlage benötigt.

Homematic und mediola

In der nächsten Folge beschäftigen wir uns mit der Konfiguration und dem Einrichten des AIO CREATOR NEO App-Designers.

Versorgt Ihre Pflanzen selbstständig mit Wasser

Solar-Bewässerungssystem mit 15 Tropfstellen, Akkubetrieb

esotec GmbH



Abm. (B x H x T)
Versorgungseinheit: 200 x 180 x 60 mm

Das automatische Solar-Bewässerungssystem ermöglicht eine intelligente und effiziente Wasserversorgung, denn durch die individuell positionierbaren Tropfauslässe erhält die Pflanze das kostbare Nass direkt am Erdreich.

Sie hängen den Zulaufschlauch einfach in einen Eimer oder eine Wassertonne und positionieren den Bewässerungsschlauch sowie die Tropfauslässe so, wie Sie möchten.

- Zuverlässige Versorgung der Blumen bei längerer Abwesenheit

- Bis zu 15 Wassertropfer anschließbar
- Automatische Bewässerung 2x pro Tag
- Wählbare Fördermenge zwischen 0,5 und 6 l je Bewässerungsintervall
- Einstellbare Bewässerungszeit
- Kein Trockenlaufen dank Wasserstandssensor

Lieferung inkl. aller zum Betrieb notwendigen Komponenten. Den genauen Lieferumfang finden Sie im ELV Shop.

Bestell-Nr. 12 59 65 € 69,95



Anwendungsbeispiel



Für außen



Anwendungsbeispiel

Ihre automatische und zuverlässige Pflanzenpflege

Batteriebetriebenes Bewässerungssystem mit 10 Tropfstellen

ELV



Abm.
Versorgungseinheit
(ø x H): 95 x 85 mm

Das System, das Sie im Urlaub vertritt und Ihre Zimmerpflanzen automatisch bewässert – dabei genügt bereits eine einfache Getränkeflasche oder ein Wassereimer als Vorratstank!

- Automatisches Bewässerungssystem mit integrierter Wasserpumpe
- Batteriebetrieb, alternativ Netzbetrieb über USB-Anschluss möglich
- Einfach auf passende Behälter aufsetzbar (z. B. Wassereimer) oder direkt auf Getränkeflasche mit Gewinde aufschraubbar

- Elektronischer Controller für die Steuerung des Bewässerungsablaufs
- Automatische Bewässerungsintervalle: von 2x täglich bis zu 1x alle 15 Tage
- Bewässerungs-Zeitdauer einstellbar: 1–99 s, 120 s und 180 s
- Jederzeit manuelles Auslösen einer Bewässerung möglich
- LED-Betriebs- und Warnanzeige
- Mehrere Pflanzen bewässert, Lieferung mit 10 m Schlauch und 10 Tropfern
- Akustische Wasser-leer-Anzeige



Anwendungsbeispiel



Für innen



Batteriebetrieb

- Pumpe mit Trockenlaufschutz

Lieferung inkl. aller zum Betrieb notwendigen Komponenten (ohne Batterien)

Bestell-Nr. 25 06 85 € 29,95

Gleich mitbestellen:		
	Bestell-Nr.	Preis
Batterien, nicht inkl. (4x Micro/AAA/LR03)	10 65 01	€ 0,28 (Stück)

Wir haben die Power!

Labornetzteile für individuelle Anforderungen



1

DPS 5315
10 48 97

€ 299,-

2

ab

€ 39,90*

3

je

€ 169,95

1 Doppel-Linearnetzteil DPS 5315

ELV

Das Doppelnetzteil DPS 5315 erweitert die 5000er-Netzteilserie von ELV um ein Doppelnetzteil mit galvanisch getrennten Ausgängen (2x 15 V, 2x 3 A). Die Netzteilausgänge sind getrennt voneinander nutzbar oder können durch interne Kopplung in Reihe geschaltet werden, um einen Ausgang mit doppelter Ausgangsspannung zu erhalten.

- Mehrere Betriebsmodi: beide Netzteile einzeln einstellbar, Master-Slave-Betrieb und Serienschaltung
- Hinterleuchtete LC-Displays
- Bedienelemente gegen Fehlbedienung sperrbar
- Einfacher Abgleich per interner Software, Firmware-Update per USB möglich
- Funktionssteuerung auch über Software möglich

TECHNISCHE DATEN

Ausgangsspannung	2x 0–15 V oder 1x 0–30 V
Auflösung	10 mV
Ausgangsstrom	2x 3 A
Auflösung	1 mA
Genauigkeit Spannung/Strom	±20 mV/±20 mA
Ripple-Spannungskonstanter	5 mV _{eff}
Galvanische Trennung	Isolationsspannung zwischen den Ausgängen 50 V
Schnittstelle (optional)	USB, galvanisch getrennt
Abm. (B x H x T)	303 x 95 x 155 mm

2 Programmierbares DC/DC-Schaltnetzteil – 50 V/5 A oder 50 V/15 A

JOY-IT

Bauen Sie sich Ihr programmierbares Labornetzteil einfach selbst nach eigenem Wunsch auf! Die leistungsstarke Spannungsversorgung verfügt neben einem Parameterspeicher für Abschaltkriterien über 10 programmierbare Speicher, in denen programmierbare Ausgangsspannungen und -ströme, Ausgangsleistungen usw. hinterlegt und später einfach abgerufen werden können.

- Ausgangsspannung, Ausgangsstrom und -leistung einstellbar (0–50 V, 0–5 A bzw. 0–15 A, 0–250 W bzw. 0–750 W) – Eingangsspannung 6–55 VDC
- Hohe Auflösung für Strom- und Spannungseinstellung: 1 mA bzw. 10 mV
- Parameterspeicher für Abschaltwerte
- Automatischer Aufruf der letzten Einstellungen beim Einschalten
- Einfacher Frontplatteneinbau durch Rastnasen

Typ	● JT-DPS5005	● JT-DPS5015
Ausgangsleistung	0–250 W	0–750 W
Anschlüsse	Schraubklemmen für Ein- und Ausgang	
Anzeige	3,65-cm-Display (1,44")	
Abm. (B x H x T)	79 x 43 x 48 mm	93 x 71 x 41 mm
Gewicht	113 g	222 g
Bestell-Nr.	25 04 55	25 04 56
Tagespreis	€ 39,90*	€ 49,90*

* Tagesaktueller Preis bei der Bestell-Nr. im ELV Shop

3 Labor-Schaltnetzteil Manson NTP-6521/6531/6561

Manson

Das kompakte 100-W-Labornetzgerät gibt gleichzeitig 3 galvanisch getrennte Ausgangsspannungen bis 60 V und eine Strombelastbarkeit von bis zu 5 A aus (2 Festspannungen und eine Variable).

- Variable Ausgangsspannung (siehe technische Daten)
- Zusätzliche Festspannungsausgänge 12 VDC (0,8 A) und 3,3 V/5 VDC (1,8 A, umschaltbar)
- Ausgang schaltbar
- Automatischer CV/CC-Betrieb
- Beleuchtetes, 2x4-stelliges LC-Display, negativ, mit Laststromanzeige für Festspannungen
- Grob- und Feineinstellung mit Drehimpulsgebern
- Kompaktes Slim-Tower-Gehäuse
- Lautloser Betrieb, natürliche Konvektion
- Schutzfunktionen: Kurzschluss, Überlast und Temperatur, Tracking, Überspannungsschutz
- Weitbereichseingang mit aktiver PFC
- Schnellabschaltung der Ausgänge möglich

Abm. (B x H x T): 70 x 155 x 250 mm

Typ	Ausgangsspannung	Ausgangsstrom	Bestell-Nr.	Preis
NTP-6521	1–20 VDC	0,25–5 A	25 02 62	€ 169,95
NTP-6531	1–36 VDC	0,25–3 A	25 02 63	€ 169,95
NTP-6561	1–60 VDC	0,25–1,6 A	25 02 64	€ 169,95