

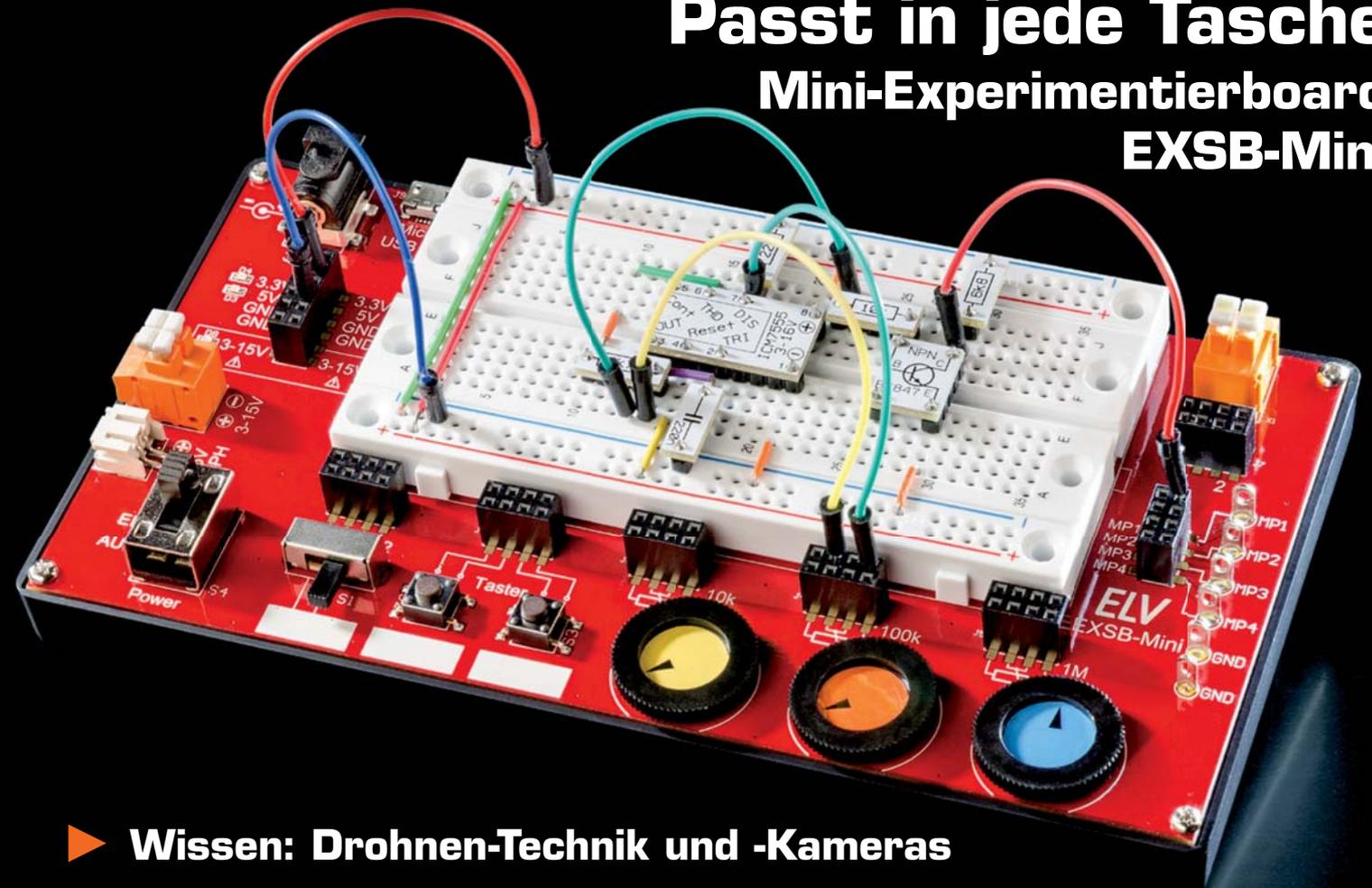
ELV[®] journal

Mehr Wissen in Elektronik



www.elvjournal.com

Passt in jede Tasche Mini-Experimentierboard EXSB-Mini



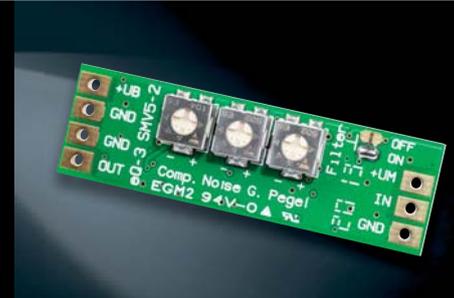
- ▶ **Wissen: Drohnen-Technik und -Kameras**
- ▶ **Akustik: Noise-Cancelling mit Antischall**
- ▶ **Projekt: STM32-Mikrocontroller mit Arduino IDE nutzen**



Stromzähler auslesen mit USB-IEC



2-fach-Temperatursensor HmIP-STE2-PCB



Mikrofonverstärker SMV5-2



Echt smarte Profis für Ihr Technik-Projekt



74,99 €

Artikel-Nr. 250920

Abm. (B x H x T): 85 x 38 x 122 mm,
Lieferung ohne Akkus



LED-Arbeitslicht

59,99 €

Artikel-Nr. 250746

Abm. (ø x L): 16 x 182 mm,
Lieferung ohne Platine

Akku-Ladegerät Smart PRO mit Farbdisplay

Das komfortable Ladegerät für die wichtigsten Akkus im Rundzellenformat mit unterschiedlicher Technologie (NiCd, NiMH, NiZn, Eneloop, Li-Ion, LiHV, LiFePO4) punktet mit hoher Leistung, Farb-Display, komfortabler Touch-Bedienung, USB-Ladeausgang und Update-Möglichkeit über USB.

Die Ladeschächte nehmen gängige Akkugrößen auf: Mignon (AA), Micro (AAA) und Lithium-Zellen der Größen: 10440, 10500, 12500, 12650, 13500, 13650, 14500, 14650, 16650, 17650, 18650, 20650, 22650 und 26650.

- 6 Akku-Programme: Laden, Entladen, Erhaltungsladung, Aktivieren, Analysieren, Zyklus/Lagerspannung bei Lithium
- Max. Ladestrom: 8 A, bis zu 3 A pro Schacht
- Max. Entladestrom 1,5 A pro Schacht, integrierter Lüfter
- Autom. Erhaltungsladung und Ladestromeinstellung
- Anzeige von Spannung, Strom, Kapazität, Innenwiderstand und Temperatur
- Einfache Touch-Bedienung via OSD-Menüführung
- Stellt Lade- und Entladekurve auf dem Farbdisplay dar
- Hohe Messgenauigkeit (± 10 mV, ± 10 mA)
- USB-Ausgang mit Ladefunktion für Smartphone/Tablet

Lieferung inkl. GS-geprüftem Stecker-Schaltnetzteil
(12 V/3 A)

Elektronischer Präzisions- schraubendreher SmartPen PRO

Der elektronische Schraubendreher ermöglicht das präzise und schnelle motorische Festziehen und Lösen von Schrauben besonders im Feinmechanikbereich.

Damit erleichtert er dem Techniker z. B. im Werkstattbetrieb diverse Routinearbeiten, entlastet ihn durch motorgestütztes Lösen und Festziehen von Schrauben und ermöglicht das Anziehen und Lösen an eher schwer erreichbaren Stellen.

- Mit Wechsel-Bithalter für H4-Bits
- Betrieb mit integriertem, wiederaufladbarem Li-Ion-Akku, 3,7 V/260 mAh
- Micro-USB-Ladeport, Ladezeit ca. 45 min (bei 5 V/2 A), USB-Ladekabel im Lieferumfang
- Rechts-/Linkslauf, Drehmoment max. 0,35 Nm, Leerlaufdrehzahl 150 1/min
- Praktisches LED-Arbeitslicht
- Zweifarbige Ladezustandsanzeige
- Manuelles An- und Festziehen von Schrauben jederzeit möglich

Lieferung inkl. 55 Schraubbits, Bitverlängerung, Magnetmatte, Magnetisierer und USB-Ladekabel

Lieber Elektronik-Freund,

eine herausragende Eigenschaft des Menschen ist seine Innovationsfähigkeit. Genau dies hat im Frühjahr dieses Jahres die Maker-Szene bewiesen, als es darum ging, Tag und Nacht die 3D-Drucker in den FabLabs und Maker-Spaces, aber auch zu Hause mit Material zu füttern. Ihr Ziel war, dem Medizinpersonal und besonders den Pflegeeinrichtungen zu einem ersten Personenschutz in Form der Plexiglasvisiere zu verhelfen. Auch der weltweite Maker-Wettbewerb um die beste Lösung für DIY-Beatmungsgeräte fällt hierunter. Jetzt ist Herbst, und die Maker-Szene unterstützt wieder mit kreativen Lösungen zur Belüftung von Räumen mittels CO₂-Sensoren-Anbindung ans IoT oder DIY-Luftreiniger-Lösungen für den Büro- und Bildungsbe- reich. Hier sind wie im Frühjahr viele junge Menschen am Ball und zeigen der Gesell- schaft mit ihrem Bildungswillen schon als Kinder, dass sie besonders engagiert und kreativ sind. Wir Älteren müssen ihnen nur die Voraussetzungen dafür bieten.

Genau hier setzt seit längerer Zeit unsere im Übrigen sehr erfolgreiche Bausatz- Offensive der ELV Experimentierboards und Prototypenadapter an. In dieser Ausga- be des ELVjournals stellen wir Ihnen eine tolle Ergänzung dieses Programms vor – den kleinen Bruder des Experimentier- und Steckboards EXSB1, das Mini-Experimen- tierboard mit Peripherie EXSB-Mini. Das ist ein komplettes Experimentiersystem quasi für die Jackentasche oder den Rucksack. Einfach mit eigenen Bauteilen, unseren PAD-Bauteilen oder/und dem kleinen Mikrorechner wie Arduino oder ESP bestücken, die Onboard-Peripherie hilft dabei sehr. Die universelle Stromversor- gung macht das Board überall nutzbar – ob auf der langen Bahnreise, im Hotel, im Klassenverband oder bei Gleichgesinnten. Die eigentliche Hardware ist beim Bau- satz blitzschnell zusammengebaut, beim Fertiggerät kann das Experimentierboard ohne weitere Vorarbeiten sofort genutzt werden. So kann man seine Zeit eher dem Aufwand am anderen Ende des Programmierkabels widmen.

Wir wünschen Ihnen eine besinnliche Advents- und Weihnachtszeit – auch mit den vielen weiteren spannenden Themen dieser Ausgabe.



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

Heinz-G. Redeker

Prof. Heinz-G. Redeker

Das ELVjournal Geschenk-Abo

- Sparen Sie über 35 % gegenüber den einzelnen Print- und Online-Abonnements
- Verschenken Sie Technikwissen ohne Verpflichtung: 6 Ausgaben des ELVjournals als Geschenk – ohne automatische Verlängerung
- Kombinieren Sie die Vorteile von Print und online und lesen Sie das ELVjournal so, wie Sie es gerne möchten. Als Printausgabe, online im Web oder mobil auf Tablet oder Smartphone

Angebot nur in Deutschland möglich, alle Infos im ELVshop oder über oben stehenden QR-Code



6



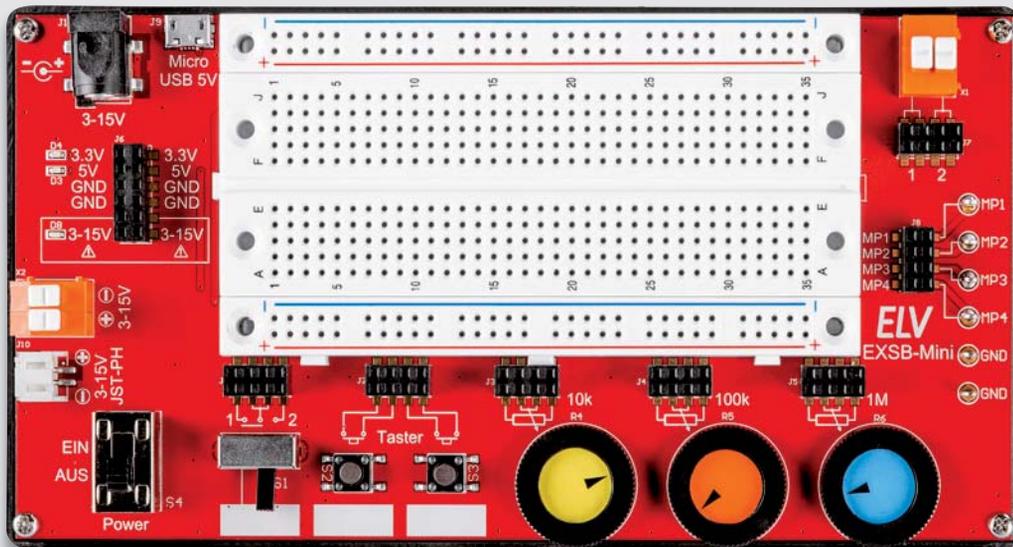
Mikrofonverstärker mit Kompressor und Noise Gate

60



USB-IEC-Interface für Stromzähler

38



Mini-Experimentierboard mit Peripherie

Bausätze

Audiotechnik

- 6 Mikrofonspezialist – Mikrofonverstärker mit Kompressor und Noise Gate SMV5-2**
Ermöglicht die Optimierung von Audiosignalen

Werkstatt/Löttechnik

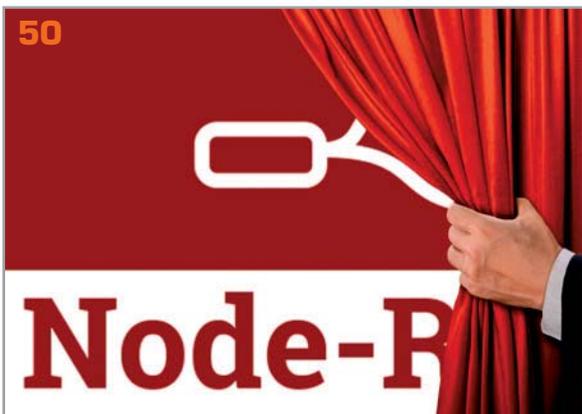
- 38 Passt in jede Tasche – Mini-Experimentierboard mit Peripherie EXSB-Mini**
Praktische Plattform für das Prototyping

Haustechnik

- 60 Stromzähler einfach auslesen – USB-IEC-Interface**
Erfassung von Daten über die optische Schnittstelle

Hausautomation – Smart Home

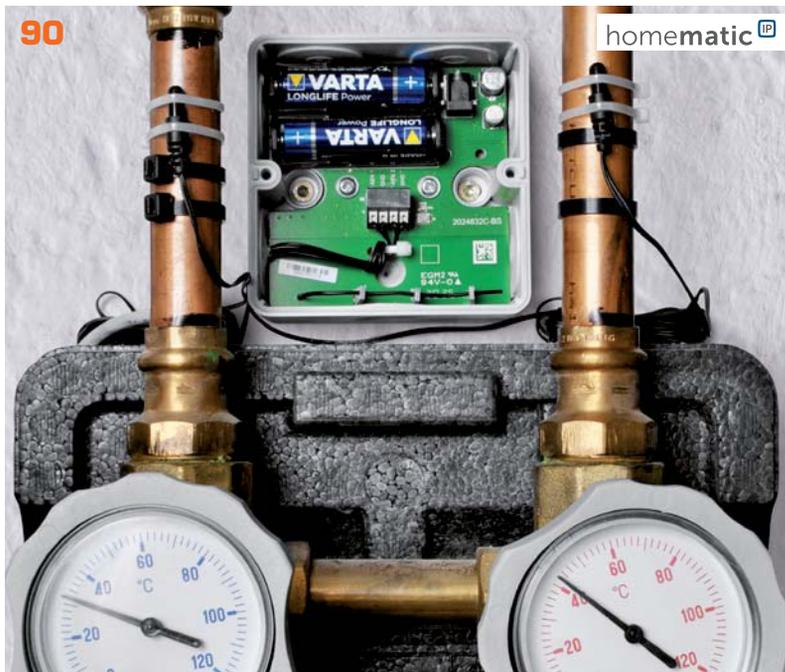
- 90 Intelligenz durch Differenz – 2-fach-Tempersensoren HmlP-STE2-PCB**
Universelle Anwendungsmöglichkeiten im Smart Home



50

Node-RED

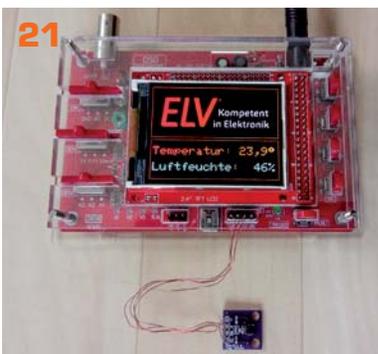
Node-RED – Programmieren (fast) ohne Code



90

homematic IP

Homematic IP 2-fach-Temperatursensor



21

STM32 mit Arduino IDE



32

Akustikreihe: Gehörschutz



80

Multitalente am Himmel: Drohnen



So funktioniert's

- 10 Bioelektronik IV**
Reaktionsvermögen, Aufmerksamkeit und Stress
- 21 Besser machen**
STM32 mit Arduino IDE nutzen und Mini-Oszilloskop DSO138 optimieren, Teil 1
- 32 Destruktive Interferenz**
Von passiven Gehörschutzmitteln bis zum aktiven Schallschutz mithilfe von Antischall
- 50 Programmieren (fast) ohne Code**
Node-RED: Ein Blick unter die Haube und praktische Anwendungen für Automatisierungen



Spezial

- 48 Experten antworten**
- 73 Leser testen und gewinnen**



Rubriken

- 98-99 Die Neuen**
- 112-113 Service Bestellhinweise Impressum**
- 114 Vorschau**

- 66 Intelligenter Strom**
Daten vom USB-IEC-Interface mit Node-RED auslesen und verarbeiten
- 72 BBC micro:bit erweitert**
Beliebter Lern-Mikrocomputer in Version 2.0
- 76 Nachhaltige Schaltung**
Bausatz BAP5 – vielseitige Batterieaufsteckplatine mit Buck-Converter im Praxistest
- 80 Drohnen**
Multitalente am Himmel



Mikrofonspezialist

Mikrofonverstärker mit Kompressor und Noise Gate SMV5-2

Der neue ELV Mikrofonverstärker SMV5-2 ist eine Weiterentwicklung des SMV5 aus dem ELVjournal 5/2006 und durch die zahlreichen Einstellmöglichkeiten für den Amateurfunkbereich optimiert. Mittels Trimmer können jetzt zusätzlich Kompressionsfaktor und Ausgangspegel eingestellt und so bestens an die angeschlossenen Komponenten bzw. Umgebungsbedingungen angepasst werden.

Kompressor, Expander und Co.

Bei der Verstärkung von Mikrofonsignalen kommt es nicht nur darauf an, einen möglichst rauscharmen Verstärker zu verwenden, sondern es sollten noch andere wichtige Aspekte berücksichtigt werden, z. B. durch die Distanzänderung zwischen Audioquelle und Mikrofon bedingte Pegelschwankungen.

Vor allem bei Sprachübertragung ist es wichtig, einen möglichst konstanten Pegel sowie eine maximale

Dynamik zu erreichen. Dieses Problem kennen vor allem Amateurfunker, denn Lautstärke bedeutet auch Bandbreite, und die soll im maximal möglichen Bereich ausgenutzt werden.

Schaltungen, die sich mit der Optimierung von Audiosignalen befassen, werden allgemein als Dynamikprozessoren bezeichnet. Die Signaleinheit hat das Ziel, das Audiosignal dahingehend zu bearbeiten, dass der Pegel möglichst konstant bleibt, die Dynamik optimal ist, und eine Übersteuerung vermieden wird. Die wichtigsten Komponenten eines Dynamikprozessors sind die Funktionsblöcke

- Kompressor
- Expander
- Limiter
- Noise Gate

Diese Schaltungsteile werden seit Jahrzehnten in der professionellen Studiotechnik eingesetzt. Dank moderner integrierter Schaltungen sind solche Prozessoren auch für den Heimgebrauch erschwinglich. Der Hersteller Analog Devices hat hierfür einen preiswerten und hochwertigen Chip entwickelt, den SSM2167 [1]. Dieser hervorragende Baustein kommt in zahlreichen Anwendungen zum Einsatz. Die detaillierte Funktionsweise eines Dynamikprozessors lässt sich nicht mit wenigen Worten erklären, hierzu sind ganze Bücher geschrieben worden. Wer sich näher mit Dynamikprozessoren beschäftigen möchte, findet im Internet zahlreiche Erklärungen [2].

Schauen wir uns nachfolgend die Funktionsweise der einzelnen Blöcke an. Hierzu dient das Blockschaltbild (Bild 1) und das Diagramm (Bild 2).

Kompressor

Mit einfachen Worten gesagt verringert ein Kompressor die Dynamik, was einer Verringerung zwischen den leisen und lauten Passagen eines Audiosignals gleichkommt. Dies wird im Abschnitt „Kompressor-Bereich“ in Bild 2 verdeutlicht. Mit dem Threshold (dt.: Schwelle) ist eine bestimmte Pegelschwelle gemeint, ab der der Kompressor aktiv werden soll. In Bild 2 ist dieser Punkt mit dem Noise Gate zusammengefasst. Ein wichtiger Parameter ist dabei der Kompressionsfaktor, der mit dem Begriff

SMV5-2

Artikel-Nr.
154613

Bausatz-
beschreibung
und Preis:



www.elv.com



Infos zum Bausatz SMV5-2



Schwierigkeitsgrad:
leicht



Ungefähre Bauzeit:
0,5 h



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



Besondere Werkzeuge:
LötKolben



Löterfahrung:
nein



Programmierkenntnisse:
nein



Elektrische Fachkraft:
nein

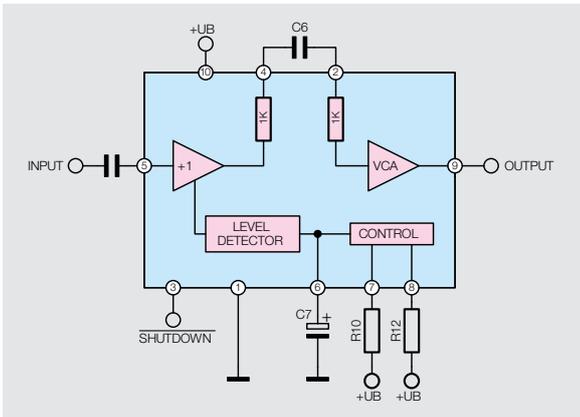


Bild 1: Das Blockschaltbild des SSM2167

Ratio angeben wird. Eine Ratio von 1:1 bedeutet, dass das Signal nicht beeinflusst wird. Bei einer Ratio von 4:1 muss der Eingangspegel um 4 dB steigen, um eine Änderung am Ausgang von 1 dB zu generieren. Die Ratio ist beim SSM2167 durch einen Trimmer (R12, siehe Schaltbild) im Bereich von 1:1 bis 5:1 einstellbar.

Expander und Noise Gate

Ein Expander ist im Prinzip genau das Gegenteil eines Kompressors. Die Dynamik wird in einem Bereich nach unten erweitert. Dies geschieht vor allem bei sehr kleinen (leisen) Signalen, um die Verständlichkeit zu erhöhen. In Bild 2 ist dieser Bereich als „Expander-Bereich“ dargestellt. Der Expander arbeitet mit dem Noise Gate zusammen. Das Noise Gate dämpft Signale unterhalb eines bestimmten Pegels (Threshold) ab bzw. schaltet das Signal komplett stumm, um Störsignale, wie z. B. Rauschen zu eliminieren. Die Noise Gate-Schwelle kann beim SSM2167 ebenfalls mit einem Trimmer eingestellt werden.

Limiter

Ein Limiter ist, wie auch der Kompressor, ein regelbarer Verstärker, der Übersteuerungen verhindern soll. Ab einem bestimmten Pegel (Limiter-Schwelle) wird der Eingangspegel nicht mehr verstärkt, sondern auf ei-

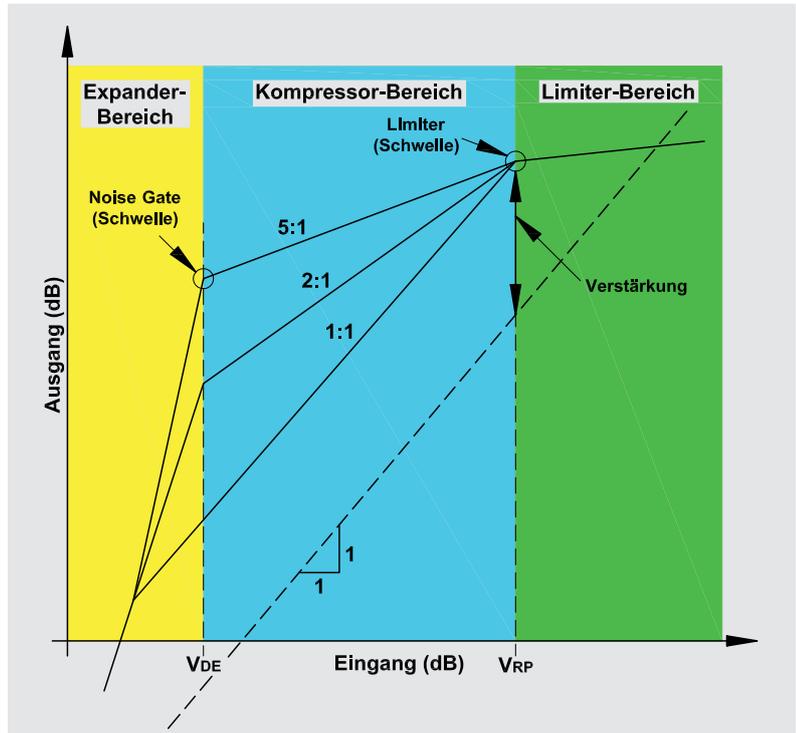


Bild 2: Kennlinie

nen bestimmten maximalen Pegel begrenzt. Durch diese Maßnahmen wird die Dynamik stark beeinträchtigt, aber eine Übersteuerung vermieden.

Tiefpass

Ein zuschaltbarer Tiefpass schwächt Frequenzen oberhalb von 3,5 kHz ab. Bei der reinen Sprachübertragung, wo es im Wesentlichen auf die Verständlichkeit der Sprache ankommt, reicht ein Frequenzgang von ca. 300 Hz bis 3,5 kHz aus. Frequenzen außerhalb dieses Bereichs sind nicht unbedingt notwendig bzw. können sich auch störend auswirken. Aus diesem Grund ist ein zuschaltbarer Tiefpass mit einer Grenzfrequenz von 3,5 kHz im Signalweg integriert.

Schaltung

Das Schaltbild für den Mikrofonverstärker ist in Bild 3 dargestellt. Hauptbestandteil der Schaltung ist IC1 (SSM2167). Die Funktionsweise wurde bereits im vorigen Abschnitt erklärt.

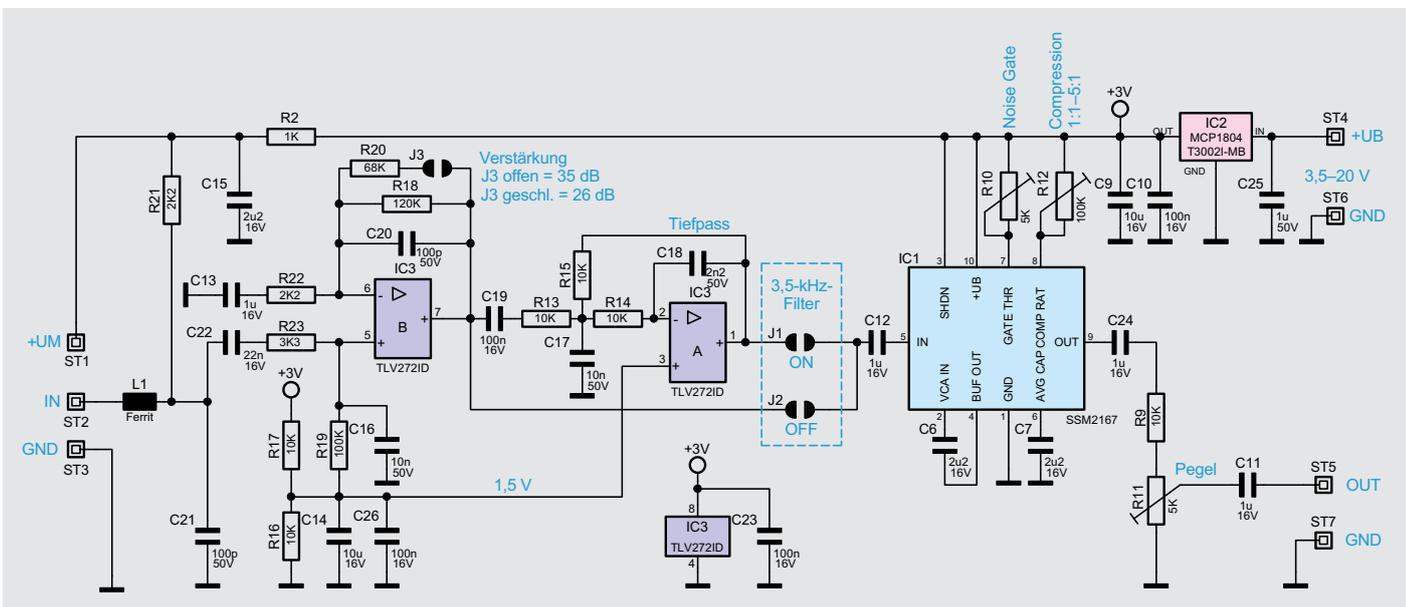


Bild 3: Schaltbild des Mikrofonverstärkers



Betrachten wir die Schaltung und den Signalverlauf im Detail. Der Mikrofonanschluss ist universell ausgelegt, d. h. es können sowohl 2- als auch 3-polige sowie MEMS-Mikrofone angeschlossen werden. Der Anschlusspunkt ST2 ist der Audioeingang für die Mikrofone.

Da alle Mikrofonarten eine Versorgungsspannung benötigen, wird über die Widerstände R2 und R21 eine Spannung auf den Eingang ST2 geführt. Dieses Prinzip wird in der Audiotechnik auch als Phantomspeisung bezeichnet.

Für 3-polige Elektret- und MEMS-Mikrofone steht noch ein separater Anschluss (ST1/+UM) zur Spannungsversorgung zur Verfügung (siehe auch Abschnitt „Nachbau und Inbetriebnahme“).

Das vom Mikrofon kommende Signal wird zunächst mit L1 und C21 von eventuell vorhandenen hochfrequenten Anteilen befreit. Über den Koppelkondensator C22 geht es weiter auf den Verstärker IC3, einem nichtinvertierenden Operationsverstärker. Der Verstärkungsfaktor kann mit der Lötbrücke J3 an verschiedene Mikrofontypen angepasst werden.

Nun folgt der schon erwähnte Tiefpass, der aus IC3A und Zusatzbeschaltung besteht. Es handelt sich hierbei um eine aktive Filterstufe 2. Ordnung mit einer Grenzfrequenz von 3,5 kHz. Mithilfe der beiden Jumper J1 und J2 kann ausgewählt werden, ob diese Filterstufe aktiv sein soll oder nicht. Falls man die Fil-

terstufe nicht möchte, wird einfach der Signalweg abgekürzt und somit die Filterstufe „überbrückt“.

Nun gelangt das Audiosignal auf das wichtigste Element der Schaltung: den Dynamikprozessor vom Typ SSM2167. Die wesentlichen Funktionen wurden ja schon beschrieben.

Der im Blockschaltbild (Bild 1) als „Level Detector“ gekennzeichnete Block ist ein Gleichrichter, der eine Gleichspannung erzeugt, deren Höhe proportional zum Signalpegel ist. Der externe Kondensator C7 an Pin 6 vom SSM2167 dient als Siebkondensator und bestimmt gleichzeitig die Zeitkonstante der Regelung.

Mithilfe des spannungsgesteuerten Verstärkers (VCA = Voltage Controlled Amplifier) kann das Ausgangssignal in der Amplitude beeinflusst werden. Die Regelung übernimmt der gekennzeichnete „Control“-Block.

Über den an Pin 7 (GATE THR) angeschlossenen Trimmer R10 wird die Schaltschwelle für die Rauschsperre (Noise Gate) eingestellt. Mit dem Trimmer R12 an Pin 8 (COMP RAT) wird der Kompressionsfaktor festgelegt. Über den Koppelkondensator C24 und den Widerstand R9 gelangt das Signal auf den Trimmer R11, mit dem der Ausgangspegel eingestellt werden kann. Über C11 wird das Ausgangssignal auf den Anschluss ST5 geführt.

Für die Elektronik wird eine stabile Spannung von 3,0 V benötigt, die mit dem Spannungsregler IC2 stabilisiert wird. Der Eingangsspannungsbereich erstreckt sich über den Bereich von 3,5 bis 20 V.

Nachbau und Inbetriebnahme

Die Platine wird bereits mit SMD-Bauteilen bestückt geliefert (siehe Bild 4), sodass nur die Mikrofonkapsel angeschlossen werden muss, somit entfällt der mitunter mühsame Umgang mit den kleinen SMD-Bauteilen.

Wichtig ist das Setzen (Verlöten) der Jumper J1 bzw. J2. Wird hier keine Verbindung hergestellt, ist der Signalweg unterbrochen und die Schaltung funktioniert nicht. Die Funktion der einzelnen Jumper und des Einstelltrimmers ist in Tabelle 1 erklärt.

In Bild 5 ist das Anschlussschema für die typische Anwendung dargestellt. Die Versorgungsspannung kann in einem Bereich von 3,5 bis 20 V liegen. Sie braucht nicht stabilisiert zu sein, denn ein interner Spannungsregler sorgt für eine stabile Spannung von 3,0 V.

Im linken Teil von Bild 5 sind zwei unterschiedliche Mikrofontypen dargestellt. Dem Bausatz liegt standardmäßig ein Elektret-Mikrofon bei, welches direkt an die Platine gelötet werden kann (siehe Bild 6). Bei den Elektret-Mikrofonen gibt es 2- und 3-polige Varianten. Deren interne Funktion und Anschlussbelegung ist links in Bild 5 zu sehen.

Optional kann auch ein sogenanntes MEMS-Mikrofon angeschlossen werden. Ein solches Mikrofon ist beispielsweise als kleines Modul von ELV erhältlich [3].

Die moderne MEMS-Technologie hat Vor- und Nachteile, wie im ELV-journal Beitrag zu diesem Mikrofon-Modul [4] nachzulesen ist. Da der Ausgangspegel des MEMS-1 im Vergleich zum Elektret-Mikrofon etwas kleiner ist, muss der Verstärkungsfaktor mit Jumper J3 angepasst (erhöht) werden.

Die Bohrungen der Anschlussleisten sind im 2,54-mm-Raster, sodass hier auch Stift- oder Buchsenleisten zum Einsatz kommen können. **ELV**

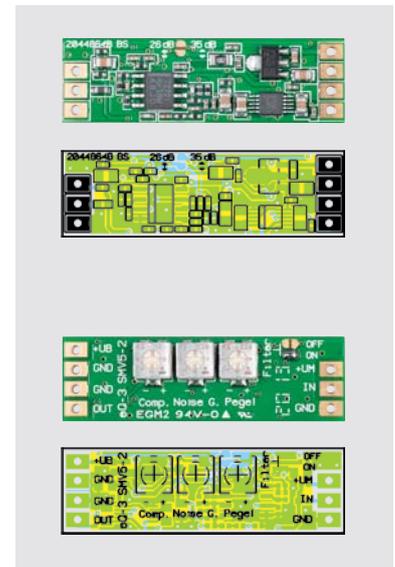


Bild 4: Platinenfotos

Widerstände:

1 kΩ/SMD/0402	R2
2,2 kΩ/SMD/0402	R21, R22
3,3 kΩ/SMD/0402	R23
10 kΩ/SMD/0402	R13–R17
10 kΩ/1 %/SMD/0805	R9
68 kΩ/SMD/0402	R20
100 kΩ/SMD/0402	R19
120 kΩ/SMD/0402	R18
Trimmer/5 kΩ/SMD	R10, R11
Trimmer/100 kΩ/SMD	R12

Kondensatoren:

100 pF/50 V/SMD/0402	C20, C21
2,2 nF/50 V/SMD/0402	C18
10 nF/50 V/SMD/0402	C16, C17
22 nF/16 V/SMD/0402	C22
100 nF/16 V/SMD/0402	C10, C19, C23
1 µF/16 V/SMD/0402	C11–C13, C24
1 µF/50 V/SMD/0603	C25
2,2 µF/16 V/SMD/0805	C6, C7, C15
10 µF/16 V/SMD/0805	C9, C14

Halbleiter:

SSM2167-1RMZ/SMD	IC1
MCP1804T-3002I/MB/SOT89-3	IC2
TLV272ID/SOIC8	IC3

Sonstiges:

Chip-Ferrit, 2500 Ω bei 100 MHz, 0603	L1
Elektret-Einbaukapsel, 2-pol.	ST1–ST3

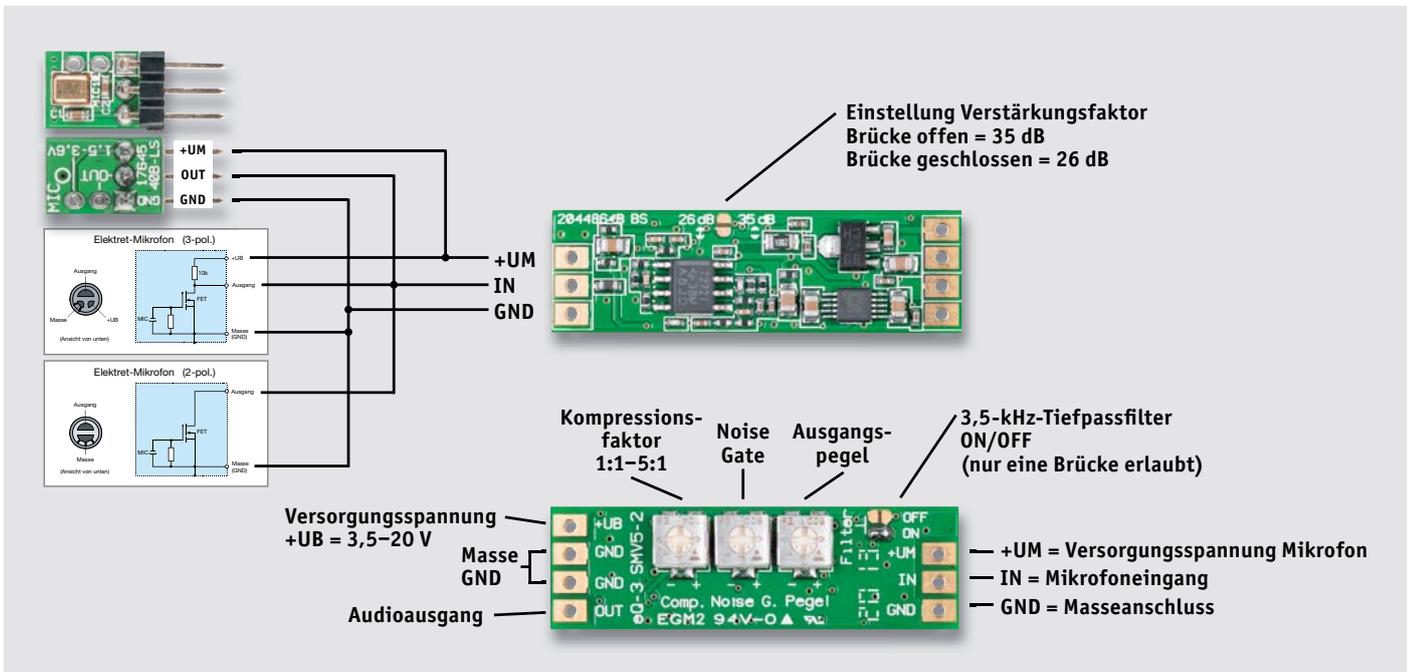
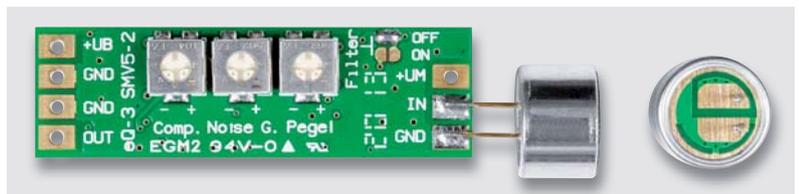


Bild 5: Konfigurations- und Anschlussmöglichkeiten des SMV5-2

Bild 6: So kann das beiliegende Elektret-Mikro direkt an die Platine gelötet werden.



Einstellmöglichkeiten des SMV5-2		
	<p>Kompression Hiermit wird der Kompressionsfaktor eingestellt. Der Bereich erstreckt sich von 1:1 (-) (default) bis 5:1 (+).</p> <p>Hinweis! Ein hoher Kompressionsfaktor erhöht auch das Grundrauschen!</p>	<p>Pegelanpassung für Experten Wenn der Bereich für die einstellbare Pegelanpassung nicht ausreicht, kann dieser Widerstand vergrößert oder verkleinert werden. Aus diesem Grund ist die Bauform von R9 etwas größer gewählt (1206).</p>
	<p>Noise Gate Legt die Schwelle des Noise Gate fest. Der Trimmer sollte für den Anfang auf Mittelstellung gebracht werden.</p>	<p>3,5-kHz-Filter Hier wird das Sprachfilter (3,5 kHz) aktiviert oder deaktiviert. Es darf nur eine Brücke geschlossen werden. Es muss auf jeden Fall eine der beiden Brücken geschlossen werden, da ansonsten die Funktion nicht gegeben ist.</p>
	<p>Pegel Hier lässt sich der Ausgangspegel einstellen. Die Funktion des Dynamikprozessors wird hiermit nicht beeinflusst.</p>	



Weitere Infos:

- [1] Datenblatt SSM2167
www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/SSM2167.pdf
- [2] Dynamikprozessor:
de.wikipedia.org/wiki/Dynamikprozessor
- [3] MEMS-Mikrofon-Bausatz MEMS-1:
www.elv.com: Artikel-Nr. 151456
- [4] ELVjournal Beitrag (ELVjournal 4/2017):
MEMS-Mikrofon MEMS-1
www.elv.com: Artikel-Nr. 206943

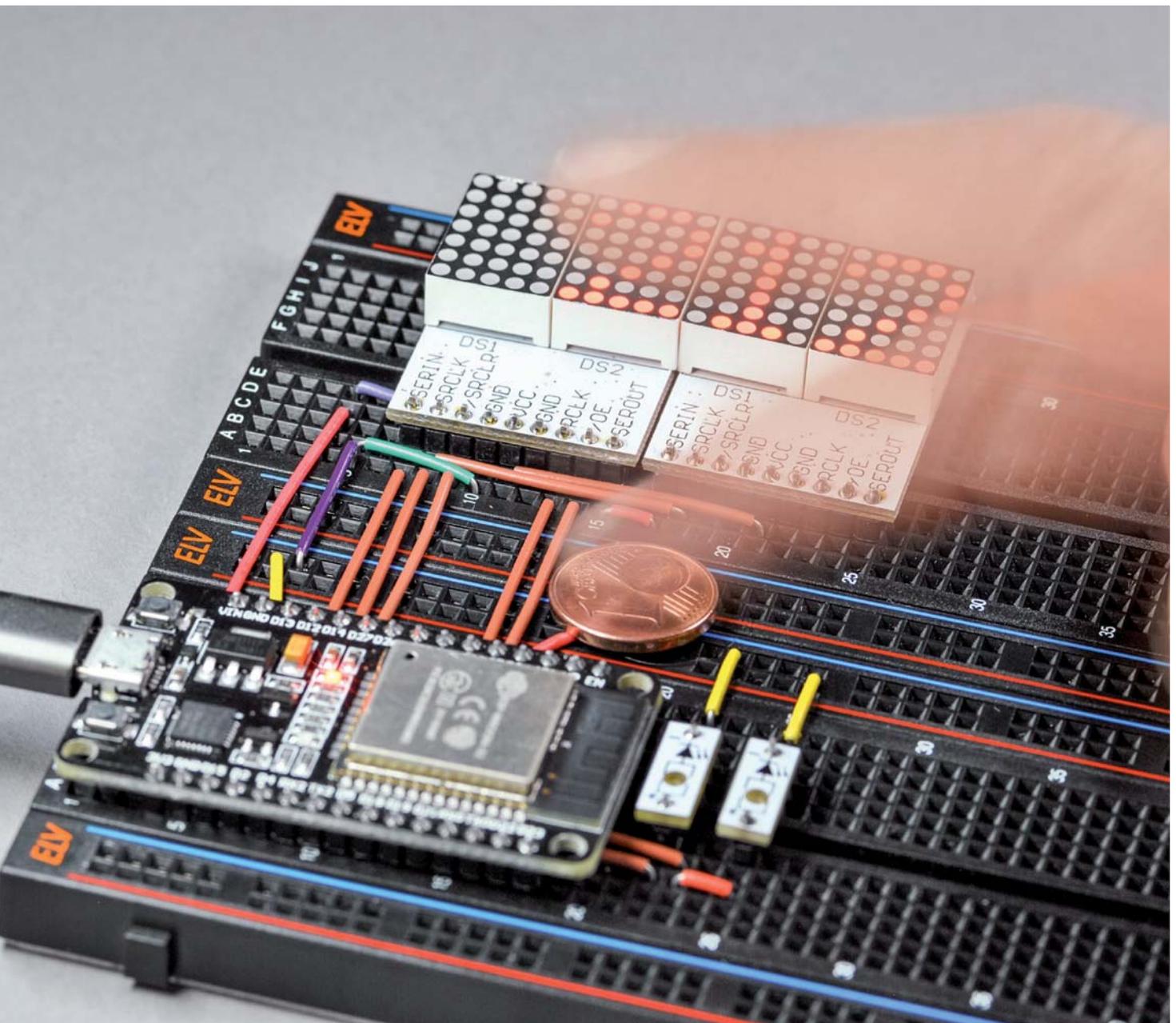
Technische Daten

Spannungsversorgung:	3,5–20 V
Stromaufnahme:	4 mA
Verstärkung:	26 dB/35 dB (per Lötbrücke wählbar)
Eingang:	Elektret-Mikrofon 2- oder 3-pol.
Eingangspegel:	50 mV max.
Frequenzbereich:	100 Hz–8,5 kHz (ohne Filter), 350 Hz–3,5 kHz (mit Filter)
Filter:	Tiefpass (3,5 kHz)
Sonstiges:	Pegel, Noise Gate, Kompression einstellbar
Leitungslängen:	3 m max.
Abmessungen (B x H x T) / Gewicht:	35 x 11 x 6 mm / 2,4 g

Bioelektronik IV

Reaktionsvermögen, Aufmerksamkeit und Stress

Dass das Führen von Fahrzeugen im Straßenverkehr unter Alkohol oder Drogen verboten ist, dürfte den meisten Menschen bekannt sein. Neben diesen Faktoren gibt es jedoch viele weitere Einflüsse, welche die Wahrnehmungs- und Reaktionsfähigkeit einschränken. Diese Faktoren werden häufig unterschätzt. Aber nicht nur im Verkehr, auch bei anspruchsvollen Tätigkeiten im beruflichen Umfeld ist ein gutes Reaktionsvermögen unabdingbar. In diesem Artikel zur Serie Bioelektronik sollen daher Geräte und Methoden vorgestellt werden, die es erlauben die Reaktionsgeschwindigkeit zu messen. Natürlich können die hier verwendeten Verfahren keine absolut zuverlässigen Aussagen über die Arbeitsfähigkeit oder die Verkehrstauglichkeit einer bestimmten Person zu einem gegebenen Zeitpunkt liefern. Vielmehr zeigen die Methoden einige quantitative Anhaltspunkte auf, die auf stressbedingte Erschöpfung oder allgemeine Müdigkeitserscheinungen hindeuten.





Risiken durch Übermüdung und Stress

Die Teilnahme am Straßenverkehrsgeschehen erfordert stets volle Konzentration auf die aktuelle Verkehrssituation. Auch kurze Unaufmerksamkeit kann zu folgenschweren Unfällen führen. Müdigkeit oder Alkohol-, Drogen- oder Medikamentenkonsum können das Konzentrations- und Reaktionsvermögen stark beeinträchtigen. Darüber hinaus setzen Emotionen wie Angst oder Wut die Aufmerksamkeit deutlich herab. Man geht davon aus, dass bei etwa 25 % aller schweren Unfälle Unaufmerksamkeit oder mangelndes Reaktionsvermögen im Spiel sind. Neben Alkohol gehört Müdigkeit am Steuer zu den häufigsten Unfallursachen. Insbesondere im beruflichen Fernverkehr kommt es immer wieder zu schweren Unfällen durch den berüchtigten „Sekundenschlaf“. Deshalb ist es von höchster Wichtigkeit, dass Müdigkeit rechtzeitig erkannt wird und entsprechende Erholungs- oder Ruhepausen eingelegt werden.

Aber nicht nur im Straßenverkehr schränken verschiedene Substanzen die Aufmerksamkeit und Konzentration erheblich ein. Auch bei der Bedienung von Maschinen oder bei anderen komplexen Aufgaben ist die volle geistige Leistungsfähigkeit der verantwortlichen Person erforderlich. Selbst wenn es nicht zu folgenschweren Unfällen kommt, kann die Arbeit unter Alkohol-, Drogen- oder Medikamenteneinfluss zu schwerwiegenden Konsequenzen führen und die Existenzgrundlage der betreffenden Person vernichten.

Emotionen wie Angst, Ärger oder Wut bergen ebenfalls ein erhebliches Gefährdungspotenzial, vor allem wenn sie so intensiv sind, dass sie die Aufmerksamkeit einschränken oder zu unbedachten Handlungen führen.

In diesem Artikel sollen zwei Methoden vorgestellt werden, die Hinweise auf hohe Stressbelastung, reduziertes Reaktionsvermögen oder auch eine eingeschränkte Aufmerksamkeit liefern. Das erste Verfahren ist die Messung der Flimmerverschmelzfrequenz, die zweite Methode erlaubt die Bestimmung der aktuellen Reaktionszeit einer Testperson.

Flimmerverschmelzfrequenz als Ermüdungsindikator

Die Flimmerverschmelzfrequenz (FVF oder FFF für engl. flicker fusion frequency) ist diejenige Frequenz, ab der einzelne Lichtpulse nur noch als kontinuierlicher Lichtreiz wahrgenommen werden. Durch die Verschmelzung der Lichteindrücke (Flimmerfusion) wird schließlich ein einheitliches Bild ohne Helligkeitsvariation wahrgenommen.

Die FVF hängt direkt mit der Persistenz des Sehens zusammen, die für verschiedene optische Effekte oder aber auch „optische Täuschungen“ verantwortlich ist. So werden Einzelbilder in rascher Abfolge als kontinuierlicher Filmablauf wahrgenommen. Bereits im 17. Jahrhundert wurde mit der sogenannten „Laterna magica“ eine Reihe von Bildern, die auf eine Glasplatte gemalt waren, auf eine Wand projiziert und rasch bewegt. Dadurch konnte die Illusion „lebendiger“ Bewegungen hervorgerufen werden. Erste Untersuchungen zur Flimmerfusionsfrequenz gab es

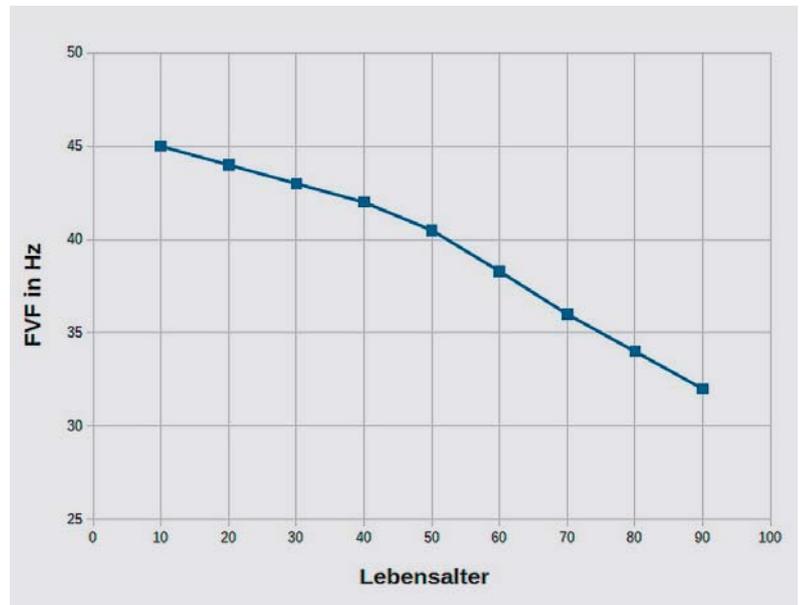


Bild 1: Abhängigkeit der FVF vom Lebensalter

dann ab dem 18. Jahrhundert. Seitdem ist bekannt, dass das Auge nicht alle Einzelheiten schneller Bewegungen erfassen kann. Die FVF hängt von mehreren Parametern ab, u. a. von:

- der Modulationstiefe des Lichtsignals
- der absoluten Beleuchtungsstärke
- der Wellenlänge des verwendeten Lichts
- der Position des Lichtreizes auf der Netzhaut
- der Dunkelanpassung des Auges
- physiologischen Faktoren wie Alter (Bild 1) und Müdigkeit

Die FVF liegt beim Menschen bei etwa 30 bis maximal 50 Einzelreizen pro Sekunde. Die Ursache für die Flimmerfusion ergibt sich daraus, dass oberhalb dieser Frequenz das Rezeptorpotenzial in den Sehzellen zwischen den Wechslern nicht mehr abklingen kann. Die einzelnen Reize verschwimmen zu einem gleichbleibenden Signalniveau, welches das Gehirn bzw. das Nervensystem als Dauerlicht interpretiert.

Da die Flimmerverschmelzfrequenz vom Ermüdungszustand abhängig ist, kann sie bis zu einem gewissen Maß als Indikator für die aktuelle Leistungsfähigkeit bzw. Erschöpfung einer Person dienen. Umfangreiche Untersuchungen zu diesem Themenkreis zeigten allerdings, dass neben dem Ermüdungszustand auch die oben genannten Einflüsse eine erhebliche Rolle spielen.

Die FVF variiert auch von Mensch zu Mensch. So soll etwa Leonardo da Vinci den maximalen Anstellwinkel von Libellenflügeln im Flug korrekt gezeichnet haben, obwohl dieser für die meisten Menschen nicht erkennbar ist. Auch verschiedene Tierarten erreichen deutlich höhere Flimmerfusionsschwellen. So wurde gezeigt, dass Tauben Werte von über 100 Hz erreichen. Auch bei Greifvögeln wurden deutlich bessere FVF-Werte gemessen als beim Menschen. Für Facettenaugen einer Fliege wurde sogar Werte von bis zu 240 Hz ermittelt.

In der Technik spielt die FVF eine entscheidende Rolle. So ist die Bildwiederholffrequenz von Fernsehgeräten oder Monitoren ein wichtiger Qualitätsfaktor. Die meisten Menschen nehmen ab einer Frequenz von ca. 75 Hz einen Bildschirm als absolut flimmerfrei war. Dieser Wert liegt also deutlich höher als die reine FVF. Dies ergibt sich aus der Tatsache, dass großflächige Lichtquellen durch die zur Erfassung notwendige Augenbewegung anders wahrgenommen werden als nahezu punktförmige Leuchtdioden. Bei der sogenannten Pulsweitenmodulation (PWM) ist die FVF ebenfalls von zentraler Bedeutung. Auch hier sollten beispielsweise die Grundfrequenzen für Sieben-Segment-Displays im Multiplexbetrieb bei mindesten 60 Hz liegen, um eine flimmerfreie Anzeige zu gewährleisten.

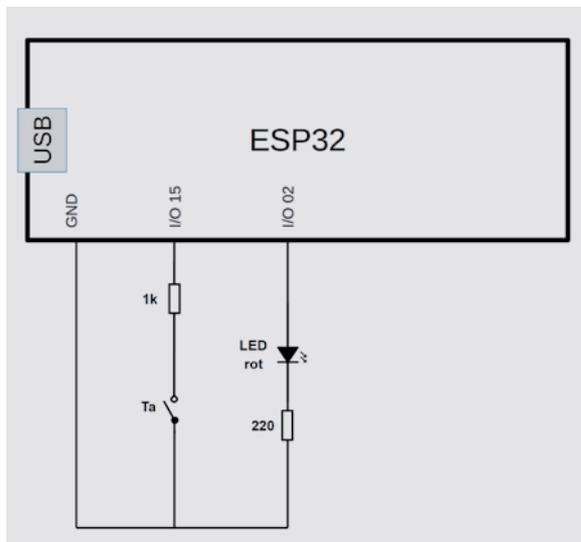


Bild 2: Schaltbild zur FVF-Messung

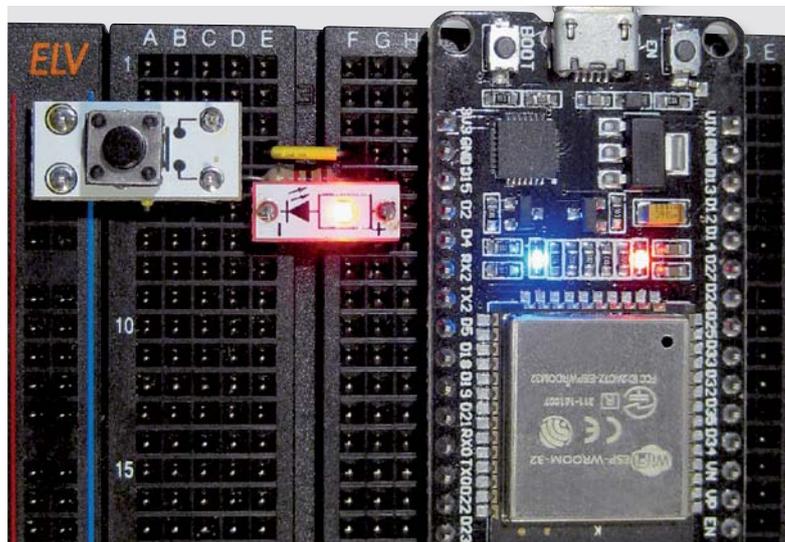


Bild 3: Aufbauvorschlag zur FVF-Bestimmung

Messung der FVF

Die individuelle FVF einer Testperson kann relativ leicht bestimmt werden. Prinzipiell sind dazu ein Rechteckgenerator und eine LED ausreichend. Lediglich die exakte Bestimmung der Blinkfrequenz ist mit einigem Aufwand verbunden. Mithilfe eines Mikrocontrollers stellt aber auch die Frequenzmessung keine unüberwindbare Hürde dar. Obwohl für diese Aufgabe auch ein wesentlich einfacherer Controller ausreichen würde, soll hierfür ein ESP32 (s. Material) zum Einsatz kommen, da dieser auch für den Reaktionstester im nächsten Kapitel verwendet werden kann. Der Hardwareaufbau ist in [Bild 2](#) (Schaltbild) und [Bild 3](#) (Aufbaufoto) dargestellt.

Bei einigen ESP-Boards ist der I/O-Port 2 bereits fest mit einer On-board-LED verbunden. In diesem Falle kann auf die zusätzliche Leuchtdiode verzichtet werden. Möchte man trotzdem eine externe LED ver-

wenden, um etwa mit einer anderen Farbe zu testen, kann man auf einen anderen Port umsteigen.

Neben dem Controller selbst sind nur ein Taster und eine LED (mit Vorwiderstand) erforderlich. Beide Komponenten sind beispielsweise im PAD1- bzw. PAD2-Prototypenadapterset enthalten. Der Aufbau kann auf zwei Steckboards des Typs „ELV Breadboard schwarz“ erfolgen (s. Abschnitt „Material“ am Ende des Beitrags).

Der 1-kΩ-Widerstand in Serie zum Schalter dient lediglich dem Schutz des Controllers. Wird beispielsweise durch einen Softwarefehler der Port 15 als Ausgang konfiguriert und auf HIGH-Pegel geschaltet, würde ein Betätigen des Tasters ohne Serienwiderstand einen Kurzschluss verursachen. Durch den Widerstand wird der Controller auch in diesem Falle nicht gefährdet.

Softwareseitig muss ein Rechtecksignal mit einer Frequenz von 30 bis 50 Hz erzeugt werden. Dieses muss langsam von niedrigen Frequenzen zu höheren hin ansteigen oder von hohen Frequenzen beginnend abfallen. Über die Taste wird die Reaktion der Testperson abgefragt. Das folgende Programm erfüllt diese Anforderungen:

```
// FVF_test.ino
// ESP32 @ IDE 1.8.12

# define LEDpin 2
# define ButtonPin 15

int minFreq=30; // in Hz
int maxFreq=50; // in Hz
long int start;
int duration=100; // ms per 0.1 Hertz
float peri;
bool stopIt=false;
bool InterResults=false; // show intermediate frequencies?

void setup()
{
  pinMode(LEDpin, OUTPUT);
  pinMode(ButtonPin, INPUT_PULLUP);
  Serial.begin(250000);
}

void loop()
{
  // falling frequency
  for (int f=10*maxFreq; f>=10*minFreq; f--)
  {
    peri=5000000/f; // halfperiode in us
    start = millis();
```



```

while ((millis()-start)<duration)
{ digitalWrite(LEDpin, HIGH);
  delayMicroseconds(peri);
  digitalWrite(LEDpin, LOW);
  delayMicroseconds(peri);
  if (digitalRead(ButtonPin)==LOW) stopIt=true;
  if (stopIt) break;
}
if (InterResults) Serial.println(f/10.0,1);
if (stopIt)
{ Serial.print("FVF (down) = "); Serial.println(f/10.0,1);
  break;
}
}
digitalWrite(LEDpin, LOW);
delay(5000);
stopIt=false;

// rising frequency
for (int f=10*minFreq; f<=10*maxFreq; f++)
{ peri=5000000/f; // halfperiode in µs
  start = millis();
  while ((millis()-start)<duration)
  { digitalWrite(LEDpin, HIGH);
    delayMicroseconds(peri);
    digitalWrite(LEDpin, LOW);
    delayMicroseconds(peri);
    if (digitalRead(ButtonPin)==LOW) stopIt=true;
    if (stopIt) break;
  }
  if(InterResults) Serial.println(f/10.0,1);
  if (stopIt)
  { Serial.print("FVF (up ) = "); Serial.println(f/10.0,1);
    break;
  }
}
digitalWrite(LEDpin, HIGH);
delay(5000);
stopIt=false;
}

```

Hier werden zunächst die beiden Pins für die LED-Ansteuerung (LEDpin) und die Tasterabfrage (ButtonPin) festgelegt.

Die Variablen:

```

int minFreq=30; // in Hz
int maxFreq=50; // in Hz

```

legen die Start- und die Endfrequenz fest. Die Werte können bei Bedarf angepasst werden. Wie [Bild 1](#) zeigt, sollte ein Bereich von 30 bis 50 Hz alle Anforderungen abdecken. Ist ein schnellerer Messablauf erwünscht, kann der Frequenzbereich entsprechend eingeschränkt werden. Die Variable

```
long int start;
```

dient lediglich als Hilfwert für die Festlegung der Messzeit. Diese wird über den Wert

```
int duration=100; // ms per 0.1 Hertz
```

festgelegt. Eine „duration“ von 100 bedeutet, dass die Signalfrequenz jeweils 100 ms lang konstant bleibt und dann weiter ansteigt oder abfällt. Um eine Frequenzänderung von 1 Hz zu überstreichen, ist also eine Messzeit von einer Sekunde erforderlich. Ein Messdurchlauf (30 bis 50 Hz) erfordert damit ca. 20 s. Die halbe Periodendauer des Messsignals wird in

```
float peri;
```

gespeichert.

Als Abbruchsignal dient

```
bool stopIt=false;
```

Diese Boolesche Variable wird auf true gesetzt, sobald der Taster an Pin 15 gedrückt wird. Das Programm kann die jeweils aktuellen Frequenzwerte auf die serielle Schnittstelle ausgeben. Falls diese Zwischenwerte nicht erwünscht sind, muss

```
bool InterResults=false; // show
intermediate frequencies?
```

auf dem Default-Wert false belassen werden. Wird die Variable auf true gesetzt, erscheinen alle Zwischenwerte im seriellen Monitor.

Im Setup werden lediglich die serielle Schnittstelle (mit 250.000 Baud) und die beiden I/O-Pins für die LED und den Taster initialisiert. Der Parameter

```
INPUT_PULLUP
```

bewirkt, dass bei dem betreffenden Port der interne Pull-up-Widerstand aktiviert wird. Damit kann auf einen entsprechenden externen Widerstand verzichtet werden.

In der Hauptschleife wird das eigentliche Messprogramm gestartet. Zunächst wird bei fallender



Frequenz gemessen. Für präzise Messungen ist eine ausreichende Frequenzauflösung erforderlich. Viele FVF-Messungen arbeiten hier lediglich mit ganzzahligen Hertz-Werten. Das hier vorgestellte Programm erlaubt dagegen eine Auflösung von 1/10 Hz. Dazu werden die Start- und Stop-Frequenzen in den For-Schleifen zunächst mit 10 multipliziert. Die Periodendauer des Signals ist der Reziprokwert der aktuellen Frequenz:

$$T = 1/f$$

Da die Variable `peri` die halbe Periodendauer in Mikrosekunden angibt und die Frequenzwerte verzehnfacht wurden, lautet die Umrechnung ($1.000.000 \mu s = 1 s$):

```
peri=5000000/f; // halfperiode in µs
```

Die Dauer eines Messintervalls wird über die `millis()`-Funktion gesteuert. Sobald die über „duration“ vorgegebene Messzeit abgelaufen ist, wird der neue Frequenzwert ausgegeben. Das eigentliche Rechtecksignal wird über die klassische Port-on/off-Funktion realisiert:

```
digitalWrite(LEDpin, HIGH);
delayMicroseconds(peri);
digitalWrite(LEDpin, LOW);
delayMicroseconds(peri);
```

Die LED ist also jeweils für die Dauer des Wertes „peri“ ein bzw. ausgeschaltet. Eine volle Periode entspricht daher dem Wert $2 \times \text{peri}$ (s. o.).

Die Abfragen

```
if (digitalRead(ButtonPin)==LOW)
stopIt=true;
if (stopIt) break;
```

sorgen dafür, dass der Messablauf unterbrochen wird, sobald der Taster gedrückt wurde. In diesem Fall wird die aktuelle Frequenz über

```
Serial.print("FVF (down) = "); Serial.println(f/10.0,1);
```

auf die Konsole ausgegeben. Die zweite For-Schleife arbeitet ähnlich wie die erste, mit dem Unterschied, dass die Blinkfrequenz hier langsam ansteigt.

Nach dem Laden des Programms kann mit der Bestimmung der FVF begonnen werden. Die vollständige Messung besteht aus zwei Teilen:

1. Bestimmung der FVF von Gleitlicht zum Flimmern ...

Die LED wird zunächst mit der Maximalfrequenz (nominal 50 Hz) moduliert. Das menschliche Auge ist nicht in der Lage, diese hohe Frequenz als Flimmern zu erkennen. Dann wird die Frequenz langsam reduziert. Sobald das erste Flimmern erkannt wird, muss der Taster gedrückt werden. Die aktuelle Frequenz wird als FVF (down) auf den seriellen Monitor ausgegeben.

2. ... und vom Flimmern zum Gleitlicht

Nach einer kurzen Pause beginnt die LED nun mit der Minimalfrequenz von 30 Hz zu blinken. Ausgehend von diesem Wert wird die Schaltfrequenz der LED langsam gesteigert. Sobald kein Flimmern mehr erkennbar ist, wird wieder der Taster betätigt. Der aktuelle Wert erscheint nun als FVF (up) in der Konsole und die Messung startet wieder mit der abfallenden Frequenz.

Bild 4 zeigt ein entsprechendes Beispielergebnis im seriellen Monitor. Im Idealfall sollten die beiden Werte für FVF (down) und FVF (up) übereinstimmen. In der Praxis ergeben sich jedoch meist geringfügige Unterschiede. Für zuverlässige Ergebnisse sollte man die Werte mehrfach aufnehmen und mitteln. Etwa zehn Mittelungen sind im Allgemeinen ausreichend.

Nun kann man verschiedene Testpersonen überprüfen. Je nach Lebensalter oder Ermüdungszustand sollten sich unterschiedliche Resultate zeigen. Der Einfluss der Ermüdung kann durch Messungen zu verschiedenen Tageszeiten bestimmt werden. **Bild 5** zeigt gemittelte Messreihen die morgens um ca. 8:00 Uhr und abends gegen 23:00 Uhr aufgenommen wurden. Jeder Messpunkt wurde über jeweils fünf Aufwärts- und fünf Abwärtswerte gemittelt.

Man erkennt, dass sich die Werte nur geringfügig unterscheiden. Für die morgendlichen Messungen ergibt sich ein Mittelwert von 42,1 Hz. Das Mittel für die abendlichen Ergebnisse liegt bei 40,8 Hz. Die Ursache für die geringe Differenz kann auch dadurch bedingt sein, dass die Tageszeit allein kein eindeutiger Indikator für den aktuellen Ermüdungszustand ist. So kann man sich durchaus am Morgen noch vergleichsweise müde, am späten Abend dagegen noch sehr fit fühlen.

Noch interessanter ist daher eventuell der Zusammenhang der Messergebnisse mit dem eigenen subjektiven Empfinden. So kann man eine Messreihe starten, wenn man sich nach einem intensiven Arbeitstag besonders angespannt fühlt. Nach einer besonders erholsamen Nacht mit mindestens acht Stunden Schlaf sollten sich dagegen besonders gute FVF-Werte ergeben. Auch auf Partys oder Firmenfesten kann man das Gerät einsetzen. Je intensiver gefeiert wird, desto schlechter sollten die FVF-Werte werden.

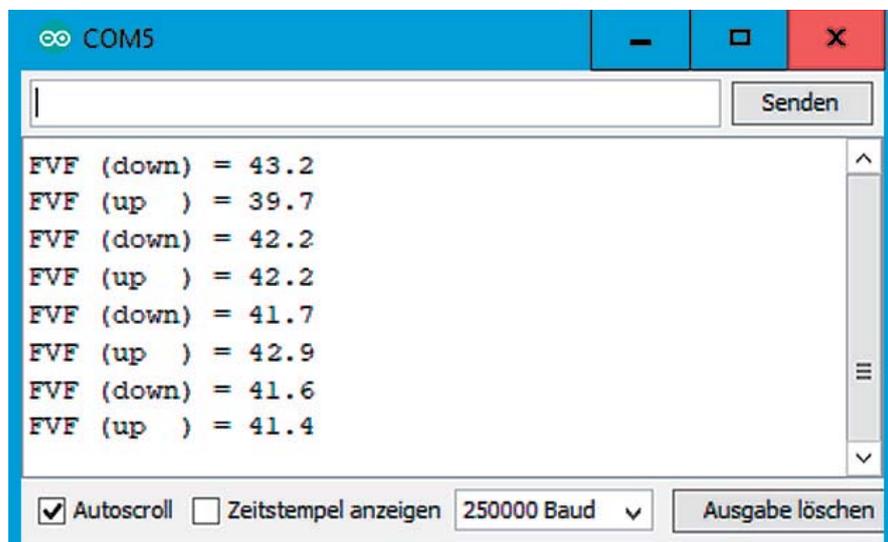


Bild 4: Messergebnisse zur FVF



Reaktionszeit, Konzentration und Aufmerksamkeit

Eine zweite Methode, um die Leistungsfähigkeit einer Person hinsichtlich Reaktionsvermögen und Aufmerksamkeit abzuschätzen, besteht in der Verwendung eines Reaktionszeitmessers. Bei der Anwendung des Gerätes geht es darum, auf eine bestimmte Aktion oder Veränderung möglichst schnell zu reagieren. Plötzliche Gefahren oder Signale tauchen im Straßenverkehr immer wieder auf. Ein klassisches Beispiel ist das Aufleuchten der Bremslichter des vorausfahrenden Fahrzeugs. Hier ist eine rasche Reaktion erforderlich, wenn ein Aufnahmfall vermieden werden soll.

In einem Reaktionstester kann das Aufleuchten von Bremslichtern durch eine LED simuliert werden. Der Tester soll folgende Anforderungen erfüllen:

- plötzliche und unerwartete „Situationsänderung“
- einfache Reaktionsmöglichkeit
- Messung der Reaktionszeit zwischen Signal und Aktion der Testperson im Millisekundenbereich

Die typische Reaktionszeit eines Autofahrers auf eine unerwartete Gefahr liegt bei ca. 200 bis 300 Millisekunden (0,2 bis 0,3 s). Die Reaktionszeit ist definiert als die Zeit, die zwischen dem Auftreten eines Reizes und der Antwort auf diesen verstreicht. Dies umfasst Erkennung der Situation, ihre kognitive Verarbeitung und die korrekte Reaktion. Die Reaktionszeit hängt somit von drei verschiedenen Faktoren ab:

- Wahrnehmung: Sehen, Hören oder Fühlen eines Reizes
- Verarbeitung: Entscheidung für die angemessene Reaktion
- Antwort: Ausführung einer motorischen Aktion

Ist auch nur einer dieser Prozesse verlangsamt, wird die Reaktionszeit negativ beeinträchtigt. Da die Reaktion immer auch motorische Abläufe beinhaltet, erfordert sie ein gut ausgebildetes Reflexsystem. Von entscheidender Bedeutung ist darüber hinaus die Komplexität des Reizes. Wenn mehr Information verarbeitet werden muss, dauert der Reaktionsprozess entsprechend länger. Mehrere Faktoren beeinträchtigen die Wahrnehmung der Reaktionsreize. Unter anderem spielen

- Müdigkeit und reduzierte Aufmerksamkeit
- hohe Temperaturen
- hohes Alter
- ein zu voller Magen
- Alkohol und Drogen
- Erkrankungen und Verletzungen

eine wesentliche Rolle. All diese Faktoren haben negative Auswirkungen und können die Wahrnehmung von Reizen, ihre Verarbeitung und damit die Reaktionszeit deutlich verschlechtern.

Zu den Störungen, welche die Geschwindigkeit der Informationsverarbeitung am meisten beeinträchtigen, gehört die sogenannte diffuse axonale Verletzung. Diese tritt meist nach einer Gehirnerschütterung auf, wenn neuronale Verbindungen geschädigt werden. Ein heftiger Schlag auf den Kopf führt dazu, dass Axonen, also jener Teil der Neuronen, der die Verbindung mit anderen Gehirnzellen ermöglicht, brechen oder sogar reißen. Diese Verletzung beeinträchtigt nicht nur einen spezifischen Bereich des Gehirns, sondern alle Axonen des Gehirns. Die Folge sind diffuse Störungen in der Wahrnehmung und eine Verminderung der Verarbeitungsgeschwindigkeit. Demzufolge verlängert sich die Reaktionszeit.

Eine schnelle Reaktion ermöglicht es, verschiedene Reize und Situationen korrekt und effizient zu verarbeiten. Dies ist bei den verschiedensten Alltagssituationen wie Autofahren, in einem Gespräch, beim Sport oder bei der Bedienung von Maschinen von entscheidender Bedeutung. Durch geeignete Trainingsverfahren kann die Reaktionszeit verbessert werden. Damit können verschiedene Umstände, die zu einer geschwächten oder langsameren Reaktionszeit führen, wie Schlafmangel, negati-

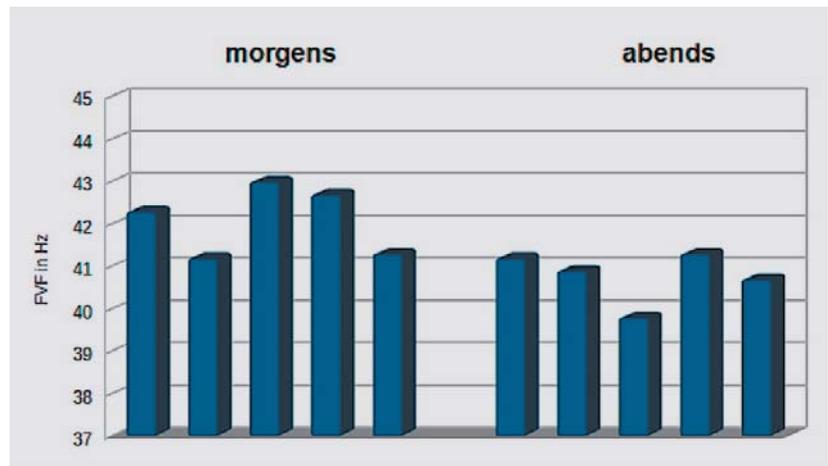


Bild 5: Abhängigkeit der FVF von der Tageszeit

ve Stimmung, Angst oder Konzentrationsmangel bis zu einem gewissen Maße ausgeglichen werden. Wird die eigene Reaktionsfähigkeit regelmäßig trainiert, werden die dadurch häufiger beanspruchten neuronalen Verbindungen stärker. Damit werden zunehmend weniger mentale Ressourcen benötigt und die Reaktionszeit verbessert sich. Dabei kann das im folgenden vorgestellte Gerät gute Dienste leisten.

Elektronischer Reaktionstester

Es existieren vielfältige Möglichkeiten für den Aufbau eines elektronischen Reaktionstesters. Die wesentlichen Komponenten sind jedoch immer eine hochauflösende Zeitmessung und die Erzeugung eines markanten Signals, auf das die Testperson in definierter Weise reagieren muss. Bei einfachen Systemen wird das Signal in regelmäßigen Zeitabständen ausgelöst. Dies verfälscht jedoch die Messung, da der Proband sich an den fest vorgegebenen Zeitraum gewöhnt. Dieser Einfluss kann eliminiert werden, wenn das Signal in zufälligen Zeitabständen erscheint. Mithilfe eines Mikrocontrollers ist die Erzeugung von zufälligen Zeitintervallen problemlos möglich. Dass es sich dabei lediglich um Pseudo-Zufallsabstände handelt, spielt hier keine wesentliche Rolle. Die Varianz der Pseudo-Zufallszahlen kann problemlos so gewählt werden, dass ein Gewöhnungseffekt vollständig unterbunden wird.

Die Basis bildet ein ESP32-Modul. Für die Anzeige der Reaktionszeit werden zwei LED-Matrixmodule verwendet. Diese sind im Prototypenadaptersatz PAD4 (s. Materialliste) enthalten. Die Ansteuerung der Module erfolgt über Schieberegister. Dazu werden fünf Signalleitungen benötigt. Diese Verbindungen sind in [Tabelle 1](#) zusammengefasst.

Da zwei Module eingesetzt werden, sind diese über die Datenleitungen zu verbinden, d. h. SEROUT des ersten Moduls muss mit SERIN der zweiten Einheit verdrahtet werden. Nach dem Anschluss der beiden LED-Punktmatrizen kann der Aufbau mit dem Sketch „DotMatrixCounter.ino“ (s. Downloadpaket [\[1\]](#)) getestet werden. Nach dem Laden des Sketches sollte die Anzeige etwa im Sekundentakt von 0 auf 9999 zählen.

Zur Signalisierung werden zwei LEDs in den Farben rot und grün verwendet. Die rote LED leuchtet im Ruhezustand. Sobald diese erlischt und die grüne

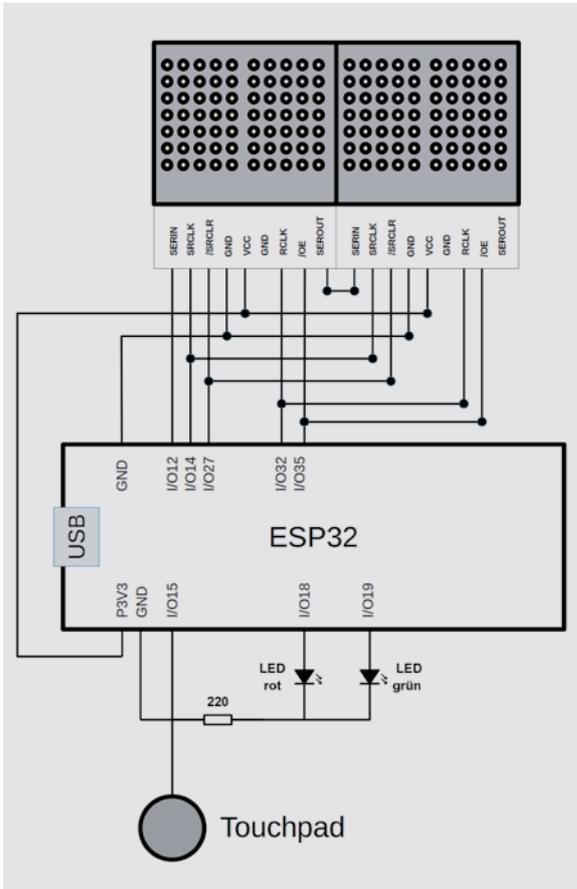


Bild 6 : Schaltung zum Reaktionsmessgerät

Leuchtdiode aktiv wird, ist eine schnelle Reaktion gefragt. Dies entspricht beispielsweise einem möglichst schnellen Start an einer Formel-1-Ampel. Möchte man eher die Reaktion auf das Aufleuchten eines roten Bremslichtes simulieren, kann man die grüne LED gegen eine rote tauschen. Die ursprüngliche rote LED entfällt in diesem Falle. Das „Startsignal“ ist dann das Aufleuchten der roten LED.

Die geforderte Reaktion besteht aus der Berührung eines Touch-Sensors. Die Zeit zwischen dem Umschalten der LEDs und der Sensorberührung wird gemessen und in Millisekunden auf den beiden Punktmatrixanzeigen dargestellt. Die Auflösung von einzelnen Millisekunden stellt für den ESP-Controller kein Problem dar. Zudem ist sie bei einer zu erwartenden Reaktionszeit von 200 bis 300 ms vollkommen ausreichend. Der Touch- bzw. Berührungssensor bietet sich an, da der ESP32 über zehn integrierte Touch-Sensoreingänge verfügt. Damit kann auf die ansonsten üblichen Taster verzichtet werden.

Steuerung über Berührungssensoren

Die zehn Touch-Sensor-Eingänge des ESP32 liegen an den folgenden I/O-Ports:

- Touch0 - GPIO4
- Touch1 - GPIO30 (n. v.)
- Touch2 - GPIO2
- Touch3 - GPIO15
- Touch4 - GPIO13
- Touch5 - GPIO12
- Touch6 - GPIO14
- Touch7 - GPIO27
- Touch8 - GPIO33
- Touch9 - GPIO32

Touch1 ist auf dem Node-MCU-Board nicht verfügbar (n. v.). Alle anderen Sensoreingänge sind frei verwendbar. Für den Reaktionstimer wurde GPIO15 (Touch3)

gewählt. Die Ansteuerung der Touch-Sensoren erfordert lediglich ein geeignetes „Pad“. Dieses kann beispielsweise aus einem Messingreißnagel oder aus einem geeigneten Stück Kupferblech mit Drahtanschluss o. Ä. bestehen. Den zugehörigen Aufbau zeigt Bild 7.

Die Funktion der Touch-Sensoren kann mit dem Sketch „TouchTest.ino“ überprüft werden (s. Downloadpaket). Nach dem Laden des Sketches wird der serielle Monitor der Arduino IDE gestartet. Wenn nun das TouchPad berührt wird, fällt der ausgegebene Messwert deutlich ab. Das Ergebnis im seriellen Plotter sollte ähnlich aussehen wie in Bild 8.

Zudem sollte beim Berühren des Pads die an Port 18 angeschlossene LED aufleuchten. Wie Bild 8 zeigt, liefert der Touch-Sensor im Ruhezustand Werte um 65. Sobald der Sensor berührt wird, fallen diese auf ein Niveau zwischen 8 bis 9 ab. Mit einem Schwellwert von

```
threshold=15;
```

ergibt sich also eine sichere Erkennung des Sensorsignals. Falls sich bei dieser Messung andere Werte ergeben, kann die Schwelle im Sketch (threshold) entsprechend angepasst werden. Es empfiehlt sich, die Schwelle eher niedrig anzusetzen, da sich eventuelle Störeinstreuungen vor allem auf den Ruhezustand des Sensors auswirken. Da sich insbesondere in elektromagnetisch stark belasteten Umgebungen (WLAN, Smartphones, Elektromotoren etc.) stärker schwankende Werte ergeben können, wurde der Sensorwert im Sketch 10-fach gemittelt. Im Bedarfsfall kann auch die Anzahl der Mittelungen variiert werden.

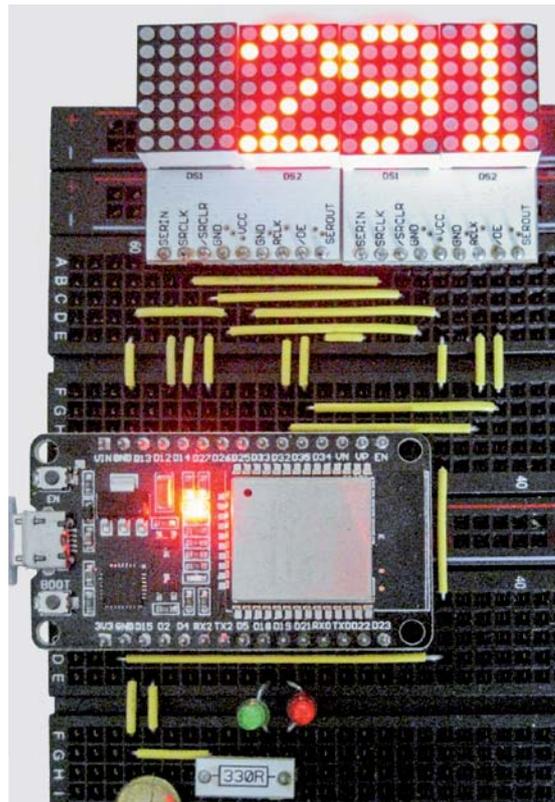


Bild 7: Der Reaktionsstester in Aktion: Reaktionszeit: 291 ms = 0,291 s

Tabelle 1

Verbindungen der Signalleitungen der LED-Matrixmodule zum ESP32

Funktion	Bezeichnung am Modul	Pin am ESP32
SERIAL DATA IN	SERIN	12
SERIAL_CLOCK	SRCLK	14
SERIAL CLEAR	/SRCLR	27
REGISTER_CLOCK	RCLK	32
OUTPUT ENABLE	/OE	35



Wenn die Funktion des Touch-Sensors erfolgreich getestet wurde, kann der Sketch des Reaktionszeitmessers geladen werden. Das vollständige Listing dazu sieht so aus:

```
// Reaction_TouchTimer.ino
// ESP32 @ IDE 1.8.12

#include "PAD4_DM.h"
#define NUMBER_OF_MODULES 2
#define SERIAL_DATA_PIN 12
#define SERIAL_CLOCK_PIN 14
#define SERIAL_CLEAR_PIN 27
#define REGISTER_CLOCK_PIN 32
#define OUTPUT_ENABLE_PIN 35

#define TOUCH_PIN 15
#define LED_RED 18
#define LED_GREEN 19

PAD4_DM Display_Module;
const byte threshold=15; // adapt to set-up
char strng [5]; // 4 digits + "/0"

byte minTime=10, maxTime=50; // time delay boundaries in 1/10 secs
int randomDelay;
int touchAverages=10;
int touchReadVal;
int start, reactionTime;

void setup()
{ Display_Module.begin(NUMBER_OF_MODULES, SERIAL_DATA_PIN, SERIAL_CLOCK_PIN, SERIAL_CLEAR_PIN,
REGISTER_CLOCK_PIN, OUTPUT_ENABLE_PIN );
pinMode(LED_RED, OUTPUT); digitalWrite(LED_RED, LOW);
pinMode(LED_GREEN, OUTPUT); digitalWrite(LED_GREEN, LOW);
randomSeed(100);
Serial.begin(250000);
}

void loop()
{ digitalWrite(LED_RED, HIGH);
randomDelay=random(minTime, maxTime);
for (int i=0; i<randomDelay; i++)
{ touchReadVal=getTouchValue(TOUCH_PIN, touchAverages);
Serial.println(touchReadVal);
if(touchReadVal<threshold) disqualified(1000);
delay(100);
}
digitalWrite(LED_RED, LOW); delay(10);
digitalWrite(LED_GREEN, HIGH); delay(10);
start=millis();
while (getTouchValue(TOUCH_PIN, touchAverages)>=threshold);
reactionTime=millis()-start;
digitalWrite(LED_GREEN, LOW);
Serial.println(reactionTime);
if (reactionTime>9999) overflow(3000);
else showNumber (reactionTime,3000);
}

void showNumber(int N, int duration)
{ int start=millis();
while((millis()-start)<duration)
{ sprintf(strng,"%4u",N);
Display_Module.set_display_buffer(strng);
Display_Module.update_matrix();
}
Display_Module.set_display_buffer(" ");
Display_Module.update_matrix();
}
```

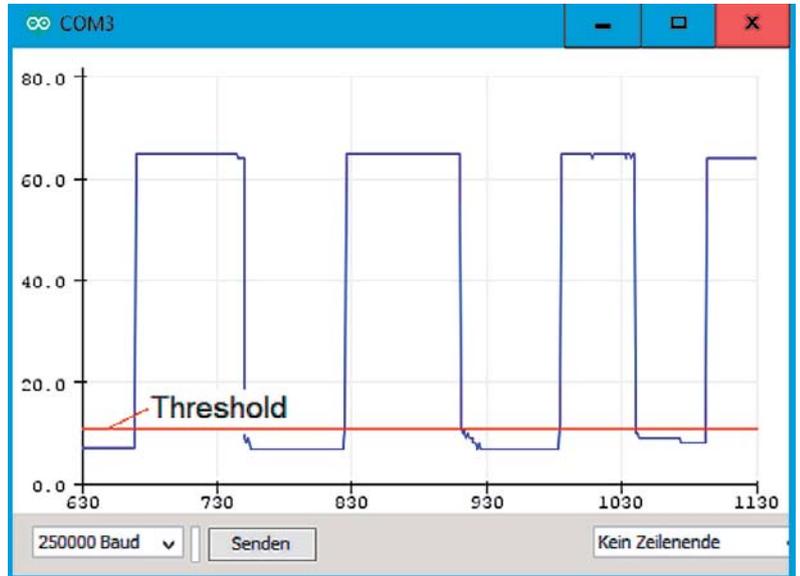


Bild 8: Signalverlauf beim Berühren des Touch-Sensors



```

void disqualified(int duration)
{ int start=millis();
  while((millis()-start)<duration)
  { Display_Module.set_display_buffer("DISQ");
    Display_Module.update_matrix();
  }
  Display_Module.set_display_buffer(" ");
  Display_Module.update_matrix();
}

void overflow(int duration)
{ int start=millis();
  while((millis()-start)<duration)
  { Display_Module.set_display_buffer("OVFL");
    Display_Module.update_matrix();
  }
  Display_Module.set_display_buffer(" ");
  Display_Module.update_matrix();
}

int getTouchValue(int PinNumber, int averages)
{ int touchVal=0;
  for (int i=0; i<averages; i++) touchVal+=touchRead(PinNumber);
  touchVal/=averages;
  return touchVal;
}

```

Zunächst wird die Bibliothek für die Ansteuerung der Dot-Matrix-Module eingebunden. Die zugehörige Library kann unter [2] von der ELV-Internetseite heruntergeladen werden. Dann werden die Pin-Nummer für die Dot-Matrix-Displays, den Touch-Sensor und die zwei LEDs (rot und grün) festgelegt. Anschließend wird das Display initialisiert, der Threshold für den Touch-Sensor festgelegt und der Hilfsstring für die LED-Matrix definiert.

Es folgt die Festlegung der Steuerparameter. Über

```

byte minTime=10, maxTime=50; // time delay
boundaries in 1/10 secs

```

können die Grenzen der Wartezeit zwischen den einzelnen Ereignissen in 1/10 s eingestellt werden. Mit der Voreinstellung beträgt die minimale Zeit zwischen zwei Umschaltvorgängen 1 s, die maximale Wartezeit liegt bei 5 s.

Im Setup werden die Dot-Matrix, die LED-Ports, der Touch-Sensor-Eingang und die serielle Schnittstelle initialisiert. Mit randomSeed() wird der Pseudozufallszahlengenerator gestartet. Diese Zufallssequenz ist zwar sehr lang, jedoch stets dieselbe. In dieser Anwendung spielt das keine Rolle, da die Ereignisse mit ausreichender Varianz erzeugt werden, um Gewöhnungseffekte zu vermeiden.

In der Hauptschleife wird zunächst die rote LED eingeschaltet. Damit ist der Reaktionszeitmesser in Bereitschaft. Dann wird über

```

randomDelay=random(minTime, maxTime);

```

eine zufällige Verzögerungszeit erzeugt. Die folgende For-Schleife sorgt dafür, dass die Schaltung über die Wartezeit hinweg in Bereitschaft bleibt. Wird während dieser Zeit der Touch-Sensor aktiviert:

```

touchReadVal=getTouchValue(TOUCH_PIN,
touchAverages);
Serial.println(touchReadVal);
if(touchReadVal<threshold) disqualified(1000);

```

wird auf der Matrixanzeige „DISQ“ für Disqualifikation angezeigt. Damit wird verhindert, dass durch permanentes Berühren des Sensors falsche Werte erzeugt werden.

Ist die zufällige Wartezeit abgelaufen, wird die rote LED ausgeschaltet und die grüne aktiviert:

```

digitalWrite(LED_RED, LOW); delay(10);
digitalWrite(LED_GREEN, HIGH);
delay(10);

```

Dies ist das Startsignal, auf das nun möglichst schnell reagiert werden muss. Gleichzeitig wird die Startzeit via millis()-Funktion erfasst. Die Zeit läuft so lange, bis der Touch-Sensor berührt wird:

```

while (getTouchValue(TOUCH_PIN,
touchAverages)>=threshold);

```

Anschließend wird die Reaktionszeit als Differenz zwischen Start- und Stoppzeit berechnet und auf das Display und die serielle Schnittstelle ausgegeben. Die Zeile

```

if (reactionTime>9999)
overflow(3000);

```

sorgt dafür, dass bei Reaktionszeiten von mehr als 9999 ms die Anzeige „OVFL“ für overflow, also Überlauf ausgegeben wird. Nachdem die grüne LED wieder deaktiviert wurde, steht der Reaktionstester für eine neue Messung zur Verfügung. Die drei Unterroutinen

```

void showNumber(int N, int duration)
void disqualified(int duration)
void overflow(int duration)

```

sorgen dafür, dass die gemessene Zeit bzw. die jeweils korrekten Informationen an das Display ausgegeben werden. Die Routine

```

int getTouchValue(int PinNumber,
int averages)

```

liefert den aktuellen Messwert des Touch-Sensors am Pin „PinNumber“ zurück. Der Parameter „averages“



legt die dabei verwendete Anzahl der Mittlungen fest. Der Parameter „duration“ gibt an, wie lange das Display jeweils aktiv bleibt.

Reaktionstraining

Wenn sowohl das Dot-Matrix-Display als auch der Touch-Sensor erfolgreich getestet wurden, kann der Sketch „Reaction_TouchTimer.ino“ auf den ESP32 geladen werden. Damit ist der Reaktionstester einsatzbereit. Nun kann die Reaktionszeit von Freunden, Bekannten oder Familienmitgliedern gemessen werden. Hier bestätigt sich meist der Trend, dass ältere Personen längere Reaktionszeiten benötigen. Bild 9 zeigt eine typische Verteilung für verschiedene Testpersonen:

- Testperson A: männlich 52 Jahre
- Testperson B: weiblich 48 Jahre
- Testperson C: weiblich 16 Jahre
- Testperson D: weiblich 22 Jahre
- Testperson E: männlich 78 Jahre

Zudem kann man die Reaktionsfähigkeit bei verschiedenen Ermüdungszuständen bestimmen. Auch hier bestätigt sich häufig, dass die Zeiten mit zunehmender Ermüdung länger werden (Bild 10).

Im Gegensatz zur FVF lässt sich die Reaktionszeit bis zu einem gewissen Maße durch spezielle Übungen verbessern. Durch intensives Training können Reaktionszeiten um bis zu 30 % reduziert werden. Dies ist ein

Hinweis darauf, dass die neuronale Verflechtung im Gehirn für diese spezielle Aufgabe verbessert wird. Inwieweit sich auf diese Weise die allgemeine Reaktionszeit einer bestimmten Person beeinflussen lässt, ist umstritten. Bild 11 zeigt jedoch einen klaren „Lernerfolg“ bei Anwendung des Reaktionszeitmessers.

Auch bei längerfristigem Training über einen Monat hinweg zeigen sich gewisse Erfolge (Bild 12). Diese sind jedoch aufgrund der relativ geringen Anzahl von Messpunkten nicht zweifelsfrei statistisch signifikant.

Fazit und Ausblick

Subjektive Phänomene wie Müdigkeit oder Aufmerksamkeit können mit elektronischen Mitteln bis zu einem gewissen Maße quantifiziert werden. So zeigen sich sowohl bei der Reaktionszeit als auch bei der FVF mehr oder weniger deutliche Korrelationen zum subjektiven Empfinden oder zur Tageszeit.

Die hier vorgestellten Schaltungen erlauben die Bestimmung von Parametern, die für gewisse Tätigkeiten wie etwa Autofahren oder Maschinenbedie-

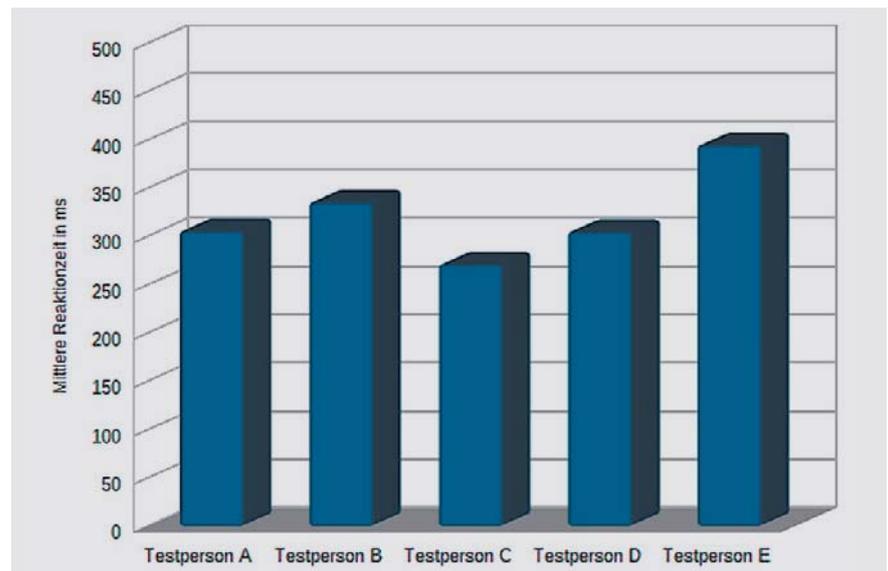


Bild 9: Typische Reaktionszeiten verschiedener Testpersonen

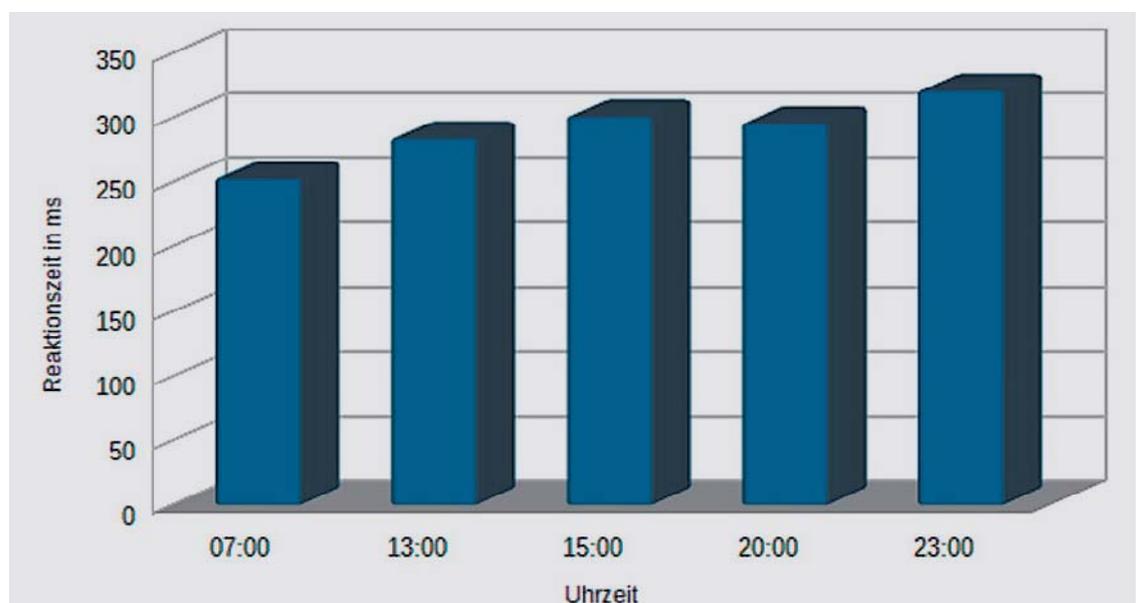


Bild 10: Zunahme der Reaktionszeit mit der Ermüdung bzw. Tageszeit

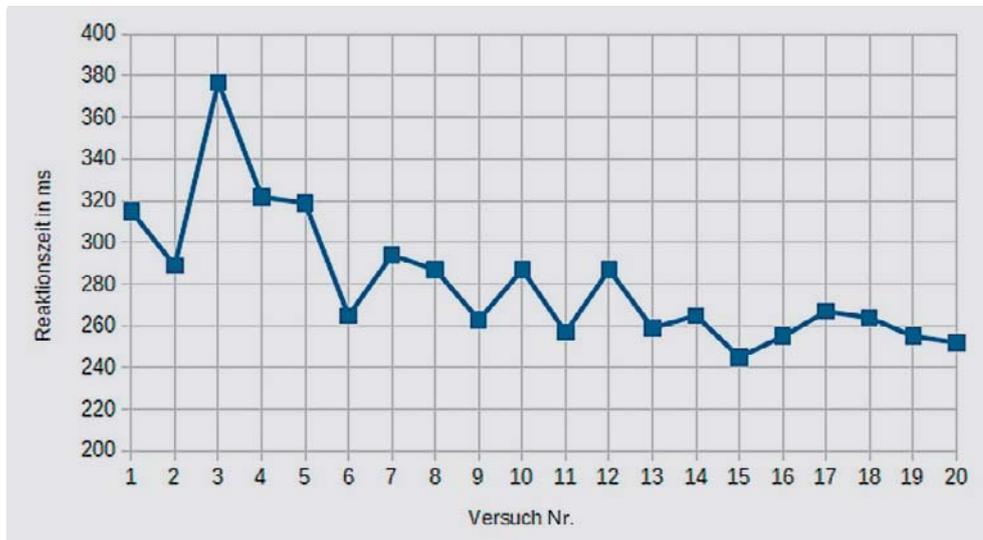


Bild 11: Kurzfristiger Lernerfolg

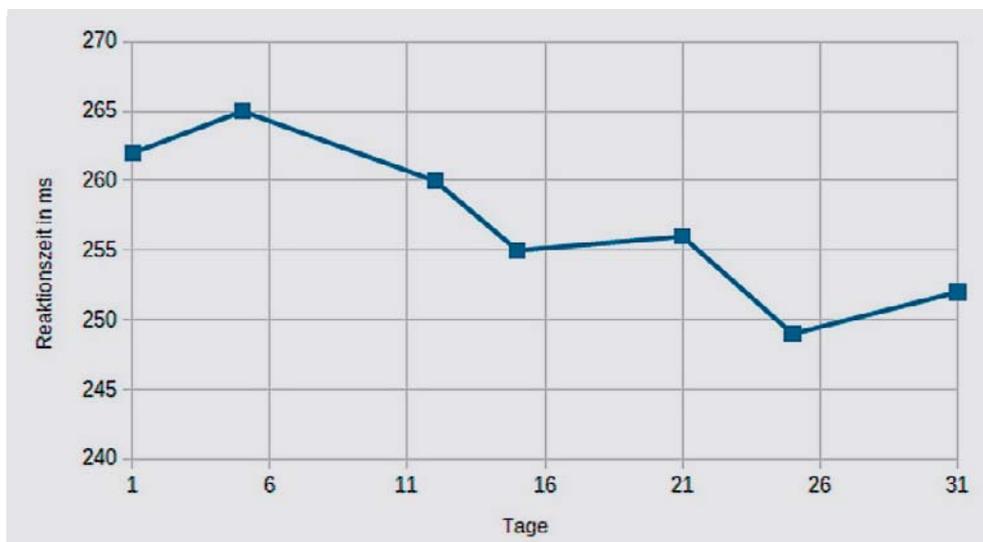


Bild 12: Verbesserung der Reaktionszeit durch Langzeittraining

nung von entscheidender Bedeutung sind. Natürlich können die Methoden nicht für die zuverlässige Bestimmung der Fahrtüchtigkeit herangezogen werden. Für eine gewisse Einschätzung im Rahmen des Famili-

en- oder Freundeskreises sind die Geräte aber dennoch aufschlussreich. Bei bestimmten Gelegenheiten wie Partys oder Festen haben sie zudem einen nicht unerheblichen Unterhaltungswert. Auch für Trainingszwecke und zur Selbsteinschätzung sind sie durchaus sinnvoll einsetzbar. Insbesondere umfangreichere Datensätze können sogar Aufschlüsse über das persönliche Lernverhalten bezüglich eines eigenen Reaktionstrainings liefern.

Auch im nächsten Artikel zu dieser Reihe wird es um bioelektronische Anwendungen gehen, die für Trainingszwecke eingesetzt werden können. Im Vordergrund steht dabei die Erfassung der elektrischen Herzsignale. Ein EKG-Verstärker wird dabei die vollständige und detaillierte Aufzeichnung eines Elektrokardiogramms ermöglichen. Die Erfassung der Herzaktivitäten über einen längeren Zeitraum hinweg ermöglicht es unter anderem, den eigenen Fitness- und Trainingszustand einzuschätzen. **ELV**



Weitere Infos:

- [1] Downloadpaket zum Beitrag:
Artikel-Nr.: 251599
- [2] Bibliothek für die Ansteuerung der Dot-Matrix-Module finden Sie im ELVshop bei der Artikelbeschreibung im Download-Bereich unter der Artikel-Nr. 155107

Ein Video, das den Reaktionszeitmesser in Aktion zeigt, kann unter <https://www.youtube.com/watch?v=wGsE18P6NMo> abgerufen werden.

Alle Links finden Sie auch online unter: de.elv.com/elvjournal-links

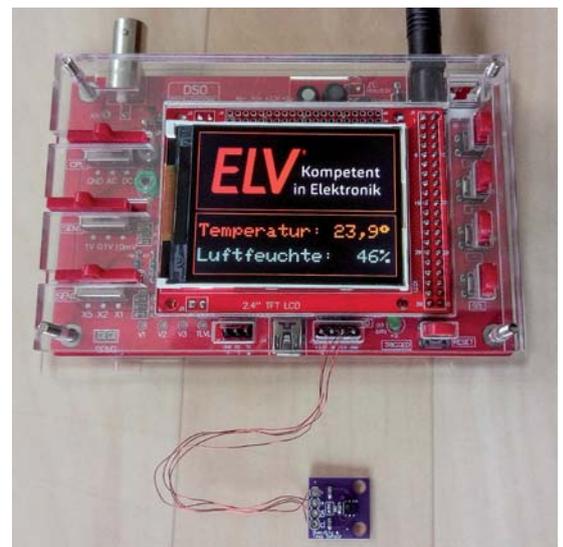
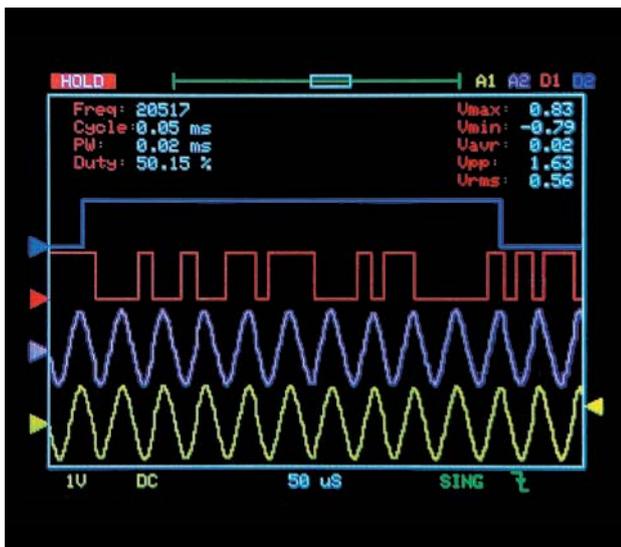
Material	Artikel-Nr.
JOY-iT Entwicklungsplatine NodeMCU mit ESP32	145164
ELV Steckplatine/Breadboard mit 830 Kontakten, schwarze ELV-Version	250986
ELV Bausatz Prototypenadapter für Steckboards PAD1	153761
ELV Bausatz Prototypenadapter für Steckboards PAD2, linear	154712
ELV Bausatz Prototypenadapter für Steckboards PAD3, passiv	154743
ELV Bausatz Prototypenadapter für Steckboards PAD4, digital	155107



Besser machen

STM32 mit Arduino IDE nutzen und Mini-Oszilloskop DS0138 optimieren, Teil 1

Mit der Arduino IDE steht eine Programmierplattform für die Arduino-Entwicklungsboards, die hauptsächlich auf Microchip-Prozessoren (ehemals Atmel-Prozessoren) basieren, zur Verfügung. Mit der Zeit sind auch andere Mikrocontroller wie ESP8266/ESP32 von Espressif in diese Entwicklungsumgebung integriert worden. Wir zeigen in unserem praktischen Beispiel anhand der Programmierung des kostengünstig erhältlichen Einsteiger-Oszilloskops DS0138, wie man auch mit STM32-/STM8-Controllern von STMicroelectronics diese Plattform nutzen kann. Dabei lernen wir nicht nur mehr über die notwendige Toolchain, sondern verbessern auch noch die Funktionen des DS0138 mit einer Open-Source-Firmware.



Hinweis: Alle hier vorgestellten Modifikationen geschehen auf eigenes Risiko und eigene Gefahr. Außerdem erlöschen sämtliche Garantieansprüche.

Mini-Oszilloskop DS0138

Viele Hobby-Elektroniker könnten hin und wieder ein Oszilloskop gebrauchen, um Signalverläufe grafisch anzeigen zu können. Um das Budget zu schonen, bietet sich ein günstiges Mini-Oszilloskop an, z. B. das DS0138 [1], das für viele Anwendungsfälle ausreicht. Es bietet eine Samplerate von 1 MS/s bei einer Analogbandbreite bis 200 kHz. Die Messauflösung beträgt 12 Bit, und es können 1024 Messwerte aufgezeichnet werden.

Sehr interessant an diesem Modell ist die Tatsache, dass der Schaltplan frei verfügbar ist [2]. Dort sieht man, dass ein Mikrocontroller des Typs STM32F103 als Steuer- und Messzentrale verbaut ist. Die Firmware ist im Onchip-Flash des STM32 gespeichert. Dieser Programmspeicher kann über einen herstellerseitig eingebauten Bootloader, der sich in einem nicht veränderbaren ROM-Bereich des Controllers befindet, beschrieben und gelesen werden. Hierzu ist ein USB-UART-Modul erforderlich.

Bei dem bei ELV erhältlichen DS0138-Modell von JOY-iT ist der Ausleseschutz des Flashs konfiguriert, sodass sich die im Auslieferungszustand vorhandene Oszilloskop-Firmware leider nicht sichern lässt. Auf dem Startbildschirm des DS0138 wird jedoch die vorhandene Firmware-Version angezeigt, und da einige Versionsstände auf der Hersteller-Website (s. u.) bereitgestellt werden, kann auch ohne vorherige Sicherung später diese Version wieder aufgespielt werden.

Da für die STM32-Familie die Arduino-Erweiterung STM32duino zur Verfügung steht, kann man zudem recht einfach eigene Firmwareprojekte entwickeln. Für das DS0138 wurde damit sogar eine alternative Firmware namens DLO-138 als Open-Source-Projekt entwickelt, die noch mehr Features bietet als die Original-Firmware. Außerdem lässt sich dank STM32duino das DS0138 auch als preisgünstige Experimentierplattform mit TFT einsetzen, wobei auch jederzeit wieder die Oszilloskop-Firmware aufgespielt werden kann.

Arduino mit STM32 – STM32duino

Der auf dem DS0138 verbaute STM32F103C8 ist ein leistungsfähiger 32-Bit-Mikrocontroller mit ARM-Cortex-M3-Core, der mit bis zu 72 MHz getaktet werden kann. Über eine interne PLL wird der Takt des extern angeschlossenen Quarzes (hier 8 MHz) entsprechend hochgetaktet. Der Programmspeicher befindet sich im Onchip-Flash und hat bei der C8-Variante eine Größe

von 64 kB. Dieser kann dank des eingebauten Bootloaders über den USART1 programmiert werden. Als Arbeitsspeicher stehen 20 kB RAM zur Verfügung. Außerdem bietet der Controller eine Vielzahl von Funktionen wie beispielsweise A/D-Wandler, USART, USB, SPI, I²C und Timer.

Die Programmierung eines solchen Mikrocontrollers kann komplex werden, da eine Vielzahl von Registern konfiguriert werden muss. Das „Reference Manual“ der STM32F1-Familie umfasst mehr als 1000 Seiten [3]. Es gibt jedoch eine Erweiterung für die Arduino IDE namens STM32duino, sodass auch ohne tiefgreifende Kenntnisse der STM32-Controller-Programme entwickelt werden kann.

Ursprünglich wurde das STM32duino-Projekt von Roger Clark als Weiterentwicklung des Codes für das Maple-Board von LeafLabs [4] begonnen, dessen Produktsupport 2016 vom Hersteller eingestellt wurde. Dabei wurden zunächst nur STM32F103-Boards unterstützt, also weder andere Varianten der STM32F1-Familie noch andere STM32-Familien wie z. B. STM32F4. Im Jahr 2018 übernahm dann STMicroelectronics das STM32duino-Projekt [5].

Der Programmcode wurde jedoch komplett umgebaut und als Aufsatz auf das Cube-HAL-Framework von STMicroelectronics konzipiert. Dadurch werden auch andere STM32-Familien unterstützt. Neben den Nucleo- und Discovery-Boards von ST werden auch viele andere STM32 Boards wie beispielsweise die bekannte „Blue Pill“ unterstützt.

Parallel zum offiziellen STM32duino-Projekt von ST wird auch das ursprüngliche Projekt unter dem Namen Arduino_STM32 von Roger Clark weiterhin gepflegt [6].

Dieser Arduino-Core ist jedoch anders aufgebaut und basiert nicht auf dem CMSIS (Cortex Microcontroller Software Interface Standard) der herstellerunabhängige Hardware-Abstraktionsschicht für Mikrocontroller darstellt, die auf Arm-Cortex-Prozessoren basieren.

Die Konstanten für die Register und Bitmasken heißen dort anders, d. h., ein vorhandener Arduino-Code für Arduino_STM32 ist oftmals nicht kompatibel mit dem offiziellen STM32duino-Core und erzeugt dort Compiler-Fehlermeldungen.

In den Header-Dateien auf [7] sind die unterschiedlichen Bezeichnungen ersichtlich. Beispielsweise wird bei Arduino_STM32 die Bezeichnung Timer2 verwendet, wohingegen bei STM32duino die Bezeichnung TIM2 gewählt wurde. Die später vorgestellte alternative Firmware DLO-138 für das DS0138 benötigt den Arduino_STM32-Core von Roger Clark. Es können problemlos beide STM32-Cores parallel installiert werden.

In den folgenden Schritten zeigen wir, wie man sich die Toolchain für Mikrocontroller auf Basis von STM32 unter der Arduino IDE einrichtet und darauf aufbauend eine neue Firmware auf das DS0138 aufspielt.

Schritt 1

Arduino als portable Version installieren

Im ersten Schritt wird die Arduino IDE als sogenannte Portable Version installiert. Dies hat den Vorteil, dass eine evtl. bereits bestehende

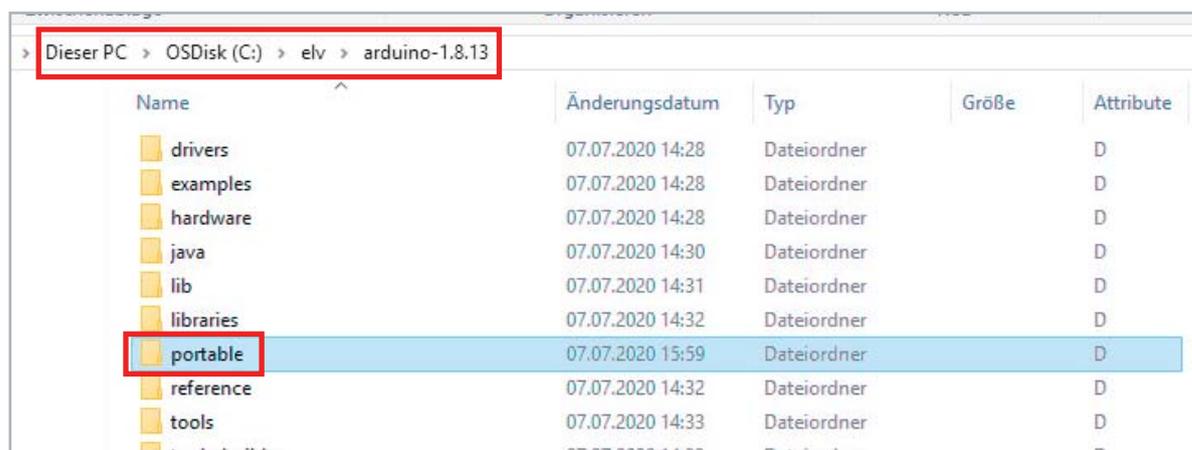


Bild 1: Manuelles Anlegen des Ordners portable



Arduino-Installation nicht angetastet wird und alle Erweiterungen unterhalb eines einzigen Ordners installiert werden anstatt verteilt in diversen Windows-Benutzerordnern. Zunächst wird auf [8] die aktuelle Version 1.8.13 als Zip-Datei heruntergeladen und in einen Ordner entpackt. Im Beispiel ist das C:\elv\arduino-1.8.13. Anschließend wird in diesem Ordner manuell ein Ordner namens „portable“ angelegt (Bild 1).

Alle zukünftig über die Arduino IDE installierten Erweiterungen werden dann automatisch in diesem Ordner „portable“ gespeichert, z. B. Sketchbook, Bibliotheken, Board-Packages und Hardware-Ordner. Die fertige Installation kann auch auf einen USB-Stick kopiert und auf einem anderen Rechner ausgeführt werden, ohne dort alles neu installieren zu müssen.

Schritt 2

ARM-Toolchain installieren

Nun wird im Ordner C:\elv\arduino-1.8.13 die Datei arduino.exe gestartet. Im Menü wird Werkzeuge → Board → Boardverwalter ausgewählt und dort das Board „Arduino SAM Boards (32-bits ARM Cortex-M3)“ installiert (Bild 2).

Dieses Paket ist eigentlich für Arduino-Boards mit Atmel-SAM-Controllern, wie z. B. das DUE-Board gedacht. Es wird dadurch jedoch die Toolchain arm-none-eabi-g++ installiert, die dem Kompilieren von Codes für ARM-Cortex-Mikrocontroller dient und auch für den STM32 benötigt wird. Die Installation dauert einige Zeit. Am Ende erscheint der Hinweis „Installed“ (Bild 3).

Schritt 3

STM32duino installieren

Im nächsten Schritt wird die offizielle STM32duino-Erweiterung von STMicroelectronics installiert. Hierzu wird in der Arduino IDE bei Datei → Voreinstellungen → Zusätzliche Boardverwalter-URLs folgende Adresse eingetragen:

https://github.com/stm32duino/BoardManagerFiles/raw/master/STM32/package_stm_index.json

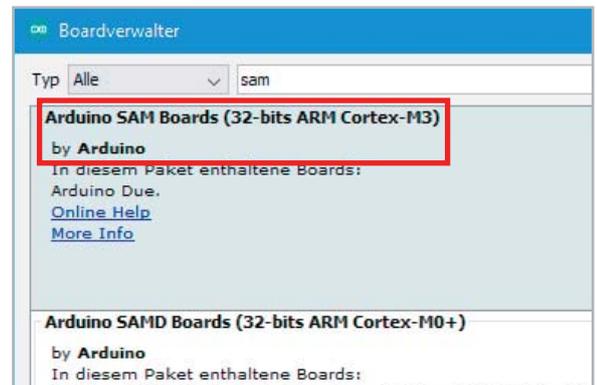


Bild 2: Installation des Pakets für Arduino-SAM-Boards

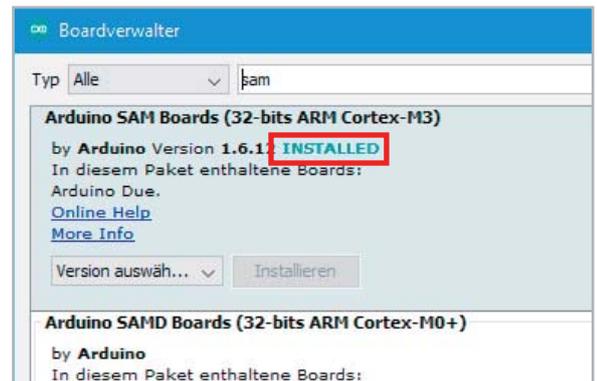


Bild 3: Erfolgreiche Installation des Pakets

Außerdem werden bei „Ausführliche Ausgabe während“ Häkchen bei Kompilierung und Hochladen gesetzt (Bild 4). Anschließend wird der Dialog mit OK beendet.

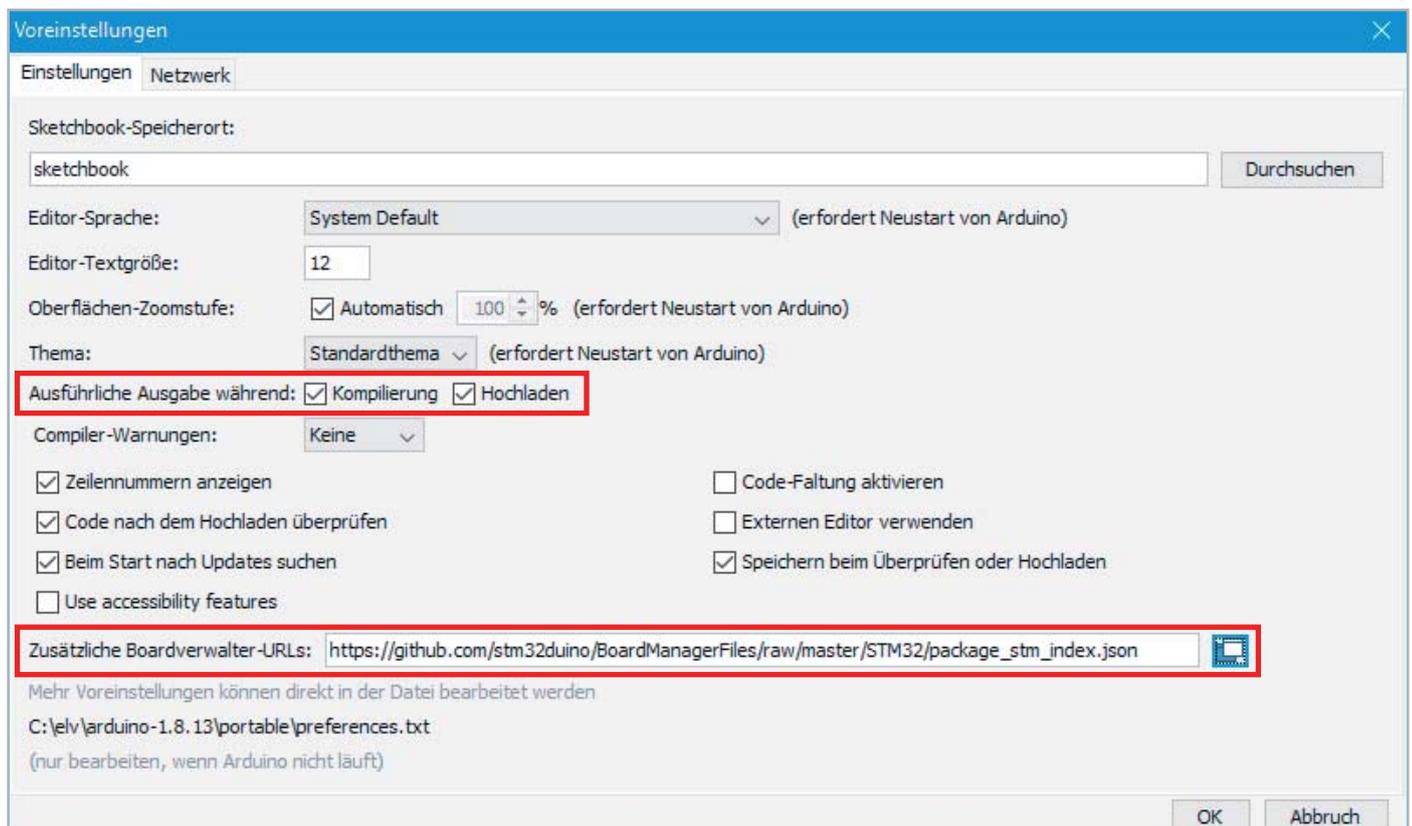


Bild 4: Eintragen der zusätzlichen Boardverwalter-URL



Unter Werkzeuge → Board → Boardverwalter wird oben in das Suchfeld „STM32 Cores“ eingegeben. Dadurch sollte das Board „STM32 Cores by STMicroelectronics“ gefunden werden (Bild 5). Falls nicht, funktioniert vermutlich der Internetzugriff aus der Arduino IDE heraus nicht. Gegebenenfalls muss dann unter Datei → Voreinstellungen → Netzwerk die Proxy-Konfiguration vorgenommen werden.

Auch hier dauert die Installation einige Zeit. Wenn der Hinweis „Installed“ erscheint, wurde der „Arduino core support for STM32 based boards“ installiert. Unter Werkzeuge → Board erscheint nun ein weiterer Eintrag „STM32 Boards“ (Bild 6).

Schritt 4

Arduino_STM32 installieren

Als Nächstes wird der Arduino_STM32-Core von Roger Clark installiert. Dieser wird benötigt, um später die

alternative Oszilloskop-Firmware DLO-138 kompilieren zu können. Zuerst wird die Arduino IDE beendet. Im Ordner „portable“ wird im Unterordner „sketchbook“ ein neuer Ordner „hardware“ angelegt (falls noch nicht vorhanden). Auf der Seite [9] wird das Zip-File heruntergeladen und entpackt.

Im entpackten Ordner Arduino_STM32-master befindet sich ein weiterer Ordner Arduino_STM32-master, der in Arduino_STM32 umbenannt wird. Anschließend wird Arduino_STM32 in den angelegten Ordner „hardware“ verschoben. Im Beispiel liegen die Dateien dann im Verzeichnis:

C:\elv\arduino-1.8.13\portable\sketchbook\hardware\Arduino_STM32 (Bild 7)

Schritt 5

Nun wird noch der Windows-Treiber installiert, um später den USB-Bootloader für den Upload der Sketches

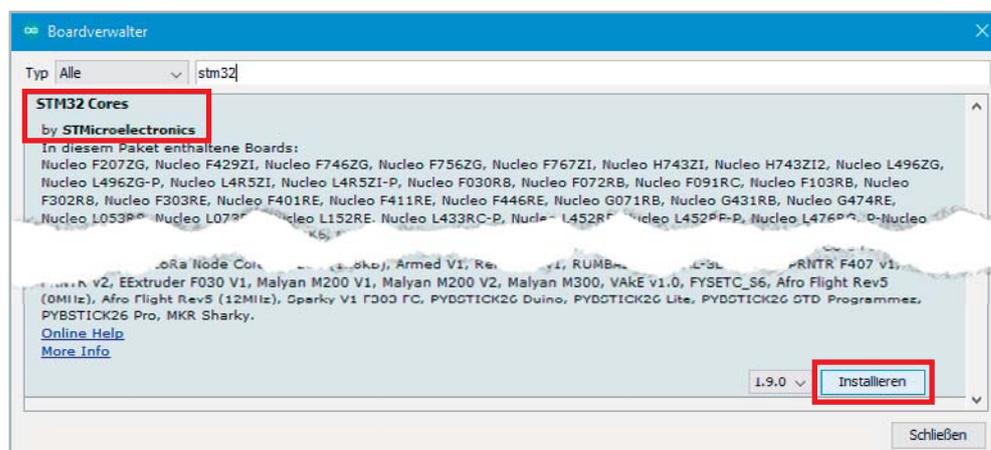


Bild 5: Paket STM32-Cores

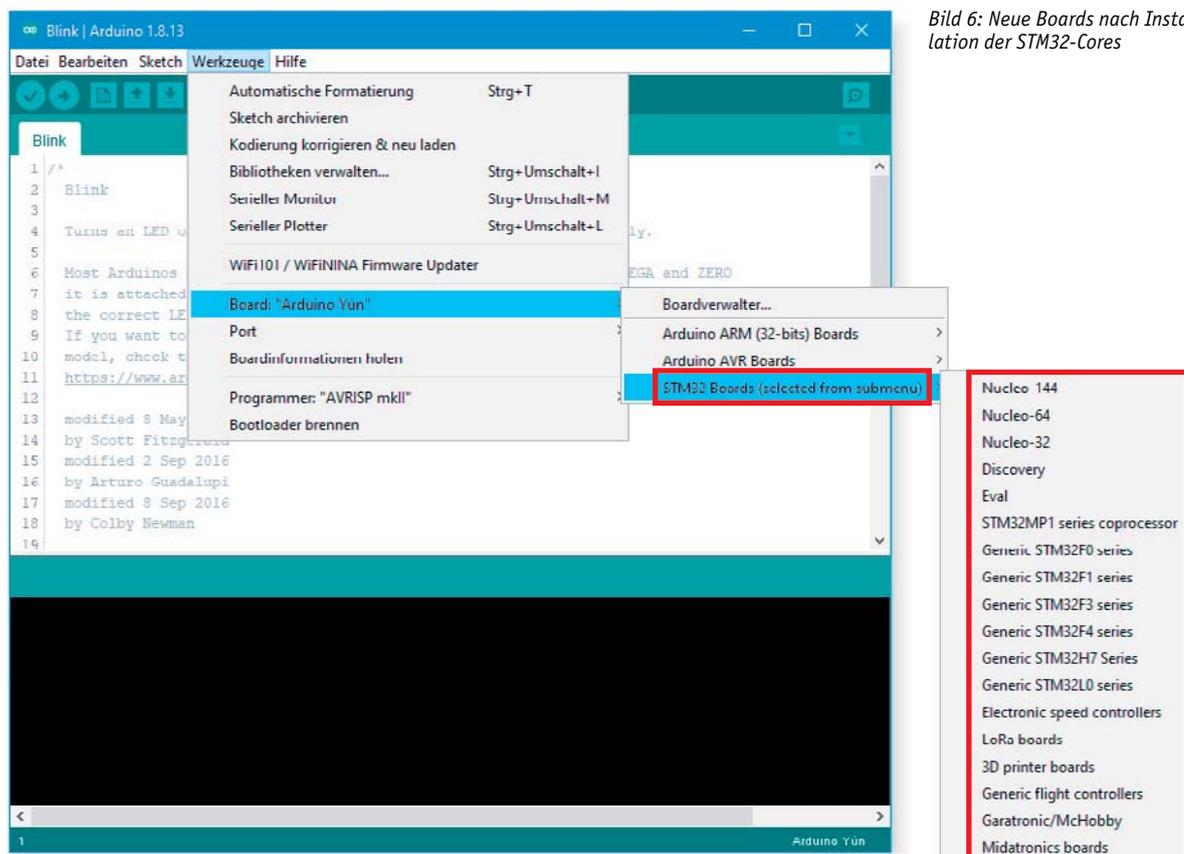


Bild 6: Neue Boards nach Installation der STM32-Cores



Bild 7: Verzeichnisstruktur mit Arduino_STM32-Core

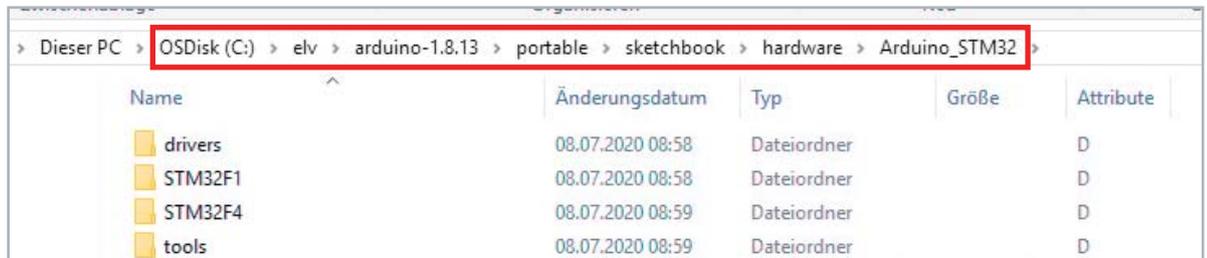
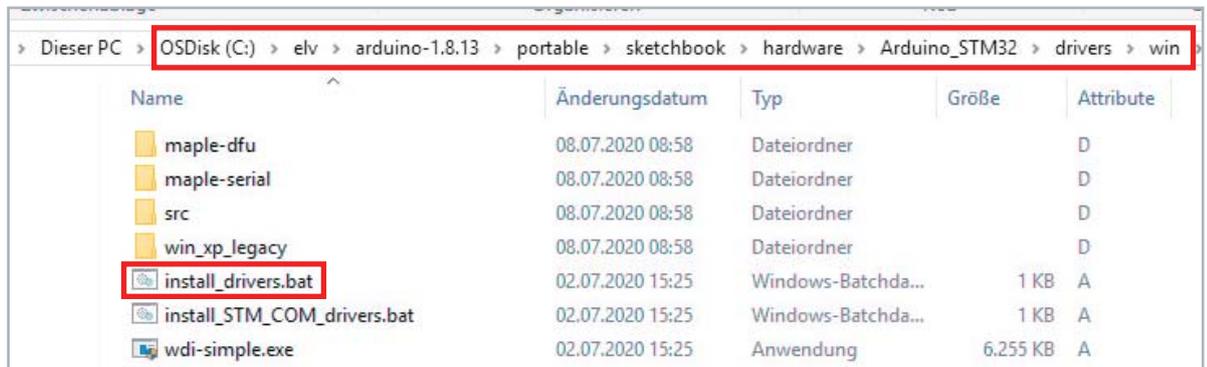


Bild 8: Batchdatei für Windows-Treiber



nutzen zu können. Im Unterordner drivers\win von Arduino_STM32 wird hierzu die Batchdatei install_drivers.bat ausgeführt (Bild 8).

Dadurch werden der „Maple DFU driver“ sowie der „Maple serial driver“ installiert (Bild 9).

Nach dem Start der Arduino IDE sollte unter Werkzeuge → Board der Eintrag „STM32F1 Boards (STM32duino.com)“ vorhanden sein (Bild 10).

Schritt 6

STM32CubeProgrammer installieren

Um einen Programmcode in einen fabrikneuen STM32-Mikrocontroller mit gelöschtem Flashspeicher schreiben zu können, wird das Tool „STM32CubeProgrammer“ auf dem Zielsystem installiert, den es leider nicht als portable Version gibt. Die Installationsdatei kann unter [10] heruntergeladen werden. Hierzu klickt man dort auf „Get Software“ und gibt nach dem Akzeptieren der Lizenzbedingungen die eigene E-Mail-Adresse an, dann erhält man einen Download-Link.

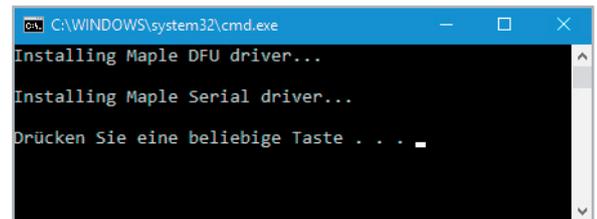


Bild 9: Installation der Maple-Treiber

Im User-Manual ist im Kapitel 1.2 [11] der Installationsvorgang kurz erwähnt.

Während des Installationsvorgangs kann man das optional angebotene Tool „STM32 trusted package creator“ überspringen, da dieses hier nicht benötigt wird. Es sollten jedoch alle USB-Treiber installiert werden, die angeboten werden.

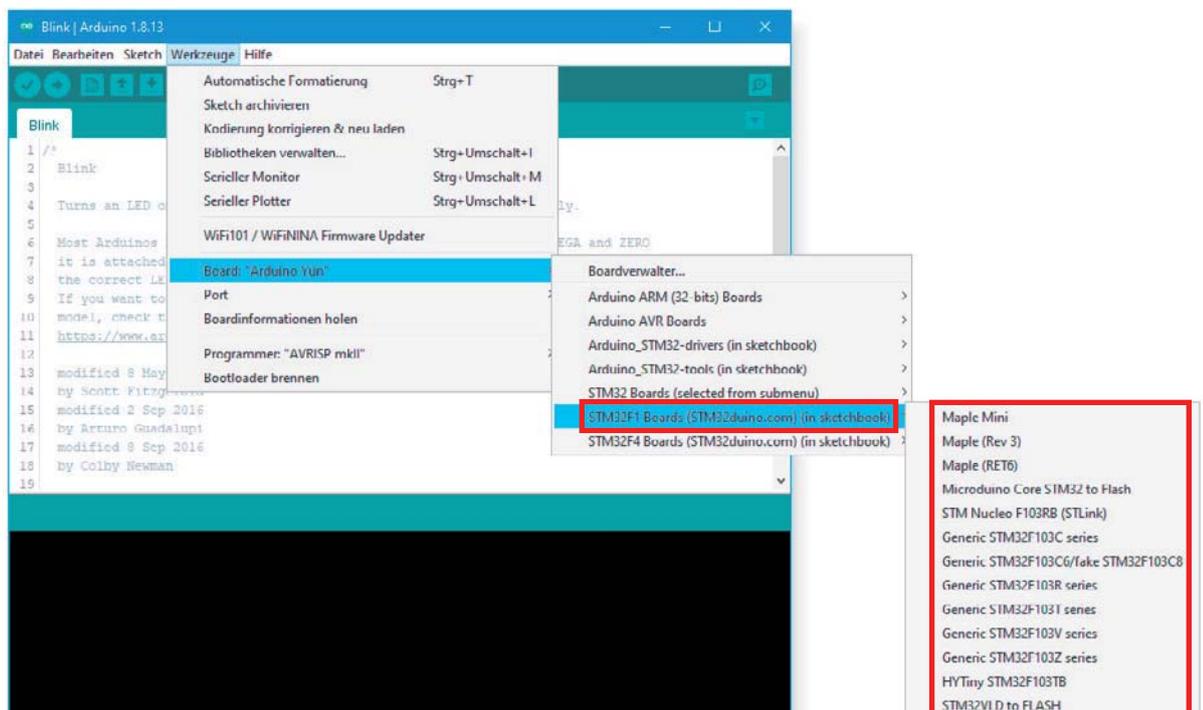


Bild 10: Neue STM32-Boards im Board-Menü

**Schritt 7****Alternative Oszilloskop-Firmware DLO-138**

Für das DS0138 ist eine alternative Firmware namens DLO-138 verfügbar, die mehr Features bietet. Der Quellcode steht unter [12] bereit.

Die Speichertiefe wurde auf 2048 Samples verdoppelt. Anstatt der Plus-, Minus- und Select-Taste kann ein Drehen-Coder (z. B. KY-040) angeschlossen werden, um eine komfortablere Bedienung zu ermöglichen. Die Firmware unterstützt auch einen zweiten Analogkanal, wobei hierfür dann die entsprechende Mess-Hardware nachgerüstet werden muss, entsprechend der im Schaltplan ersichtlichen Schaltung des ersten Analogkanals. Ohne Hardwaremodifikation sind jedoch zwei zusätzliche Digitalkanäle möglich, die bereits auf der Stiftleiste J6 (SWD-Port) herausgeführt sind.

Ein sehr nützliches Feature ist auch die Ausgabe der aufgezeichneten Daten im CSV-Format auf der seriellen Schnittstelle. Dies kann entweder direkt per UART über die Stiftleiste J5 mithilfe eines dort angeschlossenen USB-UART-Moduls erfolgen oder aber noch komfortabler über die USB-Buchse des DS0138, die als USB-CDC-Schnittstelle einen virtuellen COM-Port auf dem PC erzeugt. Die ausgelesenen Daten können beispielsweise in Libreoffice oder Excel importiert und entsprechend ausgewertet oder grafisch dargestellt werden. Ein Nachteil der DLO-138-Firmware soll nicht verschwiegen werden: Der 10µs/div-Bereich ist nicht mehr möglich.

Schritt 8**DLO-138-Firmware kompilieren**

Um die DLO-138 Firmware mit der Arduino IDE zu kompilieren, wird zunächst der Quellcode als Zip-Datei unter [13] heruntergeladen.

Im entpackten Ordner dlo-138-master gibt es einen weiteren Ordner dlo-138-master, dieser muss in dlo-138 umbenannt werden. Darin gibt es den Sketch DLO-138.ino, der über die zuvor installierte Arduino-Portable-Version geöffnet wird.

Tipp:

In der Setup-Funktion sorgt die Anweisung

```
afio_cfg_debug_ports(AFIO_DEBUG_NONE);
```

dafür, dass die Debug-Pins (PA13, PA14, PA15, PB3 and PB4) für JTAG und SWD des STM32 bei der aktuellen Version von Arduino_STM32 als normale GPIOs verfügbar sind. Andernfalls könnte das Display nicht richtig initialisiert werden und die Nutzung der zusätzlichen Digitalkanäle wäre nicht möglich.

In der Datei global.h wird die Zeile 2 durch zwei Schrägstriche auskommentiert, da zunächst die Bedienung über die bereits vorhandenen Tasten erfolgen soll (Bild 11):

```
// #define USE_ENCODER
```

Dadurch erfolgt die Bedienung wie im Original über die vier Tasten. Im zweiten Teil dieses Beitrags im kommenden ELVjournal wird gezeigt, wie sich ein Drehen-Coder nachrüsten lässt.

```
DLO-138 - global.h | Arduino 1.8.13
Datei Bearbeiten Sketch Werkzeuge Hilfe
DLO-138 capture control display encoder global.h interface
1 // comment out following line to use DSO push buttons instead of encoder
2 // #define USE_ENCODER
3
4 // serial print macros
5 #define DBG_INIT(...) { Serial.begin(__VA_ARGS__); }
6 #define DBG_PRINT(...) { Serial.print(__VA_ARGS__); }
7 #define DBG_PRINTLN(...) { Serial.println(__VA_ARGS__); }
8
9 #define SERIAL_BAUD_RATE 115200
```

Bild 11: Auskommentieren der Encoder-Nutzung

Schritt 9

Im nächsten Schritt muss noch eine Arduino-Bibliothek für die Grafikausgabe auf dem TFT installiert werden. Hierzu navigiert man zu Sketch → Bibliothek einbinden → Bibliotheken verwalten und gibt im Suchfenster "Adafruit GFX Library" ein (Bild 12).

Achtung: Es darf nicht die neueste Version installiert werden, da es ansonsten zu Compilerfehlermeldungen kommt. Stattdessen muss die Version 1.7.5 ausgewählt und installiert werden.

Die Meldung, dass weitere Bibliotheken benötigt werden, quittieren wir mit „Install Adafruit GFX Library only“.

Schritt 10

Anschließend muss noch die passende Board-Konfiguration eingestellt werden. Unter Werkzeuge → Board wird bei „STM32F1 Boards (STM32duino.com)“ der Eintrag „Generic STM32F103C series“ unter Werkzeuge → Variant „STM32F103C8 (20 k RAM, 64 k Flash)“ ausgewählt. Außerdem selektiert man unter Werkzeuge → Upload method den Eintrag „STM32duino Bootloader“. Der passende Port wird später eingestellt (Bild 13).

Schritt 11

Nun kann der Sketch kompiliert werden (Menü Sketch → Überprüfen/Kompilieren). Hierbei treten folgende Compiler-Warnings auf, die ignoriert werden können:

- Warning: register range not in ascending order
- Wenig Arbeitsspeicher verfügbar, es können Stabilitätsprobleme auftreten

Falls sonstige Compiler-Fehlermeldungen auftreten sollten, wurde möglicherweise einer der zuvor beschriebenen Installationsschritte nicht ausgeführt oder das falsche Board ausgewählt bzw. die falsche Bibliotheksversion der Adafruit GFX Library installiert.

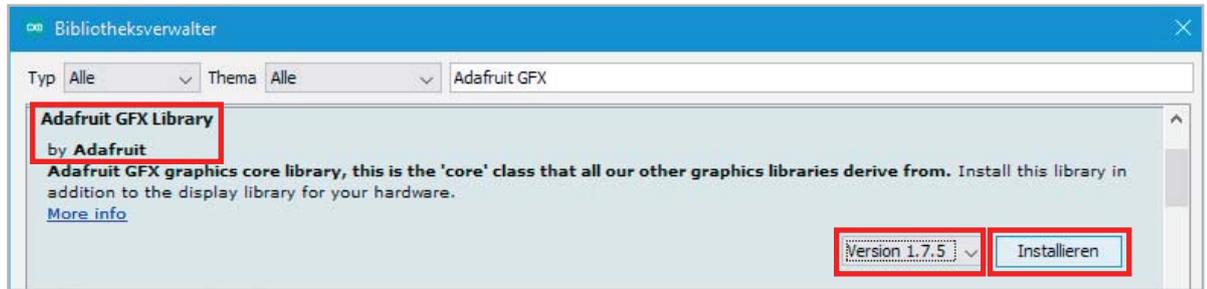
Schritt 12**Firmware-Version des DS0138 notieren****Unbedingt beachten!**

Bevor die Original-Firmware auf dem DS0138 überschrieben wird, sollte die auf dem Startbildschirm des Oszilloskops angezeigte Firmware-Version notiert werden, beispielsweise 113-13801-060, wobei vor allem die letzten drei Stellen relevant sind. Auf der Seite des Herstellers [14] stehen die verfügbaren Versionsstände bereit. Hier sollte man sich vergewissern, dass die auf dem DS0138 installierte Version gelistet ist, um diese bei Bedarf später wieder einspielen zu können.

Wenn die Version kleiner als 050 ist, dann handelt es sich vermutlich um einen alten Hardware-Stand, bei dem der Widerstand R11 mit 1,5 kΩ bestückt ist anstatt mit 150 Ω wie bei den neueren Hardware-Versionen. In diesem Fall sollte der Widerstand getauscht werden, da ansonsten das angezeigte Messsignal bei der DLO-138-Firmware um ca. Faktor 3 zu klein ist. Die Original-Firmware setzt ab Version 050 ebenfalls einen Wert von 150 Ω voraus.



Bild 12: Installation der Adafruit GFX Library in der Version 1.7.5



Schritt 13

Gehäuse öffnen

Hinweis: Das Öffnen des Gehäuses und die Modifikation der Platine erfolgen auf eigenes Risiko und eigene Gefahr. Außerdem erlöschen sämtliche Garantiesprüche.

Um das Plexiglasgehäuse zu öffnen, schraubt man zuerst die vier Hutmutter an der Oberseite ab und entfernt die obere Platte. Anschließend werden die vier Seitenteile herausgezogen. Danach zieht man die komplette Einheit, die aus Platine, den drei Plexiglasplatten sowie den Schalter- und Tastkappen besteht, nach oben heraus und legt diese Einheit auf den Tisch, sodass das TFT-Display nach oben zeigt. Nun kann die Grundplatte kopfüber mit den Schrauben von oben durch die Einheit gesteckt werden, sodass sich die Grundplatte oberhalb des Displays befindet und auf den Schalter- und Tastkappen aufliegt. Dadurch lässt sich nun der Aufbau bequem umdrehen, sodass die Lötseite der Platine zugänglich ist. Auf diese Weise kann man beispielsweise das für den Bootloader benötigte Kabel anlöten oder die Litzen für das später beschriebene Encodermodul.

Die Platine wird umgedreht in das Gehäuse gelegt, sodass die Lötseite nach oben zeigt (Bild 14, oben).

Schritt 14

DLO-138-Firmware auf DS0138 laden

Um den kompilierten DLO-138-Sketch auf das DS0138-Board zu laden, muss zunächst der passende Bootloader in den STM32-Controller geflasht werden. Hierzu wird der von STMicroelectronics eingebaute Bootloader im STM32F103 verwendet, der über die USART-Pins PA9 (TxD-Ausgang) und PA10 (RxD-Eingang) kommuniziert. Praktischerweise sind diese beiden Pins zusammen mit GND auf dem Steckverbinder J5 herausgeführt.

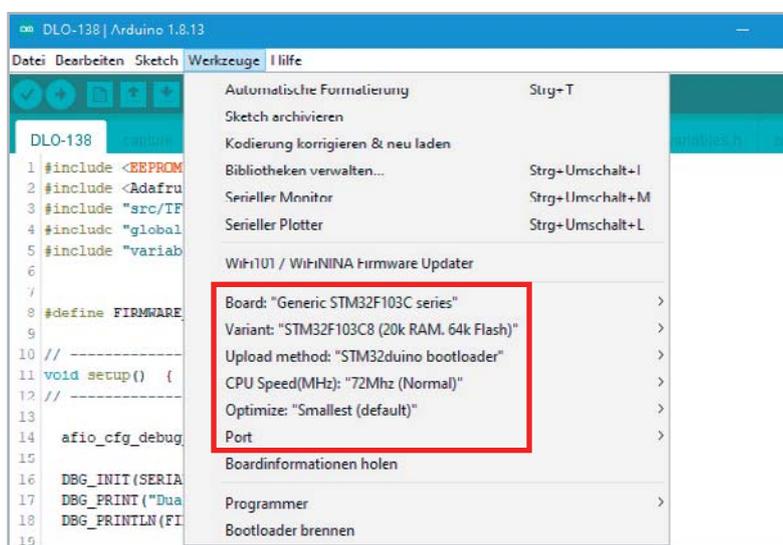


Bild 13: Boardkonfiguration

Um den Bootloader-Modus zu aktivieren, muss der BOOT0-Pin des STM32 beim Booten auf 3,3 V Highpegel gelegt werden. Dieser Pin ist auf der Lötbrücke JP1 auf der Platinenunterseite sowie dem danebenliegenden Testpunkt zugänglich. Hier wird das abgeschnittene Ende eines Dupont-Kabels angelötet, sodass das andere Ende mit Buchse auf die Stiftleiste J6 Pin1 (3,3 V) gesteckt werden und so den Bootloadermodus aktivieren kann. Auf dem Foto ist es das orange Kabel.

Danach wird die Platine vorsichtig wieder umgedreht und die Gehäuseunterseite wieder von unten eingesteckt.

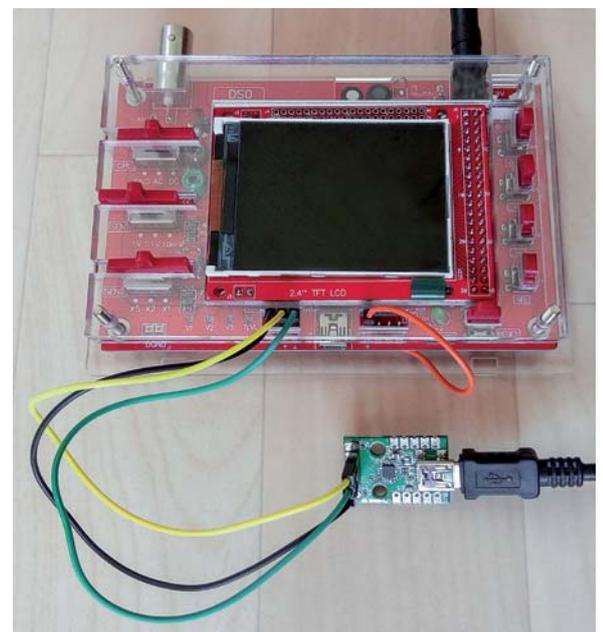
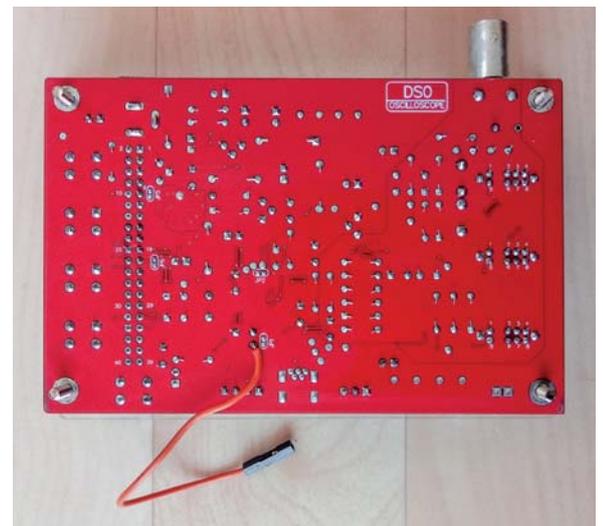


Bild 14: Nach oben zeigende Lötseite (oben) und Verkabelung der seriellen Schnittstelle (unten)



Um die USART-Pins am PC anschließen zu können, benötigt man ein USB-UART-Modul mit 3,3-V-Pegeln, beispielsweise das UM2102N von ELV [15]. Dort lötet man an ST1 eine dreipolige Stiftleiste an den Signalen GND, RxD und TxD an, sodass die Verbindung zum DSO138 über drei Dupont-Kabel des Typs Buchse-Buchse vorgenommen werden kann, z. B. [16]. TxD muss dabei mit RxD der Gegenstelle und umgekehrt RxD mit TxD verbunden werden.

Auf Bild 14, unten verbindet das schwarze Kabel jeweils GND, das gelbe Kabel RxD des DSO138 mit TxD des UM2102N und das grüne Kabel TxD des DSO138 mit RxD des UM2102N.

Der Bootloader wird auf [17] bereitgestellt. Hierzu lädt man die Binärdatei [18] auf den PC herunter. Neben dem Bootloader enthält diese auch gleich eine zyklische Ausgabe auf dem USB-CDC-Port, sodass man später leicht kontrollieren kann, ob der Bootloader erfolgreich installiert wurde.

Als Flash-Tool auf dem PC wird der zuvor installierte STM32CubeProgrammer verwendet. Nach der passenden Verkabelung mit den vier Dupont-Kabeln wird anschließend die Spannungsversorgung des DSO138 über das Steckernetzteil an J10 eingeschaltet.

Nach dem Start des Tools müssen zuerst die UART-Verbindungseinstellungen vorgenommen werden. Hierzu wählt man rechts im blauen Feld „UART“ aus sowie bei „Port“ die passende virtuelle COM-Schnittstelle des USB-UART-Moduls, alle übrigen Einstellungen bleiben unverändert. Im Beispiel wird COM14 verwendet.

Um die Verbindung herzustellen, wird kurz der Reset-Taster des DSO138 betätigt und danach auf die Schaltfläche „Connect“ geklickt. Falls die Meldung „Error: Activating device: KO“ erscheint, kontrolliert man noch mal alle Verbindungen und die richtige COM-Port-Einstellung und versucht es nach nochmaligem Drücken des Reset-Tasters erneut.

Bei erfolgreicher Verbindung erscheint beim DSO138 von JOY-iT folgende Meldung, da im Auslieferungszustand der Ausleseschutz des STM32-Controllers aktiv ist (Bild 15).

Es ist dann nicht möglich, die Original-Firmware auszulesen und zu sichern (s. Hinweis oben). Der Ausleseschutz kann über das Tool entfernt werden, allerdings wird dadurch zwingend automatisch der komplette Flash gelöscht.

Bitte daher unbedingt wie oben beschrieben die vorhandene Firmware-Version notieren!

Um dies durchzuführen wird die Protection-Meldung mit OK bestätigt. Kurz darauf erscheint der Hinweis, dass der Ausleseschutz erfolgreich entfernt wurde (Bild 16). Anschließend muss erneut auf den Connect-Button geklickt werden.

Tipp: Falls im Auslieferungszustand kein Ausleseschutz vorhanden sein sollte, kann die Originalfirmware ausgelesen werden. Hierzu wählt man unter „Memory & File edition“ als Adresse 0x08000000 und als Size 0x20000 aus, wählt mit dem Pfeil rechts im Read-Button „Save as“ aus und gibt als Dateinamen dso138_original.hex ein. Nun sollte die angegebene Hex-Datei als Sicherungskopie der Originalfirmware angelegt worden sein.

Im Dialog „Erasing & Programming“ („Burger“-Menü oben links) wird nun die zuvor heruntergeladene Bootloaderdatei dso138_boot20.bin ausge-

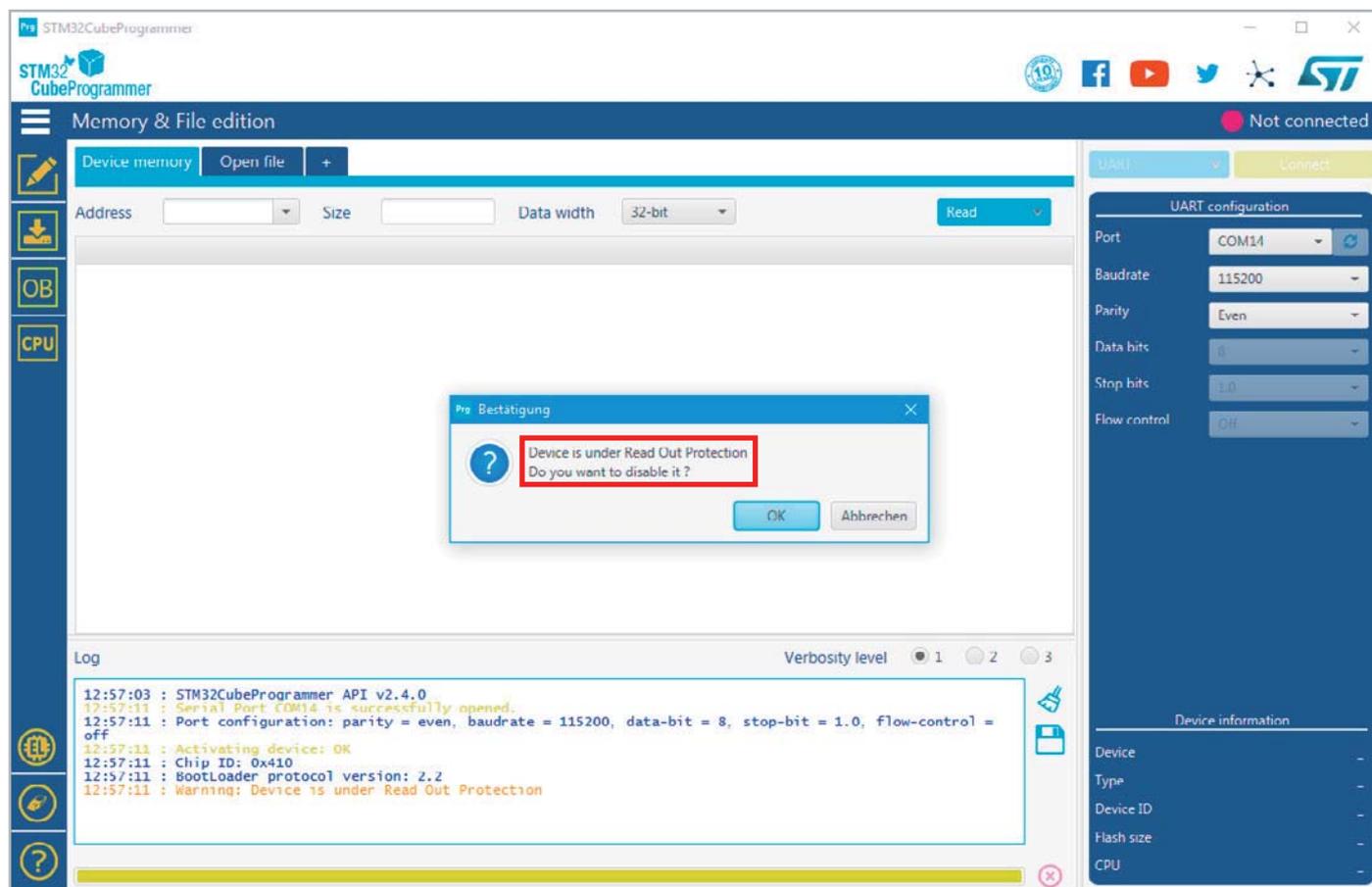


Bild 15: Entfernung des Flash-Speicher-Ausleseschutzes



wählt – ein Häkchen bei „Verify Programming“ setzen – und durch Klick auf „Start Programming“ in den STM32 geflasht (Bild 17).

Nach erfolgreicher Programmierung wird auf „Disconnect“ geklickt und das Tool beendet. Die Spannungsversorgung wird nun vom DS0138 getrennt und das orange Kabel vom Vcc-Pin abgezogen. Das USB-UART-Modul kann, wenn keine Daten über USART1 (z. B. über die Arduino-IDE, s. u.) abgerufen werden sollen, ebenfalls abgesteckt werden.

Schritt 15

Nach dem Wiedereinschalten der Spannungsversorgung (es wird zunächst nur ein weißer Bildschirm angezeigt!) wird ein USB-Kabel in die Mini-USB-Buchse des DS0138 gesteckt und mit dem PC verbunden. Dadurch

sollte Windows das Gerät erkennen und automatisch den Maple-Treiber installieren. Im Geräte-Manager sollte dann auch ein weiterer virtueller COM-Port „Maple Serial“ vorhanden sein. Hier im Beispiel ist dies COM27 (Bild 18).

Nun wird die Arduino IDE gestartet und der Maple-Serial-Port in der Arduino IDE unter Werkzeuge → Port ausgewählt. Durch Klick auf die Lupe oben rechts wird der serielle Monitor der Arduino IDE gestartet. Dort sollten nun entsprechende Begrüßungsmeldungen sichtbar sein als Zeichen dafür, dass der Bootloader korrekt installiert wurde (Bild 19).

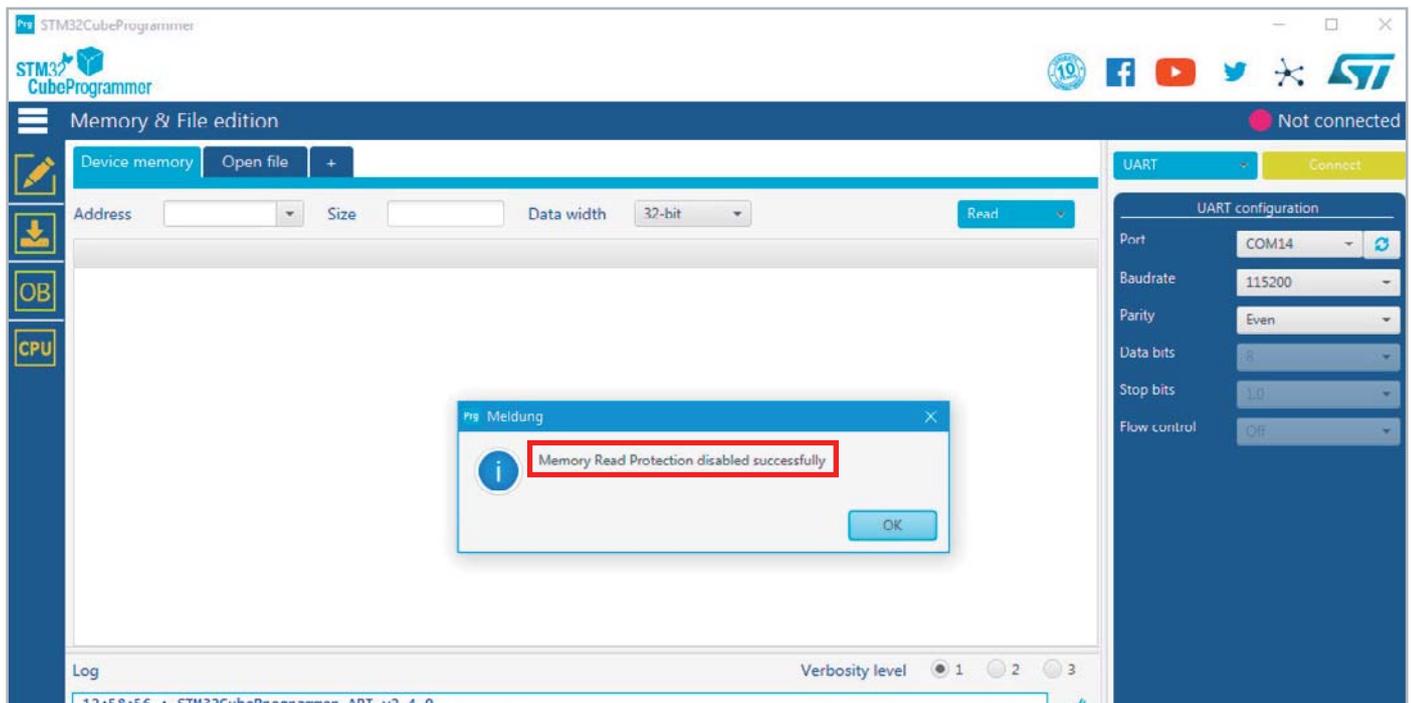


Bild 16: Deaktivierter Ausleseschutz

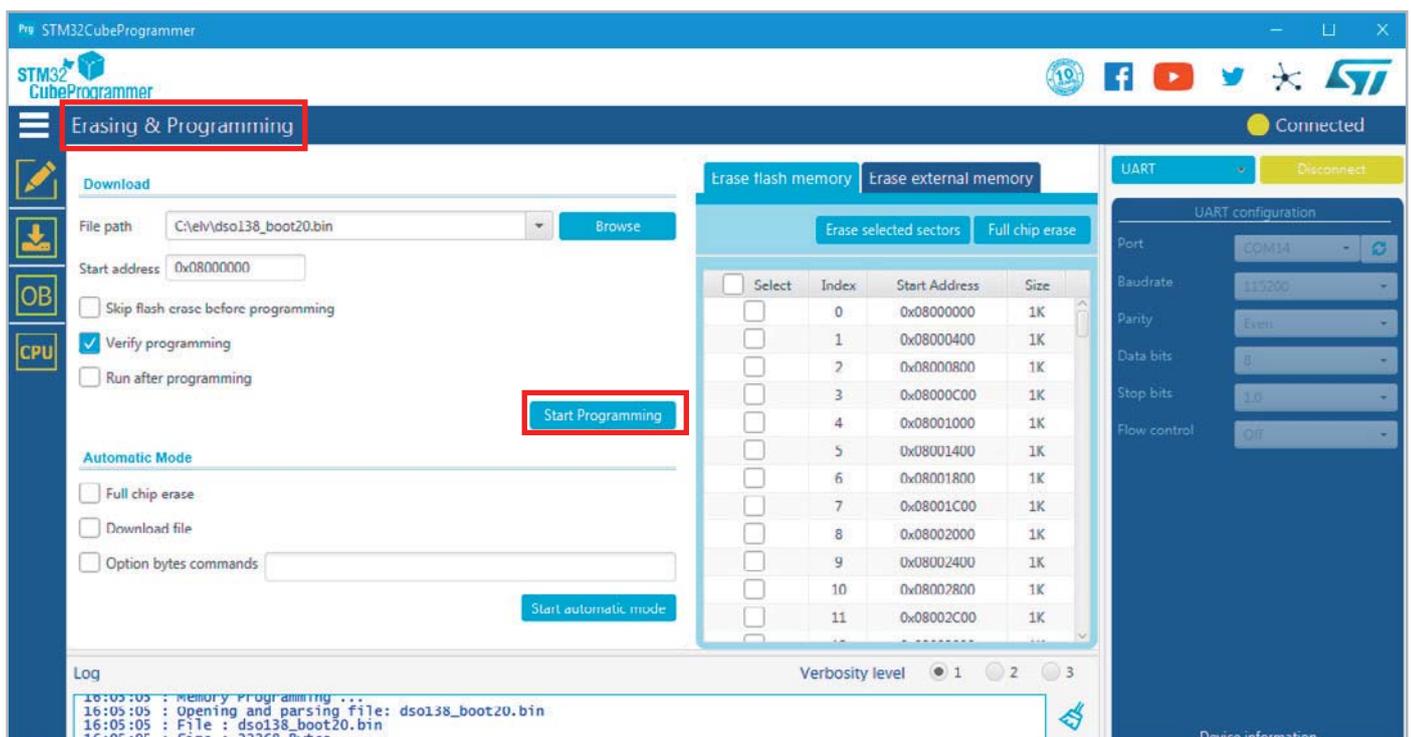


Bild 17: Flashen des Bootloaders

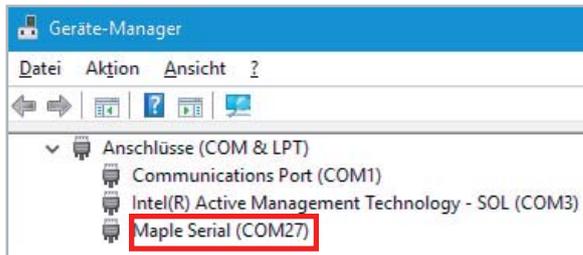


Bild 18: DSO138 verbunden über den Maple-Serial-Treiber

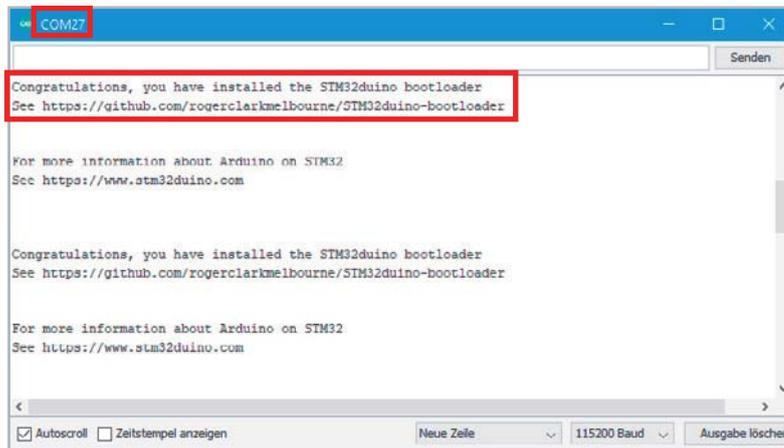


Bild 19: Ausgabe im seriellen Monitor der Arduino IDE

Schritt 16

Nun ist es endlich so weit: Die DLO-138-Firmware kann auf das DS0138 geladen werden. Nach Klick auf Sketch → Hochladen sollten entsprechende Meldungen des Bootloaders im unteren Ausgabefenster der Arduino IDE erscheinen, wobei die Meldung „Error resetting after download“ ignoriert werden kann.

Falls nach der Meldung „Searching for DFU device“ dieses nicht automatisch gefunden wird, kann kurz die Reset-Taste des DS0138-Boards gedrückt werden.

Auf dem DS0138-Board sollte nun kurz der Begrüßungsbildschirm der DLO-138-Firmware zu sehen sein (Bild 20) und anschließend die Messsignale.

Tip: Falls nicht, fehlt evtl. die Zeile zum Abschalten der Debug-Pins in der Setup-Funktion (s. o.):

```
afio_cfg_debug_ports(AFIO_DEBUG_NONE);
```

Für einen ersten Test kann die BNC-Buchse über das mitgelieferte Kabel mit dem 3,3-V-Rechteck-Testsignal verbunden werden. Die rote Messklemme muss hierzu an die Drahtschleife an J2 geklemmt werden, die schwarze Messklemme bleibt offen (Bild 21).

Falls der Lowpegel nicht auf der Nulllinie liegt, muss ein Abgleich erfolgen wie nachfolgend unter Bedienung beschrieben.



Bild 20: Begrüßungsbildschirm mit neuer Firmware DLO-138

Bedienung der DLO-138-Firmware

Die Bedienung des Oszilloskops mit DLO-138-Firmware erfolgt ähnlich wie bei der Original-Firmware:

Taste	Funktion
Select	setzt den Fokus auf den nächsten Parameter (wird eingerahmt auf Display)
Plus/Minus	verändert den aktuell ausgewählten Parameter
OK (kurzer Tastendruck)	friert die Aufzeichnung der Messdaten ein (HOLD) und gibt die Daten auf der seriellen Schnittstelle aus (USB-CDC). Mit erneutem Tastendruck wird die HOLD-Funktion wieder beendet

Nach einem langen Tastendruck (ca. 3 s) der OK-Taste werden beim Loslassen abhängig vom gerade selektierten Parameter folgende Einstellungen vorgenommen:

Selektierter Parameter	Funktion
Triggerlevel	Triggerlevel für Analogkanal 1 wird genullt
Horizontale Scrollbar	Scrollbar zum Blättern durch die Messdaten wird mittig positioniert
Vertikale Nullposition von Analogkanal 1	Nullposition wird in die Mitte gelegt. Wenn zusätzlich der Schalter für Coupling auf GND steht, erfolgt der Nullabgleich des Messsignals
Alle anderen Parameter	Statistikanzeige für Analogkanal 1 wird ein- bzw. ausgeblendet

Die Ausgabe der Messdaten (Bild 22) erfolgt im CSV-Format, sobald mit kurzem Druck der OK-Taste die Oszilloskop-Anzeige auf „HOLD“ gesetzt wird. Auf welcher Schnittstelle die Daten ausgegeben werden, wird durch die Defines DBG_PRINT usw. in global.h festgelegt. „Serial“ ist die USB-CDC-Schnittstelle. Falls man die Daten über ein an J5 angeschlossenes

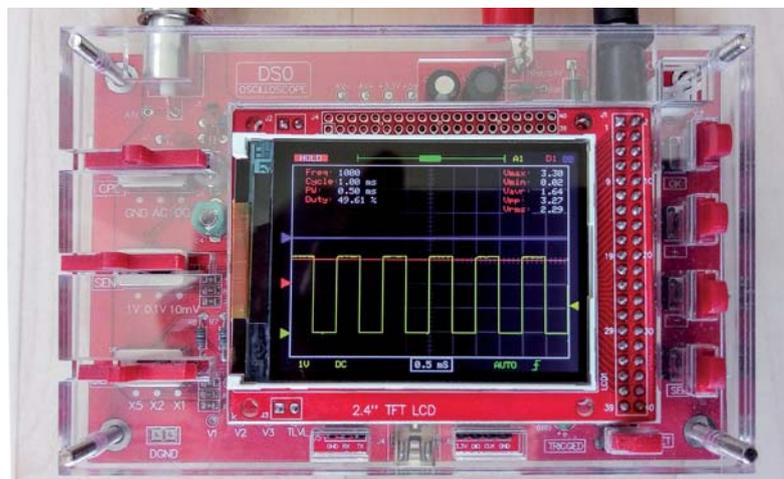
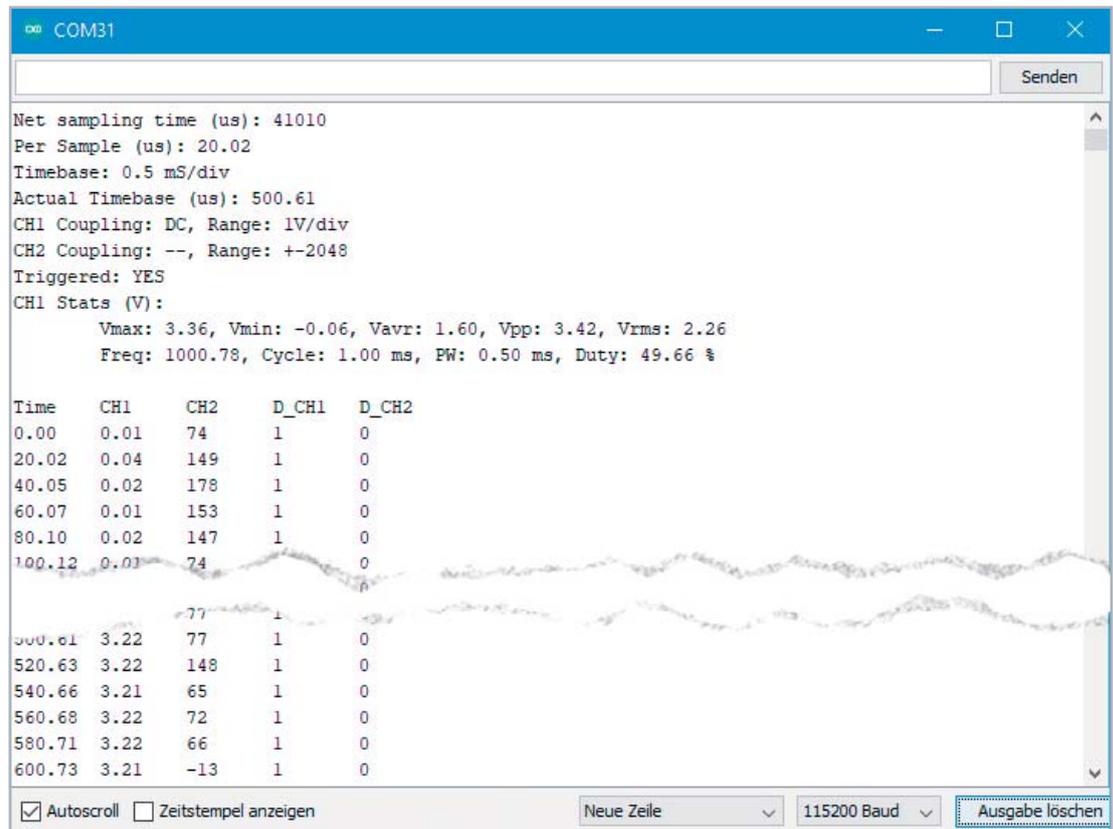


Bild 21: Erster Test mit neuer Firmware



Bild 22: Ausgabe der Messdaten im seriellen Monitor der Arduino IDE



USB-UART-Modul ausgeben möchte, ändert man den Define auf „Serial1“ ab. Die Daten können in eine Textdatei kopiert und in OpenLibre oder Excel importiert werden. Beim Import muss das Dezimaltrennzeichen entsprechend auf einen Punkt umgestellt werden.

Abschließend können die Seiten- und die Frontplatte wieder eingebaut, die Muttern verschraubt und das Oszilloskop mit der neuen Firmware genutzt werden.

Ausblick

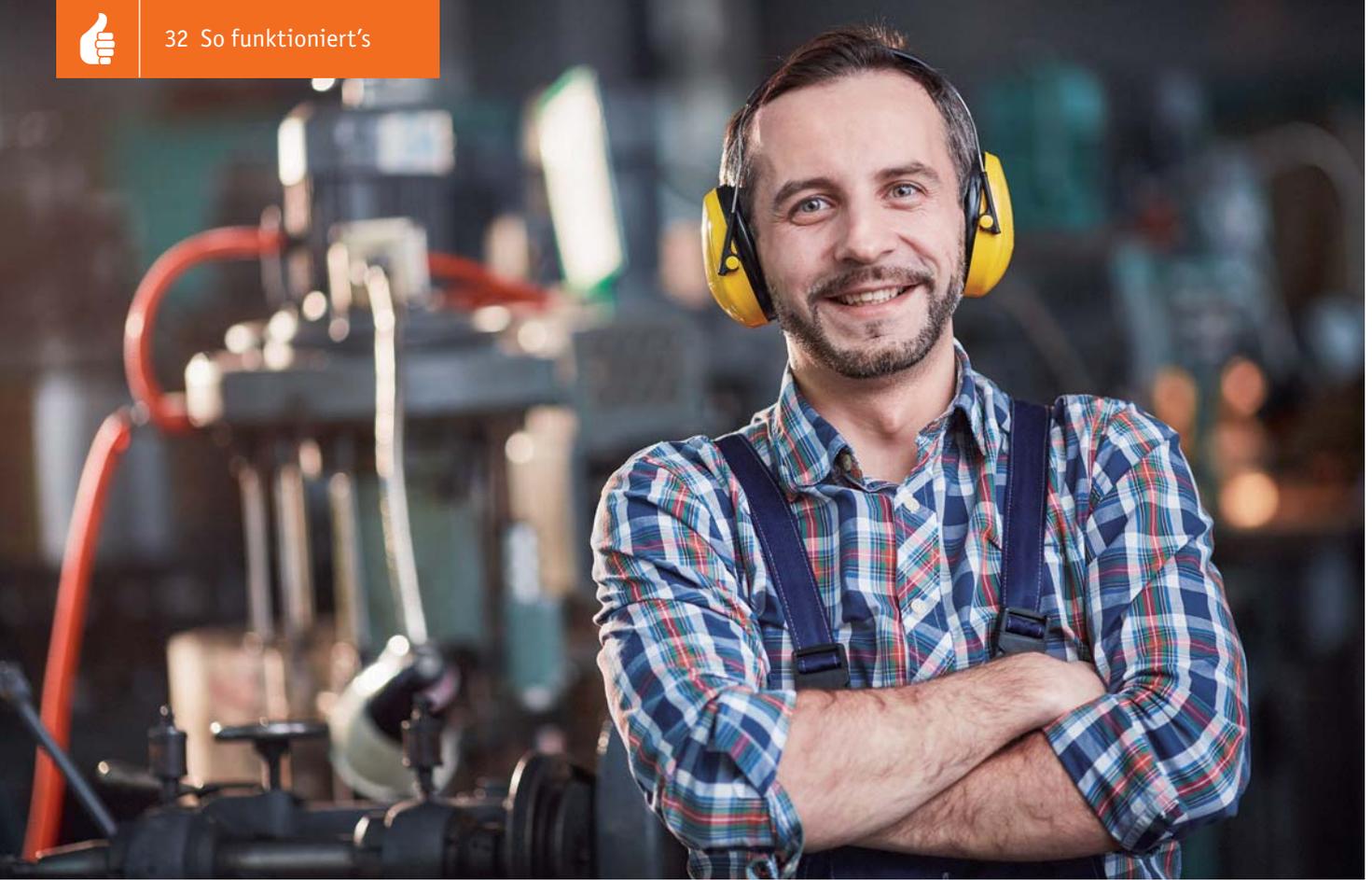
Hiermit ist die Programmierung des DS0138 mit der neuen Firmware abgeschlossen, und wir werfen im kommenden ELVjournal einen Blick auf mögliche Hardware-Umbauten. Zudem schauen wir uns die Möglichkeiten zur Erstellung eigener Firmware für STM32- und STM8-Controller in der Arduino IDE an. **ELV**



Weitere Infos:

- [1] JOY-iT Oszilloskop DS0138, Artikel-Nr. 127893
- [2] Schaltplan DS0138: https://files2.elv.com/public/12/1278/127893/Internet/127893_osziloskop_schaltplan.pdf
- [3] Reference Manual STM32F1-Familie: https://www.st.com/resource/en/reference_manual/cd00171190-stm32f101xx-stm32f102xx-stm32f103xx-stm32f105xx-and-stm32f107xx-advanced-armbased-32bit-mcus-stmicroelectronics.pdf
- [4] Maple-Board von Leaf labs: <https://www.leaf labs.com/maple>
- [5] STMicroelectronics STM32duino-Projekt: https://github.com/stm32duino/Arduino_Core_STM32
- [6] Arduino_STM32 von Roger Clark: https://github.com/rogerclarkmelbourne/Arduino_STM32/
- [7] Unterschiede Arduino_STM32/ STM32duino-Core: https://github.com/rogerclarkmelbourne/Arduino_STM32/tree/master/STM32F1/system/libmaple/stm32f1/include/series
- [8] Aktuelle Version Arduino IDE: <https://www.arduino.cc/en/Main/Software>
- [9] Arduino_STM32-Core: https://github.com/rogerclarkmelbourne/Arduino_STM32/archive/master.zip
- [10] STM32CubeProgrammer: <https://www.st.com/en/development-tools/stm32cubeprog.html>
- [11] STM32CubeProgrammer-Manual: http://www.st.com/resource/en/user_manual/dm00403500-stm32cubeprogrammer-software-description-stmicroelectronics.pdf
- [12] Alternative Firmware DLO-138: <https://github.com/ardyesp/DLO-138>
- [13] DLO-138-Firmware: <https://github.com/ardyesp/DLO-138/archive/master.zip>
- [14] DS0138-Firmware-Versionen: <https://jyetech.com/firmware-dso-138/>
- [15] USB-UART-Modul UM2102N: Artikel-Nr.: 150952
- [16] Dupont-Kabel Buchse-Buchse: <https://de.elv.com/velleman-steckbruecken-set-buchse-auf-buchse-15-cm-10-teilig-129020>
- [17] STM32duino-Bootloader: <https://github.com/rogerclarkmelbourne/STM32duino-bootloader>
- [18] Binärdatei Bootloader: https://github.com/rogerclarkmelbourne/STM32duino-bootloader/blob/master/binaries/dso138_boot20.bin

Alle Links finden Sie auch online unter: de.elv.com/elvjournal-links



Destruktive Interferenz

Akustik-Serie Teil 11

Von passiven Gehörschutzmitteln bis zum aktiven Schallschutz mithilfe von Antischall

Wenn man von Schallschutz spricht, meint man meist den Schutz vor „Lärm“, ein Begriff, der wiederum etwas zu tun hat mit dem Schutz vor lästigem oder im Extremfall sogar „ohrenbetäubendem Krach“, wie er früher oft in Verbindung gebracht wurde mit Kriegsgeschrei. Das Wort selbst hat nämlich seine Wurzeln im italienischen „all'arme“ (zu den Waffen, Alarm!). Gemäß unserer heute gängigen Definition wird Lärm als unerwünschter Schall (oder Geräusch) bezeichnet, der „Nachbarn oder Dritte stören, gefährden, erheblich benachteiligen oder erheblich belästigen kann“.

Schädlicher Lärm

Noch kurz vor seinem Tod im Jahre 1910 hat der bekannte Bakteriologe Robert Koch (1843–1910) prophezeit, dass der Mensch eines Tages den Lärm genauso „unerbittlich bekämpfen“ wird, wie einst die Cholera und die Pest. Wie wahr. Heutzutage gehört der Lärm, quasi als „hörbarer Müll“, zu den markantesten Abfallprodukten unserer modernen Industriegesellschaft. Lärm kann krank machen. Es gibt inzwischen den Begriff der Lärmerkrankung. Lärm kann zu Schlafstörungen, zu körperlicher Unruhe und Gereiztheit führen. Eine weitere Folge kann hoher Blutdruck sein, der langfristig zur Verengung der Herzkranzgefäße und schließlich zum Herzinfarkt führen kann.

Dieser Entwicklung musste auch der Gesetzgeber Rechnung tragen. Und so begannen die zuständigen Stellen bereits vor Jahrzehnten mit der Erarbeitung und Schaffung von gesetzlichen Regelungen und Richtlinien für einen ausreichenden persönlichen

Schallschutz, z. B. die VDI-Richtlinie 2560 (Persönlicher Schallschutz). Ferner entstanden die für die Bundesrepublik Deutschland maßgebende Unfallverhütungsvorschrift „Lärm“ sowie die entsprechende EG-Richtlinie 2003/10/EG „Lärm“, die am 6. März 2007 auch in nationales Recht umgesetzt wurde.

Für den Lärmschutz am Arbeitsplatz gibt es gemäß dieser Richtlinie zwei Grenzwerte, bei deren Überschreitung bestimmte Maßnahmen einzuleiten sind. Es handelt sich dabei um sogenannte Auslösewerte und Expositionsgrenzwerte. Einzelheiten dazu findet man in der genannten EG-Richtlinie.

Zwei wichtige Grenzwerte zum Schutz der Gesundheit von Arbeitnehmern vor einer Gefährdung durch Lärm sind Expositionspegel $L_p A_{Ex}$, 8 h mit Werten von 80 dB(A) und von 85 dB(A). Die Angabe 8 h im Index bedeutet, dass der vor Ort gemessene Schalldruckpegel L_p über einen achtstündigen Arbeitstag gemittelt wurde.

Zu den Zahlenwerten selbst: Erreicht oder überschreitet der Expositionspegel einen Wert von 80 dB(A), so liegt bereits ein „Lärmbereich“ vor und der Arbeitgeber ist verpflichtet, Mittel für den persönlichen Schallschutz anzubieten. Erreicht oder überschreitet dieser Pegel einen Wert



Zur Information:

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

Themengebiete:

- Akustische Grundbegriffe – Schallfeldgrößen, Pegel, Resonatoren (ELVjournal 2/2019)
- Schallausbreitung – Reflexion, Beugung, Brechung und Absorption (ELVjournal 3/2019)
- Elektromechanische Analogien – Analogie erster und zweiter Art, Ersatzschaltbilder (ELVjournal 4/2019)
- Elektroakustische Wandler – Wandlerprinzipien und ihre Gesetze (ELVjournal 5/2019)
- Mikrofone – vom Studiomikrofon bis zum Subminiaturmikrofon (ELVjournal 6/2019)
- Kopfhörer – elektrodynamische und elektrostatische Kopfhörer (ELVjournal 1/2020)
- Lautsprecher – von den Anfängen bis zur Bassreflexbox (ELVjournal 2/2020)
- Beschallungstechnik – gerichtete Schallabstrahlung, Linienstrahler (ELVjournal 4/2020)
- Raum- und Bauakustik – Sabine'sches Gesetz, Nachhallzeit und äquivalente Absorptionsfläche (ELVjournal 4/2020)
- Gehör – Lautstärke, Lautheit, Hörverlust, Hörgeräte, Audiometrie (ELVjournal 5/2020)
- **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 Infraschall – 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.

von 85 dB(A), so handelt es sich dort um einen kennzeichnungspflichtigen Lärmereich. In diesem Fall muss der betreffende Arbeitsplatz mit einem Gebotsschild „Gehörschutz benutzen“ gekennzeichnet werden (Bild 1) und der Gehörschutz muss auch getragen werden, es besteht Tragepflicht.



Bild 1: Gebotsschild zur Gehörschutz-Tragepflicht in Lärmereichen

Persönlicher Schallschutz – passive Mittel

Zu den passiven Mitteln für den persönlichen Schallschutz gehören alle die Mittel, die das Gehör vor Lärm schützen ohne Zuhilfenahme elektronischer Mittel. Das sind im Wesentlichen:

- Gehörschutzstöpsel (dazu gehören auch spezielle Otoplastiken)
- Kapselgehörschützer, auch solche mit Helmbefestigung (siehe Bild 2 und 4)
- Gehörschutzhelme (Bild 4 unten rechts)
- Schallschutzanzüge

Die Anforderungen an beziehungsweise Vorschriften für passive Gehörschutzmittel findet man sehr ausführlich dokumentiert in der Europäischen Norm EN 352, Teil 1–4:

- Teil 1 – Kapselgehörschützer
- Teil 2 – Gehörschutzstöpsel
- Teil 3 – Kapselgehörschützer mit Helmbefestigung
- Teil 4 – Elektroakustische Systeme

Gehörschutzstöpsel und Kapselgehörschützer gibt es heute in sehr unterschiedlichen Formen und auch in sehr ansprechenden Ausführungen von einer Vielzahl von Herstellern. Stöpsel gibt es in individuell angepasster Form, sie sind aber auch als Einweg-Schallschutzmittel aus weichem Schaumstoff mit einer mittleren Schalldämmung von bis zu 30 dB (SNR) und mehr erhältlich. Die in den Herstellerangaben zu findende Bezeichnung SNR bedeutet Single Number Rating oder ganz einfach Dämmwert.

Ohrstöpsel können ihre volle Dämmwirkung allerdings nur dann erreichen, wenn sie korrekt in den Gehörgang eingesetzt sind. Dazu werden Schaumstoffstöpsel vor dem Einsetzen zwischen Daumen und Zeige-/Mittelfinger so zusammengedrückt (siehe Bild 3), dass sie sich danach langsam wieder ausdehnen und sich so der Kontur des äußeren Gehörgangs optimal und akustisch dicht anschmiegen.



Bild 2: Beispiele für Gehörschutzstöpsel und deren Einsatz im äußeren Gehörgang. Die beiden Ausführungen auf der linken Bildseite (oben und unten) bestehen aus ganz bestimmtem Schaumstoff, den man in zusammengedrückter Form in den Gehörgang einführt, wo er sich nach kurzer Zeit wieder ausdehnt und sich so der Kontur des Gehörganges optimal anpasst.

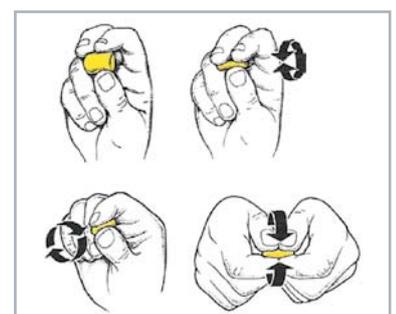


Bild 3: Vorbereitungen zum richtigen Einsetzen eines Schaumstoff-Gehörschutzstöpsels in den äußeren Gehörgang.



Bild 4: Passive Mittel für den persönlichen Schallschutz
 Oben: Kapselgehörschützer – allein und mit Helmbefestigung;
 daneben: Schallschutzhelm
 Unten: Verschiedene Ausführungen von Kapselgehörschützern,
 getragen am Kopf (Zeichnungen: Ivar Veit)

Die Zeichnung im Bild 4 oben rechts zeigt einen Schallschutzhelm. Auch dafür gibt es wichtige Einsatzfälle, nämlich in extrem lauter Umgebung. Wir wissen, dass an unserer Hörwahrnehmung neben dem Luftschall auch die Knochenschalleitung ihren Anteil hat. Je nach Frequenzbereich kann der Abstand zwischen der Wahrnehmung auf dem Luftschallwege und dem Wege über die Knochenschalleitung ungefähr 40 dB betragen. Nehmen wir in unserer Umgebung einen Schalldruckpegel von beispielsweise 130 dB an, so lässt der in unserem Ohr eine Hörwahrnehmung entstehen, die einem Luftschallpegel von $130 - 40 = 90$ dB entspricht. erinnert man sich an den weiter oben genannten Wert von 85 dB, der im Mittel

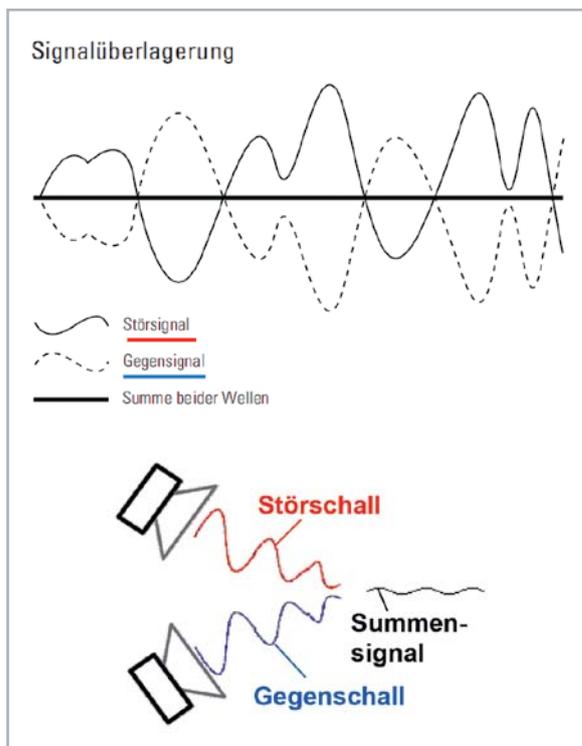


Bild 5: Grundprinzip des aktiven Schallschutzes durch Gegenschall oder Antischall: Die Überlagerung von zwei Schwingungen gleicher Frequenz, gleich großer Amplitude, aber entgegengesetzter Phase führt resultierend zu einer gegenseitigen Auslöschung (= destruktive Interferenz).

während eines achtstündigen Arbeitstages nicht überschritten werden darf, so wäre in so einem Falle das Tragen eines Schallschutzhelmes angezeigt. Der Helm wirkt der Aufnahme und Einleitung von Knochenschall in den Schädelknochen entgegen.

Der gleiche Funktionsmechanismus spielt auch beim Vergleich der Dämmwirkung von a) Gehörschutzstöpseln mit b) Kapselgehörschützern eine prinzipielle Rolle. Vergleicht man nämlich Stöpsel mit Kapseln, deren Wirkung, gemessen an einem objektiven Messplatz, die gleiche ist, so ist die vom Ohr wahrgenommene Dämmwirkung im Allgemeinen nicht die gleiche. Kapselgehörschützer verringern nämlich infolge ihrer größeren Auflagefläche, mit der sie die Kopfoberfläche bedecken, die Aufnahme von Knochenschall und ergeben somit eine größere Dämmwirkung für das Ohr.

Auch akustisch geschlossene Kopf„hörer“ haben hinsichtlich des Schallschutzes eine ähnliche Wirkung wie Kapselgehörschützer. Sie umschließen mit ihrem festen Gehäuse und dem daran befestigten Ohrpolster das gesamte Ohr und sie erzielen auf diese Weise eine spürbare Schalldämmung. Nur bei sehr tiefen Frequenzen hat ihre Dämmwirkung, genauso wie bei den Kapselgehörschützern, eine prinzipielle Grenze, was physikalische Gründe hat. Da halfen auch die eine zeitlang verwendeten, flüssigkeitsgefüllten Ohrpolster prinzipiell nicht weiter. Eine echte Abhilfe brachte die Entwicklung und Schaffung persönlicher Gehörschützer,

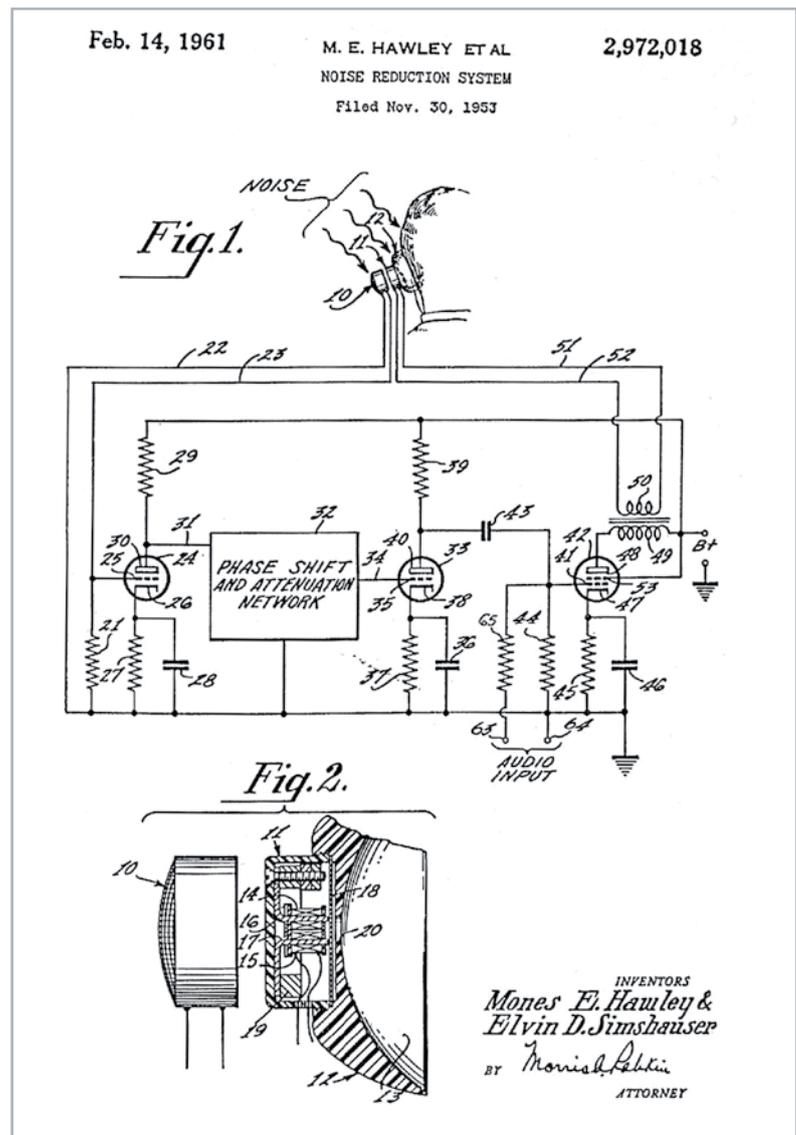


Bild 6: Patentierte Verfahren zur aktiven Geräuschkompensation (noise compensation system) aus dem Jahre 1961 mittels Antischall, angemeldet von Mones E. Hawley et al. Der im Patent gezeigte Vorschlag verwendet noch Elektronenröhren und einen elektromagnetischen Kopfhörer. Auch das Mikrofon (10) zur Aufnahme des zu kompensierenden Geräusches ist dort noch sehr groß und unförmig im Vergleich zu den heute verfügbaren Miniatur-Elektretmikrofonen.



die mit einer aktiven, elektronisch arbeitenden Schalldämmung mittels Antischall ausgestattet waren. Mehr darüber im folgenden Abschnitt.

Die Dämmwirkung von Mitteln für den persönlichen Schallschutz ist generell frequenzabhängig. Bei hohen Frequenzen ist sie relativ hoch, sie kann dort Werte von 40 dB und mehr erreichen. Zu tiefen Frequenzen hin lässt die Wirkung nach, und sie kann auf Werte von 20 dB und weniger absinken.

Zum Abschluss des ersten Teils dieses Beitrags noch ein Hinweis auf die Herkunft des weiter oben genannten Expositionspegels $L_{pAEx, 8h}$ mit einem Wert von 85 dB(A) für einen achtstündigen Arbeitstag. Dieser Wert hat damit zu tun, dass unser Gehör nach einer längeren Beschallung, z. B. während eines achtstündigen Arbeitstages, mit höheren Pegeln (> 90 dB) eine zeitlich begrenzte Anhebung seiner Hörschwelle zeigt. Diese Anhebung kann 10–12 dB und mehr betragen. Praktisch entspricht das zunächst einer vorübergehenden Hörminderung, die nach einer bestimmten Erholungszeit wieder verschwindet. Diese Hörschwellenanhebung wird auch als TTS (Temporary Threshold Shift) bezeichnet. Reicht die anschließende Erholungszeit bis zur nächsten Intensivbeschallung, z. B. bis zum Beginn der nächsten Arbeitsschicht, aus, damit sich das Hörvermögen wieder normalisiert, droht dem Gehör kein Schaden. Reicht die Erholungszeit nicht aus, so kann nach einer sehr langen, sich immer wiederholenden Intensivbeschallung eine bleibende Hörschwellenverschiebung (auch PTS, Permanent Threshold Shift) einstellen. In diesem Falle behält das Gehör eine bleibende Schädigung. Aus Untersuchungen dieser Art hat man den oben genannten Expositionspegel mit einem Wert von 85 dB(A) ermittelt.

Persönlicher Schallschutz – aktive Mittel, Antischall

Der erste Vorschlag zur Umsetzung des aus der Physik bekannten Interferenzeffekts zur Lärminderung mit elektronisch generiertem Gegenschall (Antischall, siehe Bild 5) geht auf Paul Lueg zurück, der dieses Verfahren bereits im Jahre 1933 zum Patent anmeldete und 1937 als Patent erteilt bekam. Einer der ersten, der dieses Prinzip praktisch umsetzte, war Bruno Retlau, ein Freund und Nachbar von Conrad Zuse, dem Entwickler des ersten Computers. Retlau schuf seinen sogenannten Tonneutralisator. Damit sendete er Bierkutschern der in seiner Nachbarschaft befindlichen Schultheiß-Brauerei geeignet aufbereiteten Antischall entgegen und erreichte damit tatsächlich eine Geräuschminderung [1].

Dennoch war die Zeit zur Umsetzung der luegschen Idee in Hardware damals technologisch noch nicht reif. 24 Jahre später, d. h. im Jahre 1961, meldeten Mones E. Hawley und Elvin D. Simshauser ihr Verfahren als US-Patent an, das im Prinzip ebenfalls auf der Anwendung von Antischall basierte, aber im Unterschied zum Lueg-Patent bereits einen konkreten Vorschlag zur Umsetzung in Hardware enthielt, wenn auch noch mit Elektronenröhren, aber schon mit

- „Eine Hör-/Sprechgarnitur mit aktiver Lärmkompensation“, Z. f. Lärmbekämpfung (1988), S.24
- „Gehörschutz-Kopfhörer – Elektronik kontra Lärm“, Funkschau (1988), S. 50
- „A lightweight headset with an active noise compensation“, Inter-Noise'88, Avignon 1988, Proceedings, Volume 2, p. 1087
- „Elektronische Lärmkompensation zur Verbesserung des Sprachverständnisses bei Luftfahrzeugführern“, Laryng. Rhinol. Otol, (1989), S. 101, (Co-Autoren: R.G.Matschke, et al.)
- „Aktive Lärmkompensation mit akustisch offenen und geschlossenen Kopfhörern“, DAGA 1989, Fortschritte der Akustik, DPG-GmbH, S. 643, Duisburg
- „Headphone systems with active noise compensation“, 8. Symposium of Environmental Acoustics 1989, Zaragoza, Proceedings, C.4.1., p. 111
- „Headsets with active noise compensation for sound engineers and cameramen“, 86-th AES-Convention, Hamburg 1989, Preprint Nr. 2809 (J-4)
- „Hör-/Sprechgarnitur für die Telekommunikation mit aktiver Lärmkompensation“, 2. Übertragungstechnisches Symposium, Steinfurt 1990, Tagungsband, S. 49, TELEKOM
- „Schutz vor Lärmschwerhörigkeit durch aktive Gehörschutzsysteme“, Laryng. Rhinol. Otol, (1991), S.586, (Co-Autoren: R.G.Matschke, et al.)
- „In-Situ Messung der Wirkung eines aktiven Lärmkompensationssystems für den Einsatz in Flugzeugen“, DAGA 1991, Fortschritte der Akustik, Teil B, S. 841 (Co-Autoren: R.G.Matschke, et al.)
- „Welchen Schutz vor Lärm bieten aktive Kompensationssysteme“, Wehrmedizin. Monatsschrift, (1992), Nr. S.284 (Co-Autoren: R.G.Matschke et al.)

Bild 7: Veröffentlichungen über „aktive Lärmkompensation mittels Antischall“, ab 1988, von Ivar Veit, dem Autor dieses Beitrags

einem Kopfhörer (Bild 6). Erst nach einem weiteren Vierteljahrhundert kam der eigentliche Durchbruch; siehe dazu auch die Arbeiten des Autors dieser Akustik-Beitragsreihe Ivar Veit (Bild 7). Die Technik war inzwischen so weit fortgeschritten, dass sehr kleine Bauelemente zur Verfügung standen, z. B. Transistoren, integrierte Schaltkreise, ferner sehr kleine und hochwertige Schallwandler, z. B. Elektretmikrofone und hochwertige elektrodynamische Kopfhörer. Damit konnten endlich elektronisch arbeitende Mittel für den aktiven persönlichen Schallschutz industriell realisiert werden. Es war damit möglich, einen sehr effektiven persönlichen Schallschutz auch im tieffrequenten Bereich zu realisieren, herunter bis zu 20–30 Hz.

Die physikalischen Grundlagen für den aktiven Schallschutz mittels Antischall bildet der Interferenzeffekt. Die Funktion dieses Effekts ist im Bild 8 noch einmal sehr anschaulich dargestellt. Diesen Effekt kann man auch optisch sehr gut demonstrieren an einer zuvor glatten Wasseroberfläche, auf der das Wasser an zwei nicht allzu weit voneinander entfernten Orten zur gleichzeitigen Aussendung konzentrischer Wellen angeregt wird, siehe dazu auch die rechte Darstellung im Bild 8.

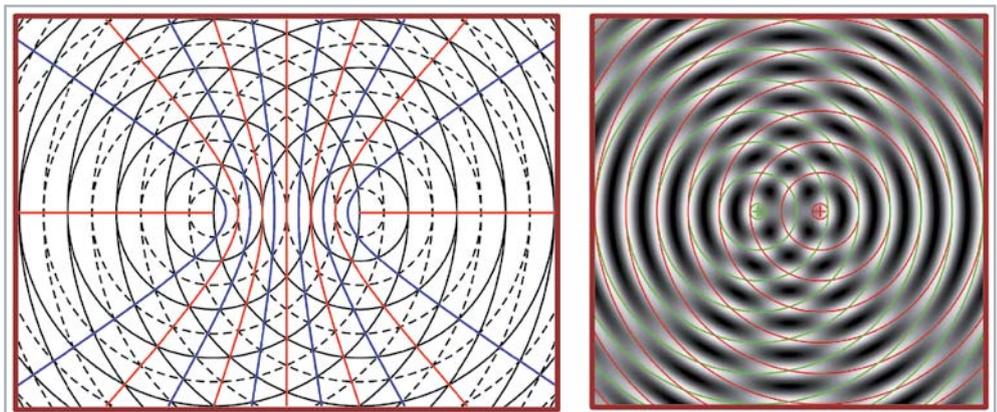


Bild 8: Links: Interferenz von zwei konzentrischen Wellengruppen gleicher Wellenlänge und Amplitude. Die durchgezogenen Kreise stellen die Maxima der jeweiligen Wellenzüge dar, während die unterbrochenen Kreise die Minima der dazugehörigen Wellenzüge darstellen. Bei der Überlagerung beider Wellenzüge kommt es durch Interferenz zu lokalen Abschwächungen oder sogar Auslöschungen (destruktive Interferenz) und zu lokalen Verstärkungen (konstruktive Interferenz) der beiden Wellenzüge. Die dabei entstehenden Minima und Maxima liegen alle auf einer Hyperbelschar, deren Brennpunkte identisch sind mit den Quellenorten der Wellen. Beim aktiven Schallschutz nutzt man die destruktive Interferenz aus. Blaue Kurven: Wellenminima infolge destruktiver Interferenz, rote Kurven: Wellenmaxima infolge konstruktiver Interferenz. Rechts: Hier sind die Quellenorte durch zwei Kreuze, ein grünes und ein rotes, kenntlich gemacht. An den jeweils grauen Stellen herrscht destruktive Interferenz, im Extremfall Auslöschung.

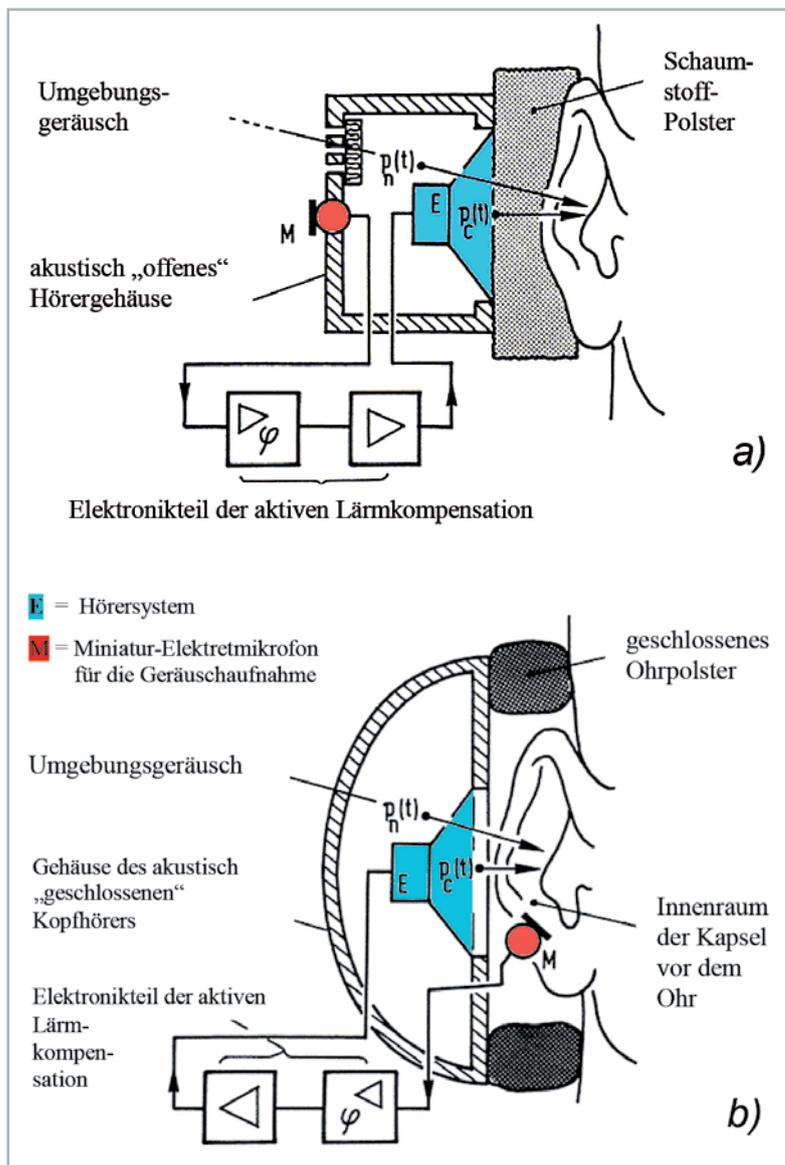


Bild 9: Kopfhörerkapseln (im Schnitt) a) akustisch offen und b) akustisch geschlossen, beide ausgestattet mit einem Hörsystem E, einem Miniatur-Elektretmikrofon M für die Aufnahme von störenden Umgebungsgeräuschen sowie der dazugehörigen Elektronik (Verstärker, Phasenumkehr). Die Überlagerung der beiden Schalldruckpegel $p_n(t)$ und $p_c(t)$ führt infolge ihrer Gegenphasigkeit zu einer deutlichen Verringerung des störenden Umgebungsgeräuschs vor dem Gehörgang.

Auf diesem Effekt basiert auch die Geräuschminderung mittels Antischall, egal ob es sich um eine einzige periodische Schwingung oder um ein breitbandiges Geräusch handelt. Den prinzipiellen Aufbau einer der ersten praktischen Ausführungen von akustisch offenen und akustisch geschlossenen Kopfhörern mit aktiver Geräuschkompensation zeigt das Bild 9. In beiden Varianten wird der von außen ankommende und mit einem sehr kleinen Elektret-Mikrofon M aufgenommene Stör Schalldruck $p_n(t)$ verstärkt und mit gleich großer Amplitude, aber entgegengesetzter Phase als Schalldruck $p_c(t)$ vom Hörsystem E vor dem Gehörgang abgestrahlt, wo es infolge Überlagerung beider, wenn schon nicht zu einer völligen Auslöschung, so doch zu einer sehr starken Reduzierung des noch verbleibenden Rest-Störgeräuschs kommt. Selbst bei sehr tiefen Frequenzen kann das zu einer Pegelminderung um bis zu 20 dB und mehr führen.

Akustisch offene Kopfhörer haben den Vorteil, dass ihre Träger sich nicht ganz von ihrer Umwelt isoliert und abgeschlossen fühlen. Beim Überqueren einer verkehrsreichen Straße hören sie herannahende Fahrzeuge besser und fühlen sich so sicherer. Bei diesem Kopfhörertyp ist der passive Schallschutz allerdings geringer als beim geschlossenen Hörertyp. Für den aktiven Schallschutz bedeutet das, dass das geräuschaufnehmende

Mikrofon M den Stör schall nicht unmittelbar vor dem Gehörgang aufnehmen kann, sondern, dass das außen vor dem Hörergehäuse geschieht (Bild 9a).

Einen besonders guten passiven Schallschutz bieten geschlossene Hörerkapseln (Bild 9b). Im Bereich der mittleren und hohen Frequenzen erreicht man als Folge der geschlossenen Kapsel allein schon eine sehr hohe passive Schalldämmung, während der elektronisch generierte Gegenschall die Dämmwirkung zu den tieferen Frequenzen hin merklich erweitert. Durch das Zusammenspiel von aktiver und passiver Schalldämmung bekommt man eine relativ ausgeglichene Schalldämmung über den gesamten Hör-Frequenzbereich. Wie bereits erwähnt, besitzen geschlossene Hörschutzkapseln allein durch ihre Konstruktion eine gute passive Schalldämmung für hohe und mittlere Frequenzen. Der aktive Dämmungsteil mittels Antischall übernimmt den Bereich der tiefen Frequenzen.

Einer der ersten praktischen Einsätze von lärmkompensierten Kopfhörern bzw. Hör-/Sprechgarnituren erfolgte bei Piloten der zivilen Luftfahrt, siehe (Bild 10). Fluglärm kennt man meist nur als lästiges und, je nach Wohngebiet, oft schwer erträgliches Geräusch draußen, aber nicht innerhalb eines Flugzeugs oder gar im Cockpit. Die Lärmeinwirkung auf Cockpitbesetzungen war vor Jahren noch beachtlich. Sei es durch Triebwerksgeräusche, Fluggeräusche und nicht zuletzt auch zusätzlich noch durch den Sprechfunkverkehr, insbesondere während der Start- und Landephase. Um eine ausreichende Verständlichkeit des Sprechfunks zu gewährleisten, muss der Sprachschallpegel mindestens 10 dB über dem Geräuschpegel innerhalb des Cockpits liegen. Die herkömmlichen Hör-/Sprechgarnituren boten keinen genügenden Schutz vor dem gesamten Geräuschaufkommen innerhalb des Cockpits, insbesondere im tieffrequenten Bereich. Die aktive Lärmkompensation darf allerdings die Übertragung von gewünschten Signalen, d. h. vom Sprechfunk, nicht beeinträchtigen. Zu diesem Zweck wird das Sprechfunksignal ebenfalls der Elektronik zugeführt (Bild 11), wo es vom gegenphasigen Kompensationssignal getrennt wird. Der Sprechfunk mit dem jeweiligen Tower darf auf keinen Fall mitkompensiert werden. Bild 12 zeigt eine moderne Ausführung eines Piloten-Headsets mit aktiver Geräuschkompensation. Mit Antischall geräuschkompensierte Kopfhörer bzw.



Bild 10: Praktische Ausführung einer Hör-/Sprechgarnitur mit aktiver Geräuschkompensation im Cockpit-Einsatz (Typ HME 45 aus der Anfangszeit dieser Technik). Es handelt sich hier um eine akustisch offene Kopfhörerkapsel, an der man deutlich das Mikrofon zur Geräuschaufnahme erkennt. (Foto: Sennheiser electronic)

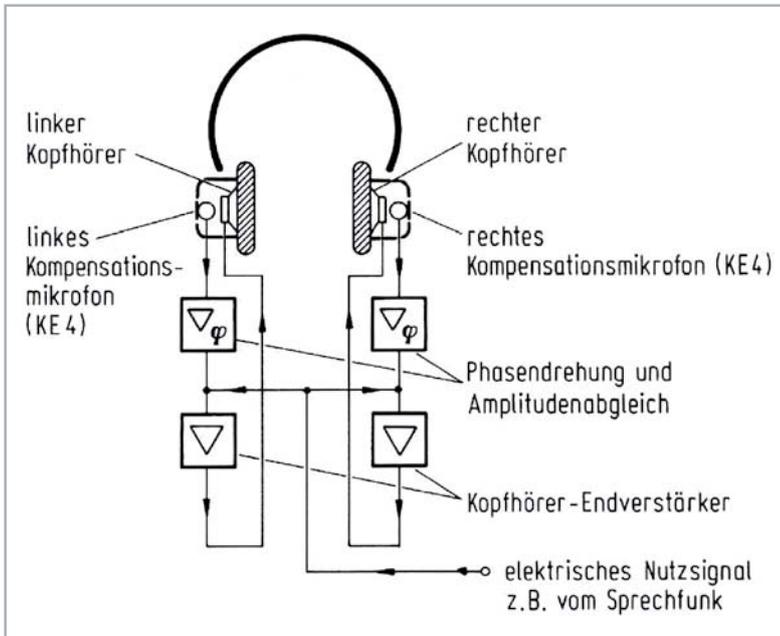


Bild 11: Blockschaltbild der aktiven Lärmkompensation im Zusammenwirken mit einem beidseitig offenen Kopfhörer. Die von den beiden Kompensationsmikrofonen aufgenommenen Störgeräusche werden über einen eigenen Phasen- und Amplitudenabgleich schließlich verstärkt dem seitlichen Hörsystem zugeführt. Das über die beiden Hörerkapseln ebenfalls übertragene Sprechfunksignal muss aber von der Lärmkompensation unbeeinträchtigt mit unverminderter Lautstärke hörbar bleiben. Dazu wird das elektrische Nutzsignal vom Sprechfunk der Elektronik zugeführt, wo es vom gegenphasigen Kompensationssignal getrennt wird.

Hör-/Sprechgarnituren gibt es nicht nur für Piloten, sondern auch für andere sehr laute oder als solche ausgewiesene Lärmbereiche.

Die in der Anfangszeit entwickelten und geschaffenen Mittel für den lärmkompensierten Schallschutz mit Antischall arbeiteten zunächst noch mit Mitteln der analogen Elektronik. Inzwischen ist die diesbezügliche Elektronik digitalisiert. Dafür gibt es spezielle ANC-Prozessoren (ANC = Anti Noise Control) (Bild 13). Das von außen kommende Störgeräusch, vor dem das Ohr geschützt werden soll, wird dabei zunächst von einem Referenz- oder Bezugsmikrofon RM aufgenommen und als elektrisches Signal einem digitalen Signalprozessor ANC zugeführt. Dort wird es digitalisiert, adaptiv analysiert, verstärkt und anschließend einem als Gegenschallquelle arbeitenden Kopfhörersystem zugeführt. Ein zweites, im Kapselinneren befindliches „Error“- oder Fehlermikrofon EM nimmt den dort noch anzutreffenden Geräuschrest auf. Das von diesem Mikrofon abgegebene elektrische Signal wird ebenfalls dem Signalprozessor zugeführt, von wo aus es das bereits in den Hörer eingeleitete Signal nachkorrigiert. Auf diese Weise erreicht man eine optimale, aktive Kompensation des Störgeräusches. Eine Geräuschkompensation von bis zu 30 oder gar 40 dB, auch im Bereich tiefer Frequenzen, ist so erreichbar.

Ausblick

Der nächste Beitrag befasst sich mit akustischen Messräumen. Das sind im Wesentlichen reflexionsfrei ausgekleidete Messräume und Messboxen sowie Hallräume. In reflexionsarmen Messräumen, die in der Umgangssprache häufig auch als „schalltote“ Räume bezeichnet werden, können akustische Messungen durchgeführt werden, wie das sonst nur im Freien, d. h. ohne schallreflektierende Begrenzungen, möglich ist. Dazu gehört z. B. die messtechnische Bestimmung der Übertragungseigenschaften von Schallwandlern (Mikrofone, Lautsprecher), einschließlich deren Richtcharakteristiken. Des Weiteren verwendet man reflexionsarme Räume zur Prüfung von Gehör und Sprache, zur Messung von Kraftfahrzeug- und Maschinengeräuschen sowie für raum- und bauakustische Tests. Darin können auch Hörgeräte gemessen werden, wenngleich es speziell für Hörhilfen handlichere Messboxen gibt. Im Gegensatz zu reflexionsarmen Räumen gibt es noch eine andere Art von akustischen Messräumen,



Bild 12: Piloten-Headset, Typ HMEC 350 mit aktivem Gehörschutz und einer gleichmäßigen Lärmreduzierung von bis zu 40 dB im gesamten Hörbereich (Foto: Sennheiser electronic)

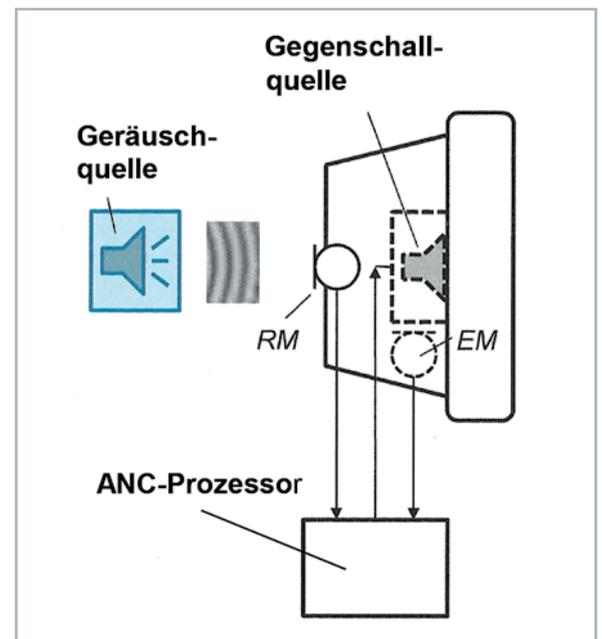


Bild 13: Aktiver persönlicher Schallschutz in digitaler Technik, eingebaut in einer Kopfhörerkapsel oder auch in einem Kapselgehörschützer mit einer möglichst großen passiven Dämmung im Bereich der hohen und mittleren Frequenzen. Die tiefen Frequenzen übernimmt die ANC.

RM = Referenz- oder Bezugsmikrofon
EM = „Error“-Mikrofon
ANC-Prozessor (ANC = Anti Noise Control)

und das sind Hallräume. Darin werden unter anderem Schalleistungen von diversen Schallquellen gemessen. Aber auch für bauakustische Prüfungen werden Hallräume benötigt. Über alle, hier genannten Messungen und Prüfungen wird im nachfolgenden Beitrag berichtet. **ELV**



Weitere Infos:

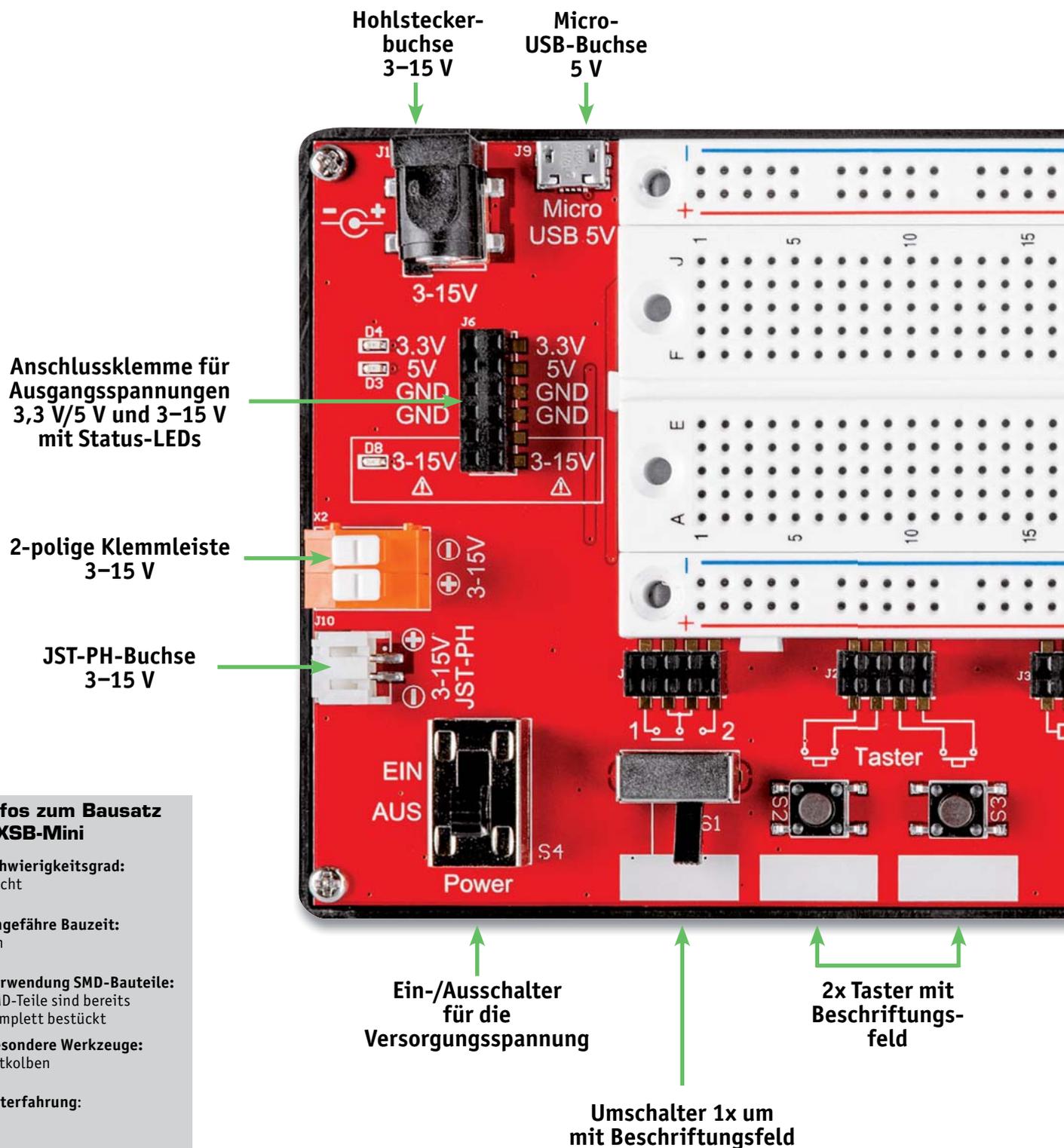
[1] Bruno Retlau und sein Tonneutralisator:
www.museumderunerhoertendinge.de/museum_de/dinge/erzaehlungen/retlau.html

Alle Links finden Sie auch online unter
de.elv.com/elvjournals-links



Passt in jede Tasche

Mini-Experimentierboard mit Peripherie EXSB-Mini



Infos zum Bausatz EXSB-Mini



Schwierigkeitsgrad:
leicht



Ungefähre Bauzeit:
1 h



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



Besondere Werkzeuge:
LötKolben



Lötterfahrung:
ja



Programmierkenntnisse:
nein



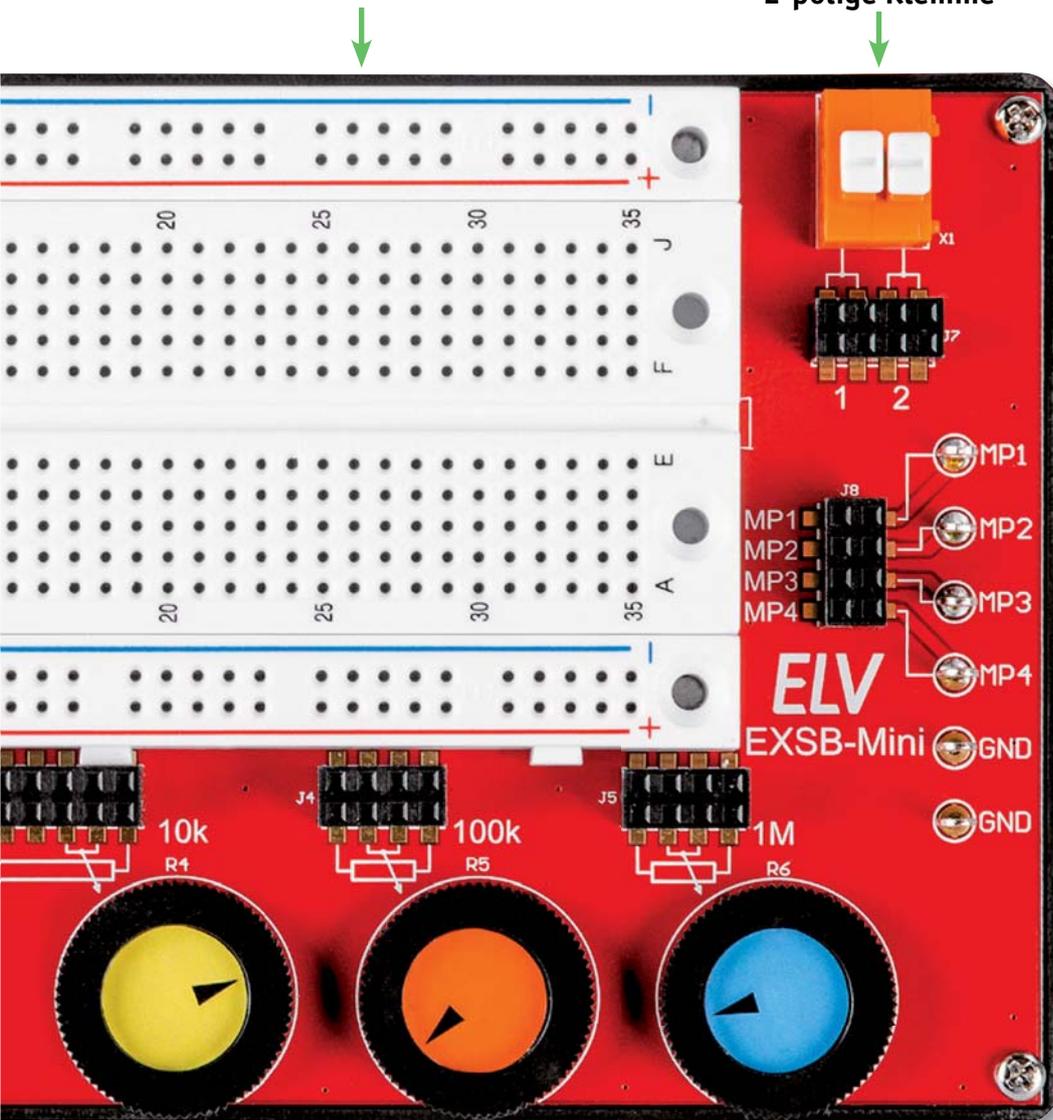
Elektrische Fachkraft:
nein



Nur 17 x 9 Zentimeter groß ist dieses neue Experimentierboard aus unserer Entwicklungsabteilung. Es stellt gleich vier verschiedene Spannungseingänge (Micro-USB, Hohlstecker, 2-polige Klemmleiste und JST-PH-Buchse) zur Verfügung und hat außerdem einen Spannungsregler für die Ausgangsspannungen 5 und 3,3 Volt. Schutzbeschaltungen gegen Kurzschluss, Überlastung und Verpolung machen das Board sicher gegen Bedienungsfehler. Diverse Potis, Taster, Klemmen und Messpunkte bieten eine Peripherie, mit der der einfache Aufbau von Experimentierschaltungen unterstützt wird.

Steckboard mit 470 Kontakten

Universell nutzbare
2-polige Klemme



- 4 Messpunkte zum Anschluss von Multimeter oder Oszilloskop
- 2 Masseanschlüsse

3x Daumenrad-Potentiometer
mit den Werten 10 k, 100 k, 1 M

EXSB-Mini
Artikel-Nr.
155555
Bausatz-
beschreibung
und Preis:



www.elv.com

Sie möchten sich den Zusammenbau sparen?
Das EXSB-Mini gibt es auch als Fertigergerät
(Artikel-Nr. 155627).

Sowohl das Fertigergerät als auch der Bausatz werden
in einer schicken Verpackung geliefert und sind somit
gut geeignet als Geschenk für Elektroniker.





Bild 1: Der große „Bruder“ EXSB1 aus ELVjournal 3/2019

Klein, aber fein

Nach der sehr positiven Resonanz auf das im ELVjournal 3/2019 vorgestellte Experimentierboard EXSB1 (siehe Bild 1, [1]) haben wir uns entschieden, eine kleine Version davon zu entwickeln. Klein bedeutet in diesem Sinne nur mechanisch klein. Der praktische Nutzen ist, wie beim großen Bruder EXSB1, sehr groß. Dank der kompakten Bauweise ist dieses Board ideal für kleine bis mittlere Experimentierschaltungen. Durch Auslagerung von Bedienelementen, wie z. B. Taster und Potentiometer vom Steckboard weg auf eine, wie in unserem Fall, benachbarte Platine, steht auf dem Steckboard mehr Platz für die eigentliche Elektronik zur Verfügung. Das verwendete Steckboard (Breadboard) hat 470 Kontakte und ist von hoher Qualität. Der taiwanische Hersteller E-Call/E.I.C beschäftigt sich schon seit Anfang der 90er-Jahre mit der Herstellung von Steckboards und liefert dementsprechend hohe Qualität.

Bei Experimentier- und Testschaltungen gibt es nichts Schlimmeres als mangel- oder fehlerhaftes Equipment. Zu der Frage, ob die entwickelte Schaltung auch funktioniert, stellt sich dann noch die Frage, ob denn die Kontaktierung zwischen den Bauteilen in Ordnung ist. Schlechtes Equipment ist daher ein Worst-Case-Szenario für einen Entwickler. Aus diesem Grund verwenden wir nur hochwertige Komponenten, um solche Fehler möglichst zu vermeiden.

Im Gegensatz zum EXSB1 haben wir in unserem EXSB-Mini eine Spannungsstabilisierung integriert. Neben einem USB-Eingang (Micro-USB) zur Versorgung mit 5 V stehen noch drei weitere Eingänge mit einem weiten Spannungsversorgungsbereich von 3–15 V zur Verfügung. Ein moderner Schaltregler kann

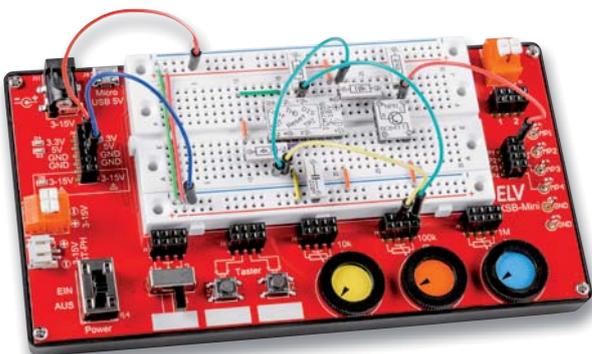


Bild 2: Das EXSB-Mini mit einer Beispielschaltung

bei Bedarf eine Stabilisierung auf 5 V bzw. 3,3 V vornehmen. Durch besondere Schutzmaßnahmen, die im Abschnitt Schaltung erklärt sind, ist dieser unter normalen Bedingungen unzerstörbar. Der Schutz umfasst Kurzschluss, Überlastung und Verpolung. Was nicht abgesichert werden kann, ist eine zu hohe Eingangsspannung.

Welche Features und Besonderheiten das Mini-Experimentierboard (Bild 2) bereitstellt, wird im folgenden Abschnitt erklärt.

Praktische Anwendung

Im Aufmacherbild sind alle Komponenten und die Anschlussmöglichkeiten dargestellt. Wir unterscheiden zwischen den Bereichen mit aktiven und passiven Komponenten. Zu den aktiven Komponenten gehören die Bauteile zur Spannungsversorgung. Passive Komponenten sind die Bedienelemente und beispielsweise die Schalter und Ein-/Ausgangsklemmen.

Steckboard

Die wichtigste Komponente ist das Steckboard, das in Bild 3 gesondert dargestellt ist. Dieses Steckboard (engl.: Breadboard) dient zur Aufnahme von Bauteilen und Steckbrücken. Auf diese Weise können Schaltungen einfach realisiert werden. In Bild 3 ist zu sehen, wie die einzelnen Kontakte miteinander verbunden sind. Die Spannungsschienen werden, wie der Name es schon sagt, zur Kontaktierung der Versorgungsspannung genutzt, während die vertikal dargestellten Kontaktreihen zur Aufnahme von Bauteilen, Steckbrücken und Steckkabeln dient. In Bild 4 ist eine Beispielschaltung (Oszillator mit ICM7555) zu sehen. Wir haben hier keine bedrahteten Bauteile, sondern Bauteile aus der ELV Serie PADx verwendet [2]. Im Gegensatz zu konventionellen Bauteilen, ist hier eine bessere Übersicht gegeben, da man auf den ersten Blick erkennt, um was für ein Bauteil es sich handelt. Natürlich kann man auch, wie gewohnt, normale bedrahtete Bauteile verwenden.

Spannungsschienen: Alle horizontalen Kontakte sind miteinander verbunden

Vertikale Kontaktstreifen

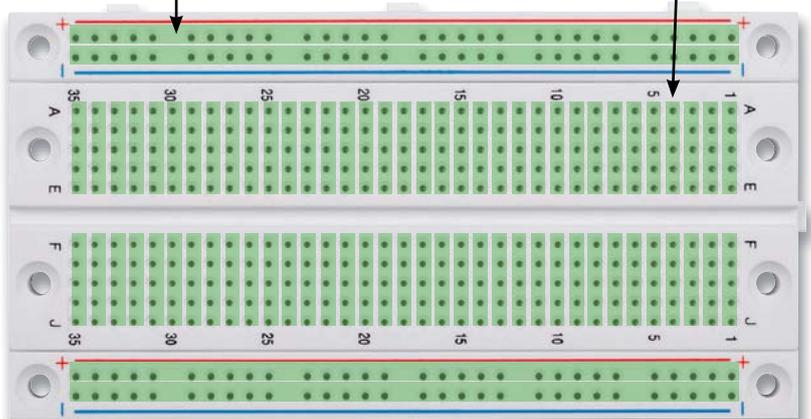


Bild 3: So sind die Kontakte vom Steckboard miteinander verbunden.

Spannungsversorgung

Wie schon im vorherigen Abschnitt erwähnt, stehen vier unterschiedliche Eingänge zur Spannungsversorgung zur Verfügung. Dabei wird zwischen Kontaktart und Eingangsspannungsbereich unterschieden. Hier die Eingänge im Detail:

USB-Buchse (J9)

Hier wird über USB-Micro (J9) eine 5-V-Spannung zugeführt. Diese Spannung kommt in der Regel von einem Handyladegerät mit USB-Micro-Stecker. Das USB-Netzteil liefert eine stabile Spannung von 5 V. Auf dem EXSB-Mini wird diese Spannung zusätzlich auf eine niedrige Spannung von 3,3 V herabgesetzt.

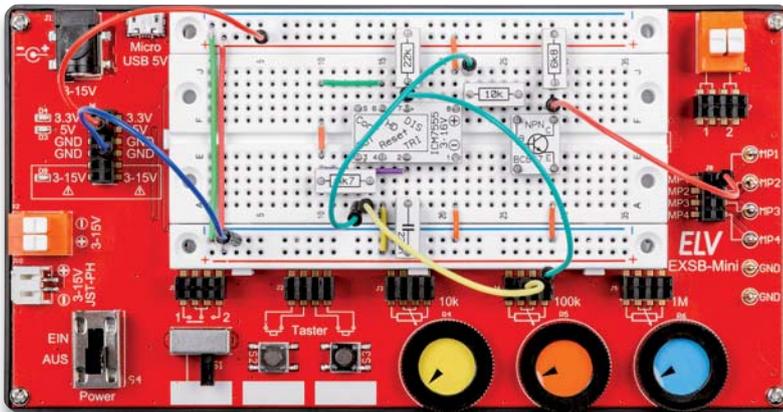


Bild 4: Beispielschaltung, aufgebaut mit Komponenten aus der ELV-PADx Serie [2]

Hohlsteckerbuchse (J11)

Hier kann über einen Hohlstecker (5,5 x 2,1 mm) eine Spannung im Bereich von 3–15 V zugeführt werden. Diese Spannung ist an der Buchse J6 verfügbar. Lediglich der Spannungsabfall (ca. 0,3 V) über die Schutzdioden muss berücksichtigt werden. Die Spannungsausgänge 3,3 V und 5 V sind nur dann verfügbar, wenn die Eingangsspannung größer als 6 V ist. Über die drei Status-LEDs wird angezeigt, welche Spannung zur Verfügung steht.

JST-PH-Buchse (J10) und Klemmleiste (X2)

Hier gelten die gleichen Angaben zur Spannungsversorgung wie bei der Buchse J11. An die JST-PH Buchse können z. B. Batteriehalter mit entsprechendem Stecker angeschlossen werden (Bild 5).

Ausgangsspannungen

An der Buchse J6 (Bild 6) können die Ausgangsspannungen entnommen werden. Je nachdem, welcher Spannungseingang beschaltet ist, können maximal drei unterschiedliche Spannungen verwendet werden. Führt man nur eine 5-V-Spannung über die USB-Buchse zu, dann sind die Ausgän-

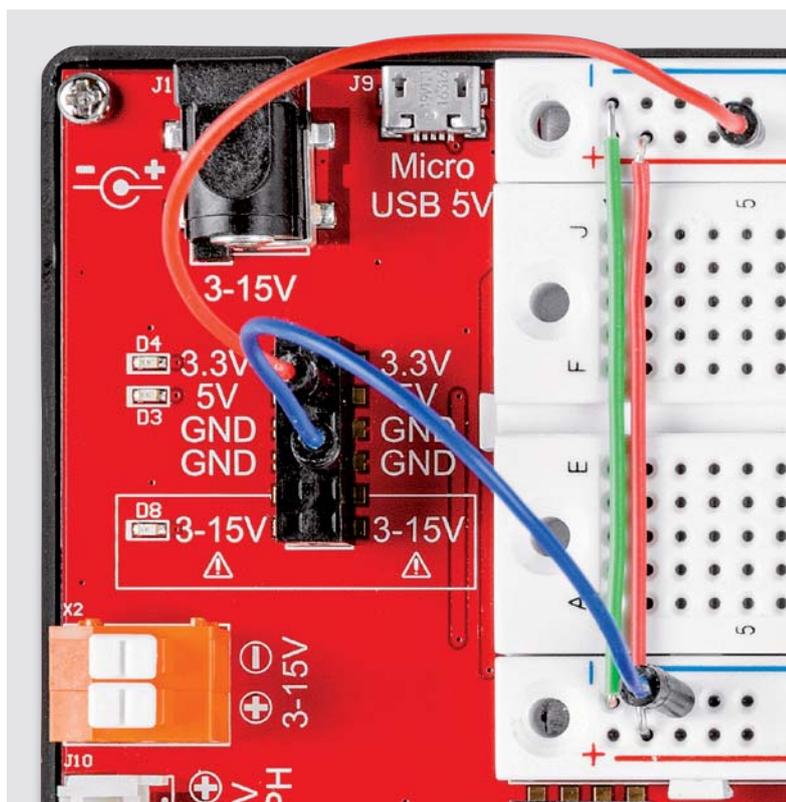


Bild 7: So werden die Spannungen von der Buchse J6 auf das Steckboard geführt.

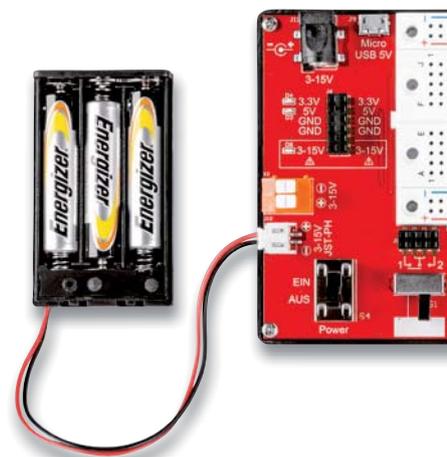


Bild 5: Die JST-PH-Buchse dient vor allem zum Anschluss von Batteriehaltern.

ge 3,3 V und 5 V aktiv. Die aktiven Ausgänge werden durch Status-LEDs angezeigt. Bei den anderen drei Eingängen hängt es davon ab, wie hoch die Eingangsspannung ist. Bei einer Spannung, die kleiner als 6 V ist, sind die Ausgänge 3,3 V und 5 V nicht aktiv. Erst beim Überschreiten von 6 V wird der interne Schaltregler aktiviert (siehe auch Schaltungsbeschreibung). An dem Ausgang 3–15 V steht die Eingangsspannung abzüglich einer Diodenspannung von 0,3 V zur Verfügung.

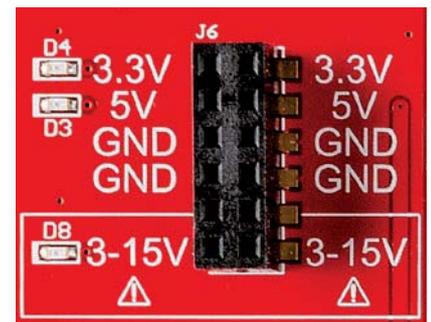


Bild 6: Buchse J6 für die Ausgangsspannungen

Der Grund dafür, dass dieser Ausgang mit einem Ausrufezeichen gekennzeichnet ist, ist folgender: Schließt man z. B. ein 12-V-Steckernetzteil an J11 an und verwendet die stabilisierte Spannung von 3,3 V für seine aufgebaute Schaltung, die aus spannungsempfindlichen Komponenten wie beispielsweise einem Mikrocontroller besteht, der nur mit einer maximalen Spannung von 3,7 V betrieben werden darf, würde eine Spannungserhöhung zur Zerstörung führen. Genau diese Spannungserhöhung kann durch Unachtsamkeit entstehen, wenn man den Anschlussstift versehentlich in den Buchsenkontakt 3–15 V steckt und nicht wie vorgesehen in den 3,3-V-Anschluss. Das Ausrufezeichen soll hier als Warnsignal dienen, denn dieser Ausgang kann natürlich normal genutzt werden. Man muss sich allerdings sicher sein, was man macht, und vor allem, welche maximale Spannung die eigene Experimentierschaltung erlaubt.

Die Kontaktierung von der Buchse J6 zum Steckboard geschieht mithilfe von Steckkabeln, wie in Bild 7 dargestellt. Da die Buchse J6 doppelreihig ist, sind alle Ausgänge auch doppelt vorhanden. Der Masseanschluss ist sogar viermal vorhanden.

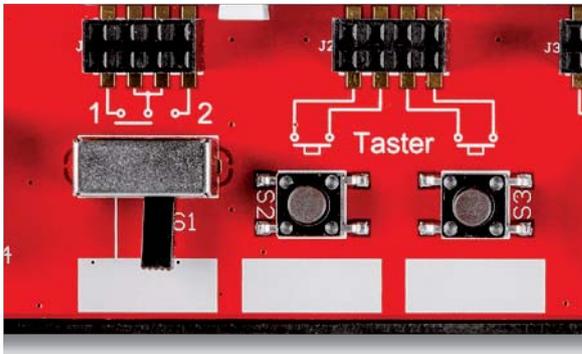


Bild 8: Beschriftungsfelder für den Schalter und die Taster

Wie man erkennen kann, sind die oberen und unteren Spannungsschienen vom Steckboard durch Drahtbrücken miteinander verbunden. Man kann die beiden Spannungsschienen auch mit unterschiedlichen Spannungen beaufschlagen.

Mit dem Schalter S4 kann die Versorgungsspannung auf schnelle Weise ein- bzw. ausgeschaltet werden.

Schauen wir uns nun die passiven Komponenten auf der Platine an. Auf der linken Seite sehen wir einen kleinen Umschalter und zwei Taster. Die Kontaktierung erfolgt über 2x4-polige Buchsenleisten, wobei die Anschlussbelegung aufgedruckt ist. Zur Kennzeichnung der momentanen Funktion sind für diese Bauteile Beschriftungsfelder vorhanden (Bild 8). Mit einem wasserfesten Stift können diese Felder beschriftet werden. Mit etwas technischem Alkohol lässt sich die Beschriftung jederzeit wieder entfernen.

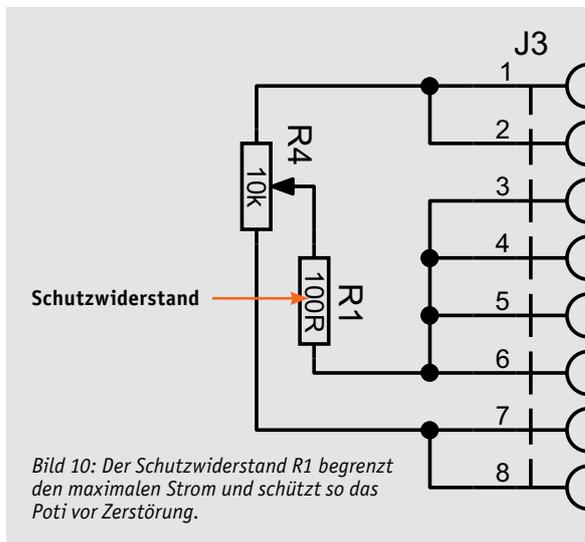


Bild 10: Der Schutzwiderstand R1 begrenzt den maximalen Strom und schützt so das Poti vor Zerstörung.

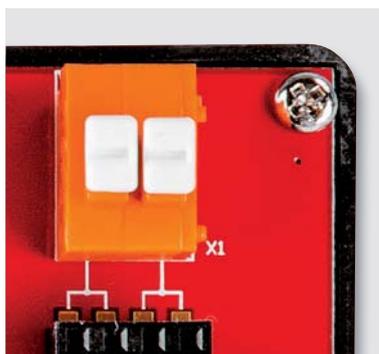


Bild 11: Die Klemme X1 dient zur universellen Kontaktierung verschiedenster Komponenten.



Bild 9: Die drei Potis in Thumbwheel-Ausführung

Auf der rechten Seite befinden sich drei Potentiometer, also einstellbare Widerstände mit den Werten 10 kΩ, 100 kΩ und 1 MΩ. Die Bauform dieser abgekürzt bezeichneten Potis wurde früher als Rändelpoti bezeichnet. Der Hersteller nennt das im englischen Thumbwheel, was übersetzt Daumenrad heißt. Dank dieser Thumbwheels wird das Einstellen sehr erleichtert. Wie der Name schon sagt erfolgt die Einstellung leichtgängig mit einem Finger/Daumen. Wie man in Bild 9 erkennt, können die Potis mit farbigen Aufklebern versehen werden. So sind die aktuelle Position und der Einstellbereich genau erkennbar.

Schutz für die Potis

Wir haben, von der elektrischen Seite her betrachtet, eine kleine Schutzmaßnahme integriert. Bei Experimentierschaltungen und Aufbauten wird häufig mit Steckkabeln gearbeitet. Wenn man die Übersicht verliert, können die Steckkabel auch mal versehentlich falsch gesteckt werden. Bei den Potis wäre der schlimmste Fall, wenn der Schleiferkontakt beispielsweise mit Masse und einer der anderen Kontakte mit +UB (Versorgungsspannung) verbunden ist. Dreht man das Poti nun in die Richtung, in der der Widerstandswert kleiner wird, kommt der Punkt, wo der Widerstandswert sehr niederohmig wird. Bei einer Betriebsspannung von 12 V und einem eingestellten Widerstandswert von 10 Ω würde ein Strom von 1,2 A fließen. Das Poti ist für diese Leistung nicht ausgelegt und der relativ hohe Strom würde die Leiterbahnschicht in kürzester Zeit wegbrennen. Durch einen zusätzlichen seriellen Widerstand am Schleiferkontakt (siehe Bild 10) wird der Strom in so einem Fall begrenzt. Bei der maximal erlaubten Versorgungsspannung von 15 V wäre dies ein Strom von $15 \text{ V} / 100 \Omega = 0,15 \text{ A}$. Dieser Strom ist unter Umständen immer noch zu hoch für die Leiterbahn des Potentiometers. Einen hundertprozentigen Schutz bietet diese Maßnahme somit nicht, denn es gibt Situationen, die kritisch für die Potentiometer werden können (Poti steht nicht auf 0 Ω, sondern auf einem Wert von unter z. B. 5 Ω). In den meisten Fällen dürfte der serielle Widerstand als Schutz ausreichen.

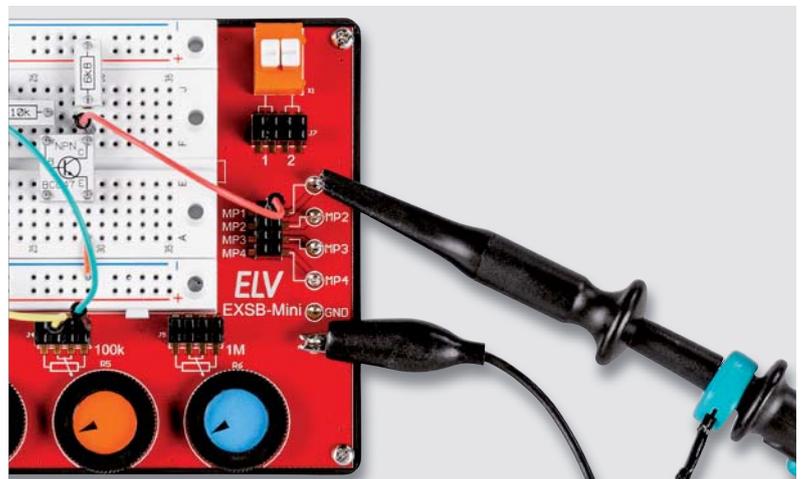


Bild 12: So kann ein Tastkopf von einem Oszilloskop angeschlossen werden.



Einen kleinen Nachteil hat diese Schutzmaßnahme jedoch: Man erreicht nie den Widerstandwert $0\ \Omega$, sondern minimal $100\ \Omega$. Normalerweise ist dies kein Problem, da $100\ \Omega$ im Vergleich zum Gesamtwiderstandswert von $10\ \text{k}\Omega$ nur ein Prozent beträgt. Bei den Potis mit höherem Widerstandswert ist das Verhältnis sogar noch größer.

Universalanschluss

Die Klemme X1 dient zur universellen Kontaktierung von externen Komponenten wie z. B. Sensoren, Relais, Lautsprecher oder Ähnlichem. Diese Klemme hat den Vorteil, dass die Betätigung mit den Fingern, also werkzeuglos erfolgen kann (Bild 11). Ein Druck auf die oberen Stößel genügt, um die Kontakte zu öffnen.

Zum Schluss schauen wir uns die Messpunkte MP1 bis MP4 an. Diese sind dafür gedacht, Messgeräte wie Multimeter oder Oszilloskop zu kontaktieren. Bild 12 zeigt, wie man z. B. den Tastkopf von einem Oszilloskop anschließen kann. Über die Buchse J8 kann so bequem jeder Messpunkt auf dem Steckboard erreicht werden.

Schaltung

Die Schaltung des EXSB-Mini besteht im Wesentlichen aus der Elektronik für die Spannungsversorgung, wie in Bild 13 zu sehen ist. Es gibt zwei unterschiedliche Bereiche: Die USB-Buchse J9 dient zur reinen 5-V-Spannungsversorgung, während die anderen Buchsen X2, J10 und J11 auch höhere bzw. niedrige Spannungen akzeptieren. Um die beiden Eingangsbereiche gegenseitig zu entkoppeln, könnte man rein theoretisch einfache Dioden nutzen, sodass keine gegenseitige Beeinflussung stattfindet. Dies hätte aber einen Spannungsabfall von ca. $0,3\ \text{V}$ zur Folge. Deshalb setzen wir elektronische Schalter ein, realisiert mit P-Channel-MOSFETs. Die Transistorpaare Q1/Q2 und Q3/Q4 bilden jeweils einen dieser elektronischen Schalter, mit dem die Funktion einer Diode nachgebildet wird.

Schauen wir uns die Funktionsweise am Beispiel Q1/Q2 an. Diese beiden MOSFETs bilden, zusammen in Reihe geschaltet, einen Schalter für analoge Spannungen. Beide Gate-Anschlüsse sind miteinander verbunden und liegen über R8 an Masse. In diesem Zustand sind beide MOSFETs leitend und bedingt durch den niedrigen Einschaltwiderstand der MOSFETs (ca. $40\ \text{m}\Omega$) fällt über diesen elektronischen Schalter nur wenig Spannung ab. Beim zulässigen Nennstrom sind dies gerade mal $30\ \text{mV}$.

Die Schaltung für den zweiten Eingangsspannungsbereich befindet sich im unteren Teil des Schaltbildes (Bild 13). Hier bilden die MOSFETs

Q3 und Q4 den notwendigen Schalter. Um den Fall abzusichern, dass beide Eingangsspannungsbereiche gleichzeitig Spannung führen, gibt es eine gegenseitige Verriegelung. Die geschieht mit den Dioden D1 und D2.

Wie schon beschrieben sind die MOSFET-Schalter leitend, wenn das Gate an Masse liegt. Gibt man allerdings eine Spannung auf das Gate, sperrt der MOSFET. Liegt z. B. an J9 (USB-Buchse) eine Spannung an ($5\ \text{V}$), gelangt über D2 auch eine Spannung auf das Gate der MOSFET-Schalter (Q3/Q4), wodurch diese sperren. Im umgekehrten Fall, wenn also einer der unteren Spannungseingänge mit Spannung versorgt wird, gelangt über D1 Spannung auf das Gate von Schalter Q1/Q2, wodurch dieser elektronische Schalter gesperrt wird. Zu beachten ist hierbei: Wenn sowohl der USB-Eingang als auch eine der Buchsen X2, X10 oder X11 gleichzeitig Spannung führt, wird keiner der beiden MOSFET-Schalter leitend und es erfolgt keine Spannungsversorgung.

Der Ausgang des MOSFET-Schalters Q1/Q2 führt auf den PTC-Widerstand RT1. Der Widerstandswert eines PTC erhöht sich, wenn der Nennstrom überschritten wird und sich dieser dadurch erhitzt. Dies kann ein Kurzschluss hinter dem PTC oder eine Überlastung sein. Somit dient der PTC als selbstrückstellende Sicherung, denn wenn der Strom wieder im Normbereich liegt, der PTC sich also wieder abkühlt, sinkt auch der Widerstand des PTC.

Vom PTC führt die 5-V -Spannung zum Ein-/Aus-Schalter S4A und anschließend auf den 5-V -Anschluss der Buchse J6 (5V). Zur optischen Kontrolle für das Vorhandensein dieser Spannung dient die LED D3. Die 5-V -Spannung wird zusätzlich mit dem Spannungsregler VR1 vom Typ S1206B33 auf eine Spannung von $3,3\ \text{V}$ stabilisiert. Auch hier dient eine LED (D4) als optische Kontrolle, ob diese Spannung vorhanden ist. Sie führt ebenfalls zu der Buchse J6 ($3,3\text{V}$), an der die Spannung entnommen werden kann.

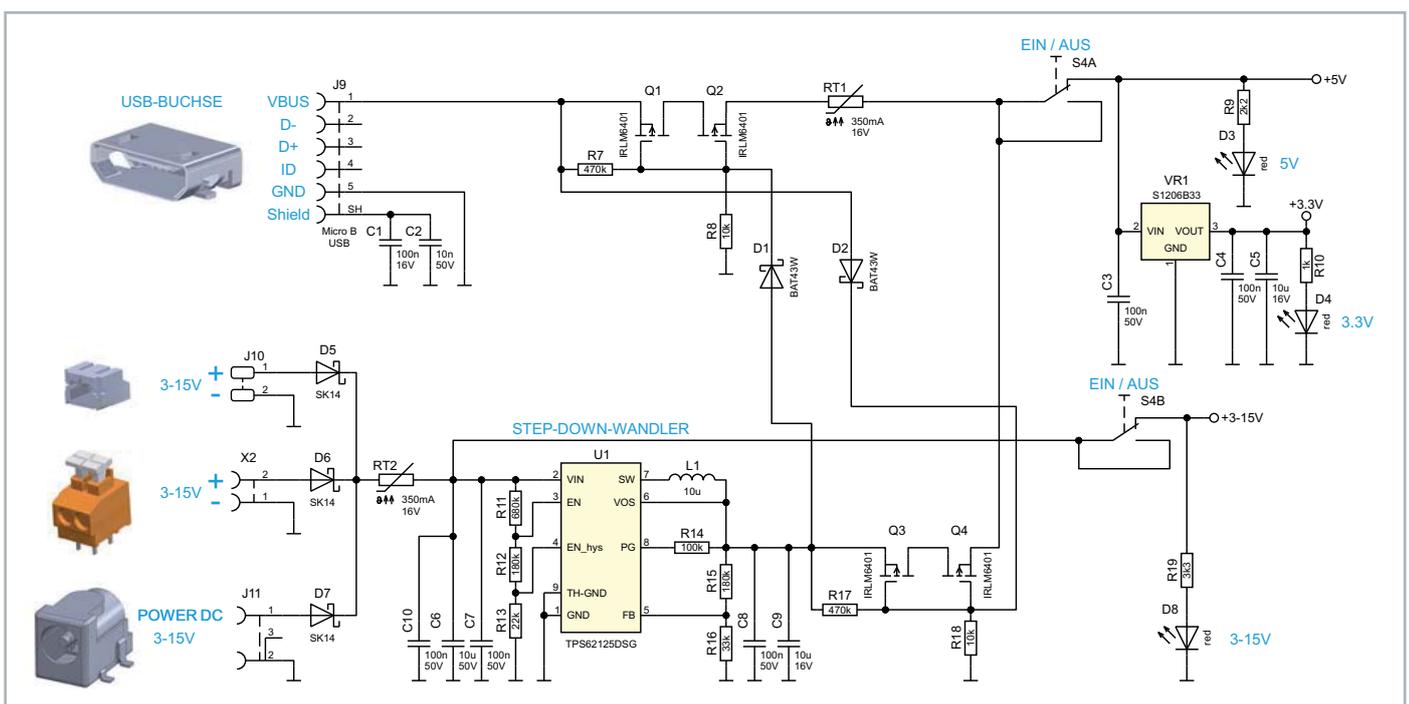


Bild 13: Schaltbild des EXSB-Mini

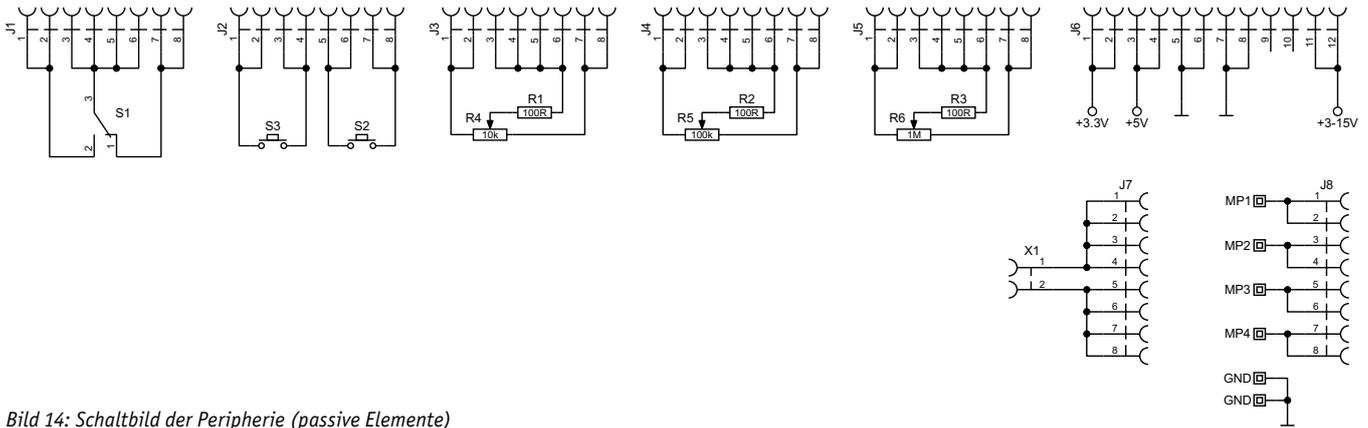


Bild 14: Schaltbild der Peripherie (passive Elemente)

Schauen wir uns nun den zweiten Eingangsspannungsbereich etwas genauer an. Es stehen hier die schon erwähnten Eingänge X2, J10 und J11 zur Verfügung. Wie man leicht erkennen kann, werden diese durch die drei Dioden D5 bis D7 entkoppelt. Da sich der erlaubte Eingangsspannungsbereich von 3–15 V erstreckt, fällt hier der Spannungsabfall von 0,3 V über die Dioden nicht ins Gewicht, da die Eingangsspannung leicht um diesen Wert erhöht werden kann. Die Kathoden dieser Dioden sind zusammengeschlossen und führen auf den PTC-Widerstand RT2. Welche Funktion ein PTC übernimmt, wurde schon beschrieben.

Die Eingangsspannung nimmt nun zwei unterschiedliche Wege. Der kürzeste Weg führt über den

Ein-/Ausschalter S4B direkt zum Anschluss 3–15 V der Buchse J6 (siehe Bild 14). Hier kann die Eingangsspannung abzüglich der Verluste durch die Dioden und den PTC verwendet werden. Dies ist vor allem dann sinnvoll, wenn Batterien zur Versorgung verwendet werden sollen. Die LED D8 zeigt an, ob diese Spannung vorhanden ist. Bei Spannungsversorgung über die USB-Buchse liegt hier keine Spannung an. Ist die Eingangsspannung an X2, J10 oder J11 größer als 6 V, kommt der Step-down-Wandler U1 zum Einsatz. Dieser setzt die Eingangsspannung verlustarm auf eine Ausgangsspannung von 5 V herunter. Im Gegensatz zu einem Linearregler entsteht auch bei einer Eingangsspannung von 15 V nur eine geringe Verlustleistung und somit auch nur wenig Wärme. Der Step-down-Wandler ist ein Schaltregler mit einer Arbeitsfrequenz von ca. 1 MHz. In der Speicherspule L1 wird die Energie zwischengespeichert. Auf die detaillierte Funktionsweise eines Schaltreglers wollen wir hier nicht weiter einge-

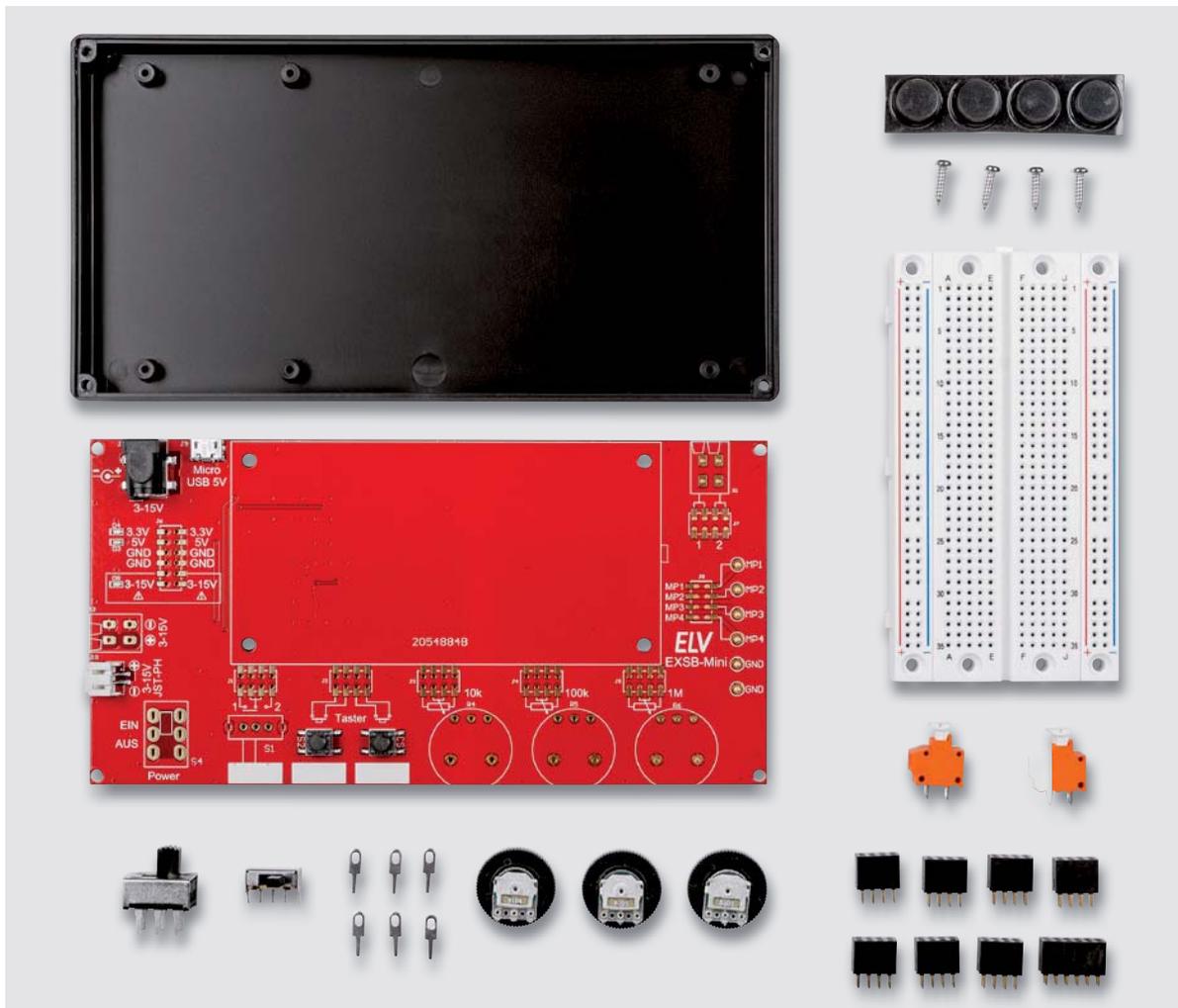


Bild 15: Alle Einzelteile des Bausatzes EXSB-Mini



hen. Weiterführende Informationen zur Funktionsweise von Schaltreglern gibt es unter [3].

Die Ausgangsspannung wird durch das Widerstandsverhältnis von R15 und R16 bestimmt und liegt bei ca. 5 V ($\pm 0,1$ V). Die Ausgangsspannung wird ebenfalls durch den beschriebenen elektronischen Schalter, bestehend aus Q3 und Q4, von der USB-Spannungsversorgung entkoppelt. Ein noch zu erwähnendes Feature des Step-down-Wandlers U1 dient der Eingangsspannungsüberwachung. Der Wandler startet durch die Beschaltung an „EN_hys“ erst ab einer Eingangsspannung von ca. 6 V und schaltet beim Unterschreiten von 5,4 V wieder ab. Hierdurch wird sichergestellt, dass die Eingangsspannung die notwendige Höhe von mehr als 6 V aufweist. Zudem ist der Wandler mit einer Überwachung gegen Kurzschluss und Überlast ausgestattet. Alle Schutzmaßnahmen zusammen machen die Elektronik des EXSB-Mini fast unzerstörbar und gewährleisten einen sicheren Betrieb.

In Bild 14 ist das Schaltbild für die Peripherie, wie z. B. die Buchsen und die Potis, dargestellt.

Nachbau

Dank der schon vorbestückten SMD-Bauteile müssen nur noch wenige, vorwiegend mechanische Bauelemente (Schalter, Taster und Buchsenleisten) und drei Potentiometer bestückt und verlötet werden. In Bild 15 sind alle zu bestückenden Bauteile dargestellt. Die Platinenfotos (Bild 16 a und b) bieten hier eine gute Orientierungshilfe.

Die Bauteile werden von oben in die Platine eingesetzt und auf der Unterseite verlötet. Dabei ist darauf zu achten, dass die Bauteile plan auf der Platine aufliegen. Die Anschlüsse vom Schiebeschalter S4 müssen mit reichlich Lötzinn verlötet werden, um eine gute Kontaktierung zu erzielen. Die sechs Lötstifte sollten so weit wie möglich in die Bohrungen der Platine gedrückt werden, sodass diese beim Umdrehen der Platine nicht herausfallen können.

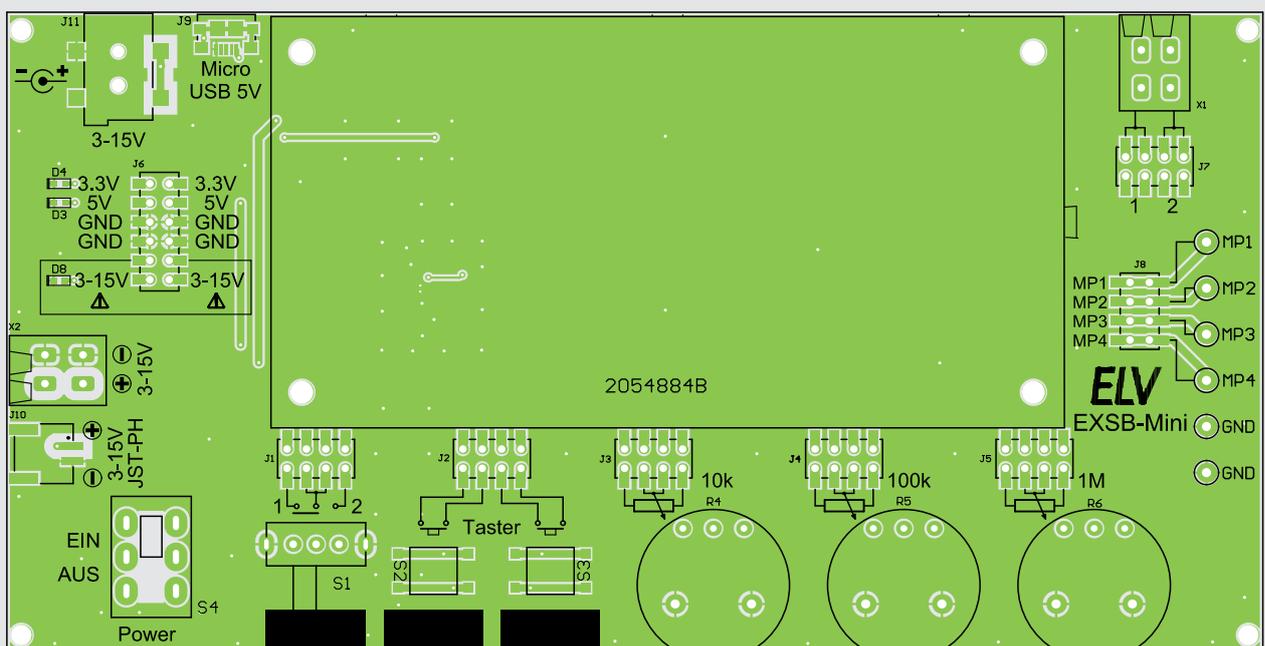
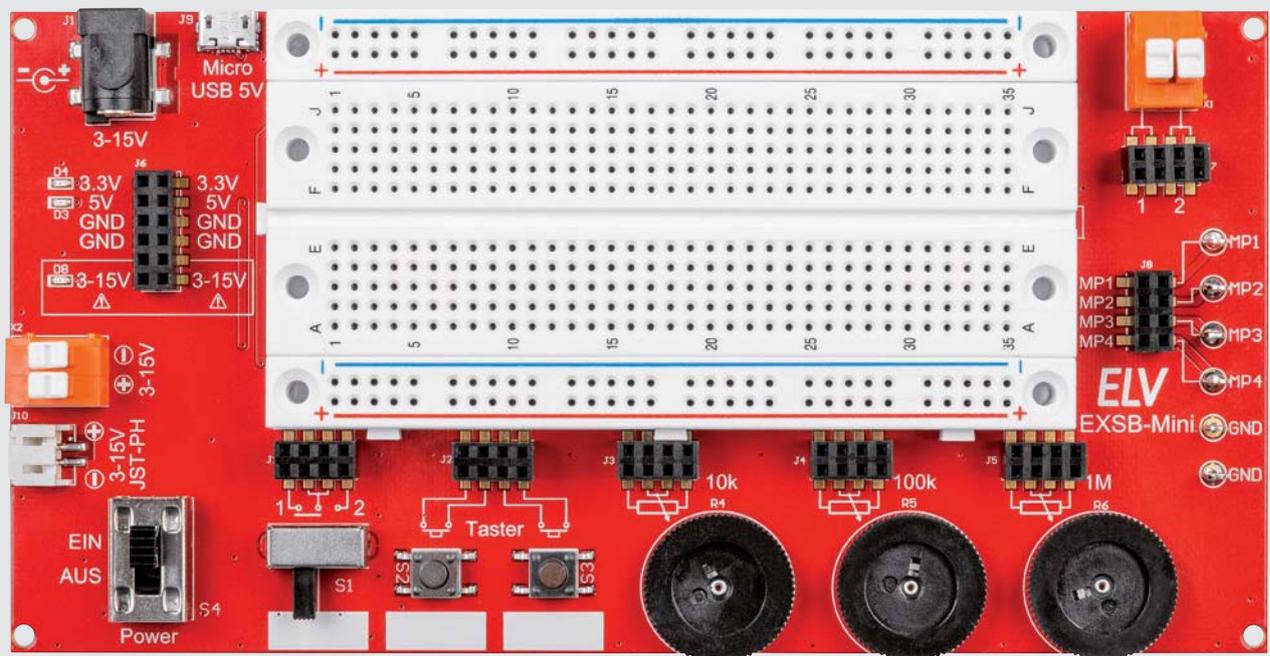


Bild 16 a: Platinenfoto mit zugehörigem Bestückungsdruck (Bestückungsseite)

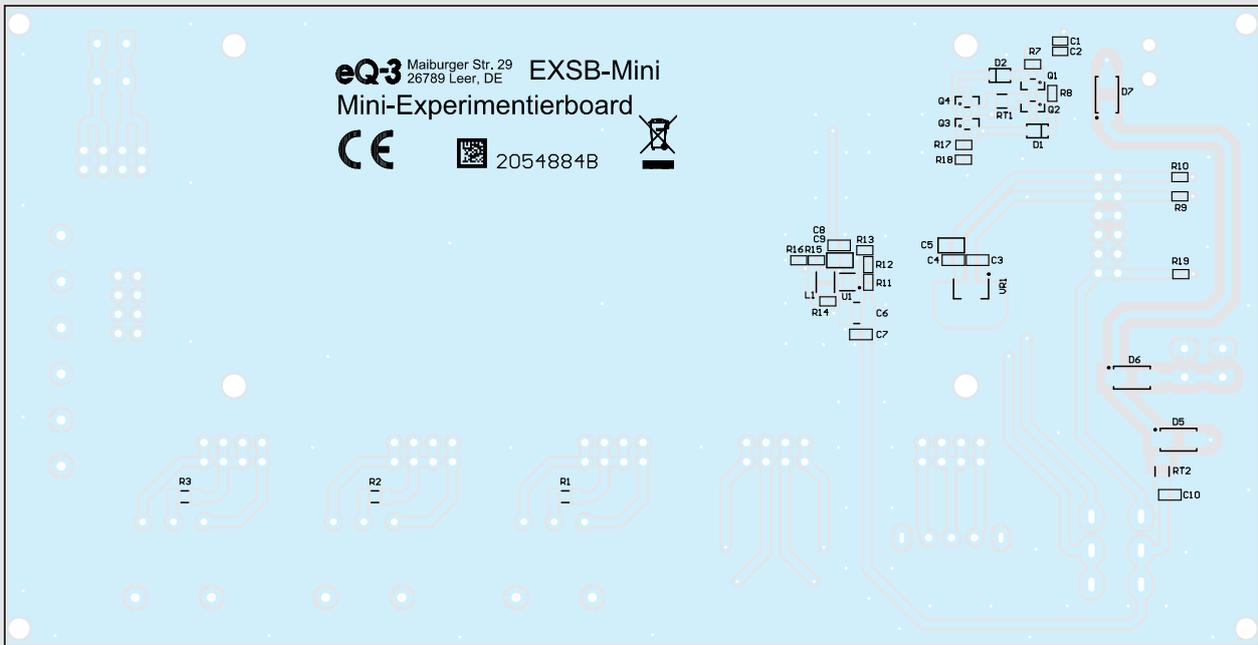
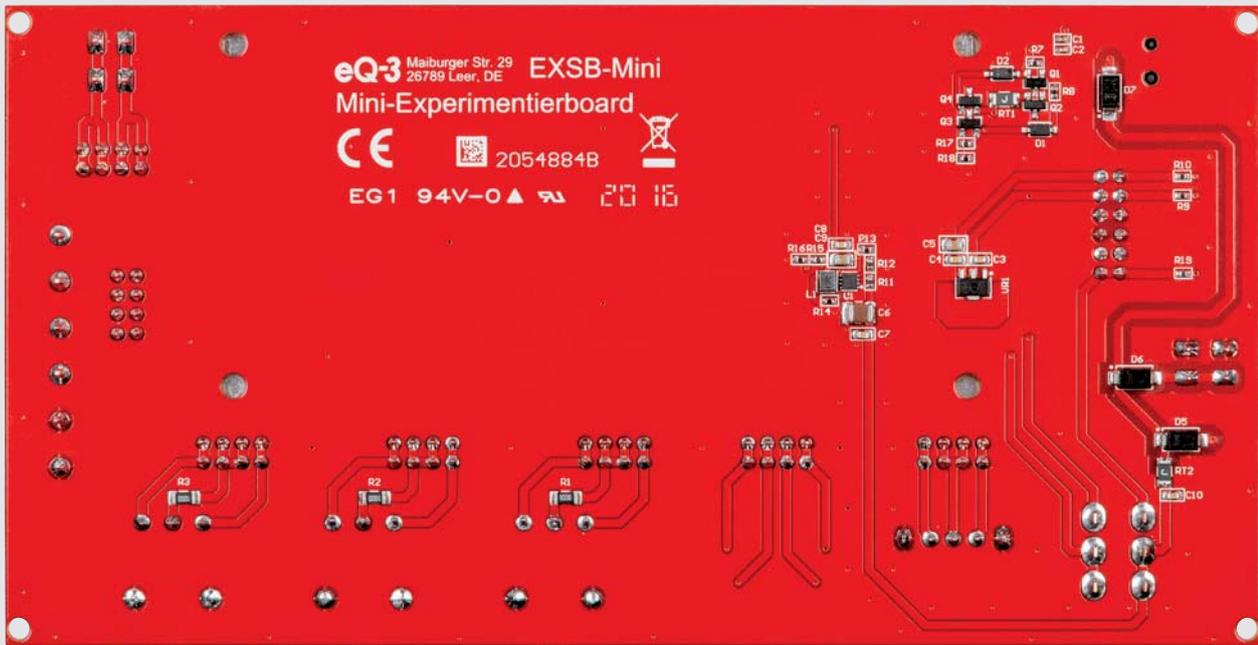


Bild 16 b: Platinenfoto mit zugehörigem Bestückungsdruck (Lötseite)



Bild 17: Die Widerstandswerte sind kodiert aufgedruckt.



Bild 18: Aufkleber für die Rändelpotis



Bild 19: So werden die farbigen Aufkleber eingeklebt.



Die Widerstandswerte der drei Rändelpotis sind rückseitig aufgedruckt. Die Werte werden in gewisser Weise kodiert aufgedruckt. Der Wert 10 k Ω wird als 103 dargestellt. Dies bedeutet eine Zehn mit drei Nullen, was 10.000 Ω entspricht. Zur besseren Orientierung ist in **Bild 17** die Zuordnung dargestellt, damit es zu keiner Verwechslung kommt.

Widerstände:

100 Ω /SMD/1206	R1–R3
1 k Ω /SMD/0402	R10
2,2 k Ω /SMD/0402	R9
3,3 k Ω /SMD/0402	R19
10 k Ω /SMD/0402	R8, R18
22 k Ω /SMD/0402	R13
33 k Ω /SMD/0402	R16
100 k Ω /SMD/0402	R14
180 k Ω /SMD/0402	R12, R15
470 k Ω /SMD/0402	R7, R17
680 k Ω /SMD/0402	R11
Rändelpoti/10 k Ω	R4
Rändelpoti/100 k Ω	R5
Rändelpoti/1 M Ω	R6
PTC/0,35 A/16 V/SMD/1206	RT1, RT2

Kondensatoren:

10 nF/50 V/SMD/0402	C2
100 nF/16 V/SMD/0402	C1
100 nF/50 V/SMD/0603	C3, C4, C7, C8, C10
10 μ F/16 V/SMD/0805	C5, C9
10 μ F/50 V/SMD/1210	C6

Halbleiter:

TPS62125DSG/SMD	U1
S1206B33U3T1/MCP1700T-3302E/ MB/SOT89-3	VR1
IRLML6401/SMD	Q1–Q4
BAT43W/SMD	D1, D2
LED/rot/SMD/0603	D3, D4, D8
SK14/SMD	D5–D7

Sonstiges:

Speicherdrossel, SMD, 10 μ H/550 mA	L1
Schiebeschalter, 1x um, winkelprint	S1
Mini-Drucktaster, 1x ein	S2, S3
Schiebeschalter, 2x um	S4
Buchsenleisten, 2x 4-polig, gerade	J1–J5, J7, J8
Buchsenleiste, 2x 6-polig, gerade	J6
USB-Buchse, Micro B, SMD	J9
Steckverbinder, Typ JST-PH, 2-polig, abgewinkelt	J10
Hohlsteckerbuchse für 5,5-mm-/2,1-mm- Stecker, SMD	J11
Federkraftklemmen, 2-polig, orange	X1, X2
6x Lötstifte mit Lötöse	
1x Steckboard, 470 Kontakte	
1x Gehäuseunterteil, Rohmaterial	
4x Gehäusefüße, 12,7 x 3,5 mm, selbstklebend, schwarz	
4x Schraube, 2,6 x 9,5 mm	
6x Aufkleber für Rändelpoti, farbig	
Typenschildaufkleber	

Stückliste

Für die drei Rändelpotis R4 bis R6 stehen Aufkleber (**Bild 18**) zur Verfügung, die zur Markierung der Stellposition dienen. Hier kann zwischen sechs unterschiedliche Farben gewählt werden. Diese runden Aufkleber werden in die Vertiefung der Potis eingeklebt. Dies geschieht zweckmäßigerweise mit einer Pinzette, wie es in **Bild 19** dargestellt ist. Der Pfeil sollte mit der Markierung auf dem Poti übereinstimmen. Sind alle Bauteile auf der Platine bestückt, kann das Steckboard montiert werden.

Das Steckboard wird mit der rückseitigen selbstklebenden Folie auf der Platine befestigt. Wichtig! Diese Klebefolie hat eine extreme Haftwirkung, einmal festgeklebt lässt sich das Steckboard nicht ohne Beschädigung wieder entfernen. Das Steckboard sollte so positioniert werden, dass die Nummerierung (1–35) auf der linken Seite beginnt.

Nachdem alle Bauteile bestückt bzw. montiert sind, wird die Platine auf die Gehäuseunterschale gelegt und mit vier Schrauben befestigt. Zum Schluss sind noch die selbstklebenden Gehäusefüße, wie in **Bild 20** dargestellt, und der Typenschildaufkleber aufzukleben. **ELV**



Bild 20: Gehäusefüße werden auf die Unterseite geklebt.



Weitere Infos:

- [1] ELV Bausatz Experimentier-/Steckboard EXSB1 inkl. Gehäuse: Artikel-Nr. 153753
ELVjournal 3/2019:
Beitrag Experimentier-/Steckboard EXSB1: Artikel-Nr. 250837
- [2] PAD1: Artikel-Nr. 153761
PAD2: Artikel-Nr. 154712
PAD3: Artikel-Nr. 154743
PAD4: Artikel-Nr. 155107
- [3] ELVjournal 4/2020:
Beitrag DC-DC-Converter: Artikel-Nr. 251418

Technische Daten

Geräte-Kurzbezeichnung:	EXSB-Mini
Spannungsversorgung:	USB-Buchse (J9) 5 V _{DC} Hohlsteckerbuchse (J11) 3–15 V _{DC} Klemme (X2, J10) 3–15 V _{DC}
Stromaufnahme:	350 mA max.
Ausgangsspannungen:	3,3 V/250 mA max. 5 V/300 mA max. 3–15 V/300 mA max.
Sonstiges:	Kurzschlussfest, Verpolungsschutz, Steckboard mit 470 Kontakten
Umgebungstemperatur:	5 bis 35 °C
Abmessungen (B x H x T):	168 x 88 x 26 mm
Gewicht:	170 g



Obere Reihe von links: Manfred Gontjes, Torsten Boekhoff, Dominik Gimplinger, Marco Fenbers
 Mittlere Reihe von links: Marcus Rull, Werner Müller, Andree Dannen
 Untere Reihe von links: Tim Janssen, Andreas Prast, Simeon Flachowsky

Dialog

Experten antworten

Sie suchen Beratung oder haben Fragen zu Ihrem ELV Projekt? Wir helfen Ihnen gerne! 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 ELVshop 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.

de.elv.com/forum

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

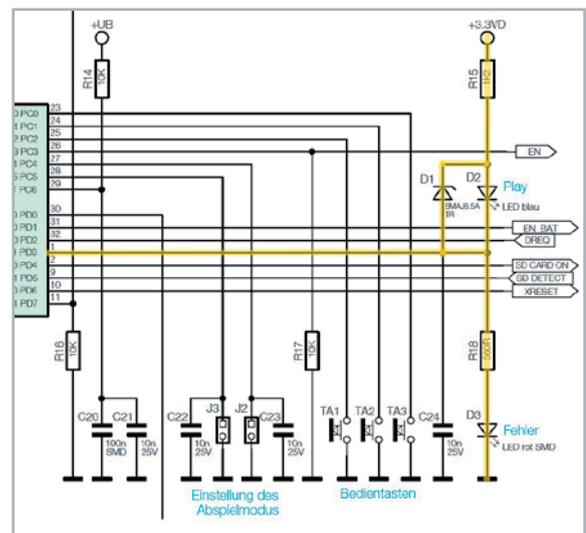
E-Mail: technik@elv.com

Frage von Herrn Jänsch zur MP3 Türklingel MTK1 (Artikel-Nr. 098345):

Die Klingel funktioniert normal. Beide LEDs waren nach jedem Abspielen erloschen. Dann habe ich für einen Test die Schalter TA2 und TA3 betätigt. Aber danach leuchtet immer die rote LED nach jedem Abspielen. Wie lässt sich erreichen, dass die rote LED wieder abgeschaltet wird?



Antwort von ELV: Unseres Erachtens hat entweder die blaue LED D2 oder die antiparallel geschaltete Diode D1 einen Hardwarefehler. Dadurch ist es vorstellbar, dass sich über das defekte Bauteil ein Fehlerstrom bildet, der die rote LED dann zum Leuchten bringt (der Fehlerstrom fließt vom 3,3-V-Spannungspunkt über den Widerstand R15, die Diode D1 oder D2, den Widerstand R18 und dann über die Diode D3.). Wenn also die rote LED nach jedem Abspielen leuchtet, dann sieht es sehr nach einem Hardwaredefekt der Bauteile D1 oder D2 aus. **ELV**





Frage von Herrn Schwab zum Homematic IP Schalt-Mess-Aktor HmIP-BSM (Artikel-Nr. 142720):

Ich setze in meinem Wohnzimmer zwei Homematic IP Aktoren des Typs HmIP-BSM ein. Mit einem Aktor schalte ich in einer Wechselschaltung zusammen mit einem anderen Wechselschalter eine Lampe, mit dem anderen Aktor eine Steckdose. Ich konnte feststellen, dass bei dem Aktor, mit welcher die Lampe geschaltet wird, bei der Betätigung einer Wippenhälfte die Lampe ein- und bei Betätigung der anderen Wippenhälfte die Lampe wieder ausgeschaltet wird.

In Verbindung mit der Steckdose konnte ich feststellen, dass diese nur über eine Wippenhälfte ein- und ausgeschaltet werden kann, obwohl ich bei der Prüfung der Einstellungen des Schaltaktors über die ebenfalls verwendete Zentrale CCU3 keinen Unterschied zwischen den beiden Aktoren feststellen konnte. Warum verhalten sich die beiden Aktoren unterschiedlich?

Antwort von ELV: Der Homematic IP Schaltaktor HmIP-BSM beinhaltet eine interne Lastprüfung, die in der werkseitig voreingestellten Betriebsart „Wechselschaltung“ eingeschaltet ist. Über die Lastprüfung kann festgestellt werden, ob der Stromkreis eingeschaltet worden ist (die Lampe leuchtet). Das Einschalten des Stromkreises kann innerhalb einer Wechselschaltung auch über den anderen Wechsel- oder Kreuzschalter erfolgen. Wenn z. B. die Lampe durch die Betätigung der oberen Wippenhälfte des HmIP-BSM eingeschaltet worden ist, anschließend die Lampe mit dem anderen Wechsel- bzw. Kreuz-

schalter wieder ausgeschaltet wurde, erkennt der HmIP-BSM-Aktor über die Lastprüfung, dass die Lampe ausgeschaltet worden ist. Die Lampe lässt sich in diesem Fall durch die nochmalige Betätigung der oberen Wippenhälfte wieder einschalten. Wäre die Lampe nicht über den anderen Wechsel- bzw. Kreuzschalter ausgeschaltet worden, so hätte die Lampe durch die Betätigung der unteren Wippenhälfte des HmIP-BSM Schaltaktors ausgeschaltet werden können.

Bei dem Einsatz des zweiten HmIP-BSM Schaltaktors ist an der Steckdose keine Last angeschlossen worden. Nachdem die Steckdose durch die Betätigung der oberen Wippenhälfte des Schaltaktors spannungsführend geschaltet worden ist, kann der Schaltaktor keinen Laststrom feststellen. Für den Schaltaktor ist der Stromkreis daher ausgeschaltet (obwohl die Steckdose spannungsführend ist). Daher übt die untere Wippenhälfte keine Funktion aus. Durch die nochmalige Betätigung der oberen Wippenhälfte wird das Schaltrelais des HmIP-BSM umgeschaltet (denn innerhalb einer Wechselschaltung würde hierdurch z. B. eine Lampe wieder eingeschaltet werden). Weil in diesem Fall der Aktor allerdings nicht in einer Wechselschaltung betrieben wird, wird hierdurch lediglich die Steckdose spannungslos geschaltet.



Lösung des bemängelten Verhaltens:

Schalten Sie die Betriebsart des HmIP-BSM über die Zentrale CCU3 auf „Ausgang 2 aktiv“ um.



In dieser Betriebsart ist die Lastprüfung abgeschaltet und der Schaltzustand der Steckdose lässt sich durch die Betätigung der oberen Wippenhälfte (einschalten) und der unteren Wippenhälfte (ausschalten) ändern. **ELV**



Ihr Kontakt zur ELVjournal-Redaktion

E-Mail: redaktion@elvjournal.com

ELV forum
de.elv.com/forum

f Facebook
facebook.com/elvelektronik

t Twitter
twitter.com/elvelektronik

Y Youtube
youtube.com/elvelektronikde

Postadresse

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

Frage vom Forum-User „upsala“ zum Homematic Dimmaktor HM-LC-Dim1T-FM (Artikel-Nr. 091816):

Wir nutzen LED-Leuchten, die beim Herunterdimmen mit dem Phasenabschrittdimmer HM-LC-Dim1T-FM ab einem gewissen Schwellwert von wenig Licht auf AUS springen.

Genau dieses AUS möchten wir gerne vermeiden.

Bei beliebig langem Drücken auf den am Dimmer angeschlossenen Taster möchte ich also einen unteren Schwellwert – bei dem die LED gerade noch leuchtet – nicht unterschreiten (z. B. 20 % – außer bei kurzem Tastendruck: bewusst auf AUS)



Antwort von ELV: Die Pegelbegrenzung lässt sich über die Expertenparameter programmieren. Rufen Sie hierzu den Unterputzdimmer in der Geräteliste auf (auf Einstellen klicken) und wählen bei „Programmierung der internen Gerätetaste“ „Experte“. In der Zeile „LONG_DIM_MIN_LEVEL“ stellen Sie dann den Dimmwert ein, zu dem bei gedrückt gehaltener Taste heruntergedimmt werden soll.

LONG_DIM_MIN_LEVEL	20.0	% (0.0-100.0)
LONG_DIM_MAX_LEVEL	100.0	% (0.0-100.0)

Die Einstellung speichern Sie im Dimmer durch die Betätigung des OK-Buttons. **ELV**



Programmieren (fast) ohne Code

Node-RED: Ein Blick unter die Haube und praktische Anwendungen für Automatisierungen

Teil 3

In den ersten beiden Beiträgen zu Node-RED haben wir uns mit der Installation und den Grundlagen des praktischen Prototyping-Tools vertraut gemacht sowie Möglichkeiten angeschaut, elektronische Bauteile in Node-RED zu integrieren. Im letzten Teil werfen wir einen Blick unter die Haube und schauen uns Beispiele für praktische Anwendungen und Automatisierungen an.



Grundlagen

Wie im ersten Beitrag [1] schon erläutert, ist die Basis von Node-RED Node.js – eine serverseitige, ereignisgesteuerte Plattform zum Betrieb von Netzwerkanwendungen mit einer leichtgewichtigen und effizienten Struktur sowie nicht blockierenden In- und Outputs. Das bedeutet, dass langsame Operationen wie Zugriffe auf das Netzwerk oder Dateisystem andere, schnelle Anweisungen für den Prozessor nicht blockieren. Doch was heißt das nun für die Praxis?

Schauen wir uns dazu noch einmal unseren in JavaScript programmierten einfachen Webserver an:

servertest.js

```
var http = require('http');  
  
http.createServer( (function (req, res) {  
  res.writeHead(200, {  
    'Content-Type': 'text/html'  
  });  
  res.write('Hallo Welt');  
  res.end();  
}).listen(3000);
```



Rufen wir das Script per
`node servertest.js`
 auf, bindet dies zunächst die Bibliothek `http` ein, die entsprechende Funktionalitäten für das gleichnamige Übertragungsprotokoll bereitstellt ❶.

Dazu gehört zum Beispiel die Methode

```
http.createServer(requestListener);
```

 ❷

die ein HTTP-Server-Objekt initiiert, das auf dem ausführenden System einen HTTP-Server bereitstellt. Der HTTP-Server kann nun auf einem Port (in unserem Beispiel ist dies der Port 3000) auf Anfragen warten ❸ und auf diese Anfragen mit einem `requestListener` ❹ antworten.

Der `requestListener` ist optional und in unserem Fall ist das die Funktion (function) als Argument für die Methode mit den Parametern `req` und `res`, die sowohl die Anfrage des Browsers positiv (Status-Code 200 für „OK“) beantwortet, als auch die entsprechende Antwort – im vorliegenden Beispiel die Textausgabe (Hallo Welt) – im Browser zurückgibt.

Diese ereignisbasierte Funktionalität (es kommt eine Anfrage von einem Client) ermöglicht das oben erwähnte, nicht blockierende Verhalten, da nur bei tatsächlichen Anfragen das Host-System belastet bzw. der Prozess ausgeführt wird und ansonsten für andere Zwecke zur Verfügung steht.

Die Kommunikation, die im Hintergrund abläuft, kann man sich im Browser anschauen, was sich beispielsweise auch für die Fehlersuche empfiehlt. Dazu kann man in Firefox die Taste F12 drücken (alternativ die Webentwickler-Tools im Hamburger-Menü auswählen). Im Bereich Netzwerkanalyse (Bild 1) sieht man dann den Status-Code 200 ❶, den man dem Browser übergeben hat, den Content-Type ❷, den Text ❸ und den Port ❹.

Als Content-Type hätte man übrigens auch `text/plain` wählen können, da wir keine HTML-Tags übergeben.

In Chrome findet man diese Funktion im Menü unter Weitere Tools → Entwicklertools (Bild 2).

Unterbau

Da wir jetzt schon in die Analyse eingetaucht sind, werfen wir noch einen Blick auf Node-RED und den Unterbau, der die ganzen Funktionalitäten ermöglicht.

Unter Linux finden wir – wenn wir es lokal und nicht global installiert haben – Node-RED im Nutzerverzeichnis

```
/home/pi/.node-red
```

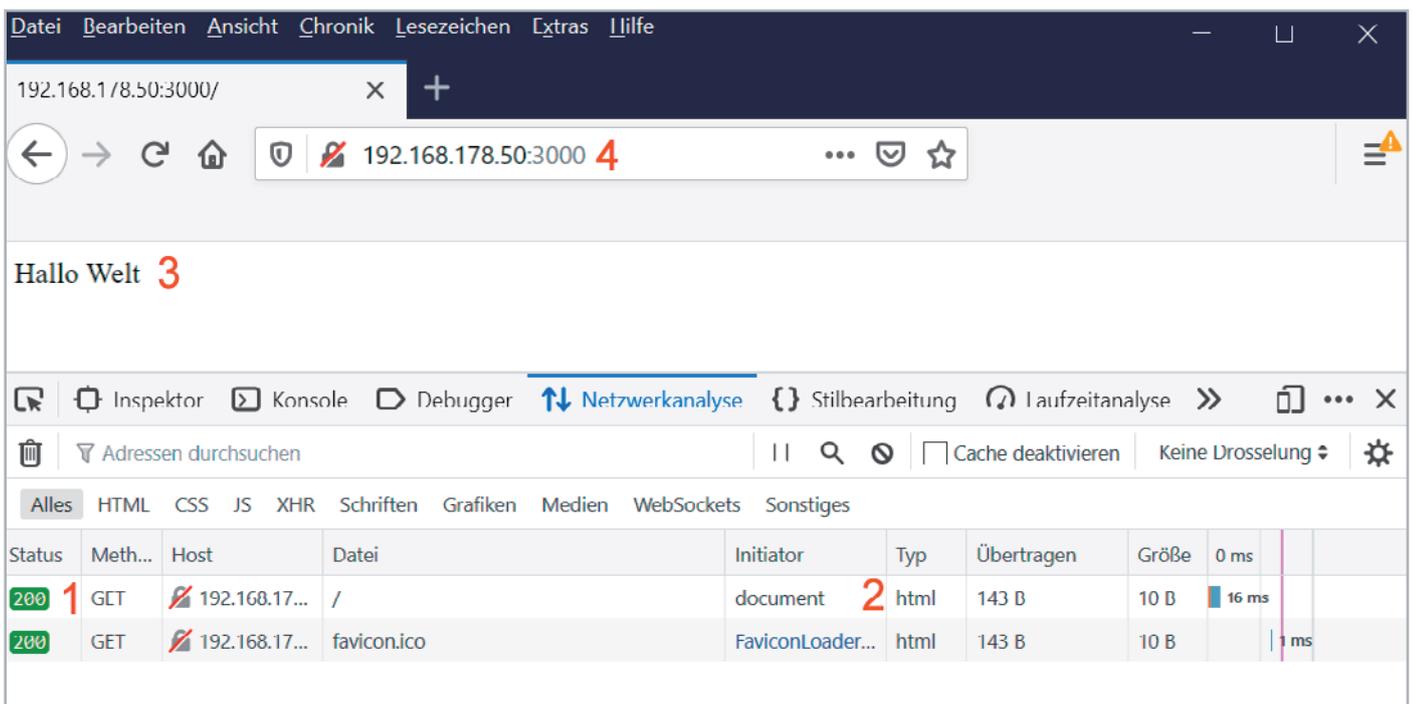


Bild 1: Netzwerkanalyse im Browser Firefox

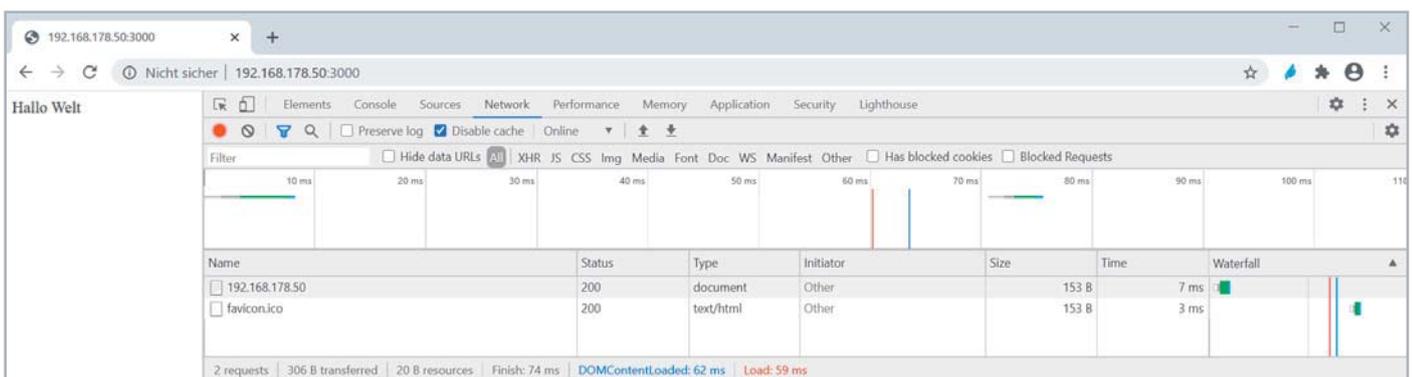


Bild 2: Netzwerkanalyse im Browser Chrome

Tip: In das Home-Verzeichnis kommt man sehr einfach mit dem Befehl `cd ~` (Tilde).

Um auch Verzeichnisse mit einem führenden Punkt anzeigen zu lassen, muss man den Befehl `ls` mit der Option `-a` wählen.

Will man wissen, in welchem Verzeichnis man sich aktuell befindet, wählt man das Kommando `pwd`.

Lässt man sich die Dateistruktur anzeigen, erhält man folgende Ausgabe (Bild 3).

In `.config.json` befindet sich die Auflistung aller installierten Module mit den Nodes. Lässt man sich die Datei mit

```
cat .config.json
```

anzeigen, findet man so zum Beispiel auch die im vorhergehenden Beitrag installierten Pakete mit all ihren Detailinformationen.

Die Datei `flows_raspberrypi.json` beinhaltet alle zurzeit installierten Flows im JSON-Format.

Die Einstellungen lassen sich in `settings.js` anpassen. Hier kann man unter anderem den Port für Node-

```

Datei Bearbeiten Reiter Hilfe
pi@raspberrypi:~/node-red $ ls -alp
insgesamt 128
drwxr-xr-x  4 pi pi 4096 Aug 14 09:59 ./
drwxr-xr-x 18 pi pi 4096 Aug 12 12:52 ../
-rw-r--r--  1 pi pi 12303 Aug 11 15:27 .config.json
-rw-r--r--  1 pi pi 12304 Aug 11 15:09 .config.json.backup
-rw-r--r--  1 pi pi  44 Aug 10 15:11 flows_raspberrypi_cred.json
-rw-r--r--  1 pi pi  128 Apr  1 15:12 flows_raspberrypi_cred.json.backup
-rw-r--r--  1 pi pi  770 Aug 14 09:57 flows_raspberrypi.json
-rw-r--r--  1 pi pi 4972 Aug 12 12:02 flows_raspberrypi.json.backup
drwxr-xr-x  3 pi pi 4096 Mär 30 15:47 lib/
drwxr-xr-x 121 pi pi 4096 Aug 11 15:09 node_modules/
-rw-r--r--  1 pi pi  363 Aug 11 15:09 package.json
-rw-r--r--  1 pi pi 38365 Aug 11 15:09 package-lock.json
-rw-r--r--  1 pi pi 12478 Mär 30 15:47 settings.js
pi@raspberrypi:~/node-red $

```

Bild 3: Node-RED Dateistruktur

RED verändern, den Editor und die Admin API per User/Passwort schützen oder den Debug-Level anpassen.

Alle im Stammverzeichnis enthaltenen Dateien sollte man zumindest in einem produktiven System häufig per Back-up auf einem anderen System sichern. So kann man sehr schnell die Node-RED-Umgebung nach einem Systemfehler (Beispiel: defekte SD-Card) wiederherstellen.

```

pi@raspberrypi:~/node-red/node_modules $ ls
ajv          bl          delayed-stream  firmata-io  ieee754      mime-db       node-red-node-arduino
ansi-regex  buffer     delegates       forever-agent inherits      mime-types   node-red-node-opensweathermap
aproba      caseless   detect-libc     form-data   ini          mimic-response node-red-node-pi-gpio
are-we-there-yet chownr     ecc-jshn        fs-constants isarray      miniat       node-red-node-rbe
asn1        code-point-at end-of-stream  gauge       is-fullwidth-code-point  mkdirp      noop-logger
assert-plus combined-stream expand-template github-from-package  iastream   mkdirp-classic  npmlog
asynckit   console-control-strings extend        har-schema  isbn          ms            number-is-nan
aws4        core-util-is extsprintf      har-validator has-unicode  nan          oauth-sign
aws-sign2   dashdash   fast-deep-equal  http-signature  has-unicode  napi-build-utils object-assign
base64-js   decompress-response file-uri-to-path http-signature  node-abi    once
bcrypt-pbkdf decompress-response file-uri-to-path http-signature  node-abi    performance-now
bindings    deep-extend firmata          i2c-bus       jsprim       node-red-contrib-buffer-parser
node-red-contrib-i2c
pi@raspberrypi:~/node-red/node_modules $

```

Bild 4: Installierte Module

```

Node-RED
Datei Bearbeiten Reiter Hilfe
pi@raspberrypi:~ $ node-red-start

Start Node-RED

Once Node-RED has started, point a browser at http://192.168.178.36:1880
On Pi Node-RED works better with the Firefox or Chrome browser

Use node-red-stop to stop Node-RED
Use node-red-start to start Node-RED again
Use node-red-log to view the recent log output
Use sudo systemctl enable nodered.service to autostart Node-RED at every boot
Use sudo systemctl disable nodered.service to disable autostart on boot

To find more nodes and example flows - go to http://flows.nodered.org

Starting as a systemd service.
14 Aug 10:30:21 - [info] Willkommen bei Node-RED!
=====
14 Aug 10:30:21 - [info] Node-RED Version: v1.0.4
14 Aug 10:30:21 - [info] Node.js Version: v12.18.3
14 Aug 10:30:21 - [info] Linux 5.4.51-v7l+ arm LE
14 Aug 10:30:21 - [info] Paletten-Nodes werden geladen
14 Aug 10:30:23 - [info] Einstellungsdatei: /home/pi/.node-red/settings.js
14 Aug 10:30:23 - [info] Kontextspeicher: 'default' [ module=memory]
14 Aug 10:30:23 - [info] Benutzerverzeichnis: /home/pi/.node-red
14 Aug 10:30:23 - [warn] Projekte inaktiviert: editorTheme,projects.enabled=false
14 Aug 10:30:23 - [info] Flow-Datei: /home/pi/.node-red/flows_raspberrypi.json
14 Aug 10:30:23 - [info] Server wird jetzt auf http://127.0.0.1:1880/ ausgeführt.
14 Aug 10:30:23 - [warn]
-----
Die Datei mit den Datenflowberechtigungen wird mit einem vom System generierten Schlüssel verschlüsselt.
Wenn der vom System generierte Schlüssel aus irgendeinem Grund verloren geht, werden Ihre Berechtigungenachweise
Die Datei kann nicht wiederhergestellt werden. Sie müssen sie löschen und erneut eingeben.
Ihre Berechtigungenachweise.
Sie sollten Ihren eigenen Schlüssel mit Hilfe der Option 'credentialSecret' in
Ihre Einstellungsdatei. Node-RED wird dann Ihre Berechtigungenachweise erneut verschlüsseln.
Datei mit dem ausgewählten Schlüssel beim nächsten Deployen einer Änderung verwenden.
-----
14 Aug 10:30:23 - [info] Flows starten
14 Aug 10:30:23 - [info] Flows gestartet

```

Bild 5: Node-RED Logfile



Geht man noch eine Ebene tiefer in das Verzeichnis `node_modules`, sieht man hier alle installierten Module und auch die in unseren Beiträgen hinzugefügten (Bild 4).

Will man später einmal eigene Module bzw. Nodes schreiben, lohnt sich ein Blick in die einzelnen Verzeichnisse und deren Inhalte. Hier sind alle Bestandteile enthalten, die später für Information und Funktionalität unter Node-RED notwendig sind.

Debugging

Will man Node-RED nach jedem Boot-Vorgang des Raspberry Pi automatisch starten, kann man dies mit

```
sudo systemctl enable nodered.service
```

einstellen.

Diese Information findet man unter anderem im Logfile von Node-RED, das beim manuellen Start auf der Kommandozeile automatisch angezeigt wird (Bild 5) und ansonsten mit `node-red-log` aufgerufen werden kann.

In der Datei `settings.js` kann man den Debug-Level einstellen und für vertiefendes Debugging noch deutlich erhöhen. Ohnehin lohnt sich ein Blick ins Logfile, da so unter Umständen auch die Ursachen für Fehler einfach erkannt werden können. In Bild 6 sehen wir einen Fehler, der durch einen nicht vorhandenen seriellen Port verursacht wird und zu einem dauernden Neustart von Node-RED führt.

Die Ausgabe vom Debug-Node kann man zusätzlich zu dem Debug-Fenster im Node-RED-Editor auch auf die Konsole (zum Beispiel zur

Fehleranalyse) umleiten. Dazu aktiviert man die Einstellung Ziel → Systemkonsole im Konfigurationsfenster des Debug-Node (Bild 7). Weitere Informationen erhält man dazu in der Node-Information. Hier lohnt sich auch ein Blick auf die Möglichkeiten zur Ausgabe des `msg`-Objektes.

Eine weitere Möglichkeit zur Fehlerbehandlung bietet der Catch-Node, der Fehlermeldungen aller oder bestimmter Nodes in dem ausgewählten Flow abfängt (Bild 8). Diese kann man dann an einen Debug-Node zur Ausgabe im Debug-Fenster oder zur Systemkonsole weiterleiten bzw. zur Weiterverarbeitung des Fehlers an einen separaten Flow senden.

Bis jetzt haben wir immer von Node-RED unter Linux gesprochen. Das Prototyping-Tool lässt sich aber auch auf zahlreichen anderen Plattformen installieren. Dazu lohnt sich ein Blick in die umfangreiche und sehr ausführliche Dokumentation des Projektes unter [2].

Selbst auf dem (Android-)Smartphone lässt sich Node-RED mit der Termux-App installieren und ausführen [3]. Durch die zahlreichen Sensoren und Informationen, die man aus dem Handy gewinnen kann, lässt sich allein hiermit schon eine umfangreiche Datenmenge zur Weiterverarbeitung nutzen.

```

Datei Bearbeiten Reiter Hilfe
Sie sollten Ihren eigenen Schlüssel mit Hilfe der Option 'credentialSecret' in
Ihre Einstellungsdatei. Node-RED wird dann Ihre Berechtigungsnachweise erneut verschlüsseln.
Datei mit dem ausgewählten Schlüssel beim nächsten Deployen einer Änderung verwenden.
-----
12 Aug 08:01:41 - [info] Flows starten
12 Aug 08:01:41 - [info] Flows gestartet
12 Aug 08:01:41 - [error] [arduino-board:abcbfaab.376398] port not found : /dev/ttyACM0
<--- Last few GCs --->
[1401:0x2095d00] 188077 ms: Mark-sweep 255.3 (257.5) -> 254.4 (257.5) MB, 1691.1 / 0.0 ms (average mu = 0.141, current mu = 0.033) allocation failure scavenge m
[1401:0x2095d00] 189015 ms: Mark-sweep 255.3 (257.5) -> 254.4 (257.5) MB, 1691.6 / 0.0 ms (average mu = 0.088, current mu = 0.032) allocation failure scavenge m
<--- JS stacktrace --->
==== JS stack trace =====
0: ExitFrame [pc: 0xeab900]
Security context: 0x2780e8b5 <JSObject>
1: unixRead [0x5f7feb5d] [/home/pi/.node-red/node_modules/@serialport/bindings/lib/unix-read.js:~14] [pc=0x37bfa2ac](this=0x4838120d <JSGlobal Object>,0xb418ba
2: unixRead [0x5f7feb5d] [/home/pi/.node-red/node_modules/@serialport/bindings/lib/unix-read.js:~14] [pc=0x37bf99a0](this=0x4838120d <JSGlobal Object>,0xb418ba
FATAL ERROR: Ineffective mark-compacts near heap limit Allocation failed - JavaScript heap out of memory
nodered.service: Main process exited, code=killed, status=6/ABRT
nodered.service: Failed with result 'signal'.
nodered.service: Service RestartSec=100ms expired, scheduling restart.
nodered.service: Scheduled restart job, restart counter is at 6.
Stopped Node-RED graphical event wiring tool.
Started Node-RED graphical event wiring tool.
12 Aug 08:04:51 - [info]
Willkommen bei Node-RED!
=====
12 Aug 08:04:51 - [info] Node-RED Version: v1.0.4
12 Aug 08:04:51 - [info] Node.js Version: v12.10.3

```

Bild 6: Fehleranalyse mithilfe des Logfiles

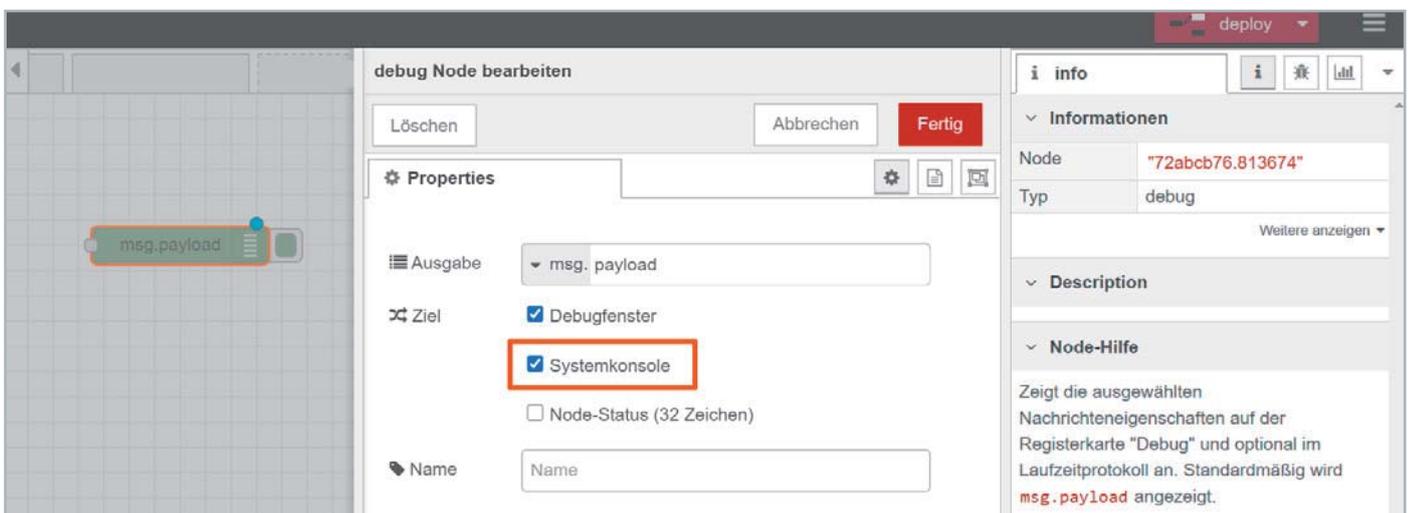


Bild 7: Verschiedene Optionen zur Ausgabe der Debug-Nachrichten

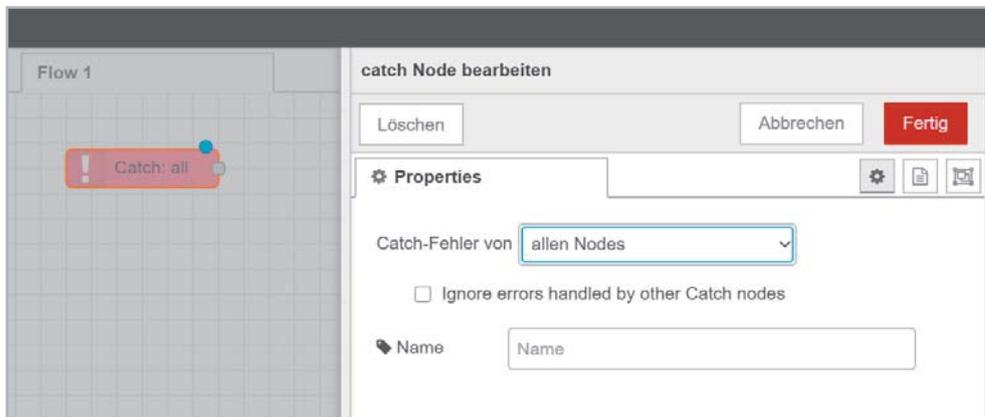


Bild 8: Catch-Node zur Fehlerbehandlung

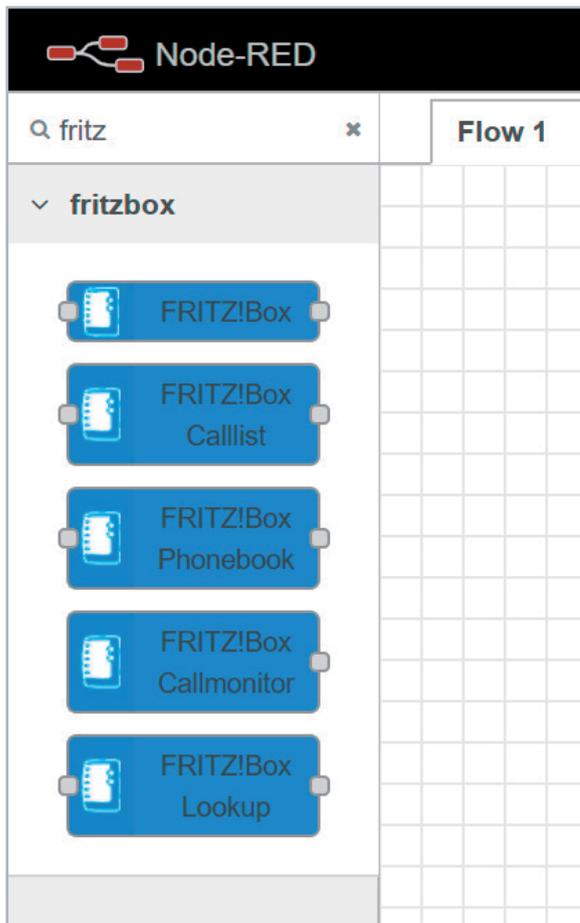


Bild 9: Verfügbare FRITZ!Box-Nodes

Praktische Anwendungen

Nach der Theorie jetzt noch ein paar praktische Anwendungen, die die bei vielen von uns vorhandene Hardware wie die FRITZ!Box verwenden oder auf Dienste wie Twitter zugreifen können. In diesem Zusammenhang werden wir uns auch ein paar Funktionalitäten unter Node-RED anschauen, die zum Teil aber mit JavaScript-Code realisiert werden müssen. Zuletzt werfen wir noch einen Blick auf das schlanke und populäre Übertragungsprotokoll MQTT, das unsere bisher verwendeten seriellen (USB/seriell) und Web-Protokolle (http) auf der Maschine-Maschine-Ebene ergänzt.

Node-RED ruft FRITZ!Box

Die FRITZ!Box von AVM gehört sicherlich zu den am häufigsten verwendeten Heim-Routern und steht in vielen Haushalten. Doch das Gerät ebnet nicht nur den Weg ins Internet, verteilt das WLAN im Haus und ermöglicht Telefonie, sondern kann auch mit den zahlreichen darauf vorliegenden Daten von Node-RED genutzt werden.

Grundlage dafür bildet das in der FRITZ!Box eingesetzte Protokoll TR-064, ein vom DSL-Forum entwickeltes Protokoll, um DSL-Internetzugangsgaräte aus dem lokalen Netz zu konfigurieren. Auf der Webseite von AVM [4] gibt es weitere Informationen zu TR-064 in Form von zahlreichen PDF-Dokumenten zu den verschiedenen auf der FRITZ!Box verfügbaren Diensten und auch den sonst in der FRITZ!Box eingesetzten Protokollen bzw. Schnittstellen.

Wir können dieses Protokoll für Node-RED nutzen und starten ohne viel Code und Theorie, da es mit `node-red-contrib-fritz` ein maßgeschneidertes Modul mit sechs Nodes (einer davon ist der FRITZ!Box Konfigurations-Node) gibt. Wir installieren das Paket über die Palettenverwaltung und finden fünf neue Nodes im Editor in der linken Node-Übersicht wieder (Bild 9).

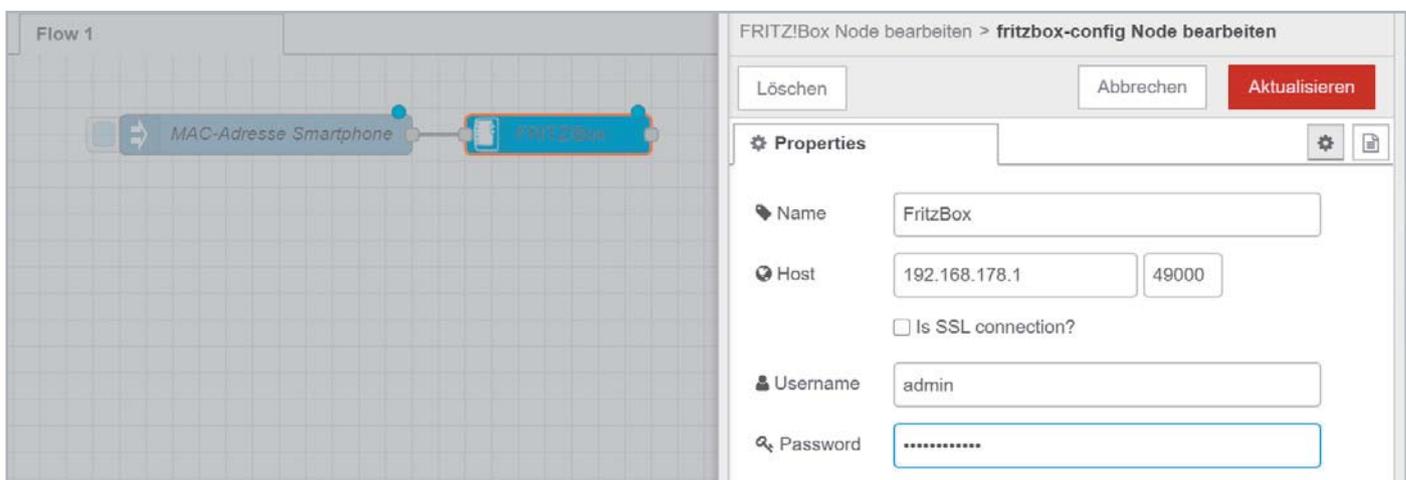


Bild 10: Konfiguration des Zugangs zur FRITZ!Box



Tipp: Mit der Zeit wächst die Anzahl der Nodes stetig an und man muss unter Umständen etwas scrollen und suchen, um die richtigen Nodes zu finden. Mithilfe des Suchfelds (Filter Nodes) im oberen linken Bereich findet man die Nodes schneller.

Da oder nicht da

Fast jeder von uns hat heute sein Smartphone dabei und ist damit im heimischen WLAN eingeloggt. Daher eignet sich diese Tatsache auch wunderbar zur Präsenzerkennung – natürlich aus Datenschutzgründen und zur Wahrung der Privatsphäre nur für das eigene Handy des Node-RED-Entwicklers –, um damit Aktionen auslösen zu können. Mögliche Szenarien sind das An- oder Ausschalten von Licht und Geräten beim Betreten oder Verlassen der Wohnung oder das Aktivieren von Kameras bei Abwesenheit.

Da es sich bei Node-RED um ein Prototyping-Tool handelt, das eigentlich nicht für den produktiven Einsatz vorgesehen ist, geschehen alle im Beitrag vorgestellten Projekte und Automatisierungen auf eigene Gefahr des Nutzers. Mächtige Tools können manchmal auch mächtig danebengehen. Das sollte man auch hier besonders beachten.

Zunächst müssen wir in der FRITZ!Box den Zugriff auf die verfügbaren Dienste per TR-064 aktivieren. Das können wir mit einem angeschlossenen Telefon und der Tastenkombination #96*5 tun bzw. in der erweiterten Ansicht der Administrationsoberfläche der FRITZ!Box unter

Heimnetz → Netzwerk → Netzwerkeinstellungen → weitere Einstellungen

durch die Aktivierung von „Zugriff auf Anwendungen“ zulassen. Zusätzlich muss – soweit nicht ohnehin vorhanden – unter System → FRITZ!Box-Benutzer ein Benutzer angelegt werden.

Um unseren Flow zur Präsenzerkennung zu erstellen, ziehen wir zunächst einen Inject-Node in den Editor, bei dem wir unter Nutzdaten die MAC-Adresse unseres Smartphones eingeben.

```
Nutzdaten {} {"NewMACAddress": "FF:FF:FF:FF:FF:FF"}
```

Die Adresse kann man, je nach Smartphone, zum Beispiel bei den Einstellungen zum Gerät nachschauen.

Dann ziehen wir einen FRITZ!Box-In-Knoten in den Editor und müssen einen neuen FRITZ!Box-Zugang konfigurieren (Bild 10).

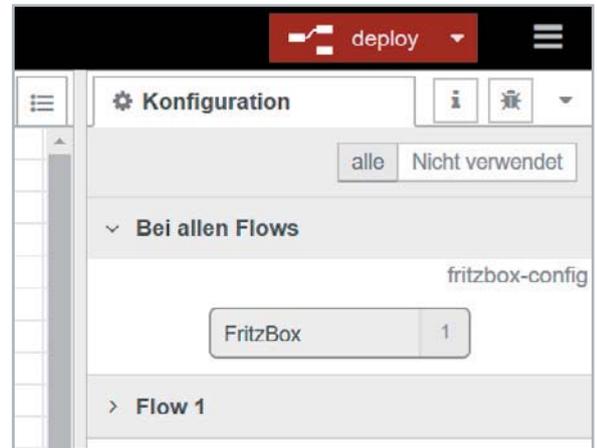


Bild 11: Übersicht über die in Node-RED verwendeten Konfigurations-Nodes

Diese Konfiguration wird in dem nicht im Editor im linken Fenster sichtbaren „fritzbox-config“-Node geschrieben. Alle Konfigurations-Nodes findet man übrigens im rechten Fenster unter Konfigurations-Node (Bild 11).

Dann muss man unter Properties noch die in Bild 12 gezeigten Werte und Einstellungen eintragen.

Danach fügt man einen Debug-Node hinzu, verbindet die Knoten und deployed den Flow. Nun sollten nach dem Auslösen des Inject-Node im Debug-Fenster die Detaildaten für das mit der MAC-Adresse im heimischen WLAN eingeloggt Smartphone erscheinen (Bild 13). Hier ist insbesondere der Schlüssel NewActive interessant, der mit dem Wert 1 das in das WLAN eingeloggte Smartphone signalisiert.

Die Gegenkontrolle – mit aus dem WLAN ausgeloggt Smartphone – sollte unter NewActive eine 0 als Rückgabewert ergeben.

Diese 0 oder 1 beim Schlüssel NewActive kann man nun für eine Präsenzerkennung – die sich natürlich nur auf das im WLAN eingeloggte oder nicht eingeloggte Smartphone bezieht – zum Beispiel in einem

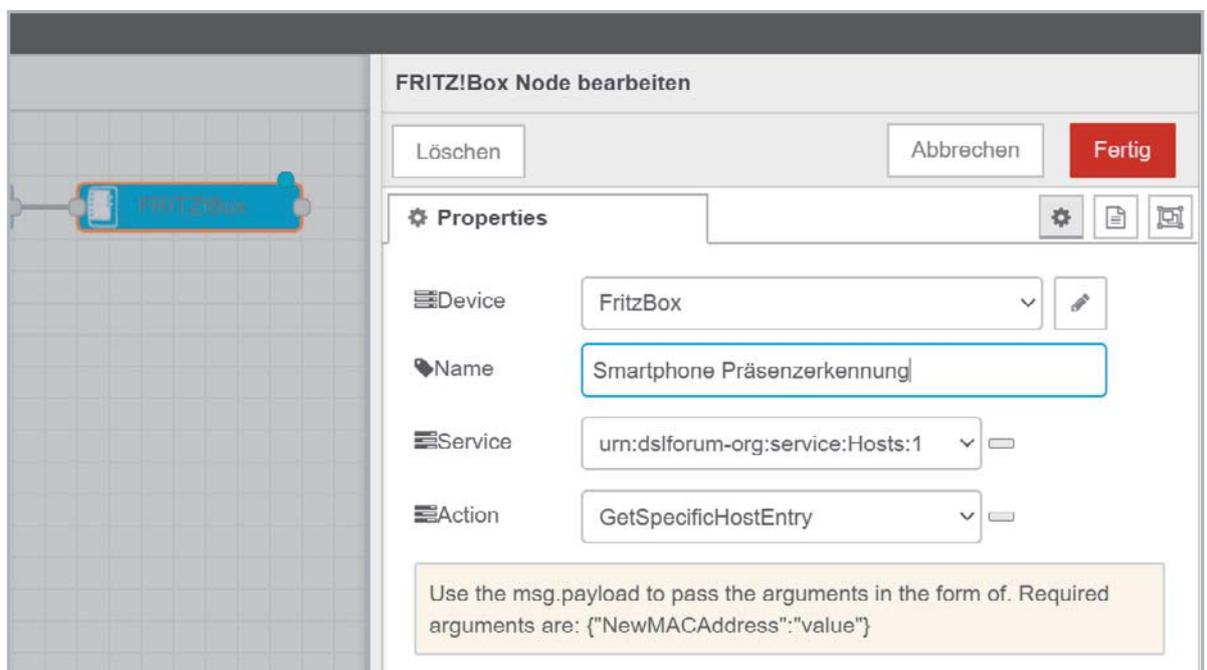


Bild 12: Eintragen der Werte und Einstellungen in Properties

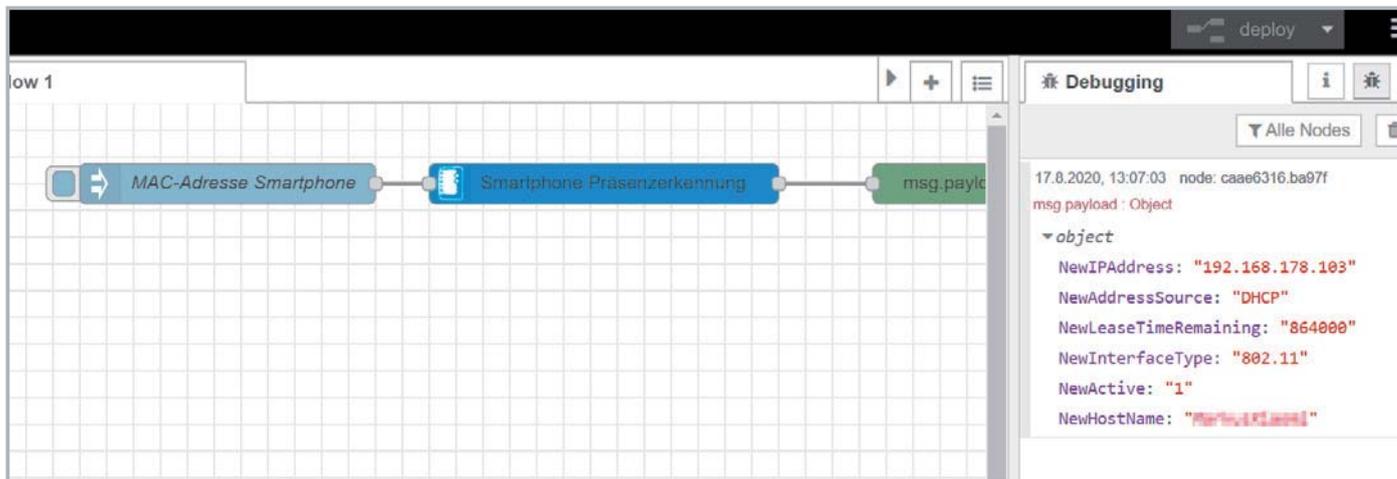


Bild 13: Rückgabe der Detaildaten bei Anfrage mit MAC-Adresse

Function-Node nutzen. Wie man Key/Value-Pairs in einem Function-Node ausliest, haben wir bereits im zweiten Teil unserer Node-RED-Einführung gezeigt [5]. In diesem Fall müsste man

```
msg.payload.NewActive
```

abfragen und weiterverarbeiten.

Tipp: Um Werte wie die Rückgabe des NewActive-Schlüssels in einem Flow oder sogar global zugänglich zu machen, kann man beispielsweise einen Change-Node nutzen und statt msg. unter Festlegen global. wählen und diesen Wert als msg.payload festlegen. Dann ist diese Variable global verfügbar.

Beispiel Change-Node:

```
Festlegen global.FritzboxNewActiveSmartphone
bis msg.payload
```

Mit einer Abfrage in einem Function-Node wie:

```
var smartphonePresence = global.get('Fritzbox
NewActiveSmartphone');
kann dann auf diese Variable (in unserem Fall 0/1)
zugegriffen werden.
```

Zwitschern aus Node-RED

Auch für Social-Media-Dienste wie Facebook, Twitter oder Instagram gibt es bei Node-RED entsprechende Module. Viele über das Internet ansprechbare Dienste können per API (Application Programming Interface = Anwendungs-Programmierschnittstelle) angesprochen werden. Damit werden von dem Anbieter, also beispielsweise von Twitter, einige der Funktionen (Beispiel: Absenden eines Tweets) nach außen gekapselt zugänglich gemacht. So kann der Nutzer in einer vordefinierten Form auf den Dienst eines Anbieters zugreifen, muss aber bei Änderung oder Einstellen der API-Funktion den entsprechenden Teil jeweils anpassen. Die Dokumentation zur Twitter-API findet man unter [6].

In Teil 1 unserer Einführung [1] haben wir uns in dem Beispiel zum Abruf von Wetterdaten vom Anbieter Openweathermap.org diese API-Funktionalität bereits zunutze gemacht, ohne näher auf die Hinter-

gründe einzugehen. Am Beispiel Twitter wollen wir nun ein wenig hinter die Kulissen schauen.

Wir installieren dazu das Modul node-red-node-twitter und erhalten die beiden Nodes „twitter in“ und „twitter out“. Als Konfigurations-Node wird zusätzlich twitter-credentials installiert.

Damit wir auf die Dienste von Twitter zugreifen können, müssen wir neben einem Benutzerkonto (Twitter ID @TwitterName) noch eine Anwendung unter <https://developer.twitter.com/en/apps> konfigurieren. In dem Konfigurations-Node twitter-credentials, der im Hintergrund beim erstmaligen Aufruf eines „twitter in“- oder „twitter out“-Node gefüllt werden muss, werden die notwendigen Daten wie Twitter ID, API key, API secret key, Access token und Access token secret eingegeben.

Die Werte für Access token und Access token secret sollte man sich übrigens gleich an einem sicheren Ort notieren, da diese nach dem ersten Generieren auch auf der eigenen Entwicklerseite verborgen werden.

Benutzen wir nun einen Inject-Node mit einem String, können wir diesen mit einem „twitter out“-Node über unser Twitter-Konto versenden und den Vorgang natürlich wieder mit allen Möglichkeiten von Node-RED automatisieren. Zwar ist im Fehlerfall die Menge der möglichen Tweets über die API auf 300 in drei Stunden begrenzt. Aber auch das ist schon eine große Menge und man sollte genau prüfen, was man tut, damit der erzeugte Flow in Node-RED nicht in einer Flut von Tweets endet.

Schauen wir nun noch einmal unter die Haube von Node-RED und sehen uns die Implementierung in einem Modul mit den einzelnen Nodes genauer an. Dazu gehen wir zu

```
home/pi/.node-red/node_modules/node-red-no
de-twitter
und rufen die Datei
27-twitter.js
```

per cat-Kommando auf der Konsole oder mit einem Editor wie nano bzw. einem Desktop-Editor auf.

Hier finden wir recht weit am Ende des Codes den Teil, der für die Versendung von Tweets „twitter out“-Node ❶) über die Twitter API zuständig ist. Zunächst werden die entsprechenden Authentifizierungsdaten ❷) festgelegt:



```
function TwitterOutNode(n) { ❶
```

```
  RED.nodes.createNode(this,n);
  this.topic = n.topic;
  this.twitter = n.twitter;
  this.twitterConfig = RED.nodes.getNode(this.twitter);
  var credentials = RED.nodes.getCredentials(this.twitter);
  var node = this;
  node.status({});
```

```
  if (this.twitterConfig.oauth) { ❷
    var twit = new Ntwitter({
      consumer_key: credentials.consumer_key,
      consumer_secret: credentials.consumer_secret,
      access_token_key: credentials.access_token,
      access_token_secret: credentials.access_token_secret
    });
```

Etwas weiter unten im Code, der zunächst die `msg.payload` auf eine Direktnachricht prüft, finden wir dann die Funktionalität und auch die API-URL aus der Twitter-API-Dokumentation [7], die das Versenden eines Tweets beschreibt wieder:

```
...
node.twitterConfig.post("https://upload.twitter.com/1.1/media/upload.json"...
...

```

Node-RED ist also auch hinter den Kulissen kein Hexenwerk und mit ein bisschen JavaScript und Verständnis der Funktionen und Abläufe kann man vorhandene Nodes verstehen und irgendwann vielleicht sogar eigene Module mit Nodes programmieren.

Maschine an Maschine

Zuletzt wollen wir uns in dieser Sammlung nützlicher Informationen zur Funktionalität von Node-RED ein Protokoll anschauen, das immer beliebter wird und besonders für die Maschine-zu-Maschine-Kommunikation genutzt wird. Die Rede ist von MQTT.

Das „Message Queuing Telemetry Transport“-Protokoll (MQTT) ist ein offenes Netzwerkprotokoll, das die Übertragung von Daten in Form von Nachrichten zwischen Geräten ermöglicht und dies trotz (hoher) Latenzen oder eingeschränkt arbeitender Netzwerke. Besonders in einfachen Geräten für das Internet der Dinge (IoT = Internet of Things) wie SoCs (System-on-Chip) oder Mikrocontroller, eingebettete Systeme, aber auch in der Industrie wird das Protokoll für die Kommunikation zwischen Maschinen verwendet.

Ein sogenannter Broker ist dabei die (einzelne) Verbindungsstelle für die angeschlossenen Clients, die ihre Daten an diesen Broker übermitteln oder von dort abrufen können. Der Vorteil dieses Systems ist, dass die Clients sehr schlanke Systeme sein können (SoCs, Mikrocontroller), da die Datensammlung und die Verarbeitung auf dem Broker stattfinden, der in der Regel deutlich mehr Rechenperformance aufweist.

Dem System liegt ein sogenanntes Publish-Subscribe-Modell zugrunde. Dabei können Clients (wie Mikrocontroller) Daten an den Broker senden (publish) und dieser kann diese an Empfänger (Mikrocontroller, Server etc.) senden, die sich für den Empfang dieser Daten angemeldet (subscribe) haben. Dabei müssen die Teilnehmer des Datenverkehrs keine Informationen über die sendende Gegenstelle (IP-Adresse ...) haben, da die gesamte Kommunikation über den Broker läuft.

Die Daten werden an einen sogenannten Topic als Daten-Endpunkt gesendet bzw. von dort abgerufen, dem ein Schrägstrich (/, slash) als Trennzeichen für die Hierarchie dient. Ein mögliches Topic wäre demnach z. B.: `haus/wohnzimmer/temperatur`

Die verschiedenen Topic-Level haben unter anderem den Vorteil, dass man unter einem Topic-Level (z. B. `/wohnzimmer/`) alle darunter vorhandenen Datenlieferanten auf einmal abfragen kann.

Mit drei verschiedenen QoS-Stufen (Quality of Service)

- 0 – höchstens einmal
- 1 – mindestens einmal
- 2 – genau einmal

kann man zudem die Qualität des Nachrichtentransports definieren. Daneben gibt es noch weitere Einstellungen für das Speichern bzw. Zurückhalten von Daten (retain) sowie für gesicherte Übertragungen.

Dies soll nur ein sehr knapper Blick hinter die Kulissen von MQTT sein – das Internet bietet auch hier wieder eine Fülle von Informationen zu Protokolldetails, Funktionen und den verschiedenen Brokern.



MQTT mit Mosquitto auf dem Raspberry Pi

Ein bekannter Open-Source-Broker für den Raspberry Pi ist Mosquitto von der Eclipse Foundation [8]. Wir können ihn auf unserem Raspberry Pi mit

```
sudo apt install mosquitto mosquitto-clients
```

installieren und mit

```
sudo systemctl enable mosquitto
```

(nach jedem Bootvorgang) starten.

In Node-RED benötigen wir für die Kommunikation mit dem MQTT-Broker – in unserem Fall Mosquitto – das Modul mit den Knoten `mqtt in` und `mqtt out`, das standardmäßig mit Node-RED installiert wird.

Tipp: Die Standardmodule von Node-RED wie `mqtt` sind nicht im Home-Verzeichnis bei den Node-RED-Modulen zu finden, sondern liegen im Verzeichnis

```
/usr/lib/node_modules/node-red/node_modules/
```

Für einen Flow mit einer MQTT-Funktionalität nutzen wir in unserem Beispiel einen „`mqtt out`“-Node, den wir in den Editor ziehen (Bild 14).

Wir geben hier die IP-Adresse an, unter der wir zuvor den Mosquitto-Broker installiert haben. Natürlich ist es möglich, im Netzwerk verschiedene MQTT-Broker zu nutzen, auf die auch verschiedene MQTT-Nodes zu-

greifen können – auch mehrere auf den gleichen Topic auf einem Broker, da dies durch die Publish-Subscribe-Funktionalität ermöglicht wird.

Danach müssen wir noch den „`mqtt out`“-Node konfigurieren. Wir geben als QoS-Level 0 (höchstens einmal) an und definieren als Topic `fritzbox/presence`.

Unter diesem Topic an diesem Broker in diesem Fall mit der IP 192.168.178.36 kann nun jeder autorisierte Teilnehmer die veröffentlichten (publish) Daten abfragen (subscribe) (Bild 15).

Wir fügen dem Flow noch einen Inject-Node hinzu, der die Kommunikation mit der FRITZ!Box aus unserem obigen Beispiel zur Präsenzerkennung simuliert. Als Payload fügen wir eine 1 mit dem Datentyp „`number`“ ein.

Wir verbinden die Nodes, deployen den Flow und aktivieren den Inject-Node. Im Debug-Fenster beobachten wir: nichts.

Klar, denn es fehlt ja noch die Gegenstelle (Client, subscribe), die wir mit einem „`mqtt in`“-Node simulie-

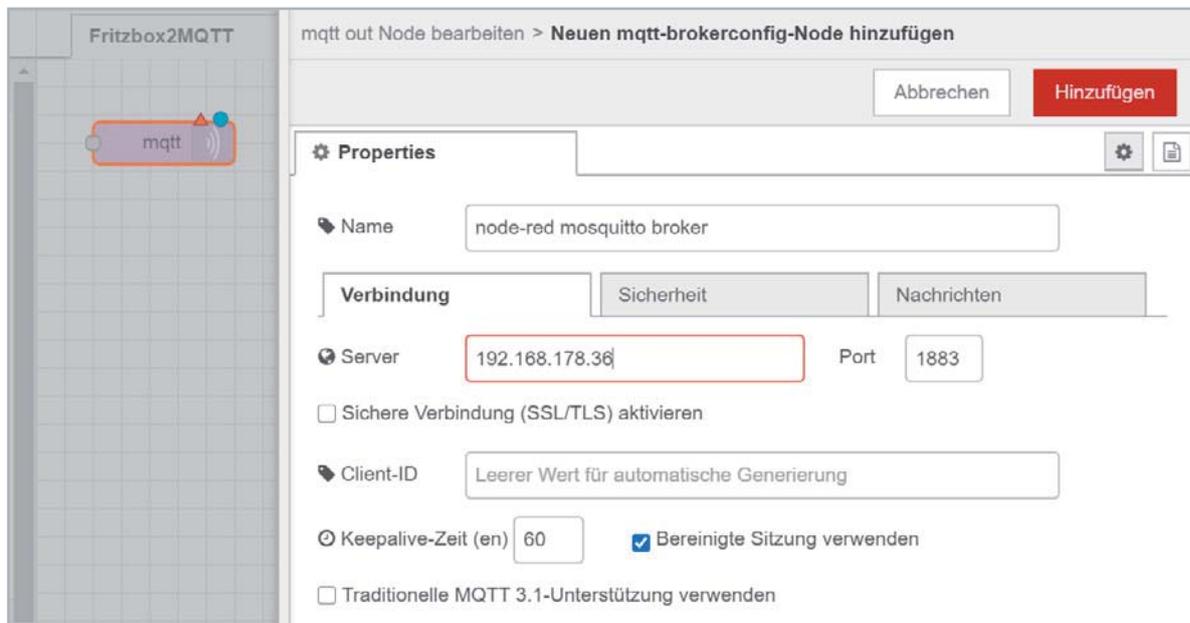


Bild 14: Konfiguration des MQTT-Brokers

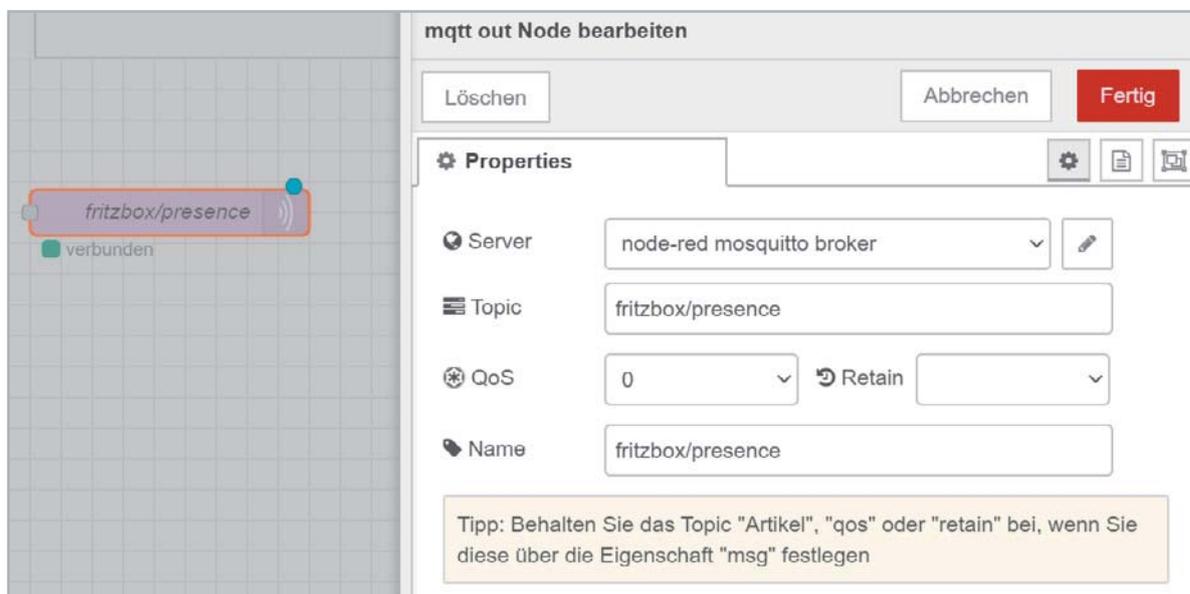


Bild 15: Festlegen des Topics und des QoS-Levels



ren. Wir ziehen diesen Node in den Editor, konfigurieren den Server, Topic und QoS wie in dem „mqtt out“-Node und schließen noch einen Debug-Node an. Wir verbinden die Nodes und deployen den Flow.

Nun sollte beim Aktivieren des Inject-Nodes im Debug-Fenster eine 1 erscheinen und uns die erfolgreiche – wenn auch nur simulierte – Verbindung anzeigen (Bild 16).

Wir können uns diesen Datenverkehr auch außerhalb von Node-RED anschauen. Dazu öffnen wir ein Terminal und nutzen den Mosquitto-Client zum Abonnieren von Daten (mosquitto_sub) mit dem passenden Topic (-t fritzbox/presence), dem Host (-h 192.168.178.36) und wollen beim Veröffentlichen von neuen Daten (Präsenzerkennung) diese höchstens einmal (QoS=0, -q 0) erhalten.

Mit dem Befehl

```
mosquitto_sub -h 192.168.178.36 -t fritzbox/presence -q 0
```

aktivieren wir das Abonnieren (subscribe) der Daten.

Schicken wir nun in Node-RED per Inject-Node wieder eine 1 unter dem o. a. Topic an den Broker, sollte dies auch auf der Konsole erscheinen (Bild 17).

Fazit

Die Möglichkeiten von Node-RED, vor allem als Plattform für schnelles Prototyping, sind in den letzten Jahren enorm gewachsen. Mittlerweile gibt es mehr als 2500 Module, viele Beispiel-Flows und eine immer größer werdende Community.

Aber nicht nur für das Prototyping eignet sich das Software-Tool, sondern es ist auch ein Spezialist für das Verbinden von Welten. Was als Hardware-Sensor-Wert per Mikrocontroller und WLAN auf der Plattform landet, kann von hier auf die verschiedensten Arten weitertransportiert werden. Das Ganze kann mit einer großen Anzahl von (öffentlich zugänglichen) Datenquellen verknüpft und beispielsweise per http, MQTT oder seriell an die unterschiedlichsten Geräte weiterversendet werden. Zudem ist die Plattform eine Open-Source-Plattform und man kann eigene Software hinzufügen oder vorhandene modifizieren.

In unseren drei Teilen zur Einführung in Node-RED haben wir nur an der Oberfläche der Möglichkeiten gekratzt. Wir wünschen viel Spaß beim Entdecken und Deployen! **ELV**



Weitere Infos:

- [1] Programmieren (fast) ohne Code – Node-RED als universelles Prototyping-Tool, Teil 1: Artikel-Nr. 251410
- [2] Node-RED-Dokumentation: <https://nodered.org/docs/>
- [3] Node-RED auf dem Android-Smartphone: <https://wiki.termux.com/wiki/Termux:API>
- [4] Protokolle/Schnittstellen auf der FRITZ!Box: <https://avm.de/service/schnittstellen/>
- [5] Programmieren (fast) ohne Code – Einbinden von Raspberry Pi, ESP32, Arduino und Elektronik-Bauteilen in Node-RED, Teil 2: Artikel-Nr. 251516
- [6] Twitter-API-Dokumentation: <https://developer.twitter.com/en/docs/twitter-api>
- [7] Twitter-Status-Update: <https://developer.twitter.com/en/docs/twitter-api/v1/tweets/post-and-engage/api-reference/post-statuses-update>
- [8] Mosquitto (Eclipse): <https://mosquitto.org/>

Alle Links finden Sie auch online unter: de.elv.com/elvjournals-links

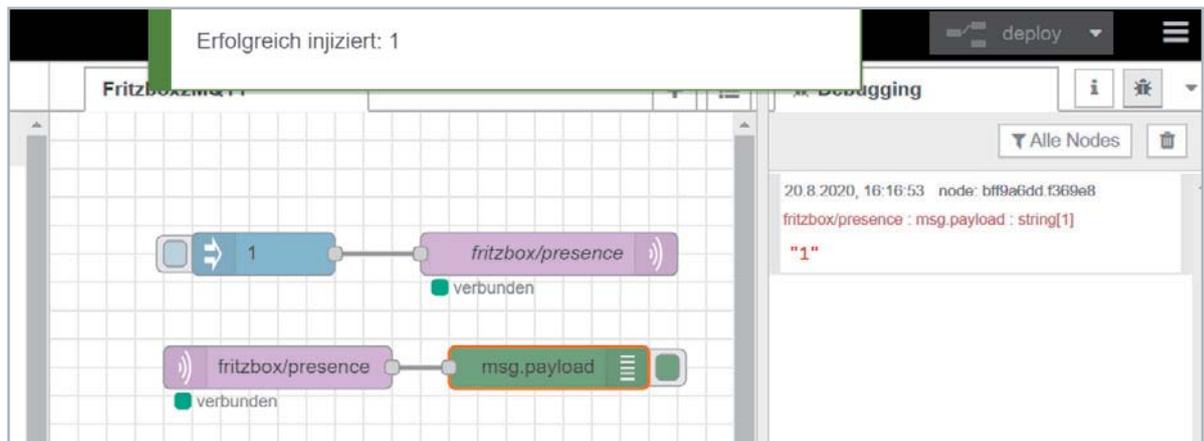
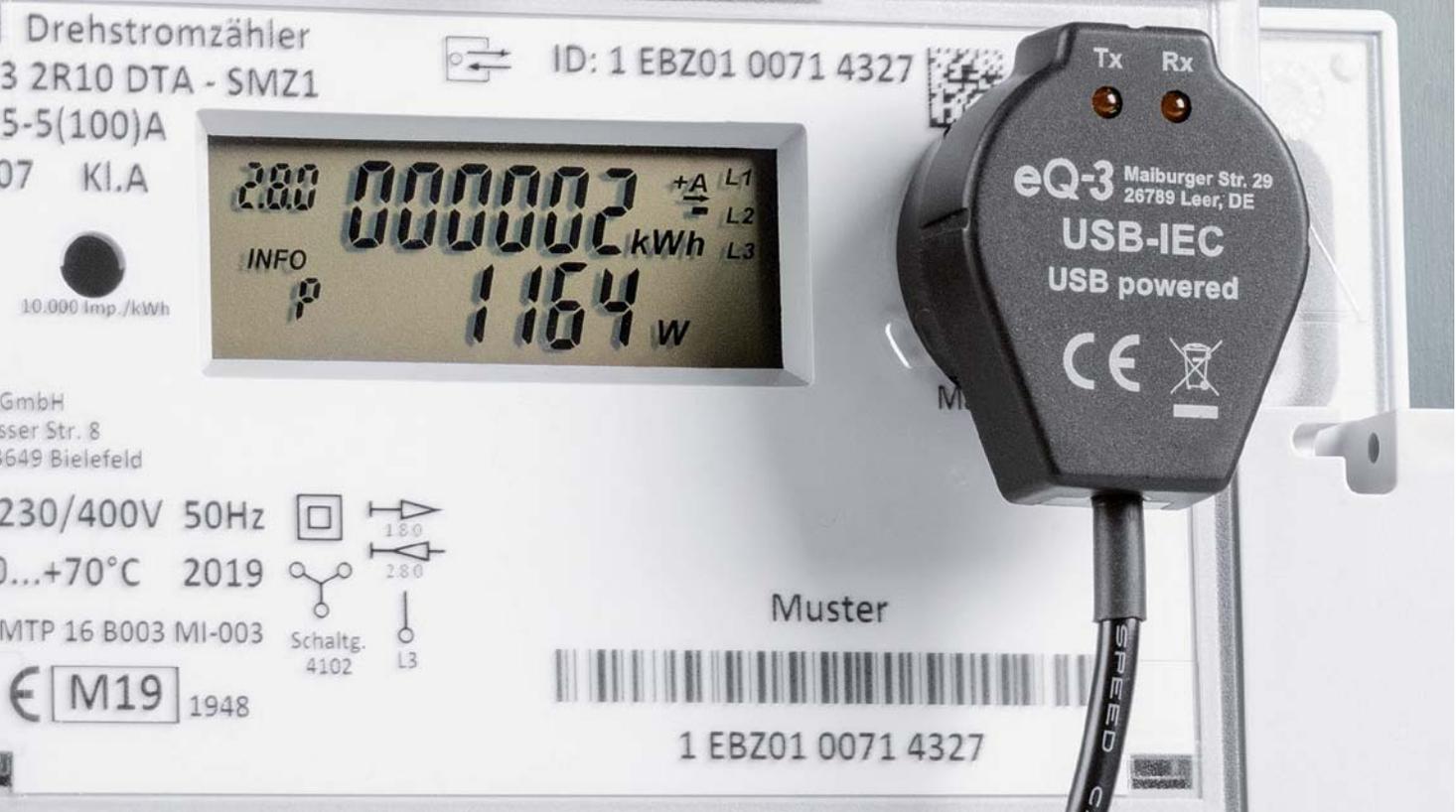


Bild 16: „mqtt out“- und „mqtt in“-Node mit einer simulierten MQTT-Datenkommunikation



Bild 17: Empfang von Daten per Mosquitto-Client auf der Konsole



Stromzähler einfach auslesen

USB-IEC-Interface

Das Fernauslesen des Stromzählers ist die bequeme und komfortable Variante, den Überblick über den Stromverbrauch im Haus zu erhalten. Die aufbereiteten Daten kann man dann einfach an einer zentralen Stelle anzeigen lassen, über Software-Programme beispielsweise grafisch visualisieren und analysieren. Unser USB-IEC-Interface erfasst die über eine optische Schnittstelle ausgegebenen Daten und gibt sie über eine USB-Schnittstelle aus. Mit zum Teil als Freeware erhältlicher Software eröffnen sich Möglichkeiten der Kommunikation über dieses Interface und der Datenverarbeitung z. B. auf einem PC oder Raspberry Pi.

USB-IEC
Artikel-Nr.
155523
Bausatz-
beschreibung,
und Preis:



www.elv.com



Infos zum Bausatz USB-IEC



Schwierigkeitsgrad:
mittel



Ungefähre Bauzeit:
0,5 h



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



Besondere Werkzeuge:
Heißluftgebläse,
Schraubendreher T6



Lötterfahrung:
ja



Programmierkenntnisse:
nein



Elektrische Fachkraft:
nein

Eine Hardware für viele Protokolle

Schnittstellen an Zählern bieten dem interessierten Nutzer die Möglichkeit, die Verbrauchswerte im Auge zu behalten und im Idealfall zu optimieren. Neben einigen drahtgebundenen Schnittstellen wie RS485 und nicht sehr weit verbreiteten Funkschnittstellen hat sich insbesondere bei Stromzählern die optisch getrennte serielle Schnittstelle durchgesetzt. Sie kann problemlos außerhalb jeglicher Abdeckungen direkt an der Vorderseite des Zählers angeordnet werden. Die optische Schnittstelle ist ihrer Natur nach galvanisch getrennt und vermittelt diese unkritischen Eigenschaften auch durch ihr Erscheinungsbild.

Der Aufbau eines optischen Lesekopfes ist in der EN 62056-21 detailliert beschrieben. Neben den ebenfalls in dieser Norm beschriebenen Kommunikationsprotokollen der Modi A bis D gibt es noch zahlreiche andere Kommunikationsprotokolle, die die gleiche physikalische Schnittstelle nutzen und für die der Lesekopf somit geeignet ist:

- SML (Smart Message Language)
- DLMS (Device Language Message Specification)
- AMIS (Automatic Metering and Information System)
- IDIS CII (Interoperable Device Interface Specifications Consumer Information Interface)

Die D0-Kommunikation der Modi A bis D haben wir bereits im Journal 2/2016 [1] vorgestellt, und zum SML-Protokoll gibt es im Journal 4/2019 [2] eine ausführliche Erläuterung. DLMS ist noch einmal erheblich komplizierter. Auf der Webseite der Firma icube gibt es neben Erklärungen zum Protokoll auch die Möglichkeit, die kostenlose Software EZReader [3] herunterzuladen, die eine DLMS-Kommunikation ermöglicht. Zu den insbesondere in Österreich genutzten Protokollen AMIS und IDIS gibt es leider keine frei verfügbare Dokumentation.

Am häufigsten kommt die optische Schnittstelle bei Stromzählern vor, man findet sie aber beispielsweise auch bei Wärmemengenzählern. Die bei Wärmemengenzählern verwendeten Protokolle sind recht unübersichtlich und weisen einige Besonderheiten auf, die teilweise daher rühren, dass die Geräte aufgrund der Versorgung mit einer integrierten Batterie besonders energiesparend arbeiten müssen. Der Lesekopf muss deshalb zunächst eine Aufwecksequenz ausgeben, und die Häufigkeit der Datenabfragen ist generell limitiert. Häufig basiert die Kommunikation der Wärmemengenzähler auf dem M-Bus-Protokoll. Um die Kommunikation mit derartigen Zählern zu testen, ist die freie Software LorusFree [4] eine gute Möglichkeit.

Unser USB-IEC ermöglicht es, die Zählerschnittstelle direkt über einen USB-Port auszulesen. Für die Nutzung mit einem PC bzw. Laptop gibt es neben der einfachsten Option mit einem Terminalprogramm und freier Software wie den oben erwähnten Programmen ([3], [4]) auch kommerzielle Software wie z. B. die von Zählerherstellern, über die der Zähler nicht nur ausgelesen, sondern auch konfiguriert werden kann.

Daneben bietet sich aber insbesondere die Verwendung mit einem Einplatinencomputer wie einem Raspberry Pi an. Darauf lässt sich eine leistungsfähige Protokollierung und Analyse der Verbräuche über längere Zeiträume realisieren. Insbesondere das Open-Source-Projekt „Volkszähler“ [5] bietet dafür eine hervorragende Basis.

Aufgrund des im USB-IEC verwendeten, weit verbreiteten USB-Chips CP2102N ist der Lesekopf an den meisten Geräten direkt lauffähig, ohne dass Treiber installiert werden müssen. Sollte dies dennoch nötig sein, so stellt der Hersteller Silicon Labs auf seiner Webseite [6] Treiber für diverse Betriebssysteme zur Verfügung.

Als Besonderheit weist der USB-IEC die Option auf, zwei 3-mm-LEDs zu bestücken, die die Aktivität von Sender (Tx) und Empfänger (Rx) visualisieren. Dies ermöglicht eine einfachere Fehlersuche, wenn die Kommunikation nicht wie vorgesehen abläuft. Wenn die blinkenden LEDs in der geplanten Installation stören, kann man sie einfach weglassen. Alle zur Ansteuerung notwendigen SMD-Bauteile sind auf der Platine des Bausatzes vorbestückt, lediglich die 3-mm-LEDs sind nicht im Lieferumfang enthalten.

Die Ausrichtung und Fixierung des Lesekopfes ist besonders einfach, wenn der Zähler, wie in der Norm vorgesehen, mit einer Metallplatte versehen ist, an der der Lesekopf mit dem ringförmigen Magneten hält. Der USB-IEC weist zusätzlich noch vor dem Ma-

gneten verbaute Gummifüße auf, die für Rutschhemmung sorgen und Kratzer vermeiden. Abweichend von der Norm fehlt die Metallplatte in einigen Zählern. Bei Zählern des Herstellers EasyMeter ist dies beispielsweise häufiger der Fall. Ältere Geräte dieses Herstellers, wie z. B. die Generation Q3D, verfügen nur über eine oben angeordnete Schnittstelle, auf der ein als Tastkopflech bezeichnetes Metallteil eingesetzt werden muss, auf das der Lesekopf gesetzt werden kann. Bei neueren Modellen ist die obere Schnittstelle meist mit einem Siegelauflöser verschlossen. Diese Geräte verfügen aber auf der Vorderseite über eine zweite, mit „Info“ gekennzeichnete IR-Diode. Für den Fall, dass diese nicht mit einem Metallring versehen ist, stellen wir auf einer Datei Daten für einen Halter zur Verfügung, den man sich auf dem 3D-Drucker selbst ausdrucken kann. Eine Stützstruktur ist dabei nicht notwendig, wenn man das Teil wie in Bild 1 gezeigt auf der Bauplattform ausrichtet. Eine Auflösung von 0,2 mm und ein Füllgrad von 20 % sind ausreichend. Der Halter kann mit einem Tesa Powerstrip Small fixiert werden, der sich bei Bedarf wieder rückstandsfrei entfernen lässt. Die korrekte Ausrichtung ist gegeben, wenn das obere Ende des linken Bogens und die Kerbe unten im Bogen mit der waagrechten bzw. senkrechten Achse der IR-LED übereinstimmen. Bild 13 zeigt einen solchen Halter auf einem EasyMeter Q3B.

Schaltungsbeschreibung

Die Schaltung des USB-IEC ist in Bild 2 zu sehen. Zentrales Bauelement des USB-IEC ist der USB-UART-Umsetzer-Chip CP2102N (U1). Neben der Signalwandlung von den USB-Datenleitungen zu den UART-Leitungen TXD und RXD stellt er auch an Pin 6 eine geregelte Spannung von 3,3 V bereit. Hierüber werden alle Schaltungsteile versorgt, abgesehen von der Sendediode DS1, die direkt über 5 V aus der USB-Schnittstelle gespeist wird. Damit Störungen auf dieser Spannung sich nicht auf das von der Sendediode ausgesendete Signal auswirken, erfolgt die Speisung über den aus L1, C1, C2 und C3 gebildeten Filter.

Der durch die Sendediode fließende Strom wird durch die mit Q5, D1, D2 und R11 gebildete Konstantstromquelle auf ca. 20 mA konstant ge-

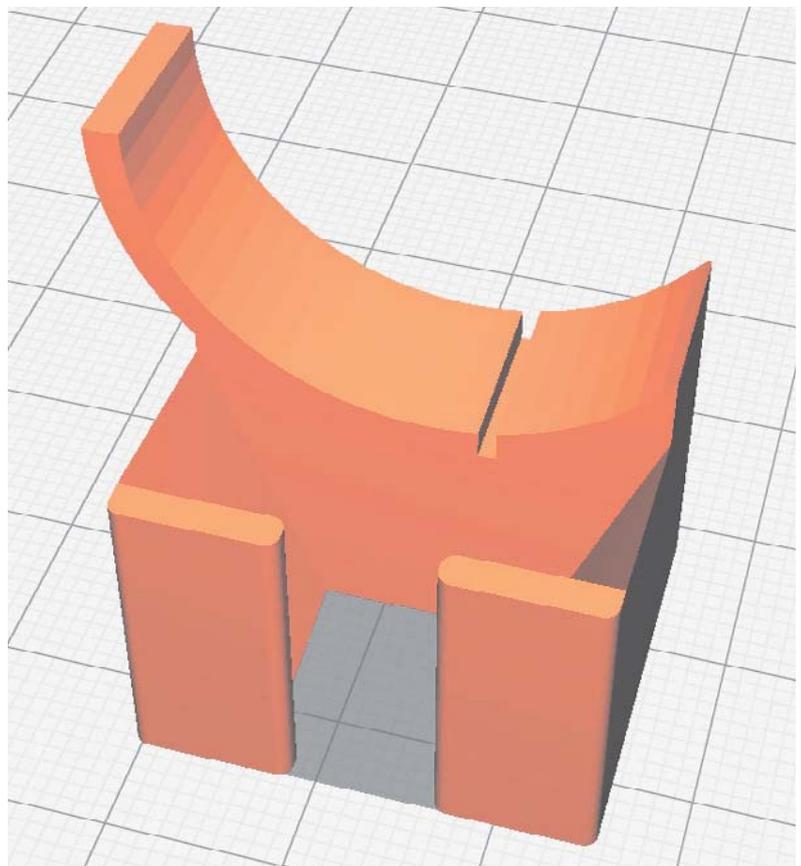


Bild 1: Ausrichtung des Halters auf der Bauplattform

halten. Die Ansteuerung erfolgt über den Transistor Q3, der zusätzlich die notwendige Invertierung des Tx-Signals vornimmt.

Auf der Rx-Seite invertiert und verstärkt Q6 den Emitterstrom des Fototransistors Q4. Die Ansteuerung der optionalen Tx- und Rx-Status-LEDs DS2 und DS3 erfolgt über die PNP-Transistoren Q1 und Q2, die neben der Entkopplung des LED-Stroms von der Signalleitung auch eine Invertierung vornehmen.

Nachbau

Die Platine des USB-IEC ist bis auf wenige bedrahtete Bauteile bereits komplett ab Werk bestückt und verlötet. Hier ist lediglich eine visuelle Kontrolle auf Bestückungs- und Lötfehler unter Zuhilfenahme der Stückliste, des Bestückungsplans, des Bestückungsdrucks auf der Platine sowie der Platinenfotos in Bild 3 notwendig. Bild 4 zeigt den gesamten Lieferumfang des Bausatzes. Die einzige Lötarbeit besteht in der Bestückung des Fototransistors Q4 und dem Anlöten des USB-Kabels. Bei Bedarf sind auch die beiden Rx-/Tx-LEDs zu bestücken.

Wir beginnen mit dem Fototransistor Q4. Dessen Anschlüsse müssen zunächst gemäß der Darstellung in Bild 5 mit einer kleinen Rundzange abgewinkelt werden. Unbedingt zu beachten ist die korrekte Polarität. Die richtige Ausrichtung ist an der abgeflachten Seite vom Gehäusebund und am entsprechenden Bestückungsdruck auf der Leiterplatte zu erkennen. Der Fototransistor wird mit seiner Linse kopfüber durch das Loch in der Leiterplatte gesteckt, sodass seine Anschlüsse wie bei einem SMD-Bauteil flach auf den Löt pads aufliegen und dort verlötet werden.

Falls die LEDs für Rx und Tx bestückt werden sollen, müssen zunächst zwei 3-mm-Löcher an den im Aufdruck markierten Stellen in die obere Gehäuseschale gebohrt werden. Die Oberschale dient anschließend auch als Hilfsmittel für die Ausrichtung der LEDs. Dazu wird die Oberschale flach auf die Arbeitsfläche gelegt, die beiden LEDs werden von innen in die Löcher gesteckt. Anschließend werden die Anschlüsse von der mit „LS“ gekennzeichneten Seite aus durch

die Löcher gefädelt. Die Leiterplatte muss ganz auf den Stützdomen aufliegen, Klemmrippen an der Trennwand halten sie in Position. Auch bei den LEDs ist unbedingt auf die korrekte Polarität zu achten. Die Anode ist der längere Anschluss der LED und auf der Leiterplatte mit einem „A“ gekennzeichnet. Grundsätzlich geeignet sind alle normalen 3-mm-LEDs mit einer Flussspannung von ca. 2 V.

Mit der vorgeschlagenen diffusen orangen LED ergibt sich ein sehr gut erkennbares Leuchtbild. Nachdem die LEDs verlötet sind, müssen die überstehenden Anschlussdrähte knapp über der Lötstelle abgeschnitten werden, da sie sonst später über den Ringmagneten einen Kurzschluss verursachen würden.

Das USB-Kabel muss gemäß der Zeichnung in Bild 6 vorbereitet werden, bevor der Anschluss an die Leiterplatte erfolgt. Der USB-Mini-B-Stecker ist abzuschneiden und der Kabelmantel auf einer Länge von 20 mm zu entfernen. Die Alufolie ist ebenfalls zu entfernen, wohingegen das Abschirmgeflecht an einer Stelle zusammengeführt und verdrillt wird. Die Spitze des Geflechts ist ebenso wie die auf einer Länge von 2 mm abisolierten Litzen zu verzinnen (Bild 7). Dabei ist darauf zu achten, dass tatsächlich nur die Spitze verzinkt wird, damit die Litzen flexibel bleiben.

Über das Abschirmgeflecht ist ein 15 mm langes Stück Schrumpfschlauch mit 1,6 mm Durchmesser zu schieben und zu verschrumpfen. Anschließend folgt noch ein 20 mm langes Stück mit 4,8 mm Durchmesser auf dem Leitungsmantel. Es wird an einer Position verschrumpft, auf der es 2 mm über das Ende vom Kabelmantel hinaussteht, wie in Bild 8 zu sehen. Hierdurch ergibt sich nicht nur ein sauberer Übergang, sondern



Bild 4: Der Lieferumfang des Bausatzes

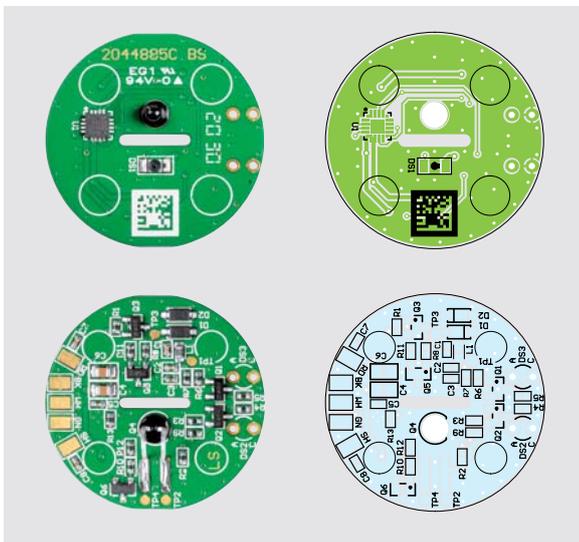
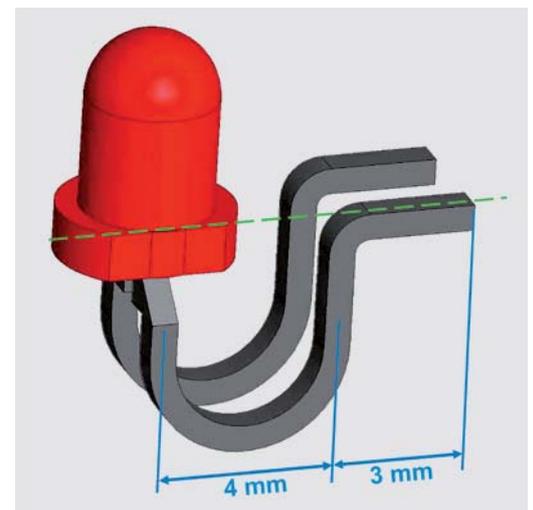


Bild 3: Der Bestückungsplan der Platine und die zugehörigen Platinenfotos der bestückten Platine des USB-IEC

Bild 5: So sind die Anschlüsse des Fototransistors Q4 vorzubereiten. Hier ist besonders die richtige Biegerichtung entsprechend der Gehäuseabflachung zu beachten, um eine polrichtige Bestückung zu gewährleisten.



später auch ein Knickschutz und der korrekte Durchmesser in der Zugentlastung. Die so vorbereitete Anschlussleitung ist nun an die Leiterplatte anzulöten. Dabei sollte man diese z. B. in einem kleinen Schraubstock fixieren, siehe **Bild 9**. Die Leitung wird aus Richtung der LEDs zu den Pads geführt, und dort sind die Litzen gemäß Bestückungsdruck anzulöten. Dabei gilt die Zuordnung:

- RD = red = rot
- BK = black = schwarz
- WH = white = weiß
- GN = green = grün
- SH = shield = Abschirmung

Die Leitung wird anschließend über die Leiterplatte geklappt, sodass sie von den LED weg verläuft und in die obere Gehäuseschale eingelegt werden kann. Es ist darauf zu achten, dass die Litzen nicht über die im Bestückungsdruck markierten Flächen für die Stützdome verlaufen. Auf der Unterseite der Leiterplatte sind im Bestückungsdruck ebenfalls vier kreisrunde Flächen markiert, auf die jetzt Gehäusefüße geklebt werden (**Bild 10**). Danach ist der Ringmagnet so aufzulegen, dass dessen Nordpol, der mit einer Markierung versehen ist, von der Leiterplatte weg weist.

Bei den meisten Anwendungen ist die Polarität nicht relevant, in einigen Zählern ist aber statt der Stahlplatte ein Magnet verbaut. Auf diesen Zählern kann der Sensor bei falsch gepoltem Magnet nicht angebracht werden.

Jetzt wird die untere Gehäusehälfte mit der Nase in die obere Gehäusehälfte eingehängt, dann zugeschwenkt und mit zwei Schrauben 1,8 x 8 mm verschraubt (**Bild 11**). Es ist darauf achtzugeben, dass die Leitung mit dem Schrumpfschlauch sauber in der Zugentlastung zwischen den beiden Gehäusehälften liegt. Zum Abschluss sind nun noch die drei GummifüÙe in die Öffnungen des Gehäuses einzukleben, wie in **Bild 12** gezeigt. **Bild 13** zeigt den betriebsbereiten USB-IEC, der in einen per 3D-Druck hergestellten Halter eingelegt ist, an einem Zähler ohne Metallring. Um zu verifizieren, ob der Lesekopf einwandfrei arbeitet, ist es empfehlenswert, einen Hardware-Selbsttest durchzuführen.

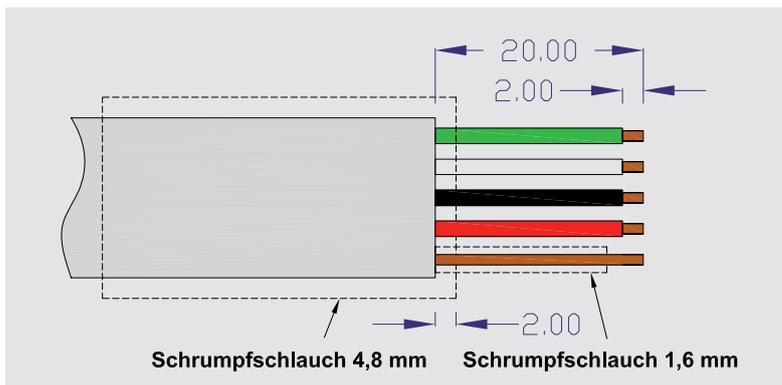


Bild 6: So erfolgt die Konfektionierung des USB-Kabels.

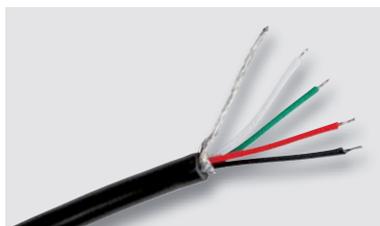


Bild 7: Die abisolierten und verzinnnten Leitungsenden des USB-Kabels

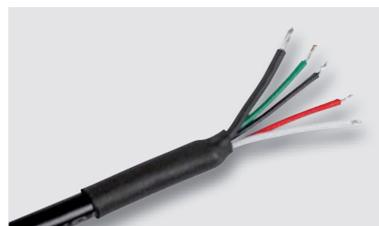


Bild 8: Sowohl die Schirmung als auch das Kabel sind, wie hier zu sehen, mit Schrumpfschlauch zu versehen.

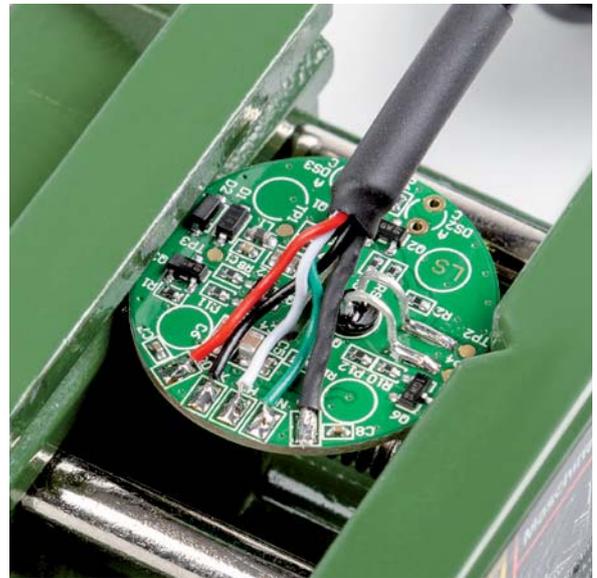


Bild 9: So werden die Leitungsenden auf der Platine angelötet. Ein kleiner Schraubstock oder ein Platinehalter leistet dabei gute Dienste.



Bild 10: So ist die Platine in das Gehäuse einzulegen, anschließend werden die vier GummifüÙe aufgeklebt.



Bild 11: Hier ist der auf die GummifüÙe aufgelegte Magnet durch das verschlossene sowie verschraubte Gehäuse zu sehen.

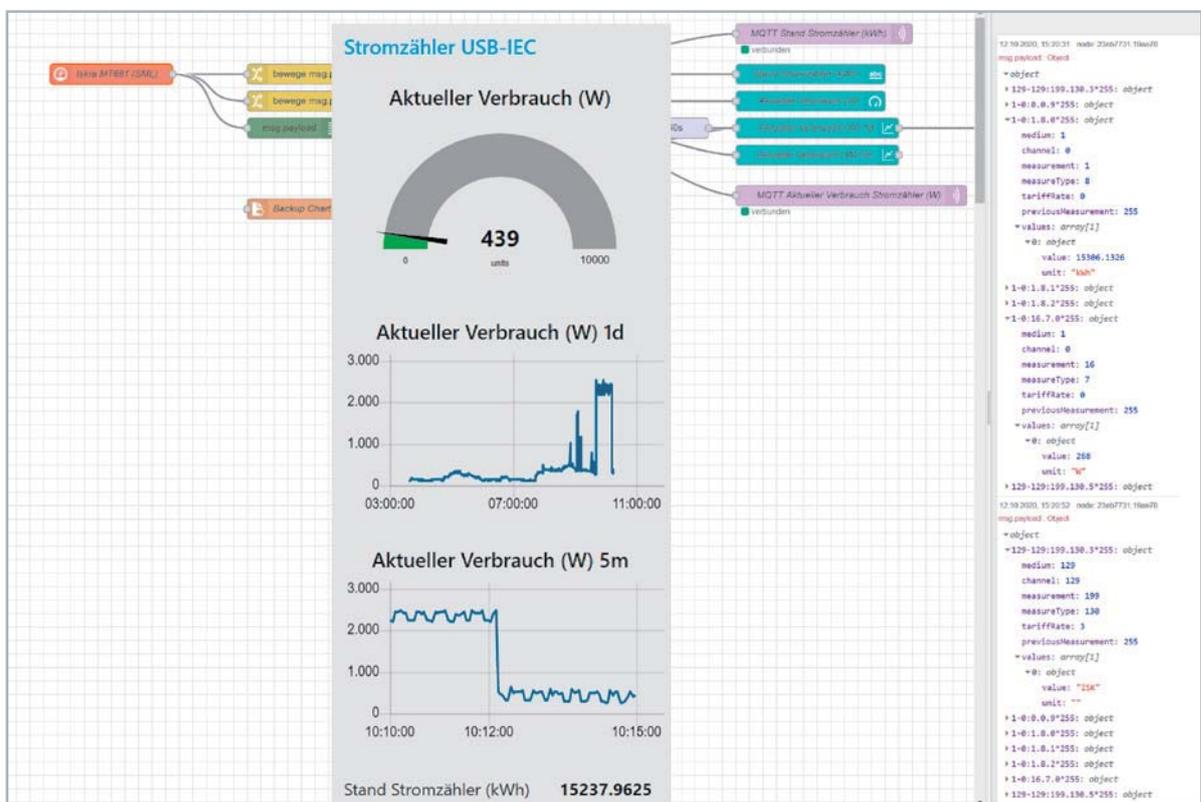


Bild 12: Als letzter Schritt erfolgt das Einkleben der drei GummifüÙe in das Gehäuse.

Intelligenter Strom

Daten vom USB-IEC-Interface mit Node-RED auslesen und verarbeiten

In dieser Ausgabe des ELVjournals stellen wir auf Seite 60 den neuen Bausatz USB-IEC-Interface zum Auslesen von Daten über optische Schnittstellen beispielsweise an Stromzählern vor. Um die Informationen zu erfassen und weiterzuverarbeiten, gibt es eine Reihe freier und kommerzieller Software. In diesem Beitrag zeigen wir, wie man mithilfe eines Raspberry Pi und des Software-Prototyping-Tools Node-RED die Daten auslesen, in einer Oberfläche optisch aufbereiten und anderen Anwendungen zur Verfügung stellen kann.



Grundlagen

Um Daten wie die aktuelle Leistung oder den Zählerstand über die optische Schnittstelle der neueren Stromzähler abzurufen, sollte man sich zunächst mit den Grundlagen dieser Technologie beschäftigen. Die in der Norm EN 62056-21 definierte Schnittstelle haben wir bereits im ELVjournal 2/2016 [1] ausführlich vorgestellt. Zudem haben wir das häufig verwendete SML-Protokoll in der Ausgabe 4/2019 [2] eingehend erläutert.

Als Grundlage für das Auslesen, die Verarbeitung und Anzeige sowie die Weiterleitung der Daten nutzen wir das vor allem für das Prototyping geeignete

Software-Tool Node-RED. In unserer dreiteiligen Einführung im ELVjournal 4/2020 [3], 5/2020 [4] und dieser Ausgabe ab Seite 50 sind wir ausführlich auf die Grundlagen, die Installation und Anwendung dieser praktischen Software eingegangen.

Schritt 1 Hardware-Test

Als Grundlage bei der Hardware dient uns der neue Raspberry Pi 4 Model B mit 2 GB RAM [5]. Es dürften allerdings auch Raspberry Pi der zweiten und dritten Generation ausreichen, um Node-RED problemlos zu betreiben.



Für die ersten Schritte benötigen wir die Software allerdings noch nicht, da wir zunächst testen, ob überhaupt Daten aus der optischen Schnittstelle ausgegeben werden. Dazu bringen wir als Erstes das USB-IEC-Interface am Stromzähler an und schließen dann den USB-Stecker an den betriebsbereiten Raspberry Pi an. Ist die optische Schnittstelle aktiv, sollte die RX-LED des USB-IEC-Interface periodisch aufleuchten und damit den Empfang der Daten signalisieren (Bild 1).

Sind in dem Bausatz die LEDs nicht verbaut, kann man sich alternativ auch mit einer Smartphone-Kamera den Bereich anschauen, in dem sich die Übertragungs-LEDs des Stromzählers befinden. Obwohl diese LEDs im Infrarotbereich übertragen und für das menschliche Auge nicht sichtbar sind, können die Handy-Kameras diesen Wellenlängenbereich des Lichts erfassen. Auf diese Weise ist ebenfalls eine Kontrolle möglich, ob die optische Schnittstelle aktiviert ist.

Nach dem Hardware-Test teilen sich die Wege zum Auslesen der Daten von der Schnittstelle des Stromzählers und die Verarbeitung per NODE-RED. Ist die optische Schnittstelle aktiviert und kommen die Daten per SML-Protokoll, können wir mit [Schritt 4](#) fortfahren. Ansonsten müssen wir uns zunächst um die Aktivierung der Datenausgabe in [Schritt 2](#) kümmern.

Hinweis: Es kann auch sein, dass der Zähler die Daten im Push-Betrieb ausgibt, es sich aber nicht um das SML-, sondern um das D0-Protokoll handelt (Modus D).

Schritt 2 Aktivierung der optischen Schnittstelle

Abhängig vom Typ des Stromzählers, der im Zählerschrank vom Energieversorger installiert ist, lässt sich die optische Schnittstelle auf unterschiedliche Arten aktivieren. Eine Suche im Internet hilft in der Regel weiter und auch Webseiten wie beispielsweise volkszaehler.org, die sich mit der Erfassung von Zählerständen befassen, haben hier unter Umständen wertvolle Informationen. Angaben zum verwendeten Protokoll zahlreicher Zähler findet man auch in der Konfigurationsliste des ES-IEC [6].

Wir wollen das „Aufwecken“ der Schnittstelle, das in der Regel vor jedem Auslesen erneut ausgelöst werden muss, exemplarisch an einem Stromzähler vom Typ Iskra MT171 zeigen, der seine Daten basierend auf dem D0-Protokoll im Modus C ausgibt. Dazu schließen wir zunächst das USB-IEC-Interface sowohl an den Raspberry Pi per USB als auch mit dem Lesekopf an den Stromzähler an.

Zur Kommunikation mit dem Zähler über die serielle Schnittstelle bieten sich unter Raspbian beispielsweise cutecom und unter Windows HTerm [7] an. Da das USB-IEC-Interface ohnehin schon am Raspberry Pi angeschlossen ist, verwenden wir das Linux-Tool. Unter Windows ist die Vorgehensweise analog – entscheidend sind hier zum einen die Einstellungen für die Schnittstelle und zum anderen die Befehle, die an den Zähler geschickt werden.

Zunächst installieren wir mit `sudo apt install cutecom` die Software auf dem Raspberry Pi. Mit `dmesg` können wir in den Log-Einträgen die verwendete serielle Schnittstelle feststellen. Ist sie nicht als einer der letzten Einträge aufgeführt, stecken wir den USB-IEC kurz ein und wieder aus und wiederholen den Aufruf des Befehls.

Für unseren beispielhaft verwendeten Iskra MT171 müssen wir die Schnittstelle wie folgt einstellen:

- Baudrate: 300
- Data Bits: 7
- Flow Control: None
- Parity: Even
- Open Mode: Read/Write
- Stop Bits: 1
- Device: /dev/ttyUSB0

Mit „Open“ öffnen wir die Schnittstelle (Bild 2).

Bei unserem im Beispiel verwendeten Zähler müssen wir mit der Befehlsfolge `2F 3F 21 0D 0A` zunächst den Zähler ansprechen, der sich dann mit seiner Kennung (u. a. Hersteller, Typ und aktuelle maximale Baudrate) zurückmeldet (Bild 3).

Tipp:

Wir benutzen für unser Beispiel durchgehend hexadezimale Zahlen als Befehle. Die Folge

```
2F 3F 21 0D 0A
/ ? ! CR LF
```

bedeutet übertragen in ASCII-Zeichen die unter den hexadezimalen Zahlenwerten aufgeführte ASCII-Folge, wobei CR für Carriage Return und LF für Line Feed stehen. Bei der reinen Übertragung in



Bild 1: Der USB-IEC an einem Stromzähler Iskra MT681 mit aktivierter optischer Schnittstelle

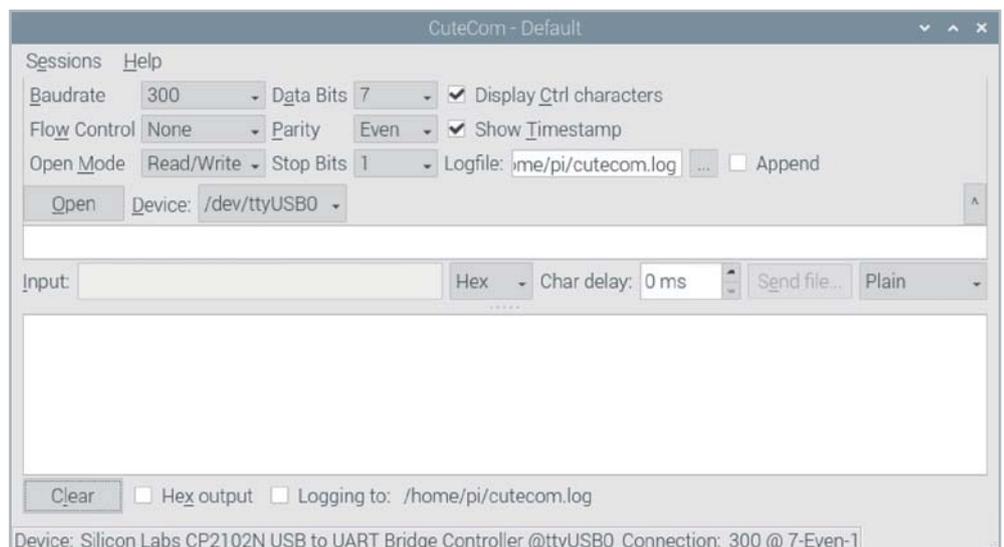


Bild 2: Konfiguration der Schnittstelle für den Iskra MT171

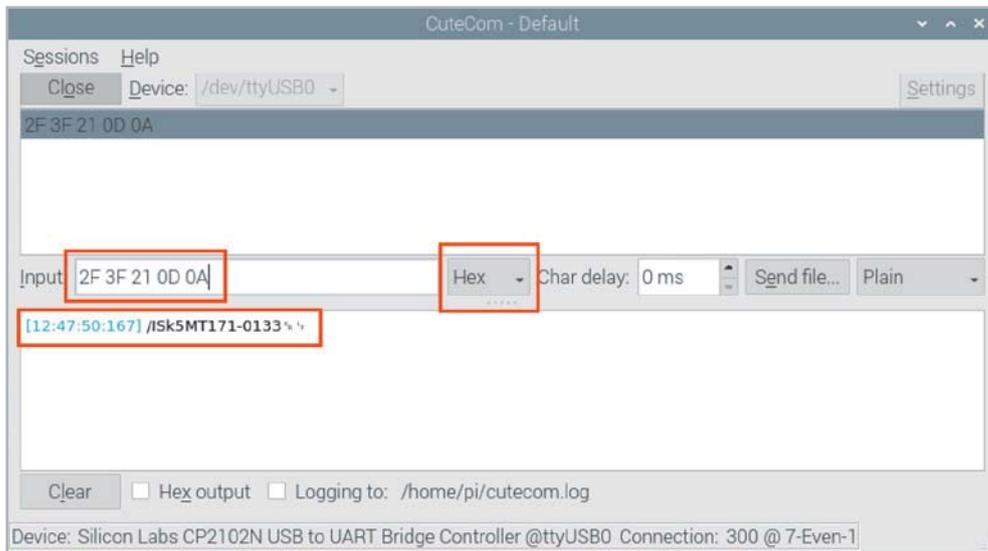


Bild 3:
Rückmeldung des
Stromzählers

hexadezimalen Zahlen gibt es vor allem hinsichtlich der abschließenden CR- und LF-Zeichen weniger Verwirrung, aber das mag Geschmackssache vor allem auch hinsichtlich des jeweils verwendeten Terminal-Programms sein.

Bei den Quellen im Internet ist nicht immer eindeutig, wie die Befehlsfolge genau im Terminal-Programm einzugeben ist, von daher sind hier unter Umständen mehrere Versuche notwendig.

Können wir mit unserem Stromzähler auf diese Art und Weise kommunizieren, ist die größte Hürde bereits genommen. Nun müssen wir noch den Befehl zur Ausgabe der Daten an den Zähler senden. In unserem Fall ist das recht zeitkritisch, da dieser Befehl kurz nach der Rückmeldung des Zählers erfolgen muss.

In unserem Terminalprogramm geben wir:

```
06 30 30 30 0D 0A
```

unmittelbar nach der Rückmeldung ein und erhalten in der Ausgabe des Terminalprogramms die verfügbaren Datensätze (Bild 4). Unter Umständen muss man dies mehrfach versuchen, bevor man eine Rückmeldung erhält.

Nutzt man lieber Windows, sind die Einstellungen bei HTerm in den Screenshots in Bild 5 und Bild 6 zu sehen.

Diesen Ablauf der Kommunikation mit dem D0-Protokoll des Iskra MT171 werden wir später nutzen, wenn es darum geht, die Daten in Node-RED aus dem Stromzähler auszulesen.

Schritt 3 Streng nach Protokoll

Im obigen Beispiel des Stromzählers MT171 wird bei diesem das D0-Protokoll mit einer Aufwacksequenz verwendet, für das wir jetzt einen sogenannten Flow mit allen Bestandteilen in Node-RED erstellen werden. Im Gegensatz zum Stromzähler vom Typ MT681 (s. Schritt 4) des gleichen Herstellers, bei dem die optische Schnittstelle bereits aktiviert ist und die Daten im SML-Protokoll ausgegeben sind, gibt es hier kein bereits fertiges Node-RED-Modul zum Auslesen.

Doch bevor wir Node-RED starten, werfen wir einen Blick auf die zurückgegebenen Daten:

```

0-0:C.1.0*255(46704565)
1-0:0.0.0*255(784000-2900038)
1-0:0.2.0*255(V1.0)
1-0:1.8.0*255(094504 kWh)
1-0:2.8.0*255(055653 kWh)

```

Nach dem OBIS-Kennziffernschema (siehe auch [2]) sehen wir hier in den ersten drei Zeilen Angaben zum Zähler (Zählernummern, Version). Erst darunter

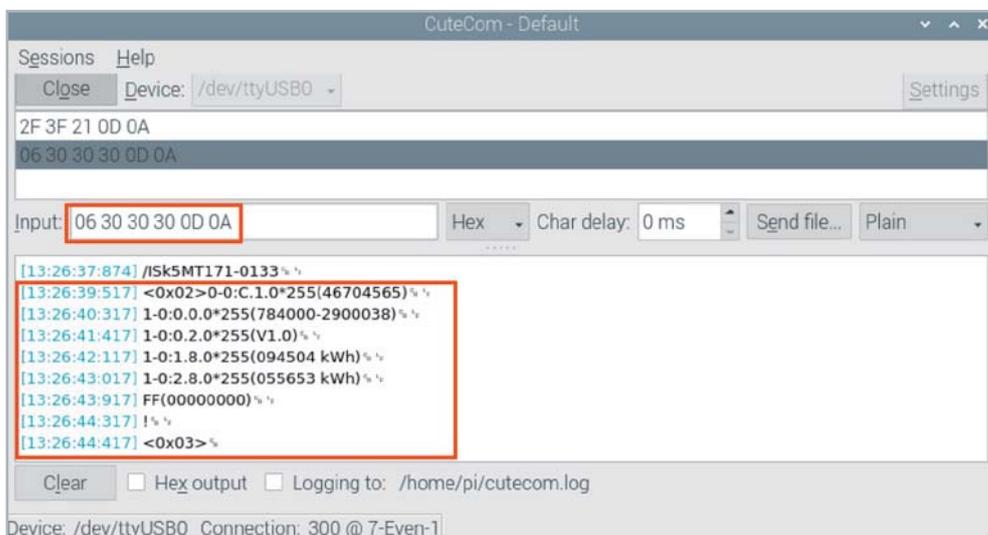


Bild 4: Verfügbare
Datensätze des
MT171

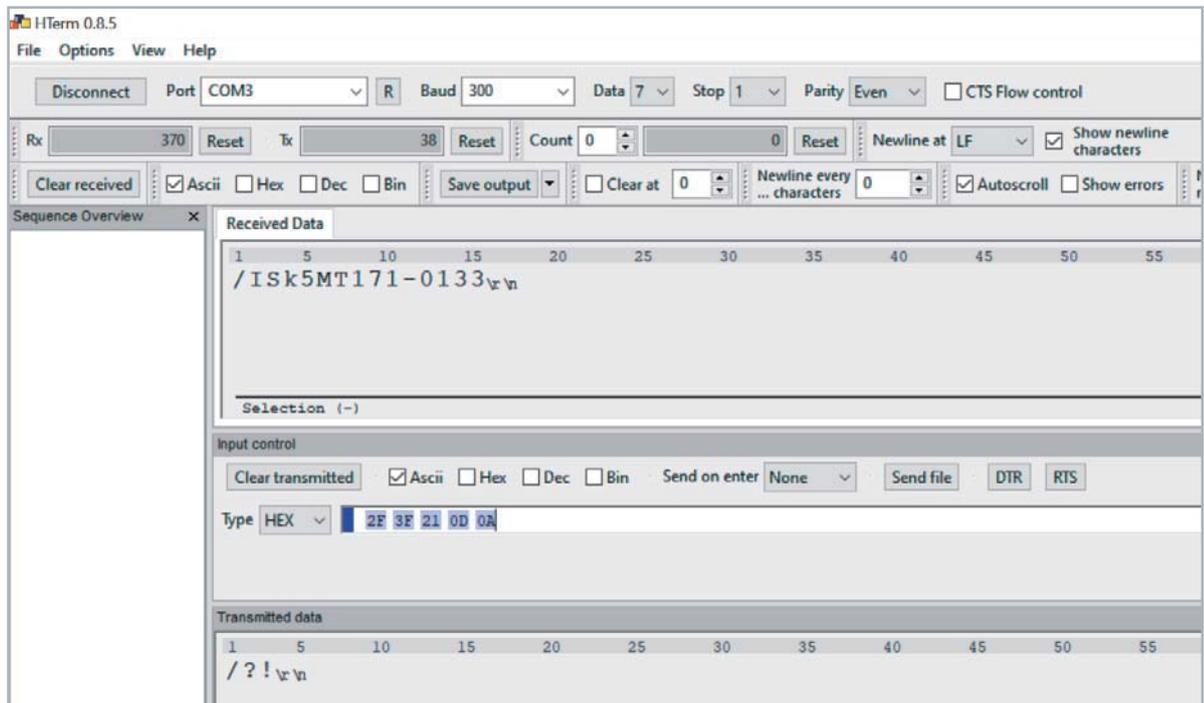


Bild 5: Initialer Befehl zur Kommunikation bei HTerm ...

wird es mit echten Messwerten interessant. Unter 1.8.0 wird der Zählerstand „Bezug, gesamt“ über alle Tarife angezeigt. Da es sich um einen Zweirichtungszähler handelt, folgt darunter unter 2.8.0 die Summe zur Stromeinspeisung in das Netz. Diese beiden Werte sind im Folgenden für uns von besonderem Interesse.

Datenanalyse

Mit diesem Wissensstand starten wir Node-RED wie gewohnt auf unserem Raspberry Pi und loggen uns unter der IP des Kleinrechners im Node-RED-Editor ein. Eine ausführliche Einführung zur Installation und den ersten Schritten in Node-RED gibt es im ELVjournal 4/2020 [3].

Für unsere Anwendung mit dem Zugriff auf die serielle Schnittstelle benötigen wir das Modul `node-red-node-serialport`, das wir mit der Palettenverwaltung installieren.

Im Flow erstellen wir zunächst einen Inject-Node, der den Aufweck- und Auslesevorgang anstoßen wird. Danach müssen wir ein bisschen tricksen: Da wir zwei hexadezimale Befehlsfolgen (s. o.) in einem zeitkritischen Abstand senden wollen, bedienen wir uns eines Trigger-Nodes, in den wir die beiden Folgen in Form eines Buffer-Arrays zeitversetzt senden.

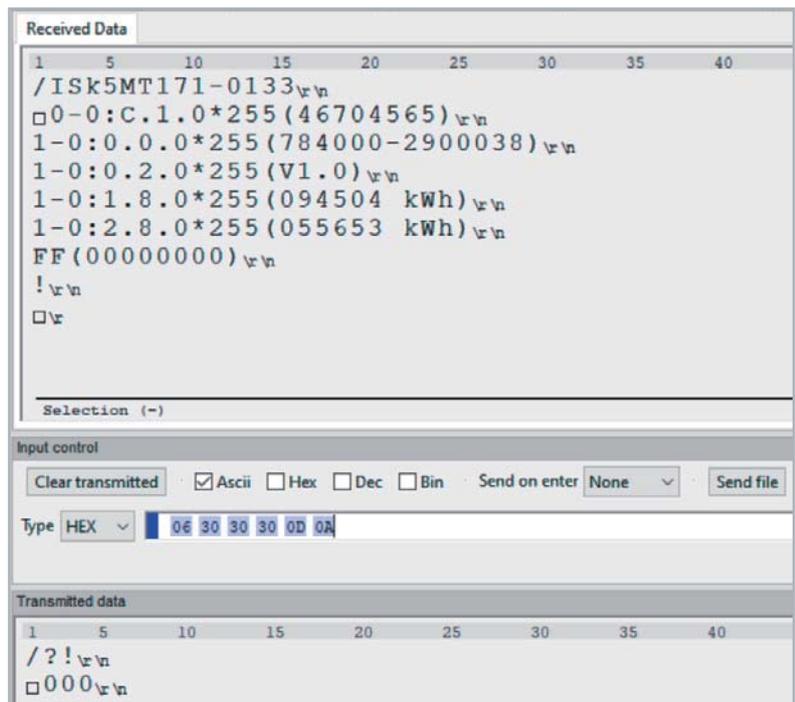


Bild 6: ... und anschließende Ausgabe der Daten

Hier sind unter Umständen je nach verwendetem Stromzähler Anpassungen bzw. Feinschliff notwendig (Bild 7).

Natürlich ließe sich das noch perfektionieren – eigentlich müsste die erste Antwort vom Zähler abgewartet und ausgewertet werden. Mit dem Date-Readout-Befehl erfolgt dann auch die Umschaltung der Baudrate.

Auf den Trigger-Node folgt die Konfiguration des Serial-Request-Nodes nach den Daten aus dem oben gezeigten Ablauf der seriellen Kommunikation mit dem Stromzähler (Bild 8).

Hängt man an diesen Flow einen Debug-Node an, erhält man bereits die Ausgabe wie im Terminal. Wie immer kann man in Node-RED die Daten jetzt auswerten, anzeigen und/oder weiterleiten. Ein Beispiel-Flow (Bild 9) liegt bei diesem Beitrag [8] zum Download bereit.

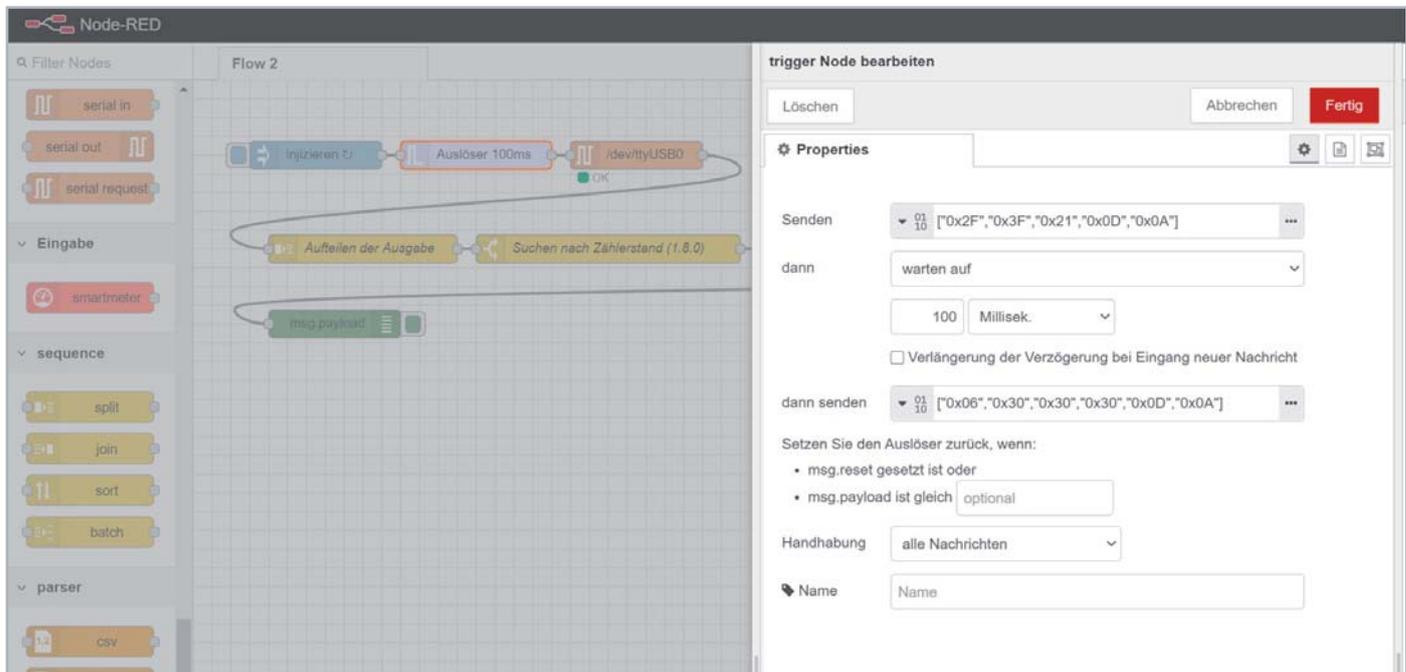


Bild 7: Konfiguration des Trigger-Nodes

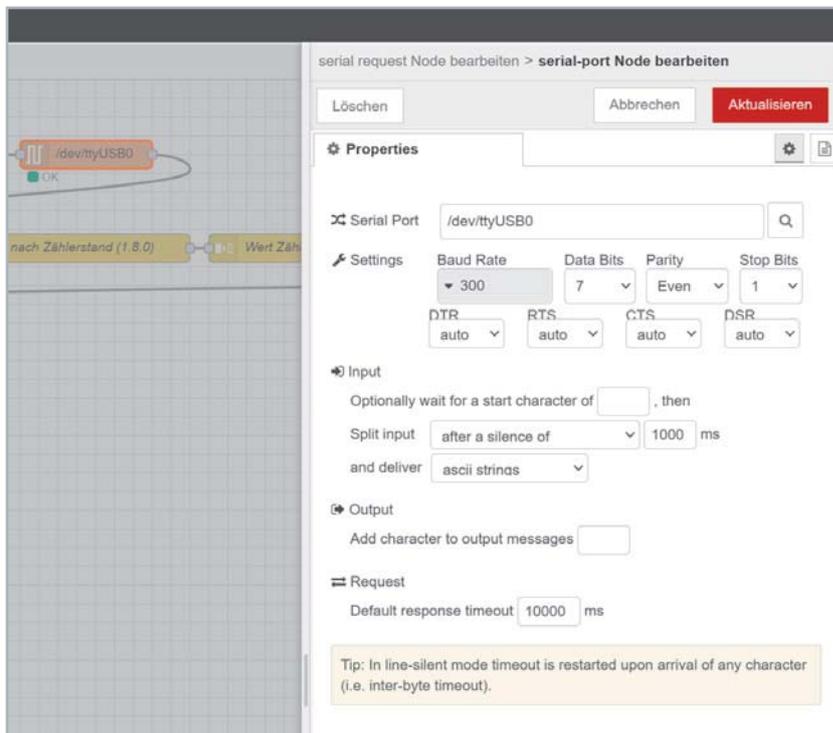


Bild 8: Konfiguration des Serial-Request-Nodes

Schritt 4 SML mit Smartmeter-Node

Haben wir einen Stromzähler mit ständig aktivierter Ausgabe, der mit dem D0- oder SML-Protokoll arbeitet, können wir das eigens für diesen Zweck entwickelte Node-RED-Modul `node-red-contrib-smartmeter` nutzen. Wir installieren dieses und ziehen den Smartmeter-Knoten in den Editor. Diesen müssen wir zunächst konfigurieren – auch hier bleibt es uns nicht erspart, die Eigenschaften der seriellen Schnittstelle herauszufinden und das verwendete Protokoll einzustellen (Bild 10).

Hier reicht ein Debug-Node und die Zählerdaten werden nach dem OBIS-Kennziffernschema ausgegeben. Bei dem verwendeten Zähler Iskra MT681 wird nicht nur der Zählerstand, sondern auch die momentane Leistung angezeigt. So lassen sich neben der automatisierten Ablesung des Zählers beispielsweise auch Analysen über den Verbrauch im (Tages-)Verlauf anstellen.

Im Download-Bereich dieses Beitrags [8] finden Sie einen Beispiel-Flow mit der Extraktion der Messwerte, Weiterleitung per MQTT und einer schicken Anzeige im Dashboard, die sich lokal im Browser oder von außen per VPN auch auf dem Smartphone abrufen lässt (Bild 11).

Fazit

Mit dem Bausatz USB-IEC-Interface und dem Software-Tool Node-RED lassen sich in wenigen Schritten Stromzähler, aber auch andere Geräte mit optischer Schnittstelle auslesen. Neben der Auswertung der Messdaten kann man diese auch

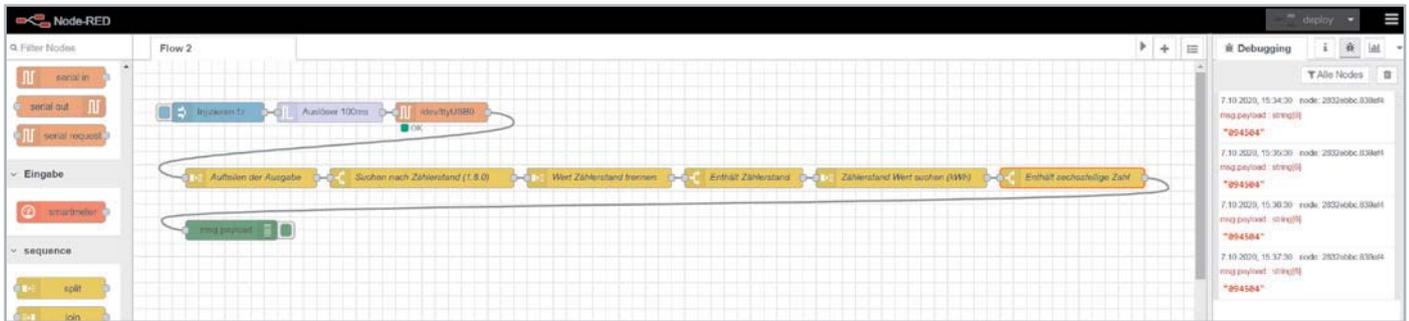


Bild 9: Beispiel-Flow, der den Messwert zum Strombezug aus dem Datensatz extrahiert

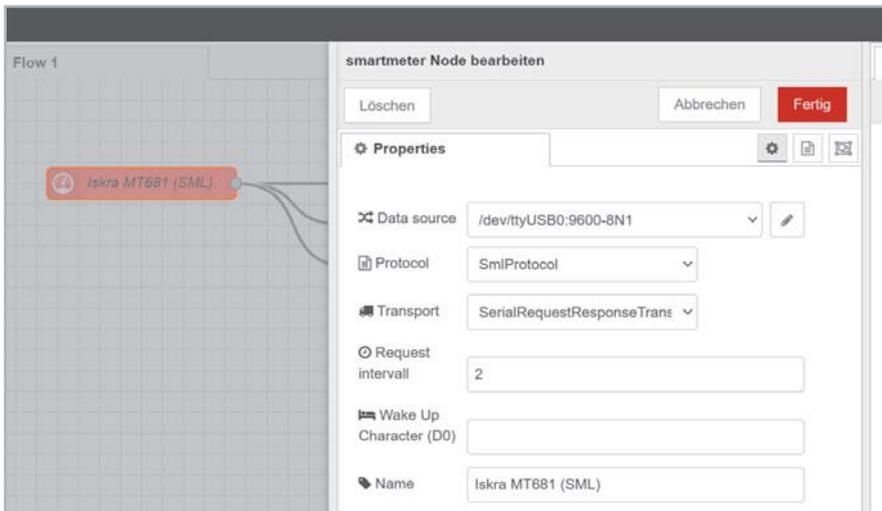


Bild 10: Konfiguration des Smartmeter-Nodes

ansprechend darstellen und zur weiteren Verarbeitung weiterleiten. Der nächste Schritt zur automatisierten Analyse von bestimmten Verbrauchern anhand ihres Stromverbrauchs ist da nur noch einen Schritt (mit etwas künstlicher Intelligenz) entfernt.

Können Sie erkennen, welche Maschine sich hinter dem Muster in der 5-Minuten-Ansicht zum „Aktuellen Verbrauch (W) 5 m“ im Aufmacherfoto des Beitrags versteckt?

Folgen Sie uns auf unseren Social-Media-Kanälen auf Facebook ([facebook.com/elvelektronik](https://www.facebook.com/elvelektronik)) und Twitter (twitter.com/elvelektronik).

Nach Erscheinen des ELVjournals verraten wir dort die Auflösung. **ELV**

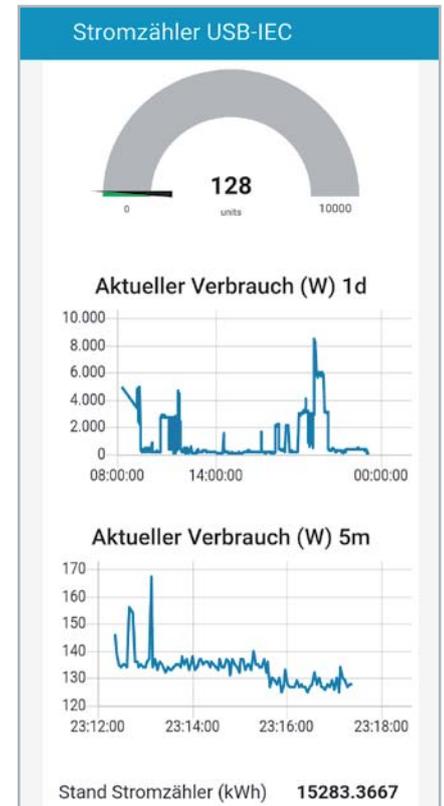


Bild 11: Anzeige der Zählerdaten per Node-RED-Dashboard auf dem Smartphone



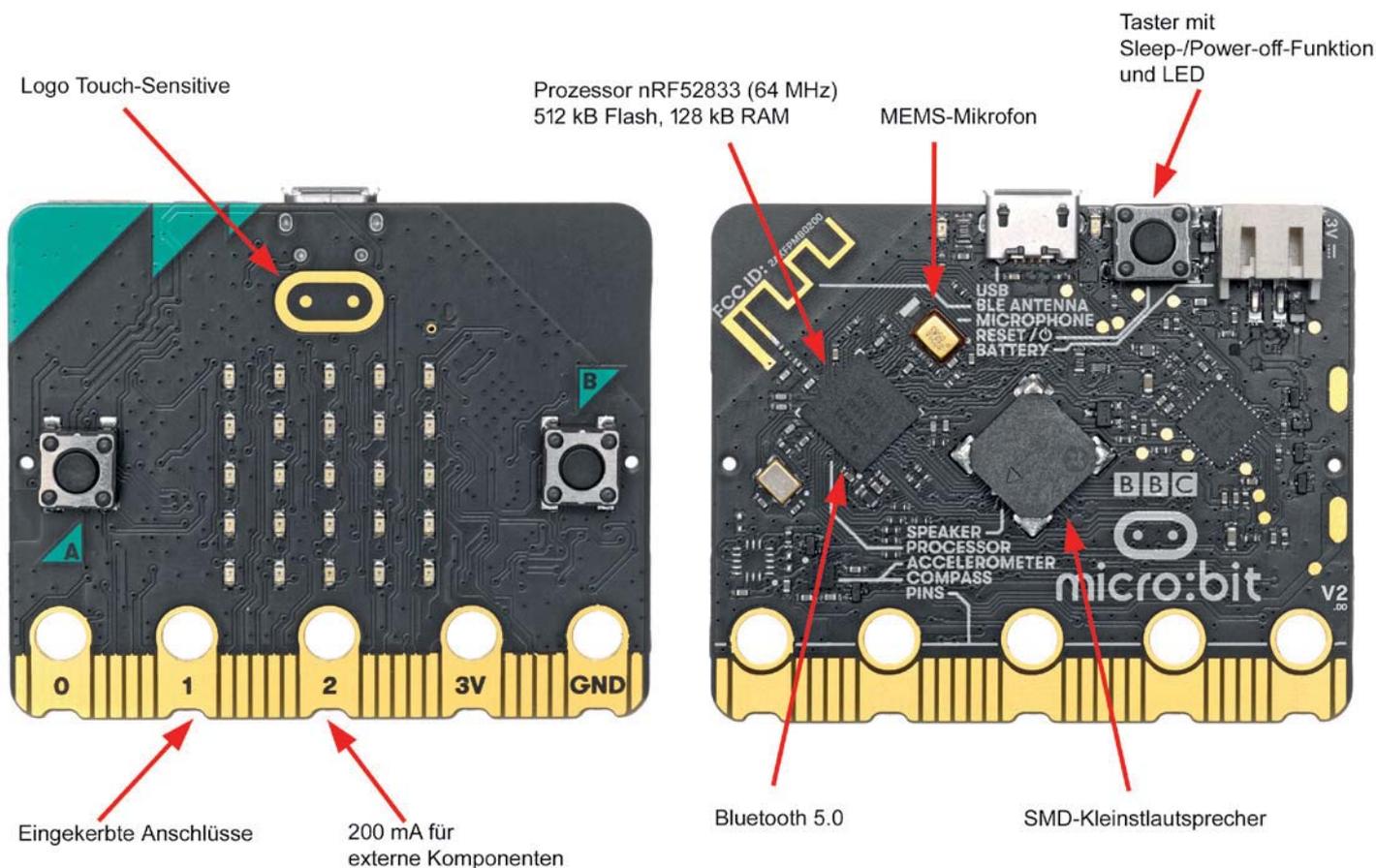
Weitere Infos:

- [1] ELVjournal 2/2016: Energieverbrauch im Blick – Energie-Sensor für Smart Meter
www.elv.com: Artikel-Nr. 205621
- [2] ELVjournal 4/2019: Fachbeitrag: Rente für Ferraris-Zähler – Digitale Stromzähler mit SML-Protokoll auslesen
www.elv.com: Artikel-Nr. 250925
- [3] ELVjournal 4/2020: Programmieren (fast) ohne Code – Node-RED als universelles Prototyping-Tool, Teil 1
www.elv.com: Artikel-Nr. 251410
- [4] ELVjournal 5/2020: Programmieren (fast) ohne Code – Node-RED als universelles Prototyping-Tool, Teil 2
www.elv.com: Artikel-Nr. 251516
- [5] Raspberry Pi 4 Model B, 2GB RAM: www.elv.com: Artikel-Nr. 250569
- [6] https://files2.elv.com/public/14/1421/142148/Internet/142148_zaeehlerliste_data.pdf
- [7] HTerm Download: <http://der-hammer.info/pages/terminal.html>
- [8] Download der Flows zum USB-IEC: www.elv.com: Artikel-Nr. 251605

Alle Links finden Sie auch online unter: de.elv.com/elvjournals-links

BBC micro:bit erweitert

Beliebter Lern-Mikrocomputer in Version 2.0



Der beliebte Lern-Mikrocomputer BBC micro:bit erscheint in Version 2.0 ab Ende November [1] und weist gegenüber der vorherigen Version 1.5 zahlreiche Neuerungen und Verbesserungen auf. Der Prozessor hat ein Upgrade bekommen, und es wird nun der Nordic Semiconductor nRF52833 verwendet. Er bietet mit 512 kB Flash (Version 1.5: 256 kB) und 128 kB RAM (16 kB) bei einem Arbeitstakt von 64 MHz (16 MHz) Vorteile sowohl beim Arbeitsspeicher als auch bei der Rechengeschwindigkeit. Zudem kann jetzt Bluetooth 5.0/BLE (4.0) verwendet werden.

Des Weiteren bietet die kleine Platine gleich drei Hardware-Ergänzungen. Neu ist dabei ein MEMS-Mikrofon auf der Rückseite der Platine, das durch ein kleines Loch auf der Vorderseite Geräusche registrieren kann. Zur Soundausgabe ist ein SMD-Kleinstlautsprecher hinzugekommen. Das vergoldete BBC-micro:bit-Logo auf der Vorderseite dient nun als Touch-Button und ermöglicht neben den beiden Tastern eine zusätzliche Eingabe-Option.

Die fünf Anschlüsse an der Unterseite sind jetzt zur besseren Verbindung mit kleinen Kerben versehen. Zudem stehen 200 mA (90 mA) für externe Peripherie als Spannungsversorgung zur Verfügung, die Platine lässt sich außerdem per Taster in den Sleep- bzw. Power-off-Modus versetzen.

Die verschiedenen Editoren zur Programmierung des Kleinstcomputers, der u. a. im Bildungsbereich eingesetzt wird, ermöglichen bei zukünftiger Unterstützung der Hardware damit viele neue Funktionen und

erweitern die Anwendungsmöglichkeiten deutlich. Vor allem die Optionen zur Aufnahme und Wiedergabe von Sound dürften bei den Nutzern gut ankommen.

In unserem Beitrag im ELVjournal 4/2020 „Einsteigen ganz einfach – Lern-Mikrocomputer BBC micro:bit und Calliope mini“ [2] haben wir einen Überblick über die beiden Systeme, die die Prozessoren von Nordic Semiconductor nutzen, gegeben sowie über die Hardware verfügbare Editoren und Peripherie. **ELV**



Weitere Infos:

[1] BBC micro:bit: www.elv.com:
Artikel-Nr. 251612

[2] ELVjournal 4/2020:
Einsteigen ganz einfach – Lern-Mikrocomputer BBC micro:bit und Calliope mini:
www.elv.com: Artikel-Nr. 251422



MITMACHEN & GEWINNEN

ELVjournal Leser testen und gewinnen

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

7x Komplettbausatz Digital-Experimentierboard DEB100 **ELV**

Die Funktion digitaler Schaltungen gehört zu den Grundkenntnissen moderner Elektronik. Das Digital-Experimentierboard macht den Aufbau, den Test und Experimente mit digitalen CMOS-Schaltungen einfach – ein Werkzeug sowohl für den privaten Laboreinsatz als auch in der Ausbildung.



Im Wert von **79,95 €**

Artikel-Nr. 153788

4x TrueRMS-Tischmultimeter **UNI-T** UT8803E

Neben dem großen, gut ablesbaren Display bietet das TrueRMS-fähige Tischmultimeter eine USB-Schnittstelle, über die das Messgerät mit einem PC fernbedient und ausgelesen werden kann. Zusätzlich zu den exakten Messergebnissen mit geringer Messkreisbelastung bietet das Gerät Bauteiletests wie z. B. Induktivitätsmessungen aber auch Transistor- und Thyristortestfunktionen.



Im Wert von **179,95 €**

Artikel-Nr. 250271

So werden Sie ELVjournal Leser-Tester und können gewinnen:*

ELVjournal verlost unter allen Bewerbern 7x Komplettbausatz Digital-Experimentierboard DEB100 und 4x TrueRMS-Tischmultimeter UT8803E. **Bewerben Sie sich jetzt!**

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

Einsendeschluss: 13.12.2020

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 der Verlosung im ELVjournal 5/2020:

WiFi-Wetterstation WeatherScreen PRO

Martin Heiniger, 5200 Brugg (CH)
Thomas Heuer, 85391 Allershausen
Marc Purwin, 27478 Cuxhaven



Lötstation LS-180D+ mit 180 W Leistung

Franz Woisetschläger, 4060 Leonding (AT)
Denise Welker, 67655 Kaiserslautern
Maximilian Daum, 92363 Breitenbrunn



* ELV ist berechtigt, die Testergebnisse sowie die Gewinner unter der Nennung ihres Namens im ELVjournal und auf www.elvjournal.com 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

Kapselgehörschutz-Kopfhörer Tough Sounds 2

Lärmschutz



Zusatzfunktionen



Tragekomfort



Bedienung/Inbetriebnahme



Unsere Leser bewerteten

2,0

Durchschnitt

In die Gesamtnote sind weitere Kriterien unseres Fragebogens einbezogen

Martin Wünsche:

„... dämpfen super die Umgebungsgeräusche ab!“

Im Wert von

69,95 €

Artikel-Nr. 251092



Ein Gehörschutz, der mehr kann als nur laute Umgebungsgeräusche dämpfen. Der akkubetriebene Gehörschutz-Kopfhörer verfügt über ein integriertes UKW-Radio mit 20 Senderspeicherplätzen und automatischem Suchlauf, empfängt drahtlos Musik-Streamings vom Smartphone und kann als Freisprecheinrichtung für das Smartphone agieren. Seine Hauptaufgabe, die Dämpfung lauter Arbeits- und Umgebungsgeräusche, erledigt der Kapselgehörschutz-Kopfhörer mit bis zu 27 dB NRR Dämpfungsleistung. Fünf Leser haben sich um den Test des Gerätes beworben, vier haben uns geantwortet.

Wir fragten die Tester wie immer nach Ersteindruck, Verarbeitung, Qualität der Bedienungsanleitung, Bedienbarkeit, verschiedenen Leistungskriterien und einer Gesamtbewertung. Außerdem fragten wir nach besonders positiv und negativ empfundenen Eigenschaften und zusätzlichen Wünschen – insgesamt waren es 14 Kriterien.

Sowohl der erste Eindruck als auch die Verarbeitung und Inbetriebnahme erhielten gute Noten zwischen 1,7 und 2,0. Weiter auseinander gingen die Bewertungen für die Bedienungsanleitung: Von „Gut“ bis „Ausreichend“ reichten hier die Noten. Auch beim Tragekomfort gingen die Meinungen der Tester weit auseinander, von „Sehr gut“ bis „Mangelhaft“. Dem Tester von letzterer Bewertung fehlte eine Verstellmöglichkeit des Kopfbügels für verschiedene Kopfgrößen – ihm saß der Gehörschutz zu fest, sodass ihm das Tragen einer Brille kaum möglich war. Außerdem regte er eine Wechselmöglichkeit der Ohrmuscheln an.

Eine gute Bewertung erhielt die Lärmschutzfunktion mit der Note 1,7. Die Funktionen „Radio“ und „Freisprechen“ wurden mit „Gut“ bis „Befriedigend“ bewertet. Die offensichtlich für Testnutzer interessantere Funktion „Streaming“ wurde wiederum mit einer 1,7 im Durchschnitt benotet.

Positive Bewertungen erhielten außerdem das relativ geringe Gewicht, der rutschfreie und feste Sitz auf dem Kopf sowie die robuste Ausführung und Verarbeitung. Zudem wurden die einfache Smartphone-Kopplung, die praxiserprobte Freisprechfunktion als auch die einfache USB-Ladefunktion gelobt.

Für verbesserungswürdig erachteten die Tester neben den bereits erwähnten Punkten Details in der Verarbeitung wie den Ein-/Aus-Knopf, aber auch den Akkuverbrauch bei der Nichtnutzung. Einer der fünf Tester war mit dem Tough Sounds 2 wiederum vollends zufrieden.

Die Wünsche der Tester betrafen vor allem die Bedienung, etwa ein nicht beleuchtetes Display oder gleich eine komplette Fernbedienbarkeit per App. Und, wie schon erwähnt, eine weite Verstellmöglichkeit des Kopfbügels.

Ein Tester merkte an, dass ihm die Dämpfung noch zu gering sei und man Personen in der Umgebung noch sprechen hören könne. Genau das sollte aber auch möglich sein, denn der Gehörschutz soll zwar vor lautem Umgebungs- und Maschinenlärm schützen, aber den Träger nicht vollumfänglich von der Umgebung abschirmen, sodass er womöglich Gefahren nicht mehr erkennt. Diesem Credo entsprechend ist der Schallschutz des Tough Sounds 2 unserer Auffassung nach genau richtig dimensioniert.

Fazit: Ein guter Helfer für den Schutz des Gehörs bei lauten Maschinen- und Umgebungsgeräuschen wie Gartenarbeiten, Baulärm, Metall- oder Steinbearbeitung usw. Die Dämpfungseigenschaften erfüllen ihre Aufgabe gut, das Gerät ist funktionell und robust, insbesondere das Musikstreaming via Bluetooth gefällt den Probanden. Die angesprochenen Verbesserungswünsche geben wir an den Hersteller weiter. **ELV**



Unsere Leser testeten

10-W-Akku-LED-Fluter mit integrierter Powerbank

Anleitung



Bedienung/Funktionalität



Lichtstärke/Lichtfarbe



Akku-Laufzeit



Unsere Leser bewerteten

1,9

Durchschnitt

In die Gesamtnote sind weitere Kriterien unseres Fragebogens einbezogen

Hartmut Bröhmer:

„Besonders gut haben mir die einfache Bedienung sowie die hohe Leuchtkraft gefallen“

Im Wert von

24,95 €

Artikel-Nr. 251039



Der leistungsstarke LED-Fluter ist überall da ein willkommener Lichtspender, wo es keinen Netzstromanschluss gibt – vom Camping bis zum Gartenschuppen, in der Garage oder als Pannenhelfer im Auto. Ein Klappmechanismus macht die universelle Aufstellung/Aufhängung einfach. Zudem kann der Fluter als Powerbank für USB-versorgte Geräte wie das Smartphone dienen. Wir baten zehn Leser zum Test, alle haben uns geantwortet.

Ein kompaktes und vielseitig nutzbares Alltagsprodukt zum günstigen Preis, von Käufern in unserem Webshop bisher durchgehend mit fünf Sternen bewertet – und dann eine Gesamtnote von 1,9. Wie kommt das zustande? Liest man die ausführlichen Protokolle unserer Tester, findet man in den Abschlussbewertungen die gesamte Bandbreite von „Sehr gut“ bis „Ausreichend“, in den Einzelbewertungen aber auch ein „Ungenügend“. Das zeigt die Sorgfalt und individuellen Ansprüche, mit denen die Tester an ihre Mustergeräte herangegangen sind.

Zu positiven Bewertungen führten die universelle Nutzbarkeit und der hohe Lichtstrom des LED-Fluters. Die Produktidee überhaupt kam gut an, ebenso die verschiedenen Funktionsmodi, die Kompaktheit, der praktische Klappmechanismus und die Powerbank-Funktion. Ein Tester fasste es so zusammen: „Da ich schon andere Geräte ähnlicher Bauart im Einsatz hatte, kann ich nur sagen, dass alles Wichtige an dieser Lampe vorhanden ist.“

Negative Bewertungen erhielt vor allem die unglücklich formulierte Anleitung, da sie zum Testzeitraum einen Akkutausch beschrieb, der mit dem

Gerät nicht „Plug&Play“ umsetzbar ist. Die Anleitung weist lediglich darauf hin, dass der Akku grundsätzlich als Ersatzteil austauschbar ist. Wir haben hier bereits Kontakt mit dem Hersteller aufgenommen und um eine entsprechende Korrektur der Anleitung gebeten – die aktuellste Version finden Sie nun im ELVshop. Weitere Anmerkungen der Tester müssen ebenfalls im Hinblick auf den günstigen Preis bewertet werden, wie z. B. eine für härteren Dauerbetrieb zu instabile Klappmechanik oder kleine Grate an den Kunststoffteilen. Auch die Akkukapazität mit 4400 mAh wurde für manche Anwendungen als zu gering bewertet. Ein Tester ergänzte dies mit der Aussage, dass etwa ein Wechselakku ihm ein Drittel des Produktpreises wert gewesen wäre.

Bei den Wünschen der Tester tauchte auch die Forderung nach einem USB-C-Ladeanschluss auf, da dieser sich heutzutage als allgemeiner Ladeport stark etabliert. Die Tester äußerten außerdem den Wunsch nach einem Universalladekabel für Micro-USB, USB-C und Apple Lightning. Praktisch wären auch den Untergrund schonende elastische und rutschfeste Füße, wobei einfache Moosgummistreifen durchaus genügen würden. Ein Netzteil fehlt im Lieferumfang – wird aber auch so korrekterweise vom Hersteller und im ELVshop angegeben. Einerseits bleibt somit der Preis des Fluters niedrig und andererseits ist ein solches Netzteil in vielen Haushalten bereits vorhanden. Ein weiteres Netzteil würde somit nur die Schublade für Elektronik-Reste füllen.

Fazit: Der LED-Fluter erfüllt seine Aufgabe sehr gut, dies betonten durchweg alle Tester. Lediglich die vom Lieferanten inzwischen angepasste Anleitung und einige Verarbeitungs- und Materialdetails führten zu Abwertungen. Einige Forderungen würden allerdings auch einen höheren Preis ergeben – und wir hätten hier eine völlig andere Produktklasse. **ELV**

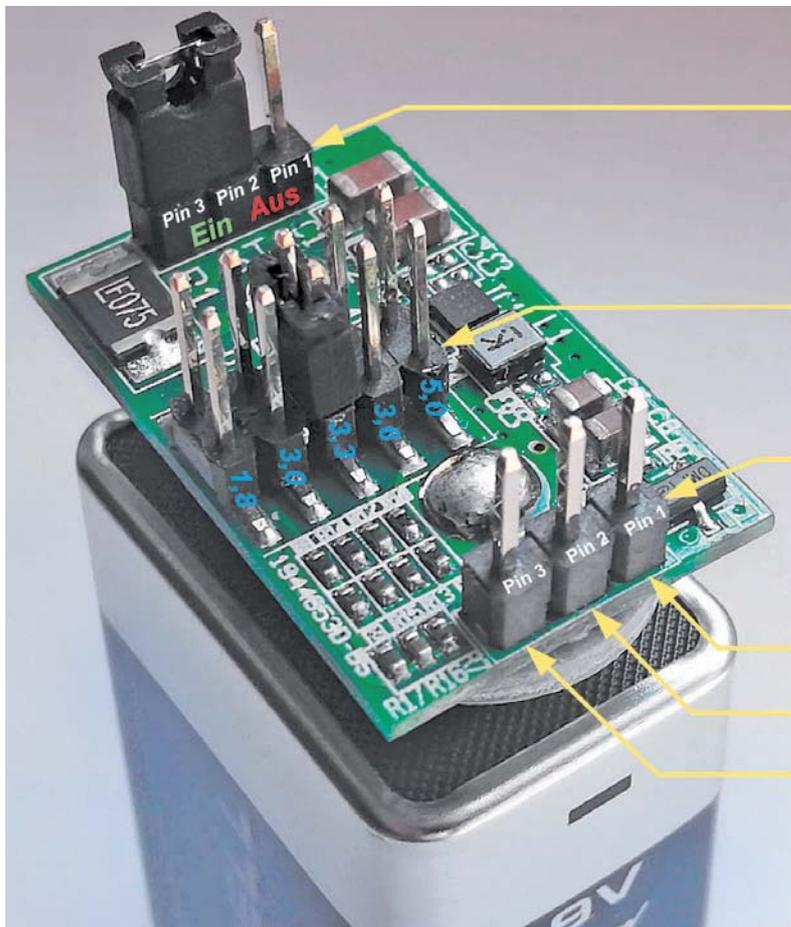
Sie wollen es genau wissen?

Die Testberichte unserer Leser finden Sie auch unter:
www.lesertest.elvjournal.com

Nachhaltige Schaltung

Bausatz BAP5 – vielseitige Batterieaufsteckplatine mit Buck-Converter im Praxistest

Für mobile und verbrauchsarme elektronische Geräte bietet sich deren Versorgung mit Betriebsenergie aus Batterien oder Akkus an. Häufig ist jedoch der zum einwandfreien Funktionieren des Verbrauchers erforderliche Spannungsbereich der Quelle sehr klein, sodass schon bei deren unvollständiger Entladung der Verbraucher seinen Betrieb einstellt. Besser wäre es, wenn ein batteriebetriebenes Gerät seine Energiequelle gründlich „auslutschen“ könnte.



ST1: Stiftleiste (1x3)
Ein: Jumperposition links
 (Pin 2 und 3 verbunden)
Aus: Jumperposition rechts
 (Pin 1 und 2 verbunden)

ST3: Stiftleiste (2x5)
 Wahl der Ausgangsspannung in Volt gemäß Jumperposition

ST2: Stiftleiste (1x3)
 Ausgänge

+ U_{Aus}

- U_{Aus} (Masse)

PF (Power Fail)

Nachhaltigkeit auch bei Batterien

Das würde eine Menge Batteriemüll vermeiden, längere Wechselintervalle ermöglichen und auf lange Sicht viel Geld sparen. Wenn ein derartiger Nachhaltigkeitsansatz nicht schon bei der Gerätekonzeption berücksichtigt wird, lässt er sich auch nachträglich mit Schaltreglern erreichen, die zwischen Batterie und Verbraucher eingefügt werden. Sie halten bei sinkender Eingangsspannung und schwankender Strombelastung des Ausgangs dessen Spannung konstant.

Mit der Batterie-Aufsteckplatine BAP5 hat ELV einen Miniatur-Buck-Schaltregler-Bausatz für fünf per Jumper (Steckbrücke) wählbare Ausgangsspannungen 1,8 V/3,0 V/3,3 V/3,6 V/5,0 V mit einem Maximalstrom von 0,25 A bei einem Eingangsspannungsbereich von 6–17 V entwickelt. Als Grundlage für den Praxistest diente das Datenblatt des Texas-Instrument-Chips TPS62125, das im Internet neben weiteren Dokumenten zu dem IC unter [1] heruntergeladen werden kann.



TPS62125 in Stichworten

Die wesentlichen Eigenschaften des langjährig bewährten Chips kurz zusammengefasst: TPS62125 ist ein äußerst effizienter, synchron geschalteter Buck-Converter, der ein ausgezeichnetes Ausregelverhalten von Schwankungen der Eingangsspannung und des Laststroms aufweist. Hinzu kommen eine geringe Welligkeit der Ausgangsspannung (Ripple) und ein nahtloser Übergang zwischen den Betriebsarten PWM (Pulse Width Modulation = Pulsbreitenmodulation) im Mittel- und Hochlastbereich und PFM (Pulse Frequency Modulation = Pulsfrequenzmodulation) für den Schwachlastbereich.

Im PWM-Modus arbeitet der Chip in der Betriebsart CCM (Continuous Current Mode = nicht-lückender Betrieb) bei einer Schaltfrequenz bis 1 MHz, die von der Höhe der Eingangsspannung abhängt. Bei abnehmendem Laststrom erfolgt der nahtlose Wechsel in die Betriebsart PFM, in der sich die Schaltfrequenz proportional zum Laststrom verändert. Im Ergebnis bietet der TPS62125 eine ausgezeichnete geregelte Ausgangsspannung mit geringer Welligkeit, wodurch Störeinflüsse auf Hochfrequenzschaltungen minimiert werden. Die Betriebsart PFM garantiert auch bei schwachen Lasten einen bestmöglichen Wirkungsgrad. Nach dem Abschalten des Wandlers bei zu niedriger Eingangsspannung geht dieser in einen stromsparenden Tiefschlaf.

Platinenbeschreibung

Eingangsseitig sind handelsübliche Druckknopfanschlüsse und eine 1x3-Stiftleiste (Pin Header) ST1 zum Ein- und Ausschalten mittels einer Steckbrücke (Jumper) vorgesehen, die Ausgangsspannungswahl erfolgt über eine 2x5-Stiftleiste ST3 sowie einen Jumper. Die Ausgangsspannung sowie ein invertiertes Power-Good-Signal (Power Fail) werden über eine 1x3-Stiftleiste ST2 abgegriffen. Die Bau- und Bedienungsanleitung des BAP5 [2] ist außerordentlich detailliert. Um unnötige Wiederholungen zu vermeiden, soll in diesem Beitrag keine grundsätzliche Beschreibung stattfinden. In diesem Praxistest beleuchten wir einige weitere Details.

Die hochminiaturisierte Platine (Abm. B x H x T: 26,5 x 16 x 16 mm, 6,78 cm³) ist weitestgehend vorbestückt, sodass nur das Einlöten der Kontaktdruckknöpfe und der Stiftleisten verbleibt. So kann BAP5 nach wenigen Minuten in Betrieb genommen werden. Das Ergebnis, aufgesteckt auf eine 9-V-Blockbatterie (weitere Bezeichnungen: E-Block, 6LR61 mit 6 runden Stabbatterien vom Typ LR61 und 6F22 mit 6 Flachzel-

len vom Typ F22) zeigt unser **Titelbild**. Als Ausgangsspannung wurde 3,3 V (Jumper in mittlerer Position von ST3) gewählt.

Nach dem Aufstecken auf die Batteriepole und Einschalten über ST1 lässt sich ein schnelles Indiz für die Aktivität der Schaltung erhalten, indem man ein AM-Transistorradio in die Nähe der Platine bringt. Dabei müssen mit abnehmendem Abstand in der Lautstärke zunehmende Störgeräusche aus dem Radiolautsprecher zu vernehmen sein. Der Grund dafür ist das abgestrahlte Oberwellenspektrum des Schaltreglers, das sich bis in den Langwellen- und Mittelwellenbereich erstreckt.

Das Power-Good-Signal des TPS62125 am Pin 8 des Chips wird bei der BAP5 invertiert und an ST2 Pin 3 als Power-Fail-Signal in Höhe der Ausgangsspannung ausgegeben. Schließt man hier über einen Vorwiderstand eine Leuchtdiode an, signalisiert diese den Power-Fail-Zustand.

Die typische Kapazität einer 9-V-Blockbatterie liegt zwischen 600 mAh (Alkali-Mangan) und 1200 mAh (Lithium-Ionen). Das Bild 10 auf Seite 5 der Bau- und Bedienungsanleitung des BAP5 lässt für einen Laststrom von 10 mA einen Wirkungsgrad von 90 % annehmen. Somit kann man je nach Batterietyp eine Betriebsdauer von 50 bis 100 Stunden erwarten.

Einfluss der Eingangsspannung auf die Ausgangsspannung

Interessant ist, den Eingangsspannungsbereich zu kennen, in dem der Schaltregler arbeitet. **Bild 1** vermittelt dies für eine gewählte Ausgangsspannung von 3,3 V bei einem Laststrom von 10 mA. An der roten Kurve sieht man, was passiert, wenn die Eingangsspannung von 0 V ausgehend gesteigert wird. Bei $U_{\text{Ein}} = 4,82 \text{ V}$ beginnt der Wandler zu schwingen und die Ausgangsspannung springt von $U_{\text{Aus}} = 0 \text{ V}$ auf $U_{\text{Aus}} = 3,329 \text{ V}$. Auf diesem Wert verharrt sie bis aufs

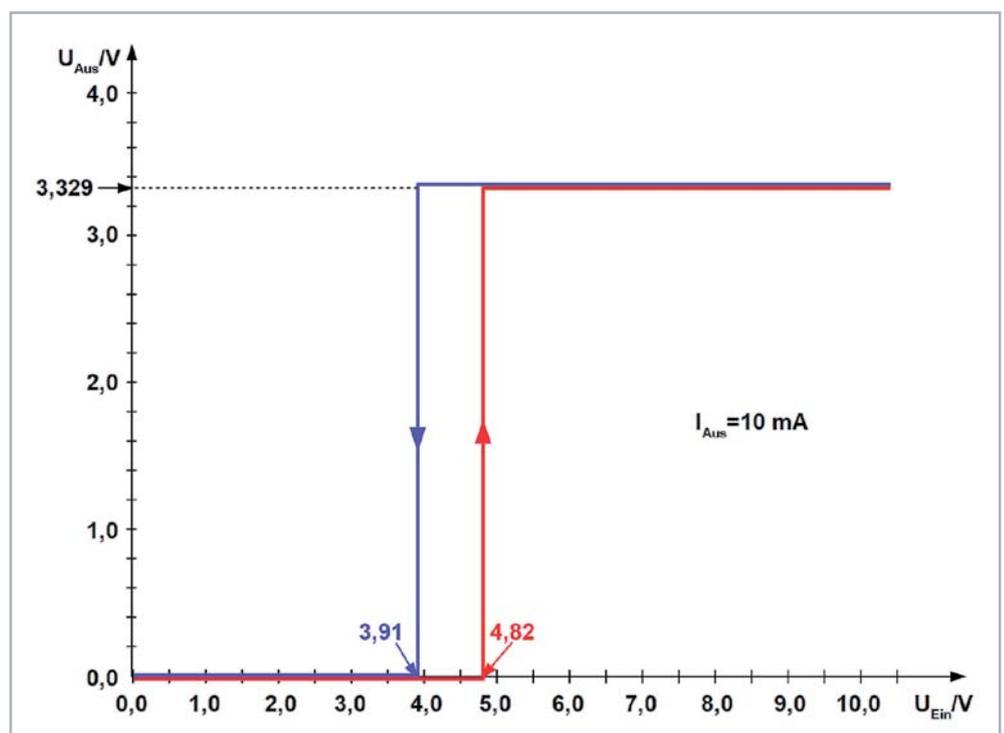


Bild 1: Die Differenz der Eingangsspannungen, bei denen BAP5 ein- oder ausschaltet (Hysterese), sichert einen stabilen Betrieb in diesem Entladebereich der Batterie.

Millivolt genau bis zur maximalen Eingangsspannung von $U_{\text{Ein}} = 13 \text{ V}$. Beim Zurückfahren der Eingangsspannung (blaue Kurve) bis $U_{\text{Ein}} = 3,91 \text{ V}$ bleibt die Ausgangsspannung konstant, um dann schlagartig auf null zurückzugehen. Die Eingangsspannungshysteresis beträgt also $U_{\text{Ein_hyst}} = 4,82 \text{ V} - 3,91 \text{ V} = 910 \text{ mV}$. Man kann daher davon ausgehen, dass die 9-V-Blockbatterie auf knapp 4 V entladen werden muss, bis der Wandler seine Funktion einstellt. Solange wird die Last mit einer hoch konstanten Spannung versorgt.

Einfluss des Lastwiderstands auf die Ausgangsspannung

Diesen Zusammenhang verdeutlicht Bild 2. Dazu wurde der Wandler sukzessive für jeweils 10 s durch die Widerstände 25 Ω , 50 Ω , 100 Ω , 250 Ω und 500 Ω belastet (schwarze Kurve) und sowohl die als Eingangsspannung fungierende Batteriespannung (violette Kurve) und die Ausgangsspannung (grüne Kurve) gemessen. Es ist zu erkennen, dass in der Ausgangsspannung die Lastschwankungen gut ausgeregelt werden, die Batteriespannung hingegen deutlich vom Laststrom beeinflusst wird. Der Grund dafür ist der wachsende Spannungsfall am Innenwiderstand der Batterie bei zunehmender Belastung.

Lastsprünge und Ripple

Durch Welligkeit von Ein- und Ausgangsspannung strahlen die eingangsseitigen Zuleitungen zur Quelle und die ausgangsseitigen zur Last hochfrequente Störstrahlungen ab, die empfindliche elektronische Schaltungen negativ beeinflussen können. Eingangsseitig lässt sich wegen des direkten Aufsteckens der Platine auf die Batterie oder Batteriehalterung die Zuleitungslänge nicht verkürzen. Ausgangsseitig gilt, dass die Verbindung zur Last so kurz wie möglich sein sollte, aber auf keinen Fall länger als 3 m.

Das dynamische Verhalten bei Lastwechseln im 100-ms-Abstand zwischen 1 mA und 200 mA zeigt Bild 3. Der kleine Laststrom von 1 mA hat einen Gleichspannungsmittelwert von 3,315 V zur Folge, der hohe von 200 mA einen nur 25 mV niedrigeren (3,29 V). Bezogen auf 3,3 V Nennspannung ist das ein Einbruch von gerade einmal 0,76 %. An der Amplitude des überlagerten Ripples ändert sich praktisch nichts, sie liegt in beiden Fällen bei etwa 60 mV. Das ist für die allermeisten mit dieser Spannung versorgten Schaltungen völlig ausreichend.

In Anwendungen, wie z. B. Messen und Testen, die sensibel auf ripple-behaftete Versorgungsspannungen reagieren, kann man den Ripple durch ein nachgeschaltetes LC-Filter weiter auf wenige mV reduzieren. Hinweise zu dessen Dimensionierung geben die Artikel „Design a second-stage filter for sensitive applications“ [3], „Second-Stage LC Filter Design“ [4] und „Output Noise Filtering for DC/DC Power Modules“ [5].

An dieser Stelle noch eine allgemeine Anmerkung: Bei SMPS-Topologien, mit Speicherinduktivität(en) im Laststrom- und/oder Eingangsstrompfad, verlassen wegen der Stetigkeit des Spulenstroms weniger geleitete EMI-Störungen den Schaltregler in Richtung Last und/oder Quelle. Dabei werden auch weniger elektromagnetische Emissionen abgestrahlt. Beim Buck-Converter ist dies in Bezug auf den Ausgang gegeben, wodurch Ausgangsripple und das EMI-Verhalten (EMI: Electromagnetic Interference = Störausstrahlung) prinzipbedingt günstig sind.

Schutz vor Überlast und Übertemperatur

Diese Eigenschaft ist in der Praxis beim Experimentieren mit der Schaltung oder einem Defekt des stationär angeschlossenen Verbrauchers sehr nützlich. Besonders im Kurzschlussfall sind keine „tödlichen“ Folgen für BAP5 zu erwarten. Eine derartige Robustheit ist die Voraussetzung für sein langes Leben.

Fazit

BAP5 ist eine nützliche Miniatur-Buck-Converter-Platine, die lastbedingte Schwankungen der Eingangs- und Ausgangsspannung in weiten Grenzen ausregelt und damit die Entladungstiefe einer speisenden Batterie deutlich steigert. Ein hoher Wirkungsgrad, verbunden mit extrem geringer Stromaufnahme im Leerlauf und sehr niedrige Welligkeit der Ausgangsspannung ermöglichen vielseitige Verwendungen. **ELV**

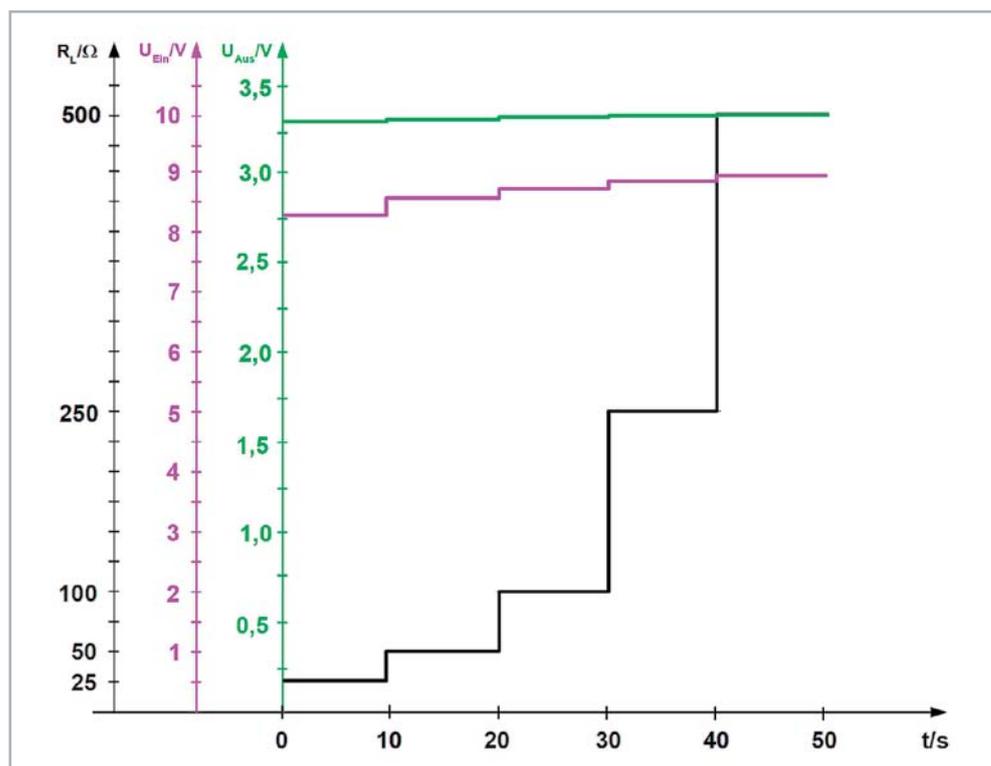


Bild 2: Die Abbildung verdeutlicht den Einfluss des Lastwiderstands auf Ein- und Ausgangsspannung.



Bild 3: Periodische Laststromsprünge im 100-ms-Intervall zwischen 1 mA und 200 mA haben nur einen minimalen Einfluss auf die Ausgangsspannung. Die der Ausgangsspannung überlagerten Störspannungen (Ripple) ändern sich praktisch nicht.



Weitere Infos:

- [1] Technische Dokumentation Texas Instruments TPS62125: <https://www.ti.com/product/TPS62125#tech-docs>
- [2] ELV Bausatz Batterieaufsteckplatine BAP5: Artikel-Nr. 152761
- [3] Design a second-stage filter for sensitive applications:
https://e2e.ti.com/blogs_/b/powerhouse/archive/2018/01/18/design-a-second-stage-filter-for-sensitive-applications
- [4] Second-Stage LC Filter Design: <http://www.ridleyengineering.com/design-center-ridley-engineering/49-circuit-designs/86-052-designing-a-two-stage-output-filter-for-low-output-impedance.html>
- [5] Output Noise Filtering for DC/DC Power Modules: www.ti.com/lit/an/snva871/snva871.pdf

Alle Links finden Sie auch online unter: de.elv.com/elvjournal-links

ELV Newsletter abonnieren und 5,- Euro Bonus* sichern!

- ▶ Neueste Technikrends
- ▶ Sonderangebote
- ▶ Tolle Aktionen und Vorteile
- ▶ Kostenlose Fachbeiträge

und vieles mehr ...

de.elv.com/newsletter
at.elv.com/newsletter · ch.elv.com/newsletter



*Sie erhalten einmalig einen Bonus von 5,- € auf Ihre Bestellung ab einem Warenwert von 25,- €. Der Gutschein gilt nicht in Verbindung mit anderen Aktionen und kann nicht ausbezahlt werden. Fachhändler und Institutionen, die bereits Sonderkonditionen erhalten, sind von diesem Bonus ausgeschlossen. Eine Auszahlung/Verrechnung mit offenen Rechnungen ist nicht möglich.

Drohnen

Multitalente am Himmel

Vor etwa zehn Jahren haben wir das erste Mal über Technik und Einsatz von Multicoptern, allgemein als Drohnen bezeichnet, ausführlich berichtet. Seitdem hat sich auf diesem Gebiet eine Menge getan. Heute kann dank modernster Technik an Bord jeder quasi ad hoc eine Drohne fliegen und dabei Bilder und Videos in höchster Qualität produzieren lassen. Wir werfen einen Blick auf die aktuelle Technik, die Flugmöglichkeiten, die Gesetzeslage und die Einordnung der verschiedenen Fluggeräteklassen.



Von Spielzeug bis Rettung

Drohnen in der Form, wie wir sie heute kennen, haben mittlerweile eine etwa 15-jährige Geschichte und sind auf vielen Gebieten ein selbstverständliches Werkzeug. Nach wie vor sind sie wohl am deutlichsten im Hobbybereich sichtbar, vom reinen (Kinder-) Spielzeug über kleine Kameradrohnen bis hin zur semiprofessionellen Drohne mit sehr hochwertiger Kameraausstattung oder der reinen Racing-Drohne, die eine neue Modellsportart begründet hat.

Ursprung und nach wie vor Haupteinsatzgebiet hochtechnisierter High-End-Drohnen ist der professionelle Einsatz. Die Polizei nutzt Drohnen für die verschiedensten Zwecke ebenso selbstverständlich wie die Feuerwehr, Architekten, Sachverständige, Filmschaffende, Handwerker oder Landwirte ([Bild 1](#)). Bei Letzteren ist z. B. der Drohneneinsatz vor der Heu- oder Mäusernte inzwischen fast selbstverständlich, um im Grün versteckte Tiere aufzuspüren und deren Standort zu markieren.



Zunehmend werden Drohnen auch in Rettungsdiensten eingesetzt. So machen z. B. seit einigen Jahren die DRK-Wasserrettung und die DLRG in Mecklenburg-Vorpommern Schlagzeilen mit aus Spendenmitteln, z. B. via [1], finanzierten DJI Inspire-Drohnen, die in Not geratene Schwimmer erreichen und dort Rettungs- und Markierungsmittel abwerfen können (Bild 2). So gewinnen die Retter wertvolle Zeit, um per Boot oder schwimmend zu in Not geratenen Person zu gelangen.

Zum täglichen Erscheinungsbild gehören Drohnen in manchen Gebieten der Welt, wenn es gilt, etwa Medikamente schnell in entlegene Gegenden zu bringen. Ebenso erproben Zustelldienste seit Langem die Postzustellung per Drohne in dünn besiedelten Gebieten. Hier ist allerdings die Wirtschaftlichkeit noch nicht immer gegeben, weshalb einige Pilotversuche, so z. B. das DHL-Projekt zu Flügen auf die ostfriesischen Inseln, zunächst wieder eingestellt wurden.

Schwieriges Umfeld und die Gesetze

Die zunehmenden Anwendungen der offiziell als unbemannte Luftfahrzeuge (UAS/UAV – Unmanned Aircraft System/Unmanned Aerial Vehicles) bezeichneten Fluggeräte machten bald gesetzliche Regelungen zu deren Betrieb erforderlich, um Unfälle und Schäden zu vermeiden. Auch bedurfte der zunehmende Missbrauch der Fluggeräte – vom unerlaubten Kameraflug über Nachbars Grundstück über Gefährdungen des Luftverkehrs bis hin zu kriminellen Einsätzen wie etwa der Abwurf von Drogen, Handys etc. über Haftanstalten – dringend der Regelung. Über die bis ins Jahr 2020 geltenden Regeln inklusive der Versicherungspflicht haben wir bereits in [2] ausführlich berichtet. Heute beinhalten im Übrigen viele Privathaftpflichtversicherungen eine Drohnenversicherung. Nachschauen in den Versicherungsbedingungen bzw. explizite Nachfrage bei der eigenen Versicherung lohnt sich – unter Umständen muss man keine zusätzliche Modellhaftpflichtversicherung abschließen.

Inzwischen gehört auch die Identifikation über eine anzubringende, wasser- und feuerfeste Plakette mit Pflichtangaben zum Besitzer dazu (Bild 3).

Das Jahr 2021 wird jedoch gravierende Veränderungen der Gesetzeslage mit sich bringen. Zum 01.01.2021 tritt als Reaktion auf den inzwischen massenhaften und vor allem durch den Tourismus bedingten länderübergreifenden Betrieb der Fluggeräte die neue EU-Drohnenverordnung in Kraft. Ausführliche und in die Praxis übersetzte Details kann man z. B. unter [3] nachlesen. Die wesentlichen Punkte betreffen neben der neuen Aufstiegshöhe von 120 m über Grund statt der bisherigen 100 m die Einteilung der Drohnen in verschiedene Kategorien (Klassen) je nach Gewicht und Einsatz (Risikokategorie), Kennzeichnungs- und Registrierungspflicht und die daran gebundene Kompetenzeinteilung für die nun „Fernpiloten“ genannten Drohnenpiloten. So sind zukünftig nur noch Drohnen bis 250 g Abfluggewicht wie z. B. die Mavic Mini von DJI mit exakt 249 g ohne den sogenannten EU-Drohnenführerschein zu fliegen, alle schwereren Drohnen erfordern in verschiedenen Klassen den „kleinen“ oder „großen“ EU-Drohnenführerschein. Während der kleine EU-Drohnenführerschein (EU-Kompetenznachweis, A1/A3) zukünftig nach einem Onlinelehrgang mit anschließender Onlineprüfung abgelegt werden kann, ist die Prüfung für den großen EU-Führerschein (EU-Fernpiloten-Zeugnis, A2) bei einer vom Luftfahrtbundesamt (LBA) zertifizierten Stelle abzugeben. Letzterer betrifft aber fast ausschließlich die kommerzielle Nutzung der großen Drohnen.

Zur Kennzeichnungspflicht gehört zukünftig auch eine vom LBA bei der zwingenden Registrierung von Pilot und Fluggerät vergebene elektronische Identifikationsnummer. Diese ist dann auf dem heute schon anzubringenden Kennzeichnungsschild aufzuführen, dazu kommt eine Pflichtausstattung für Drohnen ab 250 g mit einem elektronischen Fernidentifizierungssystem, das auch die Identifizierung z. B. per Smartphone-App im Flug erlaubt.

Wir wollen hier nicht tiefer ins Detail gehen, zumal zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Beitrags (September 2020) noch zahlreiche Durch-



Bild 1: Der Drohneinsatz im kommerziellen Bereich ist vielfältig, hier Beispiele für den Einsatz im Handwerk, in der Landwirtschaft bei der Erntevorbereitung oder beim Aufklären von Brandherden.



Bild 2: Drohnen können Leben retten – hier eine DJI Inspire der DRK-Wasserwacht in Mecklenburg-Vorpommern. Auch die DLRG nutzt solche Drohnen, die Rettungs- und Markierungsmittel bei Wasserrettungsaktionen abwerfen können.

Bild: DRK Wasserwacht Mecklenburg-Vorpommern

Bild 3: Fliegt die Drohne weg bzw. verursacht sie etwa bei einem Absturz einen Schaden, lässt sich der Besitzer anhand der vorgeschriebenen wasser- und feuerfesten Kennzeichnungsplakette ermitteln. Bild: DJI



führungsbestimmungen fehlen, es war zu dieser Zeit auch noch keine zertifizierte Stelle für das Ablegen der Prüfung bekannt. Und auch die Hersteller der Drohnen hatten bis dahin noch keine Klassifizierungskennzeichnungen oder Ausrüstung mit Fernidentifizierungstechnik ihrer Produkte vorgenommen.

Aktuelle und ausführliche Informationen dazu gibt es auch unter [4].

Ein Vorteil von Drohnenführerschein und Kennzeichnungspflicht ist die einheitliche Gesetzesgrundlage zumindest im Bereich der EU – man muss sich dann nur noch mit den örtlichen Flugverkehrsregelungen befassen und kann ansonsten überall in Europa fliegen.

Wenden wir uns nun der spannenden Technik und der Flugpraxis der heutigen Drohnen, insbesondere im Hobby-Bereich, zu.

Ziemlich perfekte Technik

Es gibt eine Vielzahl von Bauformen – von starren Drohnen wie die bekannte DJI Phantom-Serie, die Parrot-Drohnen oder die Yuneec-Typhoon-Drohnen über speziell an den Einsatzzweck angepasste Drohnen wie die DJI Inspire, die sich neben den Yuneec-Typhoon-Drohnen (Bild 4) einen Namen als professionelle Video-Drohne gemacht hat, bis hin zu den heute



Bild 4: Durch und durch professionell: Yuneec Typhoon H3 mit High-End-1"-Leica an Bord. Bild: Yuneec



Bild 5: Pionier des Klappdesigns – Typhoon-Drohne von Yuneec. Bild: Yuneec



Bild 7: Das Klappdesign hat sich auch in den unteren Preisregionen durchgesetzt, hier die Eachine 520S mit GPS und 4-K-Kamera für gut 110 Euro. Bilder: Eachine

sehr beliebten Klappdrohnen. Letztere wollen wir anhand der überaus erfolgreichen DJI Mavic-Serie in der Folge und im Vergleich zu ähnlichen Modellen etwas näher betrachten. Die reinen Hochleistungs-Sport-Drohnen lassen wir hier außen vor, deren Technik allein würde einen ganzen Artikel beanspruchen.

Dass die starren Drohnen recht viel Platz beim Transport benötigen und ihnen so in vielen Fällen der Einsatz verwehrt blieb, brachte die Drohnen-Designer bereits frühzeitig auf die Idee, die ausladenden Rotorarme klappbar zu gestalten und damit den Transport zu vereinfachen. Der Pionier war hier Yuneec mit seiner faltbaren Typhoon-Drohne, die zusammengeklappt in einem Rucksack Platz findet (Bild 5). Das aus heutiger Sicht jedoch perfekte Klappdrohnen-Design dürfte DJI mit seiner Mavic-Reihe realisiert haben. Je nach Größenklasse passen die Drohnen bequem auf eine Handfläche oder in die Hosentasche, Bild 6 fasst hier einige dieser Ansichten im zusammengeklappten Zustand zusammen. Dieses fortschrittliche Design fand viele Nachahmer, die inzwischen in bestimmten Bereichen, wie etwa die preiswerten Einsteiger-Kameradrohnen von Eachine (Bild 7), dem Vorbild Konkurrenz machen. Hier findet man viele konstruktive Details des Vorbilds wieder. Was allerdings den Unterschied zu diesem ausmacht, darauf kommen wir noch.



Bild 6: Superkompakt zusammengeklappt – die MavicIC Klappdrohnen lassen sich einfach transportieren. Unten im Bild ist die 249-g-Drohne Mavic Mini zu sehen. Bilder: DJI

Leistungsstarke Akkus, optimierte optimierte Propeller (auch in Hinblick auf die Geräuschentwicklung) und eine hochentwickelte Steuerungs- und Datenübertragungstechnik machen dem Piloten das Leben heute recht leicht. Die Drohnen kontrollieren über zahlreiche Abstandssensoren, Onboard-Kamerasysteme, GPS-, Lage- und Kompassensoren ihre Fluglage und die meisten Flugverläufe weitgehend autark, sodass der Pilot sich nur auf den eigentlichen Einsatz, also in der Regel den Kameraflug konzentrieren kann. Die hier eingesetzten Bildübertragungssysteme sind heute ebenso leistungsfähig und früheren Generationen sowohl in der Bildqualität als auch in der Übertragungreichweite und der für die Echtzeitkontrolle so wichtigen Latenzzeit weit überlegen.

Fliegen – ganz einfach

Beim Sport- und Spielzeugflieger ist das Steuern der Drohne die eigentliche Aufgabe des Piloten, hier unterstützen diesen lediglich intelligent verknüpfte Lagesensoren. Es schadet allerdings auch nicht, das rein manuelle Fliegen von der Pike auf zu lernen, um später auch mit der autonom fliegenden Drohne perfekt und gut ausgebildet umgehen zu können. Denn auch hier ist mitunter rein manuelles Fliegen erforderlich, um die Drohne sicher wieder auf den Boden zurückzubringen.



Bei der Kameradrohne spielen andere Prioritäten eine Rolle. Dabei soll der Pilot von den essenziellen Flugmanövern wie Starten, Landen, stabile Fluglage und Orientierung im Raum so weit wie möglich entlastet werden. Hier greift modernste Sensor- und Mikrorechentechnik. Betrachten wir eine gut ausgestattete Drohne wie im Beispiel unsere DJI Mavic Pro (Bild 8) näher, so finden wir bei diesem Modell zwei komplette Sensorsysteme, die aus Abstandssensoren (Time-of-Flight-Sensoren) sowie hier insgesamt vier Minikameras bestehen. Diese sichern die Erkennung der Umgebung, im Fall der Mavic Pro nach vorn und unten, bei anderen Modellen zusätzlich nach oben und hinten, wie die Schemata in Bild 9 zeigen. Mit diesem kombinierten Sensorsystem ist die Hinderniserkennung im Flug ebenso exakt (hier zwischen 0,7 und 15 m), wie es für den perfekten autonomen Start und eine ebensolche Landung nötig ist. Denn das System kann die Höhenposition zwischen 0,3 und 13 m sehr genau bestimmen. Zudem kann das Kamerasystem zusammen mit dem Onboard-



Bild 8: Lange Zeit der Star unter den Klappdrohnen, inzwischen durch die Nachfolgemodelle Pro 2 und Zoom abgelöst – die große Mavic Pro (335 mm/734 g) mit 4-K-Kamera, 3-Achs-Gimbal und kamerabasierten Sichtsystemen nach vorn und unten. Bilder: DJI

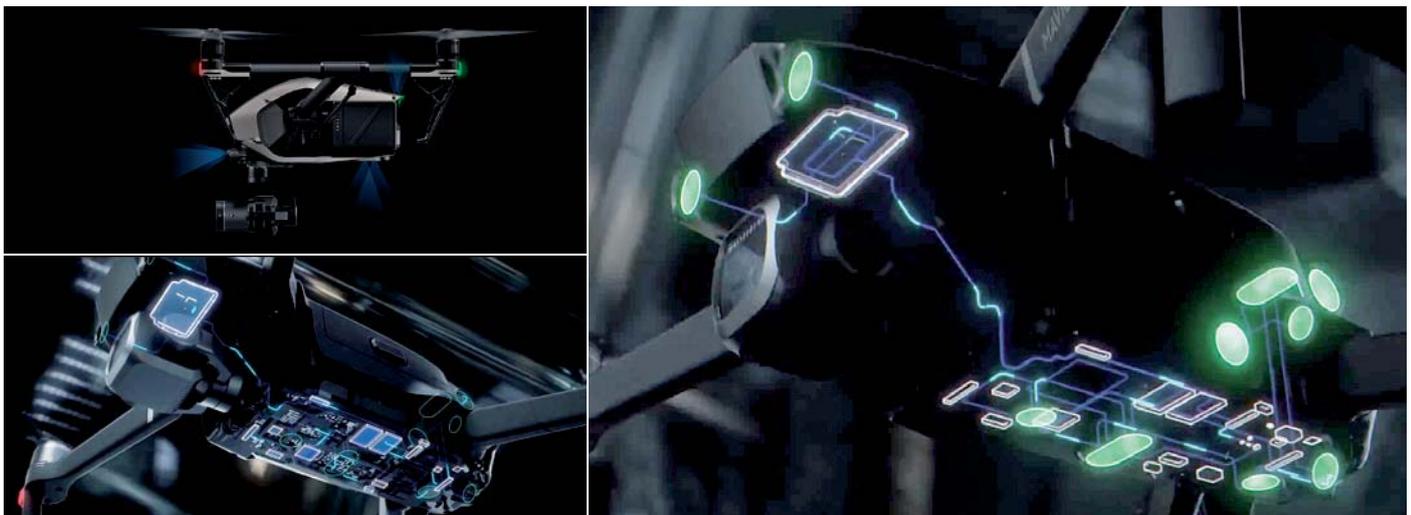


Bild 9: Moderne Drohnen sind quasi ringsum mit Sensoren für die Hinderniserkennung und das autonome Fliegen bestückt, hier die Sensorschemata der DJI Inspire (links oben) und der Mavic Pro 2, die über drei Sichtsysteme verfügt. Bilder: DJI

GPS das exakte Landen genau am Startpunkt realisieren, da es je nach Modell und Flugmodus dessen Ansicht speichert und nach Wiedererreichen des Startbereichs per GPS genau nach dem gespeicherten Bild- bzw. Geländemuster anfliegt sowie, gesteuert durch die Abstandssensoren, nach einer Bestätigung oder allein sanft landet. So hat sich auch bei diesen Drohnen das sichere Starten und Landen von der Handfläche am ausgestreckten Arm etabliert. Dank der Bilderkennung des Startplatzes kann man diese Drohnen sogar halb autonom auf einem Boot landen lassen, das sich seit dem Start fortbewegt hat. Hier fliegt man das Boot manuell an, das sich in dieser Zeit nicht bewegen sollte, und lässt die Drohne dann automatisch auf der Startmarkierung, z. B. ein schwarzes Klebandmuster auf dem Deck, oder eben wieder auf der Handfläche landen. Man kann gut beobachten, wie die Drohne sich auf die Landung vorbereitet, denn sie landet nicht aus voller Fahrt, sondern schwebt kurz über der Landeposition, bevor sie nach einer Bestätigung (Bild 10) endgültig landet. So verhält sie sich auch, wenn sie den Untergrund nicht eindeutig als landefähig erkennt, z. B. Wasserflächen oder stark reflektierender Untergrund. Dies nennt man Landeschutz.

Wasser? Geht auch!

Apropos Wasser: Mit einem geeigneten Landegestell wie etwa unser im 3D-Drucker nach einem Thingiverse-Vorbild entstandenes Schwimmergestell für die Mavic Pro (Bild 11) ist auch Starten und Landen auf einem ruhigen Gewässer möglich. Hier sollte man allerdings sehr gründlich testen, denn bei falsch austarieren Schwimmern kann es schnell passieren, dass die Drohne nach vorn kippt und dann kopfüber ins Wasser fällt. Sie geht



Bild 10: Automatisch landen auf Knopfdruck – Drohnen mit leistungsstarken Sensorbestückungen bewältigen dies ohne Probleme. Bild: DJI



Bild 11: Ein passendes Wasserlandegestell, hier aus dem 3D-Drucker, gibt Sicherheit bei Flügen über Gewässern und ermöglicht sogar das Starten und Landen auf dem Wasser.

dabei zwar nicht unter, dürfte aber meist irreparabel beschädigt sein. In einschlägigen 3D-Objektdatenbanken wie Thingiverse oder bei YouTube findet man zahlreiche erprobte Konstruktionen, so auch die beliebte Schwimmerkonstruktion mit vier großen Deko-Styroporkugeln.

Ebenso autonom wie die Landung verläuft der Start. Nachdem die Drohne die Startbereitschaft gemeldet hat, sie also den Startplatz erfasst und per GPS vermessen hat, reicht ein Tastendruck oder ein Wischen auf dem Display in der Steuer-App, und die Drohne hebt ab (Bild 12). In einer vorgegebenen Höhe geht sie dann in den Schwebeflug über und wartet auf Steuerbefehle.

Von diesen kritischen Vorgängen, Starten und Landen ist der Pilot also schon einmal weitgehend entlastet.



Bild 12: Hebt auf einen Fingerslide in der App ab – auch das Starten ist bei vielen Drohnen automatisiert und damit eine sichere Sache. Bild: DJI

Das intelligente Zusammenarbeiten zwischen Fluglageregelung, GPS, Kompass und Hinderniserkennung macht auch das eigentliche Fliegen einfach. Was passiert z. B., wenn der Pilot die Warnung vor bald leerem Flugakku ignoriert (zu übersehen bzw. überhören ist die Warnung kaum), eine massive Funkstörung vorliegt oder sich das Fluggerät sogar aus dem Sicht bzw. Funkreichweitebereich entfernt hat? Sichtflug ist Pflicht, aber moderne Drohnen wie die Mavics weisen Sendereichweiten bis zu 10 km auf und übertragen dank ausgeklügelter Langstrecken-Funktechnik auch ihre Videos in HD über solche Entfernungen. Theoretisch kann es also weit weg gehen, und schon

in einigen hundert Metern Entfernung ist die kleine Drohne kaum noch erkennbar. Bestenfalls die sehr hellen Orientierungslichter erlauben je nach Lichtverhältnissen eine Nachverfolgung. Zurückkehren, im Ernstfall autonom, ist also ein Thema. Als Flugmodus spricht man hier von „Return to Home“ (RTH). Auch das erledigt die Drohne autonom oder auf einen einfachen Knopfdruck hin. Dass die Akkuladung noch für eine Rückkehr mit Reserve reicht, wird ebenso berücksichtigt wie etwaige Hindernisse auf dem Rückflug, die autonom um- oder überflogen werden (Bild 13).

In aller Regel findet also die Drohne ihren Rückweg zum Startplatz allein, im Notfall sogar ohne Funkverbindung zur Fernsteuerung. Allerdings bedingt diese Funktion ein ausreichend starkes GPS-Signal. Das wird bei bestehender Funkverbindung an der Fernsteuerung angezeigt und ggf. bei zu schwachem GPS-Signal der Pilot aufgefordert, die Rückkehr von Hand zu steuern.

Intelligente Flugmodi

Will der Pilot sich nun nach dem Start weitgehend der Kameraarbeit widmen, hilft ihm auch da die Technik. Sehr nützlich ist hier die App-Steuerung über ein Smartphone oder ein Tablet, das über eine Halterung an der eigentlichen Fernsteuerung befestigt und mit dieser gekoppelt wird (Bild 14). Diese App ermöglicht über die Echtzeiterfassung des von der Drohne ausgesandten Kamerabildes das Abfliegen autonomer Flugmuster. Davon gibt es inzwischen sehr viele (auch mit unterschiedlichen Bezeichnungen für dieselbe Funktion). Wir wollen einige davon betrachten.

Flieg dahin! TapFly, Headless und Waypoint

Nach dem Start der Drohne wählt man in der App den TapFly-Modus an und markiert dann mit dem Finger auf dem Kamerabild das Ziel, wohin die Drohne fliegen soll. Hat die Drohne das Ziel erfasst und gespeichert, startet sie nach einer Bestätigung den Flug in Richtung Ziel und wartet nach Erreichen des Ziels im Schwebeflug auf weitere Befehle. Mit eingeschalteter Hinderniserkennung kann die Drohne etwa tolle Videoflüge in einer Allee unter dem Blätterdach ausführen. In gleicher Weise kann man dann den Rückflug starten: den Zielpunkt markieren und los!

Beim Headless- oder Geradeaus-Modus fliegt die Drohne exakt geradeaus in die vorgegebene Richtung, egal, wohin die Kamera schaut. So kann man exakte Strecken exakt quer abfliegen, ohne sich um die Ausrichtung der Drohne kümmern zu müssen.

Im Waypoint-Modus gibt man entweder im Kamerabild oder einer einblendeten Kartenansicht mehrere Punkte vor, die die Drohne abfliegen soll. So kann man z. B. gezielt ein Geländestück für ein Absuchen abfliegen oder ein bestimmtes Areal wie ein Gebäude ringsum erfassen.

Mir nach! Active Track

Dieser Modus ist äußerst beliebt, ermöglicht er doch spannende dynamische Aufnahmen eines bewegten Zielobjekts. Man lässt nach dem Start

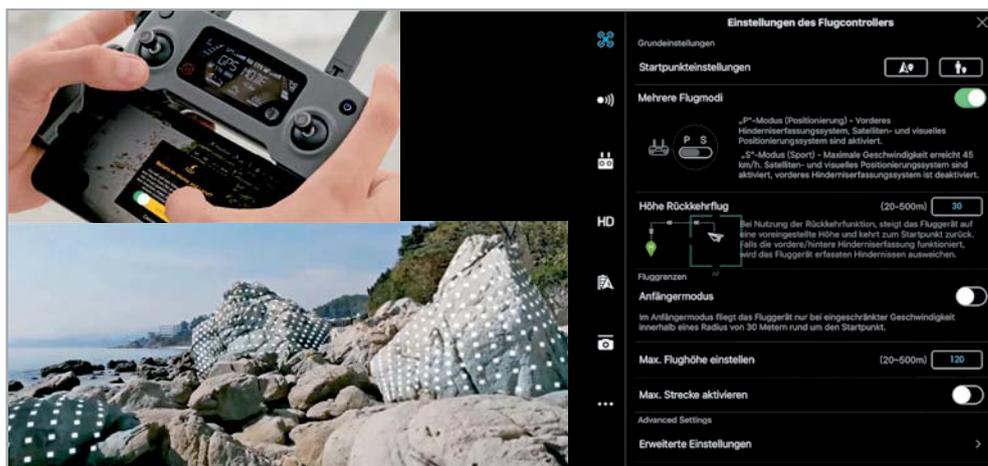


Bild 13: Autonom nach Hause – ein Fingerslide und die Drohne fliegt automatisch entsprechend den Vorgaben in der App zum Startpunkt zurück und landet dort selbstständig. Das Hindernis-Erkennungssystem sorgt dabei dafür, dass Hindernisse autonom umflogen werden. Bilder: DJI



die Kamera das gewünschte Ziel, z. B. den Skiläufer oder Mountainbiker erfassen (Bild 15). Die Mavic z. B. erkennt selbstständig, um welche Bewegungsart es sich anschließend handelt und passt den nun folgenden Kameraflug automatisch diesem Bewegungsablauf an. Sie kann also z. B. unterscheiden, ob es sich um ein Auto, einen Menschen auf dem Fahrrad oder ein Tier, z. B. ein Reitpferd, handelt, und wählt eine dazu passende Bewegungsstrategie bei der Objektverfolgung aus. Zusätzlich kann ein steuernder Pilot das Objekt z. B. manuell umkreisen oder spezielle Videofunktionen wie präzises Abstandhalten oder das Wechseln des Aufnahmewinkels aktiv steuern.

Der Active-Track-Modus hat den älteren Follow-Me-Modus inzwischen weitgehend abgelöst. Dieser orientiert sich allein am von der in Bewegung befindlichen Fernsteuerung ausgesandten GPS-Standort-Signal, was in bestimmten Fällen etwas unpräzise sein kann, sodass die Drohne schon einmal das Objekt aus dem Kamerabild verliert.

Ganz sanft – Stativmodus und Cinematic-Modus

Diese Modi hat man sich aus der professionellen Kameraführung im Filmgeschäft abgeschaut. Hier bewegt sich die Drohne nur sehr langsam und alle Steuerbefehle werden stark untersetzt ausgeführt. So erreicht man sehr sanfte und wirkungsvolle Aufnahmen, die man z. B. mit der Zoomfunktion der Kamera kombinieren kann und so eindrucksvolle, ruhige Bildeffekte erzielt.

Beim Cinematic-Modus wird dieser von der Kinoleinwand entlehnte Effekt noch verstärkt, indem bei einem Anhalten des Fluggerätes aus der Bewegung der Bremsweg verlängert und so ein weiches Beenden der Bewegung erzielt wird.

Höhe halten! Der Geländemodus

Im Geländemodus gibt man lediglich Flugrichtung und einzuhaltende Flughöhe vor, dann fliegt die Drohne selbstständig unter Zuhilfenahme der Hinderniserkennung (Bild 16) dem Geländeprofil nach. Hindernisse werden gezielt in der Bildverarbeitung analysiert und entsprechend um- oder überflogen.



Bild 15: Das Ziel fest im Blick und hinterher! Im Active-Track-Modus verfolgt die Drohne selbstständig ein zuvor per Kamera fixiertes Ziel. Bild: DJI



Bild 14: Erst mit der App entfaltet die Drohne ihre wahren Möglichkeiten. Dazu wird das Smartphone oder ein Tablet an der Fernbedienung befestigt und per Kabel mit dieser verbunden. Ein Blendschutz unterstützt bei starker Sonneneinstrahlung.

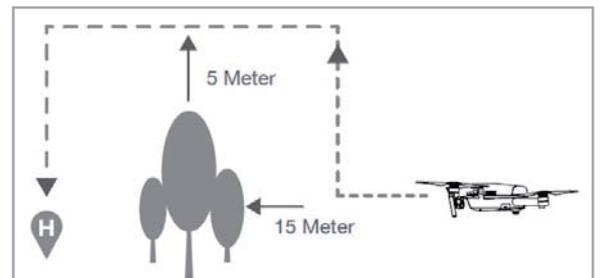


Bild 16: Im Geländemodus gibt man das Ziel vor und die Drohne fliegt autonom dorthin. Dabei weicht sie Hindernissen mithilfe der ToF- (Time of Flight) und Kamerasensoren autonom aus. Bilder: DJI

Fest im Blick – der Point-of-Interest-Modus

Diesen Effekt kennt man vor allem aus Dokumentarfilmen, wo er oft als wirkungsvolles filmisches Werkzeug eingesetzt wird: Die Kamera umfliegt langsam und mit weichem Bildlauf ein festes Objekt. Fast immer ist hier bei den Profis bereits eine Drohne im Spiel. Man startet, bringt die Drohne über das Objekt, lässt den Standort abspeichern und setzt die Drohne dann zurück und auf die gewünschte Höhe. Nach dem Start des Modus umkreist die Drohne nun langsam und sehr gleichmäßig das Objekt (Bild 17). Bei Bedarf steuert man Höhe oder Entfernung nach und kann so beeindruckende Bilder erzeugen.



Bild 17: Im Point-of-Interest-Modus umkreist umkreist die Drohne selbstständig ein Ziel, die Kamera ist auf dieses gerichtet. Bild: DJI



Bild 18: Die Geste für das Auslösen des automatischen Drohnen-Selfies. Bild: DJI

Und klick! Der Gesten-Selfie

Natürlich können Sie mit jeder Drohne im Fotomodus ein Selfie produzieren, aber wie sieht das denn aus, wenn man sich mit der Fernsteuerung in der Hand fotografiert. Dafür gibt es den Gestenmodus. Man richtet die Drohne vor sich in der gewünschten Entfernung aus, wählt den Gestenmodus, startet die Erkennung durch Winken und löst den Selbstausröser durch die typische Selfie-Geste (Bild 18) aus.

Diese wenigen Beispiele zeigen bereits, welche Möglichkeiten die aufwendige Technik an Bord einer gut ausgestatteten Kamera-Drohne bietet. Hier haben professionelle Kameraführungstechniken Pate gestanden, die nun auch dem ambitionierten Amateurfilmer zur Verfügung stehen. Mit ein wenig Übung und Sammeln einiger Erfahrung kann man wirklich beeindruckende eigene Videofilme und spektakuläre Fotos produzieren.

Das führt uns dazu, auch noch einen Blick auf die Kameratechnik der Drohnen zu werfen.

Die Kameras – klangvolle Namen

Die Kamera an Bord entscheidet hauptsächlich über die Qualität der Aufnahmen – eine Binsenweisheit, die nicht alles ist, wie wir noch sehen werden. Eine (Full-)HD-Kamera gehört selbst bei einfachsten Kameradrohnen heute zur Grundausstattung. Die Spreu trennt sich vom Weizen bei den hochwertigeren Kameradrohnen. Hier gehört mindestens 2,7 K, also 2704x1520 Pixel bei 24/25/30 Bildern je Sekunde zum guten Ton. Fast alle Drohnen der oberen Preisklassen haben bereits den noch leistungsfähigeren 4-K-Modus



Bild 20: Namhafte Kamerabestückung auch bei Yuneec mit der 1-Zoll-Hochleistungskamera Leica ION L1 Pro. Hier ist auch das Schnellwechsel-Gimbal mit 360-Grad-Bereich zu sehen. Bild: Yuneec



Bild 19: Absolut professionell unterwegs mit Hasselblad-Kamera nach Studionorm – die Mavic Pro 2 (rechts). Links die Mavic 2 Zoom mit der flexiblen Zoomkamera an Bord. Bild: DJI

oder den Voll-Cinema-4-K-Modus mit 4096x2160 Pixeln bei 24 Bildern je Sekunde an Bord. Kamerasensoren bis in den 1-Zoll-Bereich mit Auflösungen bis 20 Megapixel im Videomodus und 48 Megapixel im Fotomodus sind selbst bei Kompaktdrohnen wie der aktuellen DJI Mavic 2 Pro verbaut. Hier fällt ein klangvoller Herstellername auf: Hasselblad (Bild 19). Tatsächlich ist hier eine sehr hochwertige Kamera des Typs Hasselblad L1D-20c verbaut, die auf einem 1-Zoll-Sensor mit 20 Megapixel Auflösung basiert. Die Kamera hat einen Blendenbereich von F2.8 bis F11 und gibt das hochwertige Kino-Farbprofil 10-Bit-Dlog-M sowie 10-Bit-HDR-Video aus. Die Kooperation mit dem schwedischen Profi-Studiokamera-Hersteller lohnt sich, denn die Mavic 2 Pro ist ein Erfolgsmodell und wird selbst von Filmprofis eingesetzt. Die Kamera liefert spektakuläre, extrem farbtreue und kontrastreiche Bilder dank der „Hasselblad Natural Color Solution“-Technik (HNCS). Hier wird der Dynamikbereich der Farben entsprechend des Motivs ständig neu geregelt, Farben werden nach einer speziellen Farbtabelle in der Farbbalance gerendert. 16 Bit Farbtiefe bieten eine Bildqualität nahe am Analogfilm. Ergebnis ist ein eigenes Hasselblad RGB-Farbprofil, das farb- und kontraststarke Bilder in höchster Qualität liefert.

Der schärfste DJI-Konkurrent Yuneec bietet für seine Typhoon-Drohnen hochprofessionelle und ebenfalls kinofähige Kameras an, so die gemeinsam mit der Leica Kamera AG entwickelte ION L1 Pro (Bild 20). Diese Kamera wurde speziell für die Luftbildtechnik entwickelt und liefert mit einem 1-Zoll-CMOS-Sensor 4-K-Videos mit bis zu 60 Bildern je Sekunde sowie Fotos mit 20 Megapixel Auflösung. Die Software funktioniert so, wie es ein Fotograf gewohnt ist. Halbautomatische Modi, ISO-Werte oder Belichtungsintervalle wurden zum Beispiel denen einer normalen Kamera nachempfunden.

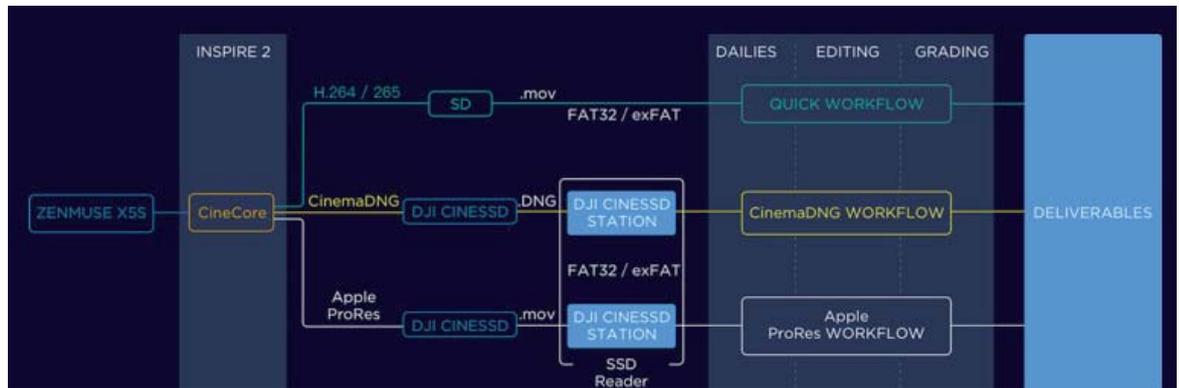
Ebenso spannend liest sich die Ausstattung der speziell für die professionelle DJI Inspire 2 entwickelten Kamera Zenmuse X7 (Bild 21). Sie ist eine professionelle Super 35 Kamera für das Kinoformat. Der 24-Megapi-



Bild 21: Profi-Kamera für das Kinoformat – die Zenmuse X7 kann mit Wechselobjektiven vielseitig eingesetzt werden. Bild: DJI



Bild 22: Die Inspire 2 kann Videos in CinemaDNG und Apple ProRes aufnehmen.
Bild: DJI



xel-Sensor verfügt über eine extrem hohe Lichtempfindlichkeit mit 14 Blendstufen Dynamikumfang und bietet CinemaDNG RAW in 6 K sowie Apple ProRes in 5,2 K. Weiterhin können kontinuierliche Serienbilder im RAW-Format bei 20 Bildern je Sekunde aufgenommen werden. Bild 22 zeigt den nahtlos anschließenden professionellen Nachbearbeitungsprozess, den diese Kamera ermöglicht. Erstmals steht hier auch eine ganze Reihe von Wechselobjektiven mit festen Brennweiten dank dem von DJI entwickelten DL-Mount zur Verfügung.

Die frei stehende Kamera ist in ein 3-Achs-Gimbal eingebaut, das um 360 Grad drehbar ist und so die Kamera extrem flexibel macht.

Entscheidendes Detail – das Gimbal

Ein für Kameradrohnen (auch für den Preis der Drohne) ganz entscheidendes Detail ist der Kameraträger, das Gimbal. Dieser Träger hat mehrere Funktionen. Zum einen trägt er die Kamera und bewegt sie über integrierte Antriebe in verschiedene Positionen. Einfache Gimbals realisieren nur ein vertikales Neigen und Heben (Bild 23), andere zusätzlich ein horizontales Schwenken. Diese Art Gimbal ist teilweise in das Gehäuse der Drohne integriert, somit ist der Sichtwinkel begrenzt und die Drohne muss zum Rundumschwenk gedreht werden. Vom Gehäuse der Drohne abgesetzte Gimbals wie das der oben erwähnten Zenmuse X7 oder das der Leica ION L1 Pro ermöglichen horizontale 360-Grad-Schwenks, ohne dass sich die Drohne selbst bewegen muss. Das sichert natürlich ein noch ruhigeres Bild ohne jeglichen Versatz, der beim Bewegen des Fluggeräts immer entstehen kann. Denn genau das, die Übertragung von Bewegungen und vor allem von antriebsbedingten Vibrationen auf die Kamera zu verhindern, ist die zweite Aufgabe des Gimbals. Es entkoppelt die Kamera mechanisch vom Fluggerät. Mangelhaft entkoppelte Kameras liefern ein flimmerndes, unruhiges Bild, das unterscheidet die aufwendige Konstruktion von der billigen Ausführung. Im schlimmsten Fall überträgt sich auch das Rotorbild durch zu tiefe Anordnung der Kamera im Gehäuse ins Bild, sodass ständig Unruhe im Bild herrscht.

Einfache und damit preiswerte Drohnen besitzen keinen solchen Gimbal, im besten Fall, wie in Bild 24 zu sehen, ist ein Neigen und Heben der Kamera (Tilt-Funktion) möglich, bei noch preiswerteren Modellen ist die Kamera fest im Gehäuse verbaut.



Bild 23: Macht den Unterschied – ein hochwertiges Gimbal unterdrückt Vibrationen und ermöglicht eine Kamerastabilisierung in mehrere Richtungen.



Bild 24: Einfache Kameraausrüstung ohne Gimbal und allein mit Tilt-Funktion

Spezialisten unter der Drohne

So vielseitig Drohnen eingesetzt werden, so vielseitig müssen auch ihre Nutzlasten sein – wir reden hier weiter von Kameras. Neben den hochwertigen Videokameras gibt es zahlreiche Spezialkameras. Blicken wir hier einmal in das Angebot von Yuneec. Hier finden wir neben der E50 (Bild 25), eine Kamera mit einer Brennweite von 40 mm für die Inspektion in sicherem Abstand mit der zusätzlichen Möglichkeit einer flexiblen Filterbestückung, auch Spezialisten für Wärmebildaufnahmen und Restlichtkameras für Aufnahmen bei Dunkelheit. Wie die CGOET (Bild 26), die sich besonders für Such- und Rettungseinsätze sowie dem Aufspüren von Wärme-/Kälteleckagen in Anlagen und Gebäuden oder Brandherden eignet. Diese Spezialkameras lassen sich dank Hot-Swap-Fähigkeit des Gimbals schnell wechseln und ermöglichen so eine hohe Produktivität.

Apropos Filter. Nahezu alle Kameras in Drohnen der höheren Preisklassen können mit ND-Filtern bestückt werden. Hier ist je nach Einsatzzweck eine große Anzahl, ähnlich wie in der normalen Fotografie, verfügbar. Sie können Son-



Bild 25: Leistungsstarke Kamera für Film- und Inspektionseinsätze – die E50 mit einer Brennweite von 40 mm. Bild: Yuneec



Bild 26: Zwei Kameras in einer – mit der Kombination aus Wärmebild- und Restlichtkamera eignet sich die CGOET hervorragend für Such- und Rettungseinsätze. Bild: Yuneec



Bild 27: Komplexe Sensorausstattung für Hinderniserkennung und Orientierung oder einfacher Distanzsensor – auch darin unterscheiden sich die Drohnenklassen. Links eine einfach ausgestattete Drohne der 250-Euro-Preisklasse, diese trägt an der Front nur LEDs. Rechts die Sensoren der Mavic Pro. Hier gibt es zusätzlich Sensoren für die Hinderniserkennung nach vorn.

neneinstrahlung oder Reflexionen ebenso ausblenden wie Farbverfälschungen, Polarisierungseffekte usw.

Teuer oder preiswert?

Steigt man als Hobbyflieger neu ein beim Drohnenfliegen, ist man schnell vor die Preisfrage gestellt. Reicht eine 49-Euro-Videodrohne mit HD-Kamera oder muss es die 1400-Euro-Drohne mit allen technischen Raffinessen sein? Zusätzlich muss man für sich die Frage klären, ob man in der unter-250-g-Klasse bleiben will, die keine Restriktionen der EU-Drohnenverordnungen erfordert, oder ob man sich diesen unterwerfen will. Für das Erlernen des Fliegens und den nur ganz gelegentlichen, eher spielbetonten Einsatz genügt tatsächlich der preiswerte Einstieg, zumal man hier auch gezwungen ist, das Handwerk des Steuerns von Grund auf zu lernen. Zwar schweben nahezu alle Drohnen selbstständig, aber alle sonstigen Flugmanöver müssen händisch geflogen werden. Gute Einstiegsmodelle, die neben guten Flugeigenschaften auch für den Anfang brauchbare Videoaufnahmen abliefern, sind z. B. die Modelle von Eachine wie etwa die E58 oder die E520S, die das Mavic-Design auffällig nachahmen. Die Qualität der Videos und Fotos ist eher bescheiden, so stören Vibrationen und Windeinflüsse mitunter schon deutlich, auch, wenn z. B. bei Eachine Kameras mit bis zu 4 K an Bord sind.

Hat man allerdings ernsthaftere Ambitionen auf gute Videos und Fotos in Freizeit und Urlaub, kommt man um gut ausgestattete und leistungsstärkere Modelle – im Übrigen auch mit hoher Akkukapazität für Flüge um 30 Minuten – kaum herum. Auch hier gibt es, wie aus den bisherigen Ausführungen schon zu schließen, sehr unterschiedliche Modelle. Das erste Unterscheidungsmerkmal ist zunächst die Ausstattung mit Sensorik und der zugehörigen Steuerungssoftware. Gute Sensorausstattung, [Bild 27](#) zeigt den unmittelbaren Vergleich zweier unterschiedlich ausgestatteter Modelle, ist die Grundvoraussetzung für viele spannende Flug- und Filmmodi. Während einfachere Drohnen nur einen Sensor für die Start- und Landeunterstützung, vielleicht noch Kompass und GPS an Bord haben, verfügen andere Modelle über eine vollständige und vorwiegend kamerabasierte Sensorausstattung für die Orientierung im Raum und zur

Hinderniserkennung – inklusive einer Art Radardarstellung auf dem App-Bildschirm, sodass der Pilot kontrollieren kann, ob ein Hindernis erkannt ist. Zudem erlaubt die leistungsstarke Sensorik eine sehr hohe Präzision bei der Schwebefluggenauigkeit. Hier sind 10 cm Genauigkeit horizontal und vertikal auch in der Mittelklasse, z. B. bei der Mavic Air, der Maßstab. Hat das Modell GPS an Bord, stehen dann oft bereits viele automatisierte Flugmodi für den Videoflug zur Verfügung. Fehlt die kamerabasierte Umgebungsorientierung, sind einfache Modelle hier begrenzt, da sie Hindernisse gar nicht oder weniger exakt erkennen.

Auch die funktechnische Ausstattung kann sich erheblich unterscheiden. Hier reicht die Spanne von einfachster 2,4-GHz-Fernsteuerung über WiFi-Verbindungen, die zusätzlich die Videoübermittlung erledigen, bis hin zu ausgeklügelten Frequenzhopping-Synchronisations-Systemen, die auch leistungsmäßig an die Grenzen gehen. Ein Beispiel dafür sind die Mavic Pro-Drohnen mit ihren Systemen, z. B. dem OcuSyn2.0-Langstrecken-Videoübertragungssystem für die Videoübertragung. Außerdem werden dort getrennte Frequenzbereiche für Steuerung und Videoübertragung verwendet.

Mit dieser ausgefeilten Funktechnik werden technische Reichweiten bis zu 10 km erreicht – ein gewaltiges Sicherheitspolster. Dazu kann man hohe Video-Bitraten bis zu 40 MBit/s sowie geringe Latenzzeiten bis herab auf 120 ms bei der Livebild-Übertragung und Liveansichten in FullHD erreichen – für viele Einsätze mit Echtzeitkontrolle unabdingbar. Die Onboard-Videoaufnahme ist dabei noch leistungsfähiger, Aufzeichnungsraten bis 120 MBit/s sind hier ab der Mittelklasse verfügbar, auch die Speicherkarte an Bord sollte diesen Anforderungen genügen.

Ein gewisses Gewicht, eine starke Motorisierung, einhergehend mit leistungsstarker Akkutechnik trägt auch dazu bei, dass die Drohne wenig windanfällig ist und ruhig in der Luft liegt. Mit einem maximalen Windwiderstand von 38 km/h geht dies schon in den Bereich einer frischen Brise.

Der Hauptzweck leistungsfähiger Drohnen im Freizeitbereich liegt in guten Video- und Fotoaufnahmen. Im Kapitel zu den Kameras haben wir schon diverse Unterscheidungsmerkmale der Kameras selbst aufgeführt. Entscheidend ist aber auch, wie dort schon angedeutet, die Anbringung der Kamera. Modelle ohne Gimbal, die vielleicht auch nur einen vertikalen Schwenk (Tilt) erlauben, haben eindeutig Nachteile gegenüber aufwendigen und gut entkoppelnden 3-Achs-Gimbal-Aufhängungssystemen. Noch besser sind nur die 360-Grad-Gimbals der professionellen Systeme. Lohn des Aufwands sind ruhige Aufnahmen.

All diese Merkmale führen eben zu signifikanten Preisunterschieden, auch wenn sich viele Modelle inzwischen ähnlich sehen – so sind das Klappdesign und viele andere optische Details allgemein verbreitet.

Sehr unterschiedlich sind auch die Steuerungen, insbesondere die App-Steuerungen. Hier gibt es Open-Source-Software, die von verschiedenen Herstellern genutzt und nur unterschiedlich in der grafischen



Oberfläche aufgepeppt und manchmal eher mangelhaft an das Drohnenmodell angepasst ist. Professioneller geht es da bei den Marktführern und deren selbst entwickelten Apps zu. So zählt u. a. eine sehr aufwendig gestaltete Kamerakonfiguration und -steuerung, wie sie **Bild 28** als kleines Beispiel zeigt, zur Norm. Schließlich sprechen diese Fluggeräte eine Nutzerschicht an, die sich oft bereits mit leistungsstarker traditioneller Kamerafotografie auskennt und die gleichen Möglichkeiten erwartet, wie sie moderne Digitalkameras bieten.

Wenn man sich nun eine solche hochwertige Drohne für den nächsten Urlaub anschaffen möchte, kann man durchaus über den reichhaltig bestückten Gebrauchtmrkt einsteigen. Denn zahlreiche Nutzer fliegen ihre Drohne nur eine Saison, etwa, wenn sie eine besondere Urlaubsform ausgesucht haben. Hier sollte man sich das Fluggerät aber vor dem Zahlen vorführen lassen – zu oft werden auch durch Abstürze, Wasserlandungen usw. beschädigte Drohnen zu verdächtig günstigen Preisen angeboten.

Wir wünschen gute Flüge und spannende Aufnahmen.

ELV



Bild 28: Umfangreiche Kameraeinstellungen sind ein Kennzeichen einer guten Kameraausrüstung. Bild: DJI



Weitere Infos:

- [1] <https://www.betterplace.org/de/projects/61300-multicopter-in-der-drk-wasserrettung>
- [2] Drohnen – Hightech in der Luft, ELVjournal 5/2016, <https://www.elv.com>: Artikel-Nr. 205922
- [3] Die neue Drohnenverordnung der EU:
<https://www.kopterzentrale.de/blog/60-die-neue-eu-drohnenverordnung>
- [4] Informationsseite des LBA:
https://www.lba.de/DE/Luftfahrtpersonal/Unbemannte_Fluggeraete/FAQ/FAQ_Drohnenfuehrerschein_12_20/FAQ_node.html

Alle Links finden Sie auch online unter: de.elv.com/elvjournal-links

Mein ELVprojekt

Viele Ideen für Ihr Smart Home

Bei uns erwarten Sie viele spannende, ausführlich beschriebene Projekte für Einsteiger und Profis. Diese Projekte haben wir als Produktmanager und Techniker alle selbst erfolgreich umgesetzt.

Wir zeigen Ihnen z. B., wie Sie für mehr Komfort und Energieeinsparung Rollläden automatisieren, mit einer intelligenten Heizungssteuerung Energiekosten sparen oder Ihr Zuhause vor Einbrechern wirkungsvoll schützen können.

Dabei erhalten Sie nicht nur Informationen zum geschätzten Zeitaufwand und dem Schwierigkeitsgrad – alle verwendeten Produkte aus unserem Sortiment werden für Sie auch übersichtlich aufgeführt. Dazu finden Sie für viele Projekte hilfreiche Installationsvideos. Setzen Sie Ihr Projekt mit ELV erfolgreich um!



Komfort und Steuerung



Energiesparen



Sicherheit



Alle Projekte finden Sie online unter:

de.elv.com/elvprojekte at.elv.com/elvprojekte ch.elv.com/elvprojekte



homematic IP

Anwendungs-beispiel mit
optionalem Zubehör Abox 040.
Batterien nicht enthalten100 % kompatibel mit Homematic über
CCU2, CCU3 oder Funkmodule für Raspberry Pi

Intelligenz durch Differenz

2-fach-Temperatursensor HmIP-STE2-PCB

Der Homematic IP 2-fach-Temperatursensor HmIP-STE2-PCB nimmt nicht nur synchronisiert zwei Temperaturen an abgesetzten Fühlern auf, sondern er kann gleichzeitig intern die Differenz dieser beiden Sensoren ermitteln. Daher eignet sich dieses universelle Gerät nicht nur zur Ermittlung von Temperaturen an zwei unterschiedlichen Orten, es kann auch für Mess- und Steuerungsaufgaben genutzt werden, für die die Temperaturdifferenz entscheidend ist, beispielsweise für die Lüftersteuerung, Beschattungsaufgaben, Heizungssysteme (Vor-/Rücklauf), Garten-/Gewächshäuser oder die Poolsteuerung.

Universell und energiesparend

Der Homematic IP 2-fach-Temperatursensor eignet sich als Gerät für Mess- und Steuerungsaufgaben gleich in mehrfacher Weise. Zum einen können Temperaturen synchronisiert gemessen werden, zum anderen kann aus dieser zeitlich genauen Messung intern eine Differenz gebildet und weiterverarbeitet werden. Dabei eignen sich die dem Bausatz beiliegenden NTC-Messfühler für einen weiten Temperaturbereich von -50 bis +105 °C. Für den Außeneinsatz kann das Gerät in eine als Zubehör erhältliche Spelsberg-Verbindungsdose Abox 040 [1] eingebaut werden (Bild 1).

Auch in der Spannungsversorgung ist das universelle Gerät anpassungsfähig. Zum einen kann es mit zwei Mignonzellen betrieben werden, zum anderen ist eine Dauerversorgung per 12 VAC/DC möglich, z. B. mit einem Netzteil [2]. Ist das Gerät dauerversorgt, ist es immer erreichbar.

In beiden Modi ist der 2-fach-Temperatursensor sehr stromsparend. Im Batteriebetrieb liegt der Stand-by-Verbrauch bei durchschnittlich 11 µA, bei Netzversorgung mit 12 V bei 350 µA.

Ein Vorteil gegenüber dem Einsatz von zwei einzelnen Temperatursensoren ist neben dem synchronen Messen der beiden Temperaturen die oben erwähnte Sparsamkeit beim Energieverbrauch. Es fallen auch

HmIP-STE2-PCB

Artikel-Nr.
155614Bausatz-
beschreibung
und Preis:

www.elv.com



Infos zum Bausatz HmIP-STE2-PCB



Schwierigkeitsgrad:
leicht



Ungefähre Bauzeit:
0,5 h



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



Besondere Werkzeuge:
Seitenschneider, Kreuzschlitz-
schraubendreher



Lötfernung:
nein



Programmierkenntnisse:
nein



Elektrische Fachkraft:
nein



weniger Funktelegramme an, und gegenüber zwei separaten Temperatursensoren, bei denen in der Smart Home Zentrale für den Anwendungsfall eine Differenz ermittelt werden muss, wird diese hier schon vom Gerät mitgeliefert. Damit ist auch der Betrieb per Direktverknüpfung gewährleistet. Sie ist ohnehin ein wichtiger Vorteil bei Homematic IP, da selbst bei einem

Bild 1: 2-fach-Temperatursensor mit optionaler Spelsberg-Abox 040



Kanal	
Ch.: 0	Zyklische Statusmeldung <input checked="" type="checkbox"/> ?
	Anzahl der auszulassenden Statusmeldungen <input type="text" value="0"/> (0 - 255)
	Anzahl der auszulassenden, unveränderten Statusmeldungen <input type="text" value="24"/> (0 - 255)
	Low-Bat.-Schwelle <input type="text" value="2.40"/> V (0.00 - 25.20)
	Reset per Gerätetaste sperren <input type="checkbox"/> ?
Routing aktiv <input checked="" type="checkbox"/> ?	
Ch.: 1	Bei Unterschreitung der unteren Temperaturschwelle den Schaltbefehl senden, wenn vorher die obere Temperaturschwelle überschritten wurde. <input checked="" type="checkbox"/> ?
	Schaltbefehl zyklisch senden <input type="checkbox"/>
	Bei Überschreitung der oberen Temperaturschwelle den Schaltbefehl senden, wenn vorher die untere Temperaturschwelle unterschritten wurde. <input checked="" type="checkbox"/> ?
	Schaltbefehl zyklisch senden <input type="checkbox"/>
	Obere Temperaturschwelle <input type="text" value="30.00"/> °C (-50.00 - 110.00)
	Untere Temperaturschwelle <input type="text" value="25.00"/> °C (-50.00 - 110.00)
Temperatur-Offset <input type="text" value="0.00"/> °C (-12.80 - 12.70) ?	
Mindestsendeabstand <input type="text" value="4 Minuten"/>	
Ch.: 2	Bei Unterschreitung der unteren Temperaturschwelle den Schaltbefehl senden, wenn vorher die obere Temperaturschwelle überschritten wurde. <input checked="" type="checkbox"/> ?
	Schaltbefehl zyklisch senden <input type="checkbox"/>
	Bei Überschreitung der oberen Temperaturschwelle den Schaltbefehl senden, wenn vorher die untere Temperaturschwelle unterschritten wurde. <input checked="" type="checkbox"/> ?
	Schaltbefehl zyklisch senden <input type="checkbox"/>
	Obere Temperaturschwelle <input type="text" value="10.00"/> °C (-50.00 - 110.00)
	Untere Temperaturschwelle <input type="text" value="5.00"/> °C (-50.00 - 110.00)
Temperatur-Offset <input type="text" value="0.00"/> °C (-12.80 - 12.70) ?	
Mindestsendeabstand <input type="text" value="4 Minuten"/>	
Ch.: 3	Bei Unterschreitung der unteren Temperaturschwelle den Schaltbefehl senden, wenn vorher die obere Temperaturschwelle überschritten wurde. <input checked="" type="checkbox"/> ?
	Schaltbefehl zyklisch senden <input type="checkbox"/>
	Bei Überschreitung der oberen Temperaturschwelle den Schaltbefehl senden, wenn vorher die untere Temperaturschwelle unterschritten wurde. <input checked="" type="checkbox"/> ?
	Schaltbefehl zyklisch senden <input type="checkbox"/>
	Obere Temperaturschwelle <input type="text" value="5.00"/> °C (-50.00 - 110.00)
	Untere Temperaturschwelle <input type="text" value="-5.00"/> °C (-50.00 - 110.00)
Mindestsendeabstand <input type="text" value="4 Minuten"/>	

Bild 2: Die Kanäle in der WebUI der Homematic Zentrale CCU3

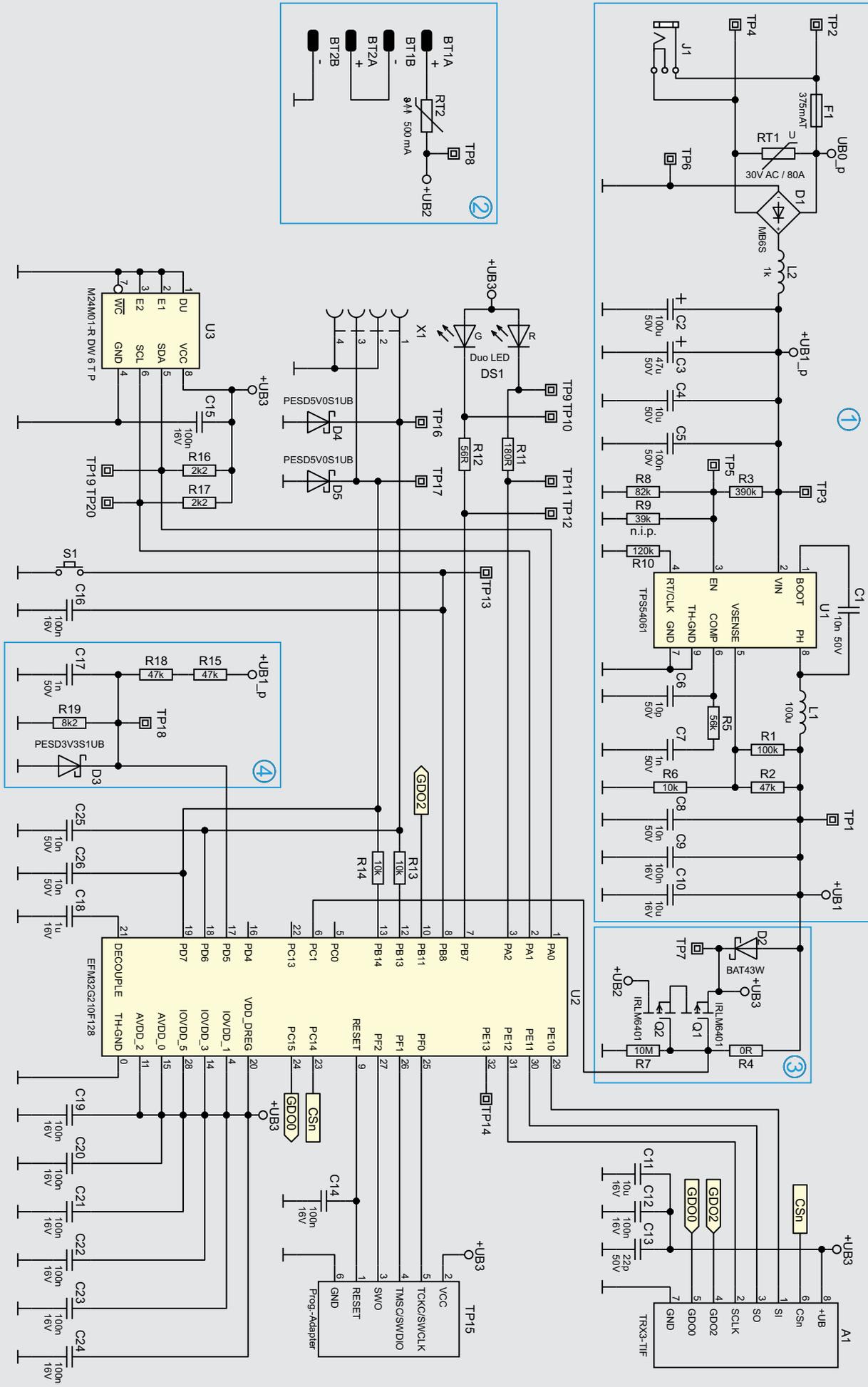


Bild 3: Das Schaltbild des 2-fach-Tempersensors HmIP-STE2-PCB



Ausfall der Zentrale die miteinander verknüpften Geräte weiter miteinander kommunizieren können. Die Temperaturen mit individuell festgelegten Schaltschwellen, sowie die Temperaturdifferenz können auf diese Weise direkt ausgewertet und an ein angeschlossenes Gerät mitgeteilt werden, aber natürlich auch über die Smart Home Zentralen abgerufen bzw. weiterverarbeitet werden.

In der Weboberfläche der CCU2/CCU3 sind insgesamt vier Kanäle vorhanden (s. Funktionsbeschreibung). In **Bild 2** sind die verschiedenen Optionen im Screenshot zu erkennen. Im Kanal 0 kann u. a. eine zyklische Statusmeldung und eine Low-Bat-Schwelle definiert werden. In den Kanälen 1 und 2 werden die beiden Temperatursensoren definiert, die für sich schon mit verschiedenen Optionen bzw. Schaltschwellen ausgewertet werden können. Schließlich wird in Kanal 3 die Temperaturdifferenz der beiden Sensoren (T1–T2) ausgewertet.

Universeller Einsatz

Mit seinen vielfältigen Eigenschaften hinsichtlich der Temperaturmessung kann der Homematic IP 2-fach-Temperatursensor für diverse Aufgaben genutzt werden. Sei es das klassische Messen von zwei Temperaturen an unterschiedlichen Orten, das Messen oder die Steuerung von Vor- und Rücklauf in Heizungssystemen (s. **Titelbild**), das Ermitteln von Temperaturen als Sonnenintensitätssensor bei Beschattungsaufgaben, die Poolsteuerung oder die Steuerung für vom Kaminofen erzeugte Wärme. Auch für Garten-/Gewächshäuser oder Ferienwohnungen ist eine Differenzmessung (Beispiel: Außen-/Innentemperatur) als Anwendungsfall vorstellbar, und im Sommer kann man in Verbindung mit Schaltsteckdosen die nächtliche Kühle zur automatischen Steuerung von Ventilatoren, die frische Außenluft zuführen, nutzen.

Schaltung

Hauptschaltung Basis

Das Schaltbild (**Bild 3**) zeigt mit U2 einen energiesparenden Mikrocontroller, der die gesamte Logik der Gerätehauptfunktionalitäten inklusive der Homematic IP Schnittstelle enthält. C18 ist der Entkopplungskondensator für den μC , und C19–C24 dienen jeweils der Spannungsstabilisierung.

Die Duo-Color-Leuchtdiode DS1 dient der Visualisierung von Geräteinformationen. Der Systemtaster S1 ermöglicht das Auslösen von Systemtelegrammen zum Zugangspunkt (Smart Home Zentrale CCU2/CCU3 oder zukünftig Homematic IP Access Point HmIP-HAP).

Das externe EEPROM U3, das über den I²C-Bus vom Mikrocontroller angesteuert wird, speichert Daten wie beispielsweise Konfigurationsparameter dauerhaft. A1 ist ein externes Funkmodul für das 868-/869-MHz-Band. Die daran angeschlossenen Kondensatoren C11–C13 dienen der Spannungsstabilisierung und Entstörung.

Netzversorgungsteil (Schaltbild Block 1)

Die Einspeisung erfolgt über die Sicherung F1 für eine Überstrombegrenzung und dem spannungsabhängigen Widerstand RT1 als Überspannungsschutz. D1 ist ein Brückengleichrichter (ungesteuerte Zweipuls-Brückenschaltung – B2U) mit 4 integrierten Dioden. Das Gerät kann somit mit Gleich- oder Wechselspannung betrieben werden.

Der Step-down-DC-DC-Konverter ist mit entsprechender Beschaltung für eine Eingangsspannung von 12 VDC vorgesehen. Eingangsseitig finden sich 4 Kondensatoren C2–C5 zur Spannungsstabilisierung.

R3 und R8 bilden als Spannungsteiler eine Unterspannungsschwelle zur Abschaltung der nachgeschalteten Elektronik, R10 dient der Einstellung der Schaltfrequenz des Konverters.

C1 ist eine Rückkopplungskapazität (Bootstrap), über die die Ausgangsspannung des Konverters überwacht wird. L1 ist die Arbeitsinduktivität zur Erzeugung der Ausgangsspannung über die Schaltfrequenz. R5, C6 und C7 dienen dem Konverter intern zur Frequenzkompensation. R1, R2 und R6 bilden einen Spannungsteiler für die Rückführung an

„VSENSE“ zur Spannungsregelung. C8, C9 und C10 dienen schließlich der Spannungsglättung, -stabilisierung und -entstörung.

Batterieversorgungsteil (Schaltbild Block 2)

Bei der Batterieversorgung dient RT2 (PTC) der Strombegrenzung und ist quasi inaktiv für Ströme bis 500 mA.

Spannungspriorisierung (Schaltbild Block 3)

Bei der Schaltung zur Priorisierung und Trennung von Netz- und Batteriespannungsteil blockiert D2 den Stromfluss vom Batterie- zum Netzversorgungsteil. Über R4 und R7 schalten die MOSFETs die Verbindung der Batterie ab, wenn die Netzversorgung aktiv ist.

Betriebsspannungsmessung (Schaltbild Block 4)

R15, R18 und R19 bilden einen Spannungsteiler für die Betriebsspannungsmessung, C17 dient der Entstörung. D3 dient als Spannungsbegrenzung, um den Controller vor unzulässig hohen Spannungen zu schützen.

Funktionsbeschreibung

Nach der Spannungszufuhr bootet das Gerät und bereitet seinen Betrieb vor. Dies wird durch ein kurzes oranges, gefolgt von einem kurzen grünen Aufblincken signalisiert. Ist das Gerät noch nicht in ein System eingebunden, versucht es für ca. drei Minuten im Abstand von zehn Sekunden einen Access-Controller (Smart Home Zentrale CCU2/CCU3 oder zukünftig Homematic IP Access Point HmIP-HAP) zu erreichen. Dies wird durch ein kurzes oranges Aufblincken signalisiert. Ist das Gerät eingebunden, folgt auf das orange wiederum ein grünes kurzes Aufblincken. Das Gerät ist nun in Betrieb.

Je nachdem, welche Spannungsquelle genutzt wird, wird das Gerät dies über einen Status mitteilen (3 V oder 12 V). Bei Netzversorgung ist das Gerät zudem immer erreichbar. Bei Batterieversorgung ist zur Übertragung von Konfigurationsdaten ein Tastendruck am Gerät notwendig oder man wartet auf das nächste zyklische Telegramm (max. 1 Tag).

Nach dem Einbinden in das System beginnt das Gerät initial und folgend, zyklisch die Temperaturen über die Sensoren zu ermitteln. Bei Leerlauf oder Kurzschluss werden gesonderte Werte übertragen, die auf ein Problem der Sensorenverbindung aufmerksam machen (z. B. Kabelbruch mit Leerlauf oder Kurzschluss). Das Gerät sendet zyklisch im Raster zwischen 2–3 min in minimaler Konfiguration einen Status. Das Intervall ist standardmäßig auf eine Stunde eingestellt, mit dem Zusatz, dass bei einer sogenannten signifikanten Änderung immer zum nächsten Sendezeitpunkt gesendet wird. Eine signifikante Änderung ist definiert als ein Delta von 0,5 Kelvin zwischen zwei Messungen. Das Messintervall ist fest auf 60 s eingestellt.

Das Gerät sendet azyklisch (wichtig für Ereignismeldung) und zyklisch (wichtig für Diagramme) bedingte Schaltbefehle und einen Status beim Über- oder Unterschreiten der eingestellten Schaltschwellen. Bei Überschreitungen wird eine 200 (100 %), bei Unterschreiten eine 0 (0 %) gesendet.

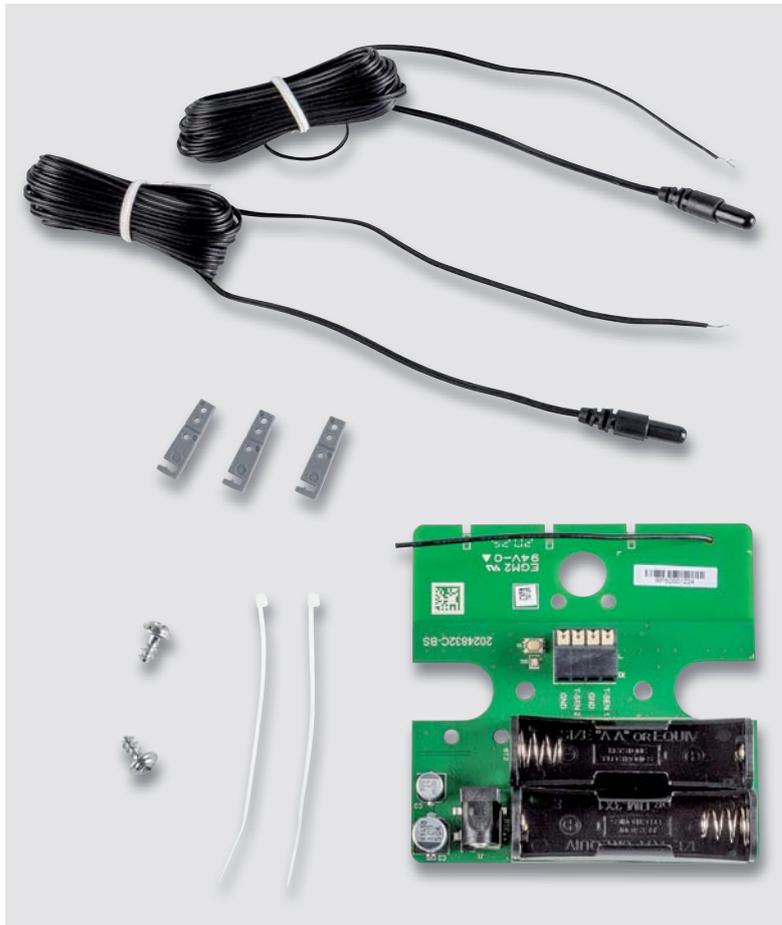


Bild 4: Der komplette Lieferumfang des Bausatzes inklusive Befestigungsmaterial

Nachbau

Der Bausatz wird bis auf wenige Montagearbeiten weitgehend vorgefertigt geliefert. Der vollständige Lieferumfang ist in [Bild 4](#) zu sehen (Details siehe auch Stückliste).

Zu dem Bausatz gehören:

- 1x Platine
- 2x Temperatursensoren
- 3x Antennenhalter
- 2x Schrauben für Platinenmontage
- 2x Kabelbinder für Sensoren und Zuleitungsfixierung
- Unterlagen (Bau- und Bedienungsanleitung, Konformitätserklärung)

Zusammenbau

Der Aufbau beginnt mit einer Sichtkontrolle auf ordnungsgemäße Bestückung und Lötfehler entsprechend den Platinenfotos und den zugehörigen Bestückungsplänen ([Bild 5](#)) sowie der Stückliste.

Zunächst werden die Antennenhalter an die Platine geklickt ([Bild 6](#)), danach wird die Antenne durch die vorgesehenen Löcher (oberste Reihe) gesteckt ([Bild 7](#)).

Montage der Temperatursensoren

Für die Montage der Temperatursensoren werden die Zwillingskabel am Ende ca. 20 mm aufgetrennt und auf etwa 10 mm abisoliert ([Bild 8](#)). Dann werden die Kabelbinder zur Sicherung der Kabel der Temperatursensoren und optional der 12-V-Spannungsversorgung durch die vorgesehenen Löcher geführt ([Bild 9](#)).

Soll die Platine in der als Zubehör erhältlichen Abox 040 montiert werden, müssen die Kabel der Temperatursensoren zunächst durch die Abox geführt und in die Anschlussklemmen (ggf. vorher absetzen/abisolieren s. o.) eingesteckt werden.

Widerstände:

0 Ω/SMD/0402	R4
56 Ω/SMD/0402	R12
180 Ω/SMD/0402	R11
2,2 kΩ/SMD/0402	R16, R17
8,2 kΩ/SMD/0402	R19
10 kΩ/SMD/0402	R6, R13, R14
47 kΩ/SMD/0402	R2, R15, R18
56 kΩ/SMD/0402	R5
82 kΩ/SMD/0402	R8
100 kΩ/SMD/0402	R1
120 kΩ/SMD/0402	R10
390 kΩ/SMD/0402	R3
10 MΩ/SMD/0402	R7
Varistor/30V/SMD	RT1
PTC/0,5 A/6 V/SMD/0805	RT2

Kondensatoren:

10 pF/50 V/SMD/0402	C6
22 pF/50 V/SMD/0402	C13
1 nF/50 V/SMD/0402	C7, C17
10 nF/50 V/SMD/0402	C1, C8, C25, C26
100 nF/16 V/SMD/0402	C9, C12, C14–C16, C19–C24
100 nF/50 V/SMD/0603	C5
1 µF/16 V/SMD/0402	C18
10 µF/16 V/SMD/0805	C10, C11
10 µF/50 V/SMD/1210	C4
47 µF/50 V/SMD	C3
100 µF/50 V/SMD	C2

Halbleiter:

TPS54061/SMD	U1
ELV201723, SMD	U2
M24M01-DF DW 6 T G/TSSOP-8	U3
IRLML6401/SMD	Q1, Q2
MB6S/SMD	D1
BAT43W/SMD	D2
PESD3V3S1UB/SMD	D3
PESD5V0S1UB/SMD	D4, D5
Duo-LED/rot/grün/SMD	DS1

Sonstiges:

Sender-/Empfangsmodul TRX3-TIF	A1
Speicherdrossel, SMD, 100 µH/260 mA	L1
Chip-Ferrit, 1000 Ω bei 100 MHz, 0603	L2
Taster mit 0,9-mm-Tastknopf, 1x ein, SMD, 2,5 mm Höhe	S1
Sicherung, 375 mA, träge, SMD	F1
Batteriehalter für Mignonzellen	BT1, BT2
Hohlsteckerbuchse für 5,5-/2,1-mm-Stecker, SMD	J1
Federkraftklemme, 4-polig, Drahteinführung 135°, print, RM=3,5 mm	X1
Temperatursensoren mit Anschlussleitung, 103AT-11	
Kunststoffschrauben, 4,0 x 8 mm	
Antennenhalter für Platinen	
Kabelbinder, 71 x 1,8 mm	

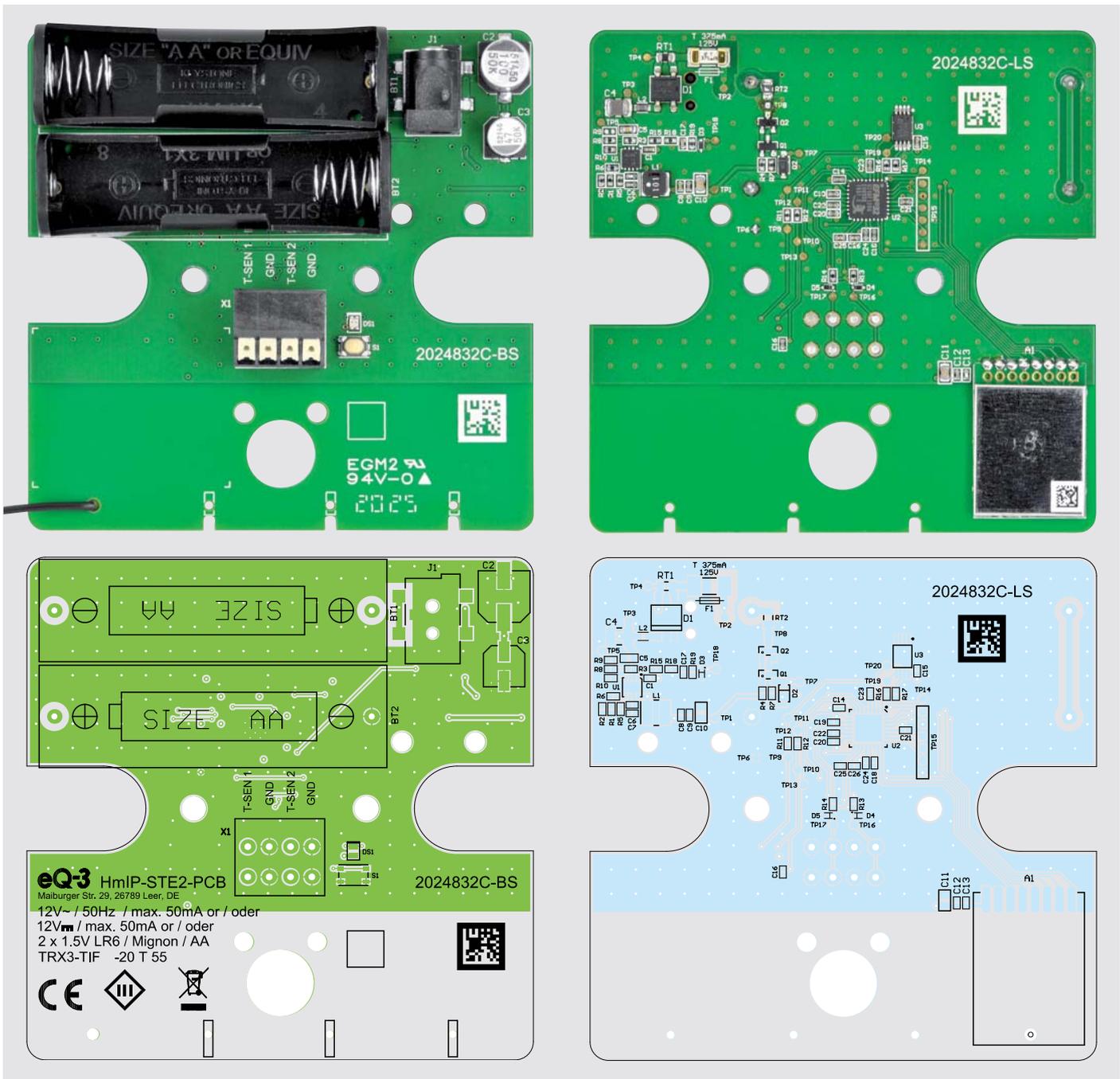


Bild 5: Die Platinenfotos der bestückten Platine und die zugehörigen Bestückungspläne, links die Oberseite mit den Klemmen für die Temperatursensoren, rechts die Unterseite mit dem TRX-Modul

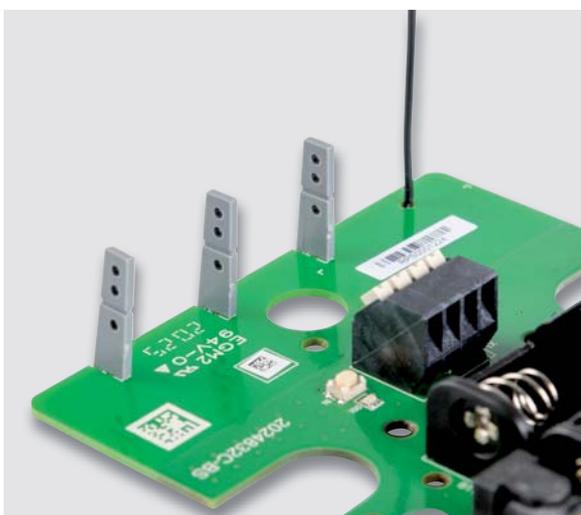


Bild 6: Montage der Antennenhalter



Bild 7: Die Antennen wird durch die oberen Löcher der Antennenhalter gesteckt.



Bild 8: Auftrennen und Abisolieren der Zillingskabel am Ende

Die einzelnen Kabel der Sensoren werden mit T-Sen 1 und GND bzw. T-Sen 2 und GND verbunden. Zum Einstecken müssen jeweils die Entlastungspins der Steckklemme gedrückt gehalten werden. Am Ende können die Sensorenkabel mit dem Kabelbinder fixiert und optional abgelängt werden.

Bei der Verwendung der Abox 040 kann die Platine nun eingeschraubt werden (Bild 10).

Inbetriebnahme

Zur Inbetriebnahme wird die Spannung zugeführt. Dies kann alternativ mit zwei Mignon-Batterien oder einem 12-V-Netzteil mit Hohlstecker [2] erfolgen. Bei Verwendung einer Abox 040 wird das Kabel durch die Abox eingesteckt, mit dem Hohlsteckeranschluss verbunden und mit dem Kabelbinder fixiert (Bild 11).

Nach der Spannungszufuhr bootet das Gerät und kann an die Smart Home Zentrale CCU2/CCU3 angelernt und verwendet werden. Weitere Informationen dazu finden sich in der beiliegenden Bedienungsanleitung. **ELV**



Bild 9: Montage der Kabelbinder (hier mit optional erhältlicher Abox 040)



Bild 10: Durchführen der Temperatursensoren-Kabel und Montage in den Anschlussklemmen



Bild 11: Fertig montierter 2-fach-Temperatursensor in der als Zubehör erhältlichen Abox 040



Weitere Infos:

- [1] Spelsberg-Verbindungsdose Abox 040 leer, grau, IP65: Artikel-Nr. 125990
- [2] Steckernetzteil Eco-Friendly 12 V/1,5 A, 5,5 x 2,1 mm: Artikel-Nr. 122312

Geräte-Kurzbezeichnung:	HmIP-STE2-PCB
Versorgungsspannung:	2x 1,5 V Mignon/LR6 bzw. 12 VAC/DC
Stromaufnahme:	50 mA max.
Batterielebensdauer:	2 Jahre (typ.)
Umgebungstemperatur:	-20 bis +55 °C
Funk-Frequenzband:	868,0–868,6 MHz 869,4–869,65 MHz
Empfängerkategorie:	SRD category 2
Typ. Funk-Freifeldreichweite:	> 200 m
Duty Cycle:	< 1 % pro h/< 10 % pro h
Sensormessbereich:	-50 °C min., +105 °C max.
Abm. (B x H x T):	83 x 83 x 21 mm
Gewicht:	60 g (inkl. Sensoren, ohne Batterien)

Die ELVjournal Abos im Überblick

ELVjournal Kombi-Abo¹

- Bis zu 35 % Ersparnis gegenüber den einzelnen Print-/Online-Abos
- Versandkostenfreie Lieferung direkt zu Ihnen nach Hause
- 12 Monate lang voller Zugriff auf alle kostenpflichtigen digitalen Inhalte des ELVjournals
- Komplett-Ausgabe des ELVjournals als PDF-Download
- Kostenlose, angereicherte Ausgaben in der ELVjournal App

Deutschland
49,95 €

Österreich
55,95 €

Schweiz
CHF 79,95

Übriges Ausland
89,95 €

ELVjournal Online-Abo¹

- Über 15 % Preisvorteil im Vergleich zum Einzelkauf
- 12 Monate lang voller Zugriff auf alle kostenpflichtigen digitalen Inhalte des ELVjournals
- Komplett-Ausgabe des ELVjournals als PDF-Download
- Kostenlose, angereicherte Ausgaben in der ELVjournal App

Deutschland
39,95 €

Österreich
39,95 €

Schweiz
CHF 45,95

ELVjournal Print-Abo¹

- Über 15 % Preisvorteil im Vergleich zum Einzelkauf
- Versandkostenfreie Lieferung direkt zu Ihnen nach Hause
- Sie verpassen keine Ausgabe und sichern sich exklusive, innovative Anleitungen für Selbstbauprojekte und erweitern Ihr Technikkwissen

Deutschland
39,95 €

Österreich
45,95 €

Schweiz
CHF 68,95

Übriges Ausland
69,95 €

ELVjournal Schnupper-Abo

- Bis zu 35 % Ersparnis gegenüber Einzelkauf
- Testen Sie 2 aktuelle Printausgaben des ELVjournals
- Die ELVjournale werden direkt zu Ihnen nach Hause geliefert – ohne zusätzliche Zustell- und Portokosten

Deutschland
9,95 €

Österreich
13,95 €

Schweiz
CHF 19,95

1) Das ELVjournal erscheint alle 2 Monate. Sofern Sie nicht kündigen, verlängert sich der Bezug automatisch entsprechend den o. g. Preisen. Eine Kündigung ist jederzeit möglich.



Technikwissen zum Verschenken?
Informationen zum ELVjournal Geschenk-Abo finden Sie in dieser Ausgabe auf Seite 3.



Infos zu allen Abos finden Sie auch online

Stellen Sie Kompressionsfaktor und Ausgangspegel ein – SMD-Mikrofonverstärker Version 2 SMV5-2

ELV

NEU



Abm. (B x H x T): 35 x 11 x 6 mm, Gewicht: 2,4 g

Der neue ELV Mikrofonverstärker SMV5-2 ist eine Weiterentwicklung des SMV5 und wurde speziell für den Einsatz im Amateurfunkbereich optimiert. Durch die zahlreichen Einstellmöglichkeiten kann der SMV5-2 optimal an Mikrofone für die Sprachübertragung angepasst werden.

Durch Trimmer können beim Mikrofonverstärker jetzt zusätzlich Kompressionsfaktor und Ausgangspegel eingestellt und so bestens an die angeschlossenen Komponenten bzw. Umgebungsbedingungen angepasst werden.

Bei der Verstärkung von Mikrofonsignalen kommt es nicht nur darauf an, einen

möglichst rauscharmen Verstärker zu verwenden, sondern es sollten noch andere wichtige Aspekte berücksichtigt werden, z. B. durch die Distanzänderung zwischen Audioquelle und Mikrofon bedingte Pegelschwankungen.

Vor allem bei Sprachübertragung ist es wichtig, einen möglichst konstanten Pegel sowie eine maximale Dynamik zu erreichen. Dieses Problem kennen vor allem Amateurfunken, denn Lautstärke bedeutet auch Bandbreite, und die soll im maximal möglichen Bereich ausgenutzt werden.

• 5 verschiedene Einstellmöglichkeiten: Kompressor, Noise Gate, Aus-

gangspegel, Sprachfilter und Eingangsverstärkung

- Mikrofoneingang universell ausgelegt, d. h., es können sowohl 2- als auch 3-polige Elektret- sowie MEMS-Mikrofone angeschlossen werden

- Eingangsverstärkung per Lötbrücke wählbar (26 dB oder 35 dB)

Komplettbausatz
Artikel-Nr. 154613 _____ 15,95 €

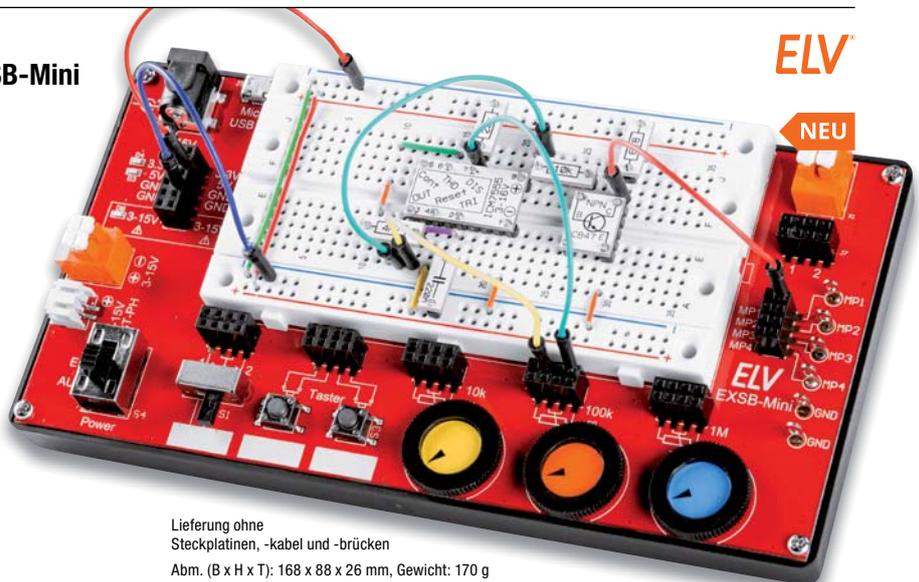
TECHNISCHE DATEN

Geräte-Kurzbezeichnung	SMV5-2
Spannungsversorgung	3,5–20 V
Stromaufnahme	4 mA
Verstärkung	26 dB/35 dB (per Lötbrücke wählbar)
Eingang	2- oder 3-pol. Elektret-Mikrofon oder MEMS
Eingangsspegel	50 mV max.
Frequenzbereich	100 Hz – 8,5 kHz (ohne Filter), 350 Hz – 3,5 kHz (mit Filter)
Filter	Tiefpass (3,5 kHz)
Sonstiges	Pegel, Noise Gate, Kompression einstellbar
Leitungslängen	3 m max.

Passt in jede Tasche – Experimentier-/Steckboard mit Peripherie EXSB-Mini

ELV

NEU



Lieferung ohne Steckplatinen, -kabel und -brücken

Abm. (B x H x T): 168 x 88 x 26 mm, Gewicht: 170 g

Der praktische Nutzen ist wie beim großen Bruder EXSB1 sehr groß. Dank der kompakten Bauweise ist dieses Board ideal für kleine bis mittlere Experimentierschaltungen.

Durch Auslagerung von Bedienelementen, wie z. B. Taster und Potentiometer vom Steckboard weg auf eine, wie in unserem Fall, benachbarte Platine, steht auf dem Steckboard mehr Platz für die eigentliche Elektronik zur Verfügung. Das verwendete Steckboard (Breadboard) hat 470 Kontakte und ist von hoher Qualität. Die Platinenunter-

seite wird durch eine Gehäuseschale geschützt, die auch für gute Standfestigkeit sorgt.

- Mit 4 verschiedenen Spannungseingängen wie Micro-USB-Eingang, Hohlstecker, 2-poliger Klemmleiste und JST-PH-Buchse sowie einem Ein- und Ausschalter
- Spannungsregler für die Ausgangsspannungen von 5 V und 3,3 V
- Integrierte Schutzschaltungen gegen Kurzschluss, Überlast und Verpolung – sicher gegen Bedienungsfehler

- Hochwertiges Steckboard mit 470 Kontakten
- 4 Messpunkte zum Anschluss eines Multimeters oder Oszilloskopes
- 3 Daumenrad-Potentiometer mit den Werten 10 k, 100 k, 1 M

Komplettbausatz
Artikel-Nr. 155555 _____ 39,95 €

Fertiggerät
Artikel-Nr. 155627 _____ 49,95 €

TECHNISCHE DATEN

Geräte-Kurzbezeichnung	EXSB-Mini
Spannungsversorgung	USB-Buchse: 5 VDC, Hohlsteckerbuchse: 3–15 VDC, Klemme: 3–15 VDC
Stromaufnahme	350 mA max.
Ausgangsspannungen	3,3 V/250 mA max., 5 V/300 mA max., 3–15 V/300 mA max.
Umgebungstemperatur	5–35 °C
Sonstiges	kurzschlussfest, Verpolungsschutz, Steckboard mit 470 Kontakten

Stromzähler einfach auslesen – Lesekopf mit USB-Schnittstelle für digitale Zähler USB-IEC



Das Fernauslesen des Stromzählers ist die bequeme und komfortable Variante, den Überblick über den Stromverbrauch im Haus zu erhalten. Die aufbereiteten Daten kann man dann einfach an einer zentralen Stelle anzeigen lassen und über Softwareprogramme beispielsweise grafisch visualisieren und analysieren.

Schnittstellen an Zählern bieten dem interessierten Nutzer die Möglichkeit, die Verbrauchswerte im Auge zu behalten und im Idealfall zu optimieren. Neben einigen drahtgebundenen Schnittstellen wie RS485 und nicht sehr weit verbreiteten Funkschnittstellen hat

sich insbesondere bei Stromzählern die optisch getrennte serielle Schnittstelle durchgesetzt.

- Kommunikation über die galvanisch getrennte serielle IR-Schnittstelle des Zählers
- Das USB-IEC-Interface ermöglicht das direkte Auslesen über den USB-A-Port
- Für diverse Kommunikationsprotokolle wie D0, SML, DLMS, AMIS und IDIS CII
- In Verbindung mit einem Einplatinencomputer wie dem Raspberry Pi lassen sich umfangreiche Protokollierungen und Analysen der Verbräuche durchführen

- Aufbau des optischen Lesekopfes nach DIN EN 62056-21
- Besonders einfache Ausrichtung und Fixierung des Lesekopfes mit einem ringförmigen Magnet

- Kompatibel mit der Software „Volkszähler“

Komplettbausatz (ohne LEDs)
Artikel-Nr. 155523 _____ **29,95 €**

TECHNISCHE DATEN

Geräte-Kurzbezeichnung	USB-IEC
Übertragungsgeschwindigkeit	300–19.200 Bd
Spannungsversorgung	USB powered
Stromaufnahme	35 mA max.
Umgebungstemperatur	5–35 °C
IC	CP2102N
Zuleitung	1,9 m mit USB-A-Stecker
Montage	klebefrei durch integrierten Magnet
Optische Anzeige	optional 3-mm-LEDs für Rx und Tx
Bauform	gemäß IEC 62056-21
Schutzart	IP20

Intelligenz durch Differenz – Homematic IP Temperatursensor mit externen Fühlern, 2-fach HmIP-STE2-PCB

ELV homematic IP

Der universelle HmIP-STE2-PCB eignet sich nicht nur zur Ermittlung von Temperaturen an zwei unterschiedlichen Orten, er kann auch für Mess- und Steuerungsaufgaben genutzt werden, für die die Temperaturdifferenz entscheidend ist, beispielsweise für die Lüftersteuerung, für Beschattungsaufgaben, Heizungssysteme (Vor-/Rücklauf), Garten-/Gewächshäuser oder die Poolsteuerung.

- Nimmt synchron zwei Temperaturen an zwei abgesetzten Fühlern auf
- Ermittelt die Differenz der beiden gemessenen Temperaturen
- NTC-Messfühler für einen weiten Temperaturmessbereich von -50 bis +105 °C
- Für den Außeneinsatz: passt in eine Spelsberg-Verbindungsdose Abox 040

- Spannungsversorgung über zwei Mignonzellen oder über eine 12-VAC/DC-Dauerspannung möglich

Komplettbausatz
Artikel-Nr. 155614 _____ **35,95 €**

Gleich mitbestellen:

Verbindungsdose	Artikel-Nr.	Preis
Abox 040, grau	125990	3,95 €*

* Tagesaktueller Preis bei der Artikel-Nr. im ELV Shop

Wichtiger Hinweis: Dieses Gerät ist exklusiv für den Betrieb an der Homematic Zentrale CCU2 und der Smart Home Zentrale CCU3 vorgesehen. Eine Integration in die Homematic IP Cloud-Lösung ist für die Zukunft geplant, derzeit ist der Betrieb über den Homematic IP Access Point nicht möglich.

TECHNISCHE DATEN

Geräte-Kurzbezeichnung	HmIP-STE2-PCB
Versorgungsspannung	2x 1,5 V (Mignon/LR6) bzw. 12 VAC/DC
Stromaufnahme	50 mA max.
Batterielebensdauer	2 Jahre (typ.)
Umgebungstemperatur	-20 bis +55 °C
Funk-Frequenzband	868,0–868,6 MHz, 869,4–869,65 MHz
Empfängerkategorie	SRD category 2
Typ. Funk-Freifeldreichweite	> 200 m
Duty Cycle	< 1 % pro h / < 10 % pro h
Sensormessbereich	-50 °C min., +105 °C max.



Abm. (B x H x T):
83 x 83 x 21 mm, Gewicht: 60 g
(inkl. Sensoren, ohne Batterien)

Einsatz nur mit:

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

Behalten Sie die Schadstoffbelastung Ihrer Umgebung im Auge und lassen Sie Aktionen ausführen – Homematic IP Feinstaubsensor HmIP-SFD

homematic IP

Der Homematic IP Feinstaubsensor erweitert die Erfassungsmöglichkeiten des Homematic IP Systems für Wetter-, Klima- und Umweltdaten um die Möglichkeit, einen der wichtigsten Luftschadstoffe zu erfassen und auszuwerten.

Feinstäube gehören zu den gefährlichsten Krankmachern in unserer Umgebungsluft.

Der hochpräzise und langzeitstabile Laser-Feinstaubsensor ist in der Lage, Feinstaubpartikel (PM = Particulate Matter) aus der Umgebungsluft massen- und mengenmäßig in den Staubfraktionen PM10 und PM2.5 zu erfassen und zu messen. Ein integrierter Sensorlüfter sorgt dabei für eine definierte Luftmenge im Erfassungszeitraum und die automatische Sensorreinigung.

- Hochpräziser Laser-Feinstaubsensor auf Basis des Feinstaubsenors Sensirion SPS30
- Erfassung von Luftfeuchte und Umgebungstemperatur am Sensorstandort
- Durch Integration in die Smart Home Zentralen CCU3/Raspberrymatic usw. können Feinstaubkonzentrationen im Innen- und Außenbereich erfasst, ausgewertet und ggf. können Reaktionen auf zu hohe Werte ausgelöst werden, z. B. Alarmierungen, automatisches Belüften oder Steuerung von Luftreinigungsgeräten
- Passgenauer Einbau in optionale Spelsberg-Verbindungsdose Abox 040, somit auch im Außenbereich (IP65) platzierbar
- Betrieb an externer Betriebsspannung von 24 VDC



Anwendungsbeispiel des Sensors verbaut in der optional erhältlichen Spelsberg Abox 040-L

Einsatz nur mit:

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

Abm. (B x H x T): 93 x 105 x 55 mm
Gewicht: 64 g (166 g montiert in der Spelsberg Abox 040)

Anwendungsbeispiele:

Bei erhöhtem Feinstaubwert im Innen- oder Außenbereich

- über die Homematic IP Alarm-sirene einen Warnton abgeben – ggf. Türen und Fenster schließen
- beim Homematic IP Schaltaktor mit Signalleuchte HmIP-BSL eine rote Hinweis-LED einschalten – ggf. Türen und Fenster schließen
- motorisierte Fenster automatisch schließen lassen
- Lüftungsanlage automatisch einschalten lassen

Komplettbausatz

Artikel-Nr. 155158 _____ 99,95 €

Gleich mitbestellen

	Artikel-Nr.	Preis
Spelsberg Verbindungsdose Abox-i 040-L, IP65, witterungsbeständig	251439	8,75* €
Kabelverschraubung MBFO 20 0,58	127569	0,75* €
Metrische Gegenmutter MGMO 20	127573	0,25 €

* Tagesaktueller Preis bei der Artikel-Nr. im ELVshop



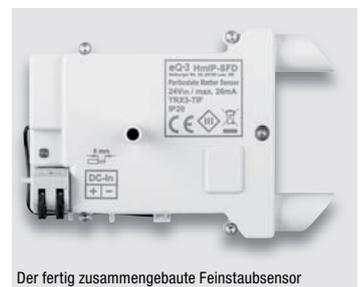
Lieferung ohne Abox 040



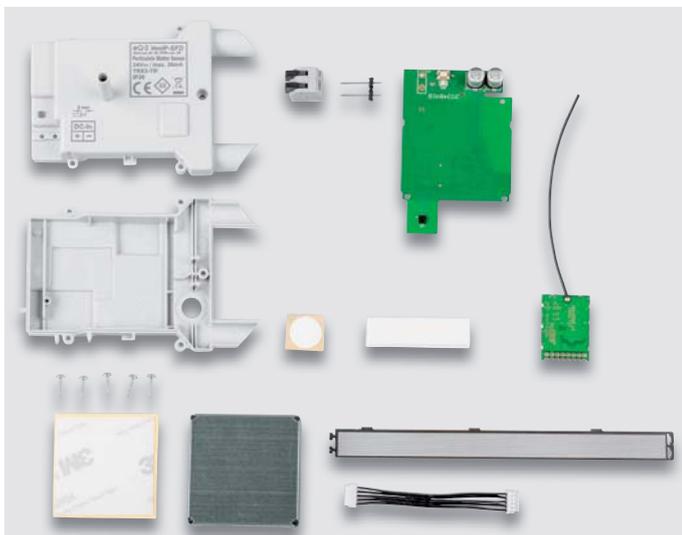
Sensor und Platine werden zusammengebaut.



Membrane für den Temperatur- und Feuchtigkeitssensor



Der fertig zusammengebaute Feinstaubsensor



Lieferumfang zum Bausatz HmIP-SFD

TECHNISCHE DATEN

Geräte-Kurzbezeichnung	HmIP-SFD
Versorgungsspannung	24 VDC, ±5 %, SELV
Stromaufnahme	26 mA max.
Schutzart	IP20 (IP43 montiert in der Spelsberg Abox 040)
Umgebungstemperatur	-20 bis +55 °C
Leitungsart und -querschnitt	0,08–1,5 mm ² (starr) 0,08–0,75 mm ² (flexibel)
Funk-Frequenzband	868,0–868,6 MHz 869,4–869,65 MHz
Funk-Sendeleistung	10 dBm max.
Empfängerkategorie	SRD-Category 2
Funk-Reichweite	bis 300 m (Freifeld)
Duty-Cycle	< 1 % pro h / < 10 % pro h

Zwei Tasterkanäle für vielseitigen Einsatz – Homematic IP Wired 2-Kanal-Wandtaster für Markenschalter oder auch als Homematic IP Variante

homematic^{IP}
wired

Der 2-Kanal-Wandtaster für das Homematic IP Wired System verfügt über zwei unabhängig nutzbare Tasterkanäle und ist damit sehr vielseitig einsetzbar.

Dieser Wandtaster wird über den Homematic IP Wired Access Point unterstützt, lässt sich also dadurch mit den Smart Home Zentralen CCU3, Raspberrymatic usw. konfigurieren bzw. steuern und ermöglicht so die Kombination mit Homematic oder Homematic IP Geräten, die per Funk in das System integriert sind.

- Spannungsversorgung über den Systembus des HmIP Wired Systems
- Einfache Installation als Unterputzgerät in Schalterdosen (Gerätedosen)

- Wandtaster mit Doppel-Schaltwippe für das Aussenden von Bedienbefehlen (Schalten/Dimmen) in zwei getrennt auswertbaren Kanälen

Anwendungsbeispiele:

- Rauf- und Runterfahren von Rolläden oder Raffstores in Verbindung mit einem Homematic IP Wired Rollladenaktor – auch zeitgesteuert
- Gleichzeitiges Ausführen mehrerer Aktionen bei einem Tastendruck, z. B. Licht gedimmt einschalten, Rolläden herunterfahren und bestimmte Steckdosen schalten
- In Kombination mit einem Homematic IP Wired Präsenzmelder Licht einschalten und automatisch ausschalten bei Abwesenheit



Abm. (B x H x T): 71 x 71 x 28 mm,
Gewicht: 27 g



Abm. (B x H x T): 86 x 86 x 39 mm (mit Rahmen)
55 x 55 x 39 mm (ohne Rahmen)
Gewicht: 72 g

Markenschalter-Variante HmIPW-BRC2

- In bestehende Installationsrahmen zahlreicher Installationslinien mit 55-mm-Einbaumaß integrierbar
- Original-Schaltwippen zahlreicher Installationslinien über verfügbare Wippenadapter einsetzbar

Komplettbausatz

Artikel-Nr. 154285 _____ 49,95 €

Fertiggerät

Artikel-Nr. 154284 _____ 59,95 €

Homematic IP Variante HmIPW-WRC2

- Wandtaster mit Doppel-Schaltwippe und Installationsrahmen im Homematic IP Design
- Stabiler, austauschbarer Rahmen im 55er-Format zur Integration in vorhandene Schalterserien

Komplettbausatz

Artikel-Nr. 154287 _____ 49,95 €

Fertiggerät

Artikel-Nr. 154286 _____ 59,95 €

Passende Installationsadapter zum HmIPW-BRC2 finden Sie unter Zubehör bei der Artikelbeschreibung im ELVshop.

Die ganze Welt von Homematic IP Wired ...

... mit weiteren Produkten – wie z. B. dem Wandthermostaten HmIPW-WTH – und passendem Zubehör finden Sie im ELVshop.



unter de.elv.com | at.elv.com | ch.elv.com – Webcode #30111



Knobeln mit Elektronik – ELV Denkspiel LED-MM1

Das neue ELV Denkspiel LED-MM1 greift die Idee eines Spieleklassikers aus den 1970er-Jahren auf, der für herausfordernden Knobelspaß sorgt.

Das bekannte Denkspiel mit seinen zahlreichen möglichen Spielstrategien gibt es mit dem Elektronik-Bausatz LED-MM1 nun in einer digitalen Variante zum Selbstbau.

Die Herausforderung: Ein vierstelliger Code, vorgegeben über Farben auf vier Positionen, ist in zehn Spielzügen zu erraten. Neben dem Ein-Spieler-Modus, bei dem der steuernde Mikrocontroller den Code festlegt, kann man das Spiel auch gegen einen Mitspieler spielen, der den Code manuell vorgibt. Durch die

Anzahl der verschiedenen Farben und die Festlegung auf die Menge gleicher Farben im Code lässt sich die Schwierigkeit zusätzlich variieren.

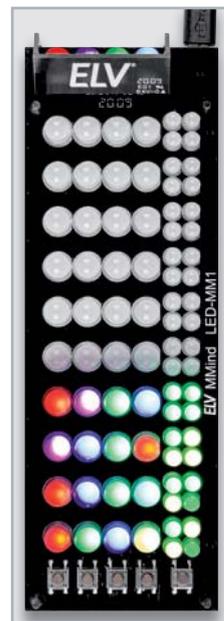
- Elektronisches Denkspiel zum Erraten eines vierstelligen Codes in zehn Spielzügen
- Ein- oder Zwei-Spieler-Modus (Spiel gegen den Mikrocontroller oder gegen einen zweiten Spieler)
- Erweiterter Schwierigkeitsgrad durch definierbare Farbvariation im Code
- LED-Anzeige für Lösungserfolge

Komplettbausatz (inkl. LEDs)

Artikel-Nr. 155432 _____ 49,95 €

TECHNISCHE DATEN

Geräte-Kurzbezeichnung	LED-MM1
Versorgungsspannung	5 Vdc
Stromaufnahme	400 mA max.
Umgebungstemperatur	5 bis 35 °C

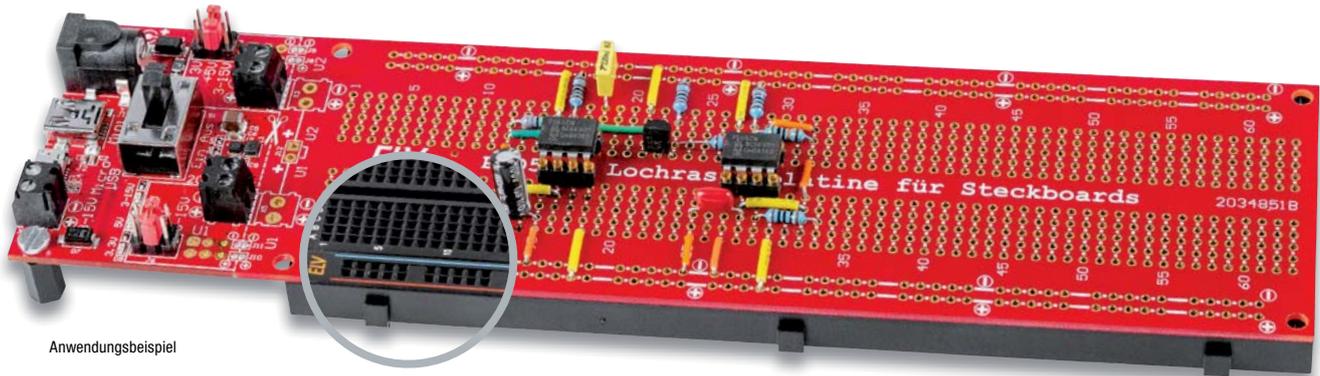


Abm. (B x H x T): 178 x 60 x 20 mm,
Gewicht: 90 g



Elektronik-Schaltungen praxistauglich z. B. in Geräte einbauen – Bausatz Lochrasterplatte PAD5 mit integrierten Spannungsreglern für Steckboards

ELV



Anwendungsbeispiel

Mit dieser Lochrasterplatte ist es möglich, Schaltungen direkt von einem Steckboard auf eine Platine zu übertragen. Aus einer Versuchs- oder Experimentierschaltung wird dann ein stabiler, verlöteter Aufbau.

Eine Schaltung auf einem Steckboard (Breadboard) aufzubauen und zu testen ist eine Sache, diese dann praxistauglich z. B. auf einer Lochrasterplatte „nachzubauen“ eine andere. Ein Steckboard ist ein feines Hilfsmittel, wenn es um die Erprobung oder Entwicklung von Schaltungen geht. Leider ist das Ganze etwas wackelig und für den praktischen Ein-

satz nicht unbedingt geeignet. Möchte man die Schaltung dauerhaft einsetzen, beispielsweise in ein Gerät einbauen, führt kein Weg daran vorbei, die Schaltung auf einem Lochraster aufzubauen oder eine geeignete Platine zu ätzen. Das Besondere an dem PAD5 ist, dass das Layout der Lochrasterplatte identisch ist mit dem eines 830-poligen Steckboards. Die Übertragung der Schaltung inklusive Verbindungsleitungen ist somit recht einfach und kann 1:1 erfolgen.

- Integrierte Spannungsversorgungseinheit mit Spannungsausgängen für 3,3 V und 5 V

- Spannungsversorgungseinheit kann bei Bedarf abgetrennt und separat betrieben werden
- Die Elektronik dieser Spannungsversorgung ist auf Betriebssicherheit ausgelegt und mit zahlreichen Maßnahmen gegen Kurzschluss und Überlast ausgestattet

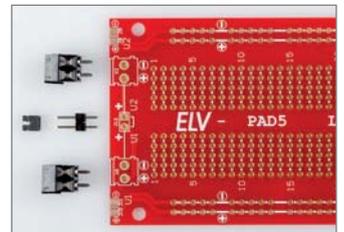
Komplettbausatz
Artikel-Nr. 155289 _____ 19,95 €

Passende Breadboards

	Artikel-Nr.	Preis
Schwarz	250986	je 6,95 €
Weiß	125903	

Auch separat erhältlich:

Lochrasterplatte Platine (ohne Spannungsversorgungseinheit)	Artikel-Nr.	Preis
	155466	9,95 €



Separate Lochrasterplatte

Uhrzeit, Datum und Temperatur: Bauen Sie sich Ihre eigene Uhr – Komplettbausatz Mini-Kreis-LED-Uhr MKLU1

ELV

Die neue Mini-Kreis-LED-Uhr ist ein einfach aufzubauender Bausatz, der mittels einer in der Mitte angeordneten LED-Matrix und eines rundherum geführten LED-Kreises die Uhrzeit in einem schicken Design anzeigt.

Neben den weiteren Anwendungsmöglichkeiten als Küchentimer oder Stoppuhr hat der Bausatz zusätzliche Features wie die Möglichkeit zur Anzeige des Datums oder der Temperatur.

Technische Besonderheiten sind u. a. ein USB-EingangsfILTER, absetzbare Funktionstasten und ein frei platzierbarer Lichtsensor sowie die Möglichkeit zum Anschluss eines DCF-Moduls.

Die Stunden und Minuten der Uhrzeit werden bei der Mini-Kreis-LED-Uhr in der 175 LEDs zählenden, bereits vorbestückten LED-Matrix angezeigt. Die Sekunden werden über ebenfalls bereits verlötete rote und grüne LEDs (60 Stück) im äußeren Ring dargestellt.

Das Datum oder die aktuelle Raumtemperatur können per Tastendruck im LED-Matrix-Display angezeigt werden.

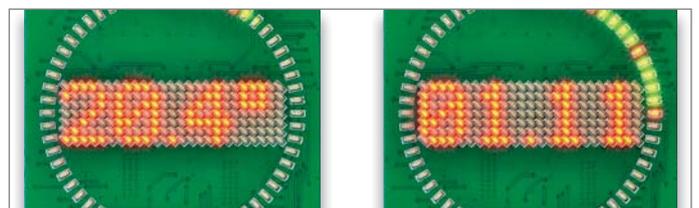
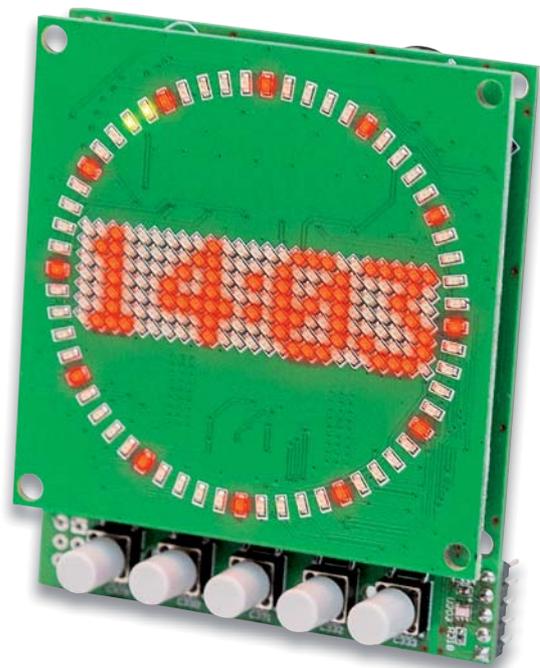
Über Funktionstasten können außerdem eine Stoppuhr sowie ein Küchentimer aktiviert werden, ein Piezosummer signalisiert das Ablaufen der eingestellten Zeitdauer beim Küchentimer.

- Im Gegensatz zum beliebten Kreis-LED-Wecker KLUW1 sind nur wenige Lötarbeiten erforderlich
- Mit USB-EingangsfILTER gegen störende USB-Netzteile
- Möglichkeit zur Nachrüstung eines DCF-Moduls
- Kalibrierbare batteriegestützte Echtzeituhr
- 175 Matrix-LEDs (7x25) für Stunden und Minuten sowie 60 Ring-LEDs für die Sekunden
- Anzeige von Datum/der aktuellen Raumtemperatur per Tastendruck
- Stoppuhr- und Küchentimerfunktion aktivierbar
- Helligkeit der LEDs ist fest einstellbar oder wird über frei platzierbaren Lichtsensor nachgeführt

Komplettbausatz
Artikel-Nr. 155482 _____ 59,95 €



Die Rückseite der MKLU1



Beispielanzeigen der MKLU1 mit Temperatur- und Datumsanzeige

Überwachen Sie z. B. Ihr Garagentor oder die Briefkastenklappe – Homematic IP ARR-Bausatz Neigungs- und Erschütterungssensor HmIP-STV

homematic IP

In der Haustechnik-Praxis gibt es die Aufgabe, die Lage und Bewegung von Gegenständen zu erfassen und zu melden. Der ortsunabhängig einsetzbare Neigungs- und Erschütterungssensor HmIP-STV ist genau für diese und andere Meldeaufgaben konzipiert.

Der Sensor kann eine Vielzahl von Aufgaben bewältigen, vom Bewegen des Garagentors bis zum Öffnen der Briefkastenklappe oder der Überwachung von Luken, Abdeckungen, Wertgegenständen, Türen. So kann man etwa Wertgegenstände gegen Bewegen oder Wegnehmen überwachen, die Überschreitung einer Bewegungsgeschwindigkeit oder das Bewegen in eine bestimmte Richtung registrieren. Der kompakte sowie leicht zu montierende Homematic IP Neigungs- und Erschütterungssensor erkennt dank des eingesetzten digitalen Beschleunigungssensors zuverlässig Lageänderungen und Erschütterungen an der gewünschten Montageposition. Das Gerät lässt sich flexibel in Innenräumen oder in wettergeschützten Außenbereichen einsetzen. Zur Anpassung an die konkreten örtlichen Gegebenheiten ist die Meldeschwelle

für die Erschütterungsbeschleunigung und der Winkel für die Lageabweichung aus der Waagerechten konfigurierbar.

- Erkennt Lageänderungen und Erschütterungen
- Meldeschwelle für die Erschütterungsbeschleunigung einstellbar
- Winkel für die Lageabweichung aus der Waagerechten konfigurierbar
- Flexibler Einsatz durch Batteriebetrieb
- Hohe Funkreichweite: bis zu 250 m (Freifeld)
- In Innenräumen und in geschützten Außenbereichen einsetzbar, IP30
- Einfache Montage durch Schraub- oder Klebebandbefestigung

Komplettbausatz
Artikel-Nr. 154555 _____ 49,95 €



Lieferumfang des Bausatzes



Einsatz nur mit:

- ▶ Homematic Funkmodulen für Raspberry Pi,
- ▶ Homematic IP Access Point (LAN/WLAN),
- ▶ Homematic CCU2 oder
- ▶ Smart Home Zentrale CCU3

Anwendungsbeispiele für den Homematic IP Neigungs- und Erschütterungssensor (HmIP-STV)

- Überwachung der Briefkastenklappe, eines Fensterflügels oder eines Garagen-Schwingtors
- Überwachung von Containerdeckeln, Möbeltüren und zur Belüftung eingesetzten Lichtkuppeln
- Überwachung von Wertgegenständen gegen Bewegen oder Wegnehmen

Ersetzen Sie Ihren Stromstoßschalter durch smarte Technik – Homematic IP Komplettbausatz Funk-Schaltaktor für Hutschiennenmontage HmIP-K-DRS11

homematic IP

Der kompakte Funk-Schaltaktor für die Hutschiene ist ein vielseitiger Ersatz für herkömmliche Treppenlicht-Zeitschalter oder Stromstoßschalter und kann per Funk mit einer Fülle von Homematic IP Sendern angesteuert werden.

Der Funk-Schaltaktor ist der smarte Ersatz für Stromstoßschalter und Treppenlicht-Zeitschalter. Der potentialfreie Relaiskontakt des Aktors ermöglicht das Schalten von Strömen bis 10 A. Neben der Steuerung per Funk über Komponenten des Homematic IP Systems bietet der Aktor auch einen 230-V-Tastereingang, weshalb vorhandene Schaltautomaten besonders einfach ersetzt werden können.

- Smarter Ersatz für Stromstoßschalter und Treppenlichtautomaten
- Robustes Gehäuse für die normgerechte DIN-Rail-/Hutschiennenmontage auf Tragschiene TS35 gemäß EN 60715, Montagebreite 1 TE

- Geringer Stand-by-Stromverbrauch (nur 300 mW Leistungsaufnahme)
- Schraublose Klemmen für einfache Verdrahtung
- Ermöglicht das Schalten von Strömen bis 10 A
- Stand-alone-Betrieb durch 230-V-Eingang möglich
- Vollwertiger Eingangskanal: Konfigurierbar als Taster-, Schalter- oder Sensorinterface (230-V-Potentiale)
- Mit anderen Homematic IP- oder Homematic IP Wired-Geräten (via Homematic IP Wired Access Point/CCU3) verknüpfbar
- Mit Wochentimer-Funktion und virtuellen Aktorkanälen, um logische Verknüpfungen oder zeitliche Abläufe (Sonnenuntergang ein, 23 Uhr aus) autark im Aktor, ohne Programm auf einer Zentrale, nutzen zu können

Komplettbausatz
Artikel-Nr. 154685 _____ 69,95 €



Einsatz nur mit:

- ▶ Homematic Funkmodulen für Raspberry Pi,
- ▶ Homematic IP Access Point (LAN/WLAN),
- ▶ Homematic CCU2 oder
- ▶ Smart Home Zentrale CCU3

Homematic IP zum Selbstbauen

Viele unserer Homematic IP Komponenten bieten wir Ihnen auch als Bausatz an. Das bietet nicht nur Freude am Selbstbauen, sondern spart auch noch bares Geld.

Welche Komponenten Sie in Ihrer Werkstatt selbst löten können, finden Sie in unserem ELVshop unter nebenstehendem QR-Code.





Ein Fest für Techniker

ELV®

Alle Bausätze werden ohne Netzteil geliefert –
Angebot im ELVshop

1 LED-Weihnachtsstern 2 LED-WS2

- 3D-Lichtskulptur in Form eines traditionellen Weihnachtssterns
- Dreidimensionale Konstruktion aus weißem Platinenmaterial mit 17 LEDs an den Spitzen
- Echt wirkender Kerzenflammenteffekt durch prozessorgesteuerten Flackereffekt der orangefarbenen LEDs
- Flexibel wählbarer Aufhängeort dank 5 m langem Anschlusskabel

Komplettbausatz (inkl. LEDs)Artikel-Nr. 153464 27,95 €

2 LED-Weihnachtsstern LED-WS1

- 8 unterschiedliche Licht-/Flackereffekte
- 42 orange leuchtende LEDs, von beiden Seiten sichtbar

Komplettbausatz (inkl. LEDs)Artikel-Nr. 131466 34,95 €

3 LED-Schneeballschlacht LED-SBS

- 2 LED-Schneemänner werfen sich gegenseitig „Schneebälle“ zu, die nach dem Zufallsprinzip verschiedene Wurflinien annehmen

Bausatz (ohne LEDs – Angebot im ELVshop)Artikel-Nr. 150944 24,95 €

4 LED-Adventskranz LED-ADK1

- 4 Adventskerzen mit realitätsnahem LED-Flackerlicht
- 24 grüne Countdown-LEDs für den Heiligabend-Countdown

Komplettbausatz (inkl. LEDs)Artikel-Nr. 141405 29,95 €

5 LED-Weihnachts-Timer LED-SM1

- Deko-Timer mit LED-Matrixanzeige, 10 x 7 Pixel
- Countdown-Timer (1–99) mit optischer Signalisierung

Bausatz (inkl. LEDs)Artikel-Nr. 150169 24,95 €

6 LED-Weihnachtsbaum LED-WB1

- 29 LEDs können unter verschiedenen Betriebsmodi angesteuert werden (Lieferung ohne LEDs)

Komplettbausatz (ohne LEDs – Angebot im ELVshop)Artikel-Nr. 104872 19,95 €

7 LED-Lichterbogen LED-SB1

- Wahlweise Flackerlicht oder Dauerlicht
- 5 orangefarbene LED-Kerzen

KomplettbausatzArtikel-Nr. 132949 14,95 €



Winkel exakt einstellen – 360°-Neigungsmessgeräte Bevel Box/Bevel Box Pro

ELV

Winkel genau einzustellen, ist nicht einfach – entweder der mechanische Winkelmesser ist nicht genau genug oder in der Mess-Situation nicht praktisch einsetzbar. Die Bevel-Boxen schaffen Abhilfe!

Einfach das magnetisch haftende Gerät ansetzen, und sofort wird der exakte Winkel zur Waagerechten angezeigt (vorherige Nullstellung erforderlich). So können Werkzeuge exakt ausgerichtet, Fluchten exakt angezeichnet werden. Das Display der Bevel Box Pro ist zum besseren Ablesen von oben bzw. von der Seite ausklappbar. Außerdem verfügt die Bevel Box Pro über eine digitale Wasserwaage.

- Messbereich: ±180°
- Genauigkeit: ±0,1°
- Auflösung: 0,1°

Anwendungsbeispiele:

- Werkzeuge ausrichten (z. B. Sägeblätter von Kappsägen)

- Kompakter Wasserwaagenersatz für die Arbeitstasche (Bevel Box Pro)
- Steigungen und Neigungen in Modelleisenbahn-Anlagen überprüfen
- EWD-Einstellungen im Modellbau
- Ausrichten von Satelliten-Antennen

Lieferung jeweils inkl. Batterie (Bevel Box: 1x CR2032; Bevel Box Pro: 2x Micro/AAA/LR03)

Kundenbewertung: Artikel-Nr. 068773



„Das Gehäuse ist sehr stabil und die Wiederholbarkeit der Messung ist sehr hoch.“

Kundenbewertung: Artikel-Nr. 102840



„Handliches Gerät zum Bestimmen von Neigungswinkeln, für Anlagen, Bau und zur Kontrolle. Weniger geeignet für Präzisionsmessungen, Einrichten von Maschinen, aber gut für Alltagsarbeit. Schnell, robust, genau genug für viele Zwecke und preiswert.“



1

2



Aufklappbares Display

Typ	Messbereich	Genauigkeit	Wasserwaagenfunktion	Display aufklappbar	Besonderheiten	Abm. (B x H x T)	Artikel-Nr.	Preis
1 Bevel Box	± 180°	± 0,1°	–	–	spritzwassergeschütztes Metallgehäuse	50 x 50 x 32 mm	068773	29,95 €
2 Bevel Box Pro	± 180°	± 0,1°	✓	✓	automatische Kalibrierung	56 x 58 x 33 mm	102840	39,95 €

Schwer Zugängliches bequem inspizieren – Endoskopkamera EK100

ELV

ELV journal Ausgabe 3/2019
 Leser-Bewertung **1,5**
 elvjournal.com



Flexibler Kameraträger



Abm. (B x H x T): 79 x 157 x 40 mm

Mit dem Endoskop inspizieren Sie komfortabel versteckte und schwer zugängliche Gegenstände und Orte wie Rohre, abgehängte Decken, eingebaute Fahrzeugteile und vieles mehr.

- Flexibler Kameraträger, 96 cm lang
- 8,5-mm-Minikamera, 720 x 480 Pixel, 60°-Sichtwinkel
- Wasserdichter Kamerakopf (IP67)
- Einfache Bedienung via Funktionstasten: Bild drehen, LED-Anzeige ein/aus, Bildhelligkeit, Menü (Home), Ein/Aus

- 6,85-cm-Farbmonitor, Auflösung: 960 x 240 Pixel
- Einstellbare LED-Beleuchtung im Kamerakopf
- Bergehaken, Bergemagnet und Inspektionsspiegel zum Finden und Bergen kleiner Teile im Lieferumfang

Artikel-Nr. 250155 _____ 59,95 €

Gleich mitbestellen:

Batterien, nicht inkl. (4x Mignon/AA/LR6)	Artikel-Nr.	Preis
	106502	0,28 € (Stück)

Mit 3,6-V-Li-Ion-Akku – Elektrischer Schraubendreher

BATAVIA



USB-Anschluss zum Akkuladen



Drehmoment per Knopfdruck

Traditionelles Schraubendreher-Design mit Komfortgriff für bessere Kontrolle und maximale Handhabung.

Mit dem Compact-Grip-USB-Akku-schraubendreher können Sie sowohl manuell als auch automatisch schrauben. Dank der 3,6 V lassen sich Schrauben wie von selbst ein- und ausdrehen.

- USB-Aufladung des 850-mAh-Akkus
- Einfach in der Handhabung
- LED-Arbeitslicht integriert

- Manuelle und automatische Bedienung möglich
- Links-/Rechtslauf
- Max. Drehmoment (Automatik-Modus 2 Nm, manueller Modus 10 Nm)
- Antirutsch-Griff
- Schnellspann-Werkzeugaufnahme

Lieferung inkl. Doppelbit 110 mm (PZ2/PH2) und USB-Ladekabel

Artikel-Nr. 144947 _____ 27,95 €*
 * Tagesaktueller Preis bei der Artikel-Nr. im ELVshop

Robust und universell – digitales Pocket-Multimeter DM100

ELV

Das robuste Pocket-Multimeter ELV DM100 ist ein universell einsetzbares Vielfachmessgerät, das in CAT-III-Umgebungen bis 600 V einsetzbar ist. Neben den Standardmessarten bietet es die Möglichkeit, Wechselspannungen, z. B. zur Leitungssuche, berührungslos zu detektieren.

- Berührungslose Wechselspannungsdetektion (ab 100 V), Suchtiefe bis 80 mm
- Hinterleuchtetes Display, 4000 Digit
- Auto-Range
- Hold-Funktion
- Betrieb mit 2x Micro-Batterie (AAA/LR03 inkl.)
- Automatische Abschaltung
- Schutzart CAT III (600 V), doppelt isoliert, stoßgeschützt bis 1 m Fallhöhe, Überspannungsschutz bis 600 V

Durch die robuste Bauweise, die einfache Messartauswahl mit automatischer Bereichswahl und die fest angeschlossenen Messleitungen ist der Umgang mit diesem kompakten Messgerät besonders einfach.

- Gleich- und Wechselspannungsmessung bis 600 V
- Gleich- und Wechselstrommessung bis 400 mA
- Widerstandsmessung bis 40 MΩ
- Kapazitätsmessung bis 100 μF
- Frequenzmessung bis 60 kHz, Tastverhältnismessung
- Diodentest, Durchgangstest

Artikel-Nr. 250723 _____ 24,95 €

ELV journal Ausgabe 1/2020
 Leser-Bewertung **1,6**
 elvjournal.com



Abm. (B x H x T): 58 x 112 x 35 mm

Bauteiltester integriert – Tischmultimeter UT8803E, TrueRMS

UNI-T



Abm. (B x H x T): 380 x 110 x 320 mm

Das hochwertige TrueRMS-Tischmultimeter verfügt über einen weiten Anzeigebereich, ein großes, sehr gut ablesbares LC-Display und bietet über die Standard-Multimeter-Funktionen hinaus mehrere Bauteiltestfunktionen.

und sehr detailliert ausgewertet werden. Ein sehr hochohmiger Messeingang für Spannungen bis 600 mV sichert exakte Messergebnisse mit geringster Messkreisbelastung, und ein weiter Strommessbereich bis 20 A ermöglicht präzisgerechte Strommessungen.

Dazu gehören Induktivitäten ebenso wie eine Transistor- und Thyristortestfunktion. Besonders hervorzuheben sind auch das große LC-Display mit besonders gut ablesbarer Negativdarstellung sowie das USB-Interface, über das das Messgerät über einen PC (Windows) fernbedien- und fernauslesbar wird. So können hier auch Messdatenverläufe grafisch dargestellt

- Mit 5999 Digit Anzeigebereich
- Große negative LCD-Anzeige mit zusätzlicher Analoganzeige (Bargraph)
- Automatische Messbereichswahl
- Gleich- und Wechselspannungsmessung bis 1000 V/750 VRMS
- Gleich- und Wechselstrommessung bis 20 A

- Messbereiche:
 - Widerstand: max. 60 MΩ
 - Induktivität: max. 100 H
 - Kapazität: max. 60 mF
 - Frequenz: max. 20 MHz
- Temperaturmessung von -40 bis +1000 °C
- Dioden- und Durchgangstest (akustisch)
- Transistor- und Thyristortest
- Data-Hold-Funktion und Max./Min.-Speicher
- Hochohmiger Messeingang im 600-mV-Bereich (3 GΩ), sonst 10 MΩ
- Überspannungsschutz für die Messeingänge

- USB-Interface für PC-Anbindung
- Weitbereichs-Netzteil: 100–240 V

Lieferung inkl. Krokodilklemmen, Prüfleitungen, Netzkabel, USB-Kabel und Software

Artikel-Nr. 250271 _____ 179,95 €



Rückseite



Passive Bauteile komplett analysieren und prüfen – Komponententester Atlas LCR45



Abm. (B x H x T): 103 x 70 x 20 mm, Gewicht: 98 g

Passive Komponenten wie Induktivitäten, Widerstände, Kapazitäten können erhebliche Fehlfunktionen bei Ausfall, Fehlfunktion oder minderwertiger Ausführung in Schaltungen hervorrufen. Der Komponententester LCR45 analysiert diese genau.

Er ermöglicht, bei dynamischer Prüfung mit verschiedenen Messfrequenzen, nicht nur die genauen Werte des Bauteils zu ermitteln, sondern auch komplexe Daten wie parasitäre Werte, Verluste, Impedanzen usw. Das Display zeigt außerdem auch Messwerte wie Phasenverschiebung und Scheinwiderstand an (erweiterte Impedanz-

messwertanzeige). Ferner verfügt das Gerät über eine automatische Einstellung der Messbereiche.

- Messung und Analyse von Induktivitäten, Kapazitäten, Widerständen
- Manuelle Anwahl, automatische Bauteiltyperkennung
- Automatische/manuelle Testfrequenzeinstellung (DC/1-15-200 kHz)
- Hohe Auflösung: 0,2 Ω/pF/μH

Lieferung inkl. Batterie (1x 12 V/A23)

Artikel-Nr. 115958 99,95 €

Zwei Messgeräte in einem – Komponententester/ESR-Messgerät KT200



Zwei Messgeräte in einem: Komponententester und ESR-Messgerät.

- Mehrfarbiges OLED-Display zur menügeführten Bedienung, Ergebnisausgabe und Kennliniendarstellung
- Zoomen der Anzeige bei Komponententest möglich
- Einstellung (Drehen) der Anzeige auf verschiedene Betrachtungsrichtungen
- Speicherung einer parallel zur aktuellen Messung anzeigbaren Referenzkennlinie möglich
- Im ESR-Betrieb Nutzung eines akustischen Signalgebers mit einstellbarer Schaltschwelle für die schnelle Beurteilung gut/schlecht
- Zusätzlich als Durchgangsprüfer und genaues R-Messgerät bis 20 Ω nutzbar
- Akku-/Netzbetrieb möglich



Abm. (B x H x T): 58 x 143 x 23 mm

Komplettbausatz
Artikel-Nr. 132237 79,95 €

TECHNISCHE DATEN

Versorgungsspannung	3x NiMH-Akku (Micro/AAA/HR03, nicht inkl.) oder 7,5-VDC-Netzteil (nicht inkl.)
Stromaufnahme	500 mA max.
Messspannung	ESR: 250 mV/60 kHz, KT: 20 Vss/50 Hz
Messbereich	ESR: 0–20 Ω, KT: ±10 V (20 Vss)/50 Hz
Auflösung	0,1 Ω
Sonstiges	Ladeschaltung, Auto-Power-off, Durchgangsprüfer

Genauere Messung der Feinstaubbelastung – Feinstaub-Messgerät PM2.5



Mit dem Feinstaub-Messgerät lässt sich die Feinstaubkonzentration bezogen auf die Partikelgröße sehr genau messen – sowohl mobil als auch am PC.

- Zur Erfassung und Messung der Feinstaubpartikel-Konzentration in der Umgebungsluft: Partikelgröße: PM1.0, PM2.5, PM4.0, PM10.0, Menge: PM1.0, PM2.5, PM4.0, PM10.0
- Hochpräziser und langzeitstabiler Laser-Feinstaubsensor (Sensirion SPS30 – MCERTS-zertifiziert) mit integriertem Lüfter und UART-μC-Schnittstelle
- Messwertspeicher für 10.000 Datensätze, per USB-Schnittstelle auslesbar
- Integrierter Sensorlüfter sorgt für definierte Luftmenge im Erfassungszeitraum und

- automatische Sensorreinigung
- OLED-Display für umfangreiche Datenanzeigen (Mengen- und Massekonzentration, Partikelgröße, Partikelverteilung, grafische Bewertung)
- Mess- und Sensor-Reinigungsintervall einstellbar
- Ausgelesene Datensätze per CSV-Datei an den PC übertragbar
- Terminal-Steuerung über USB-Schnittstelle möglich
- Mobile Spannungsversorgung mittels LiPo-Akku oder 5-V-USB, Akku über USB wiederaufladbar

Komplettbausatz
Artikel-Nr. 154618 199,- €

Auch als Fertiggerät verfügbar	
Artikel-Nr. 155460	Preis 249,- €



Abm. (B x H x T): 63 x 142 x 25 mm, Gewicht: 157 g



Mit integrierter Powerbank-Funktion – 10-W-LED-Akku-Klappfluter Newport, IP54



Der ultrakompakte LED-Fluter macht dank integriertem Akku überall dort Licht, wo kein Stromanschluss vorhanden ist. Zudem kann er als Powerbank eingesetzt werden, um vor Ort das Smartphone aufzuladen.

- Helles Licht mit 800 lm Lichtstrom
- Neutralweißes Arbeitslicht (4000 K)
- 4 einstellbare Modi: 800 lm, 400 lm, 200 lm oder Blinklicht
- LED-Lebensdauer bis 30.000 h
- Aufladbar mit 5-VDC-USB-Ladegerät (nicht inkl.)
- Bis zu 8 h Leuchtdauer mit einer Akkuladung (je nach Modi)
- Anzeige für Restlaufzeit des Akkus an Geräterückseite
- Powerbank-Funktion für Smartphone oder Tablet, 2,1-A-Ladestrom
- Zusammengeklappt nur noch 30 mm hoch, max. ausgeklappt 270 mm
- Schlagfestes Gehäuse mit komfortablem Tragegriff, Gewicht: 656 g
- Staub-/spritzwassergeschützt (IP54)
- Flexibler und robuster Standfuß



LED-Fluter im zusammengeklappten Zustand
Abm. (B x H x T): 197 x 30 x 217 mm



Powerbank-Funktion (Symbolfoto)

Artikel-Nr. 251039 27,95 €

Mit integrierter Schutzkontaktsteckdose – 30-W-LED-Flutlichtstrahler Norwich, IP44



Über die integrierte Schutzkontaktsteckdose mit Klappdeckel können Sie geeignete Verbraucher bis 2400-W-Dauerleistung betreiben – einfach praktisch, wenn keine Steckdose erreichbar ist.

- Für Werkstatt, Baustellenarbeiten, Garage, Renovierung u. v. m.
- Helles, neutralweißes Licht (4000 K) mit 2600 lm Lichtstrom
- Bis zu 20 m Leuchtweite
- Robustes Aluminiumgehäuse mit gehärteter Schutzglasscheibe (4 mm), gummierter Tragegriff
- Integrierte 10-A-Steckdose mit Klappdeckel an Geräterückseite (dauerhaft bis 2400 W belastbar), z. B. für den Anschluss von Bohrmaschine, Ladegeräte für Werkzeugakkus u. v. m.
- 2x USB-Ladeport (je 5 W) für den Anschluss von z. B. Smartphones
- 1,8-m-Anschlussleitung (H07RN-F3G 1,5), mit Schutzkontaktstecker, 230 VAC



Keine Lieferung in die Schweiz

Abm. (B x H x T): 300 x 310 x 185 mm,
Gewicht: 2200 g



Artikel-Nr. 251476 44,95 €

Sparsames Licht aus der Zwischendecke – LED-Einbaustrahler für unterschiedliche Einsatzzwecke



Mit den LED-Einbaustrahlern von HEITRONIC ersetzen Sie wahlweise konventionelle Beleuchtung oder

setzen diese im Neubau direkt ein. Je nach Anwendungsgebiet und Einsatzort (speziell im Außenbereich

und in Feuchträumen) sind für die Lichtinstallation unterschiedliche Produktmerkmale entscheidend.

Diese ausgewählten LED-Einbaustrahler decken die häufigsten Anwendungen ab.



Bezeichnung	1 Selesto	2 DL7002	3 DL7202	4 Casablanca	5 Austin	6 Aurora
Leistung	12 W	5,5 W 7 W	5 W	2 W	6 W	6 W
Lichtstrom	800 lm	400 lm 570 lm	380 lm	120 lm	450 lm	450 lm
Farbtemperatur	Einstellbar per Schiebeschalter: 3000/4000/6000 K	3000 K	3000 K	3000 K	2700 K	3000 K
Farbwiedergabeindex	80 Ra	80 Ra	80 Ra	80 Ra	80 Ra	80 Ra
Dimmbar	✓	✓	✓, 3-fach per Lichtschalter	–	–	–
Außen-ø	164 mm	87 mm	82 mm	68 mm	82 mm	80 mm
Einbaumaße (ø x T)	55–125 x 30 mm (einstellbar)	70 x 55 mm 70 x 45 mm	72 x 50 mm 72 x 30 mm	55 x 16 mm	68 x 20 mm	60 x 25 mm
Aufbauhöhe	15 mm	4 mm	4 mm	2 mm	2,65 mm	20 mm
LED-Lebensdauer	35.000 h	25.000 h	25.000 h	25.000 h	50.000 h	30.000 h
Anschlussleitung	20 cm, offene Enden	Klemmblock, durchschleifbar	10 cm, offene Enden	50 cm, offene Enden	20 cm, offene Enden	Klemmblock
Stromversorgung	230 VAC	230 VAC	230 VAC	230 VAC	230 VAC	230 VAC
Gehäusematerial	Kunststoff	Kunststoff	Kunststoff	Kunststoff	Aluminium	Aluminium/Kunststoff
Schwenkbar	–	✓, 30°	–	–	–	–
IP-Schutzart	IP20	IP44 IP65	IP20 IP44	IP44	IP20	IP44
Besonderheiten	Auch Aufbaumontage möglich, Rahmenfarbe anpassbar mit optionalen Magnetringen (Angebot im ELVshop)	Inkl. Wechselringe für Rahmenfarbe (nickel gebürstet und schwarz)	–	Sehr gut als Ersatz für Halogen-Spiegel-schrankbeleuchtung	Gehäuse aus massivem Aluminium (CNC gefräst)	Seitlicher Lichtkranz
Rahmenfarbe	Weiß	Weiß*	Weiß	Chrom Weiß	Aluminium	Silber Weiß
Artikel-Nr.	250901	251487 251264	251383 251384	251346 251268	144426	251017 121067
Preis	19,95 €	11,95 € 11,95 €	6,95 € 6,95 €	4,95 € 4,95 €	17,95 €	12,95 € 12,95 €

Weitere Informationen zu den LED-Einbaustrahlern finden Sie im ELVshop.

* Zusätzliche Farbringe zum Aufclippen enthalten (schwarz und nickel gebürstet)



Statt flackernder Leuchtstoffröhre – LED-Feuchtraumwanneleuchten, IP65



Die LED-Feuchtraumwanneleuchten stehen in puncto Lichtstärke und Lichtqualität der Leuchte mit Leuchtstofflampenbestückung in nichts nach.

Sie sind sparsamer, erheblich langlebiger, starten bei jedem Klima sofort

und flackerfrei und arbeiten flimmerfrei. Damit sind sie der energiesparende Ersatz für die herkömmliche Leuchtstoffröhre, sowohl bei Neuinstallation als auch beim Ersatz.

- Für den Einbau in Innen-, Außen- und Feuchtraumbereichen

- Geeignet für Garage, Carport, Schuppen, Keller u. v. m.
- Hohe Betriebslebensdauer: bis zu 30.000 h Betrieb
- Homogenes und blendfreies Licht
- Einfache und optisch unauffällige Montage über Halteclips
- Spannungsversorgung: 230 VAC

Kundenbewertung: Artikel-Nr. 124005

★★★★★ kaifischer85****:

„Leuchte erfüllt alle Erwartungen. Wurde als Ersatz für eine alte Leuchtstoffröhre bestellt. Endlich nicht mehr 30 Sekunden warten, bis die Lampe gestartet ist. Die Leuchte ist leicht anzuschließen [...] Lüsterklemme kann zum einfacheren Anschließen aus der Halterung genommen werden, und zur Kabeleinführung ist eine Verschraubung verbaut.“

Leistungsaufnahme	Lichtstrom	Farbtemperatur	Integrierte LEDs	Abm. (L x H x T)	Artikel-Nr.	Preis
18 W	1500 lm	4000 K (neutralweiß)	92	590 x 86 x 66 mm	124005	17,95 €
24 W	2000 lm	4000 K (neutralweiß)	132	1180 x 86 x 66 mm	124006	24,95 €
36 W	3000 lm	4000 K (neutralweiß)	184	1180 x 86 x 66 mm	124007	34,95 €

Sofort helles Licht ohne Flackern – T8-LED-Röhrenlampen, G13



Im Gegensatz zu vielen Leuchtstofflampen sind diese langlebigen und energiesparenden T8-LED-Röhrenlampen direkt nach dem Einschalten hell, auch bei Umgebungstemperaturen bis -20 °C.

Die T8-LED-Röhrenlampen können Sie in Leuchtenfassungen mit konventionellem Vorschaltgerät (KVG) oder verlustarmem Vorschaltgerät (VVG) (erkennbar am Starter) direkt einsetzen, ohne dass Sie die Leuchte verändern müssen. Einfach alte Leuchtstofflampe entfernen, Starter durch den Starterersatz der LED-Röhrenlampe ersetzen, LED-Röhrenlampe einsetzen – fertig.

- Sofort hell nach dem Einschalten
- Neutralweißes Arbeitslicht (4000 K)
- Gute Farbwiedergabe mit 80 Ra
- 150°-Abstrahlwinkel
- Halten bis zu 25.000 Betriebsstunden (ca. 22,8 Jahre bei täglich 3 h Betrieb)
- Schaltfest mit bis zu 100.000 Schaltzyklen
- Hochwertiges Glasrohr, biegt bei längerem Einsatz nicht durch
- Energieeffizienzklasse A+ (A++ bis E)
- Nur mit mitgeliefertem Starterersatz betreiben!
- Spannungsversorgung: 220–240 VAC



Leistungsaufnahme	Lichtstrom	Farbtemperatur	Entspricht der Länge einer	Abm. (ø x L) inkl. Sockel	Gewichteter Energieverbrauch	Artikel-Nr.	Preis
10 W	850 lm	4000 K (neutralweiß)	18-W-Leuchtstofflampe	28 x 600 mm	10 kWh/1000 h	144333	4,95 €
18 W	1800 lm	4000 K (neutralweiß)	36-W-Leuchtstofflampe	28 x 1200 mm	18 kWh/1000 h	122785	6,95 €
22 W	2000 lm	4000 K (neutralweiß)	58-W-Leuchtstofflampe	28 x 1500 mm	22 kWh/1000 h	144335	8,95 €

Stromsparend und langlebig – ELV Filament-LED-Lampen, E14, 2700 K (warmweiß)



Diese hochwertigen LED-Lampen sehen aus wie klassische Glühlampen und sind auch für offene Leuchten geeignet.

Die Filament-LED-Lampen strahlen ihr Licht wie bei einer Glühlampe rundherum ab. Das Modell mit einer Farbwiedergabe von 90 Ra ist die Wahl für Wohnräume wie z. B. Küche und Wohnzimmer, da es die Farben von Objekten und Gegenständen besonders detailgetreu wiedergeben kann.

Bild	1	2
Sockel	E14	E14
Leistungsaufnahme	4,0 W	4,5 W
Lichtstrom	470 lm	470 lm
Farbwiedergabeindex	90 Ra	80 Ra
Abstrahlwinkel	320°	320°
Dimmbar	–	✓
Lebensdauer (ø)	15.000 h	20.000 h
Energieeffizienzklasse (A++ bis E)	A++	A++
Gewichteter Energieverbrauch	4 kWh/1000 h	5 kWh/1000 h
Abm. (ø x H)	45 x 78 mm	45 x 110 mm
Artikel-Nr.	128828	128818
Preis	2,39 €	2,79 €





Schnell und einfach große Dokumentenarchive und Bücher digitalisieren – Dokumenten-/Buch-Scanner SHINE 800 Pro



Anwendungsbeispiel – Lieferung ohne Deko
Abm. (B x H x T): 158 x 356,5 x 295 mm, Gewicht: 750 g

Digitalisieren Sie sekundenschnell eine DIN-A4-Vorlage und minuten-schnell ein komplettes Buch oder große Dokumentenarchive.

Der leistungsfähige Scanner begeistert mit hoher Scan-Auflösung, präziser OCR-Software sowie Scan-Optimierungsfunktionen am PC.

Der CZUR SHINE 800 Pro ist gängigen Flachbett-Scannern in puncto

Geschwindigkeit überlegen. In weniger als einer Sekunde digitalisiert er eine Seite im DIN-A4-Format.

- 8-MP-CMOS, 3264 x 2448 Pixel
- Digitalisiert z. B. Dokumente, Bücher, Magazine bis DIN-A4-Format
- Scannt eine A4-Seite in < 1 s
- Datei-Ausgabeformate: JPG, PDF, durchsuchbares PDF, Word, Excel, TIFF
- Scanbeleuchtung: LED-Licht

- Zusätzliche Tischleuchtenfunktion mit 420 lx und einstellbarer Farbtemperatur (6000–6500 K), stufenlos dimmbar, 80–85 Ra
- PC-Software auf CD zur bequemen Installation und Begleitung Ihrer Digitalisierung (für Windows- und macOS-Systeme)
- Scanprozess ausführbar durch Softwaretriggerung (PC-Mausklick), automatisches Umblättern oder manuell per Fußschalter

- Diverse automatische Korrekturverfahren wie z. B. Ausrichten, Kantenausblenden, Seitenglättung bei Buch-/Magazinscan
- Überträgt Scandatei via USB-2.0-Verbindung zum PC
- OCR-Software mit 187 unterstützten Sprachen (ABBYY)
- Stromversorgung und Betrieb erfolgt über PC-USB-Anschluss

Artikel-Nr. 251345 _____ 169,- €

Digitalisieren Sie Ihre analogen Videoschätze – Video-Digitalisierer Grabstar AV



Digitalisieren Sie auf Knopfdruck Ihre alten Videoschätze direkt auf externe Speichermedien. Sie können den Video-Digitalisierer Grabstar AV mit nahezu allen analogen Videoquellen verbinden: Videorecorder (VHS, Video 8, Betamax), Camcorder u. v. m.

Mit dem Grabstar AV konvertieren Sie analoge Audio- und Video-Aufnahmen z. B. von Familienfeiern, Jubiläen, Urlauben und anderen Ereignissen in das digitale MP4-Format. Dank Videoplayer-Funktion und HDMI-Ausgang können Sie Ihre digitalisierten Videoschätze auch direkt bequem auf Ihrem Fernseher wiedergeben.

- Speichert Ihre digitalisierten Aufnahmen auf SD/SDHC-Karte (bis 128 GB), USB-Stick (bis 128 GB) oder externer Festplatte (bis 4 TB)
- Unterstützte Aufnahmeauflösungen: 720x576p, 720x480p
- RCA-Steckverbinder (Cinch) und S-Video-Eingang mit getrennter Y/C-Signalübertragung* (Luminanz/Chrominanz)

- Verarbeitet PAL-/NTSC-Formate
- Unterstützte File-Systeme: FAT32/NTFS und exFAT (max. 4 GB/File)
- Video-Ausgabeformat: MP4, Speicherbedarf: bis zu 150 MB/min
- Auto-Stopp-Aufnahmefunktion: 60/90/120/150 min
- Integrierter Lautsprecher für Tonwiedergabe am Gerät
- Kann digitalisierte Aufnahmen direkt am TV (via HDMI) oder am Kontrollbildschirm des Geräts wiedergeben
- Gerätesteuerung via Bedientasten auf der Frontseite
- Betrieb via mitgeliefertem USB-Steckernetzteil (5 VDC/1A)
- Tisch- und Wandmontage möglich

Bestell-Nr. 250952 _____ 99,99 €

* Hinweis: Gegenüber FBAS beruht S-Video auf der getrennten Übertragung von Helligkeitssignalen (Luminanz, Y) und Farbsignalen (Chrominanz, C) auf jeweils einer eigenen Signalleiter. So müssen die Signale nicht wie bei FBAS gemischt und auf der Empfängerseite ausgefiltert werden. Dies reduziert Störungen, die bei der FBAS-Ausfilterung durch gegenseitige Beeinflussung von Helligkeits- und Farbsignalen entstehen können, und führt zu detail schärferer und farblich qualitativerer Wiedergabe als bei FBAS.



Abm. (B x H x T): 160 x 25 x 75 mm, Gewicht: 156 g



Der Grabstar AV bietet viele Anschlussmöglichkeiten.



Automatische Datensicherung ohne Cloud – Auto-Back-up-Adapter Qubii für iPhone und iPad



Made for
iPhone | iPad

Abm. (B x H x T): 25 x 25 x 40 mm

Speichern Sie bequem und vollautomatisch Ihre Bilder, Videos und Kontakte von Ihrem Apple iPhone/iPad direkt auf einer lokalen microSD-Karte (eingesetzt im Qubii) – ohne jegliche Cloud-Anbindung und Beeinträchtigung Ihrer Privatsphäre!

- Automatische Datensicherung beim Aufladen des Smartphones/Tablets (kein System-Back-up)
- Datensicherung ohne Internetverbindung, ohne Cloud-Anbindung, ohne Zusatzkosten direkt auf eine eingelegte microSD-Karte (unterstützt microSD-Karten bis zu 512 GB)

- Inkrementelles Back-up: Nach einmaligem Voll-Back-up werden nur neu hinzugefügte Mediendaten zusätzlich gespeichert/archiviert
- PC erkennt Qubii als Kartenlesegerät für Dateneinsicht/-übertragung

Artikel-Nr. 250965 _____ 44,95 €

Passende Speicherkarten mitbestellen:

	Artikel-Nr.	Tagespreis*
64 GB	114616	5,95 €
128 GB	251096	19,95 €
256 GB	251097	36,95 €
512 GB	251098	69,95 €

* Tagesaktueller Preis bei der Artikel-Nr. im ELVshop

Schützt sensible Daten gegen den Zugriff Dritter – 32-GB-USB-Stick mit Fingerabdrucksensor

FT FeinTech

AES-256-Verschlüsselung



Abm. (B x H x T): 67 x 9 x 21 mm; Gewicht: 21 g

Der USB-Stick schützt sensible Daten mit einer komfortablen Fingerabdruck-Authentifizierung vor unbefugten Zugriffsversuchen.

- USB-Speicherlaufwerk mit kapazitivem Fingerabdruckscanner
- 10 Benutzer/Fingerabdrücke verwaltbar, z. B. für Familienmitglieder, Arbeitsgruppen etc.
- USB-3.1-Schnittstelle (Typ A), abwärtskompatibel zu USB 2.0/3.0
- Verfügt über je eine öffentliche und sichere/verschlüsselte Partition, Partitionsgröße beliebig aufteilbar
- Speicherkapazität (brutto): 32 GB

- Sichere Verschlüsselung (AES-256) der gespeicherten Daten
- Nach Erstinstallation auf Microsoft Windows systemübergreifend nutzbar (z. B. macOS, Linux)
- Robustes Metallgehäuse
- Datentransferraten: Lesen: bis zu 100 MB/s, Schreiben: bis zu 40 MB/s
- Keine manuelle Installation von Treibern oder Software nötig
- LED-Indikator für den Verbindungsstatus

Weitere Infos im ELVshop

Artikel-Nr. 251480 _____ 39,95 €

Nostalgie-Stereoanlage mit Digitalisierungsfunktion – Dual NR 4 Musikcenter



Abm. (B x H x T): 506 x 220 x 345 mm

In diesem Musikcenter ist vielfältige Technik in einem Echtholzgehäuse verbaut.

- Empfängt die gewohnten Radioprogramme via UKW/MW
- Hohe Klangqualität durch integrierte und Stereo-Lautsprecher (2x 5 WRMS)
- Direct-Encoding-Funktion: Digitalisierung von Medien (Schallplatte, Kassette, CD, Radio) auf eingesetzten USB-Speicher – MP3: 128 kBit/s (Bitrate)
- CD-Player zum Abspielen von CD-R/-RW und MP3-CDs

- Integriertes Kassettendeck
- Aux-in-Eingang zum problemlosen Anschluss externer Zuspielderäte
- Integrierter Schallplattenspieler mit automatischer Tonarmrückführung (33, 45, 78 U/min.) – geeignet für Plattendurchmesser von 17,5/25/30 cm
- USB-Anschluss zur Musikwiedergabe via USB-Stick
- Komfortable Bedienung via IR-Fernbedienung (Batterie inkl.)
- Stromversorgung 230 VAC

Artikel-Nr. 251101 _____ 159,95 €

Gehörschutz und Musik in einem – Kapselgehörschutz-Kopfhörer Tough Sounds 2, IPX4



Bluetooth



Abm. (B x H x T):
180 x 125 x 85 mm,
Gewicht: 393 g

Hören Sie bei der Gartenarbeit oder beim Heimwerken Musik via Radio oder Smartphone. Der vielseitige und robuste Kopfhörer schützt dabei stets Ihr wertvolles Gehör.

- Geeignet bei lauten Arbeiten, wie z. B. Drechseln, Schleifen, Sägen, Bohren u. v. m.
- Dämpft Geräusche/Lärm um bis zu 27 dB NRR
- Eingebautes UKW-/MW-Radio
- Unterstützt Bluetooth-Streaming vom Smartphone
- Praktische Freisprechfunktion für das gekoppelte Smartphone

- Wiederaufladbarer Li-Ion-Akku sorgt für bis zu 15 h Musikunterhaltung pro Akkuladung

Artikel-Nr. 251092 _____ 69,95 €



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 Kostenvorschlag. Die Kontaktdaten:

Deutschland: ELV, Reparatur-Service, 26789 Leer
Österreich: ELV, Reparatur-Service, Paketfach ELV 1, 5005 Salzburg
Schweiz: 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 gebohrt 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 (Montags bis Freitags 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	de.elv.com	at.elv.com	ch.elv.com
E-Mail	bestellung@elv.com	bestellung@elv.com	bestellung@elv.com
Versandkosten	€ 3,99	€ 3,99	CHF 5,99
Versandkostenfrei*	ab € 29,-	ab € 29,-	ab CHF 59,-

Technische Beratung

 (Montags bis Freitags 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.com	technik@elv.com	technik@elv.com

Kundenservice

 (Montags bis Freitags 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.com	kundenservice@elv.com	kundenservice@elv.com

Kontostand

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

* siehe rechts: „Lieferrn schnell und sicher“

Weitere Infos unter: www.elv.com

Wir wollen es wissen! Ihre Anwendungen und Applikationen

Leserwettbewerb

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 ELVJournal mit Nennung des Namens vorgestellt.

Gutschein-Code

im Wert von **€ 200,-**

Jede veröffentlichte Anwendung belohnen wir mit einem Gutscheincode im Wert von € 200,-*.

* Der Einsender der veröffentlichten Anwendung erhält einen Gutscheincode zur einmaligen Nutzung im Wert von € 200,-. Der Gutscheincode wird mit einer Bestellung verrechnet – ein etwaiger Restbetrag verfällt. Bei Rückabwicklung des Kaufvertrags oder eines Teils hiervon wird der gewährte Gutscheinbetrag vom zu erstattenden Kaufpreis abgezogen, sofern durch die Ausübung des Widerrufsrechts und der Rückabwicklung der Gesamtwarenwert von € 200,- unterschritten wird. Auszahlung/Verrechnung mit offener Rechnung sowie Gutschrift nach Widerruf sind nicht möglich. Der Gutscheincode ist nicht mit anderen Aktionen kombinierbar.

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 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@elv.com

www.elvjournal.com

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 Preise sind Endpreise für Deutschland in Euro (€) inklusive der gesetzlichen Mehrwertsteuer (wird auf der Rechnung gesondert ausgewiesen) zum Zeitpunkt der Drucklegung zzgl. evtl. Versandkosten, Zollgebühren – Abweichungen in der Schweiz/der Schweiz sind möglich. Spätere Abweichungen durch Preis Anpassungen oder Anpassungen der Mehrwertsteuer sind möglich. Aktuelle Preise siehe jeweiliger ELVshop.

Bei Büchern kommt der auf dem Buch angegebene Preis in Landeswährung zur Verrechnung.

Für die Schweiz erfolgt die Rechnungsstellung bis auf Weiteres in CHF. Die aktuellen Schweizer Preise entnehmen Sie bitte unserem ELVshop (ch.elv.com). Ihr Vorteil: Sie beziehen die Ware zu günstigen Konditionen auf Basis der deutschen Preise und können wie gewohnt in Schweizer Franken bezahlen.

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 „ELVJournal“ 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 Deutschland: de.elv.com/agb Österreich: at.elv.com/agb Schweiz: ch.elv.com/agb oder Sie können diese telefonisch anfordern.

Wiederverkäufern senden wir gerne unsere Händlerkonditionen: Tel: +49 (0)491/6008-415.

Bankenzug (Deutschland und Österreich)

Bei Zahlung per Bankenzug (SEPA-Basislastschrift) hat der Kunde bei erstmaliger Bestellung seine Bestellung schriftlich mittels Bestellschein, Bestellkarte, oder Internet durchzuführen und die Zahlungsart „Bankenzug“ 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 (Deutschland)

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 Personangaben 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 (Deutschland und Österreich)

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

Unser Unternehmen prüft 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

Kunden außerhalb Deutschlands beliefern wir ebenfalls direkt. Zu unseren Lieferländern zählen Österreich, die Schweiz, die Niederlande, Spanien, Luxemburg, Belgien, Rumänien, Polen, Frankreich und Italien. Hierbei kommen die Preise den 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 Vorkasse. Wir berechnen die tatsächlichen Transport- und Versicherungskosten und wählen eine kostengünstige Versandart für Sie (Sonderregelung für Österreich und die 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 de.elv.com/hinweise-zur-entsorgung. Unsere Registrierungsnummer lautet: WEEE-Reg. Nr. DE 14047296.

Batteriegesetz – BattG

Verbraucher(innen) sind zur Rückgabe von Altbatterien gesetzlich verpflichtet.

Nebenstehendem Zeichen versene 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.

ELVjournal Fachmagazin (gedruckte Ausgabe)				
Einzelmagazin		€ 7,95	€ 8,95	CHF 13,95
Abonnement	Anzahl	Abo-Preis Deutschland	Abo-Preis Österreich	Abo-Preis Schweiz
Schnupper-Abo	2 Fachmagazine	€ 9,95 (Preis Einzelkauf: € 15,90) Sie sparen € 5,95 im Schnupper-Abonnement	€ 13,95 (Preis Einzelkauf: € 17,90) Sie sparen € 3,95 im Schnupper-Abonnement	CHF 19,95 (Preis Einzelkauf: CHF 27,90) Sie sparen CHF 7,95 im Schnupper-Abonnement
Jahres-Abo	6 Fachmagazine	€ 39,95 (Preis Einzelkauf: € 47,70) Sie sparen € 7,75 im Jahres-Abonnement	€ 45,95 (Preis Einzelkauf: € 53,70) Sie sparen € 7,75 im Jahres-Abonnement	CHF 68,95 (Preis Einzelkauf: CHF 83,70) Sie sparen CHF 14,75 im Jahres-Abonnement

ELVjournal Fachmagazin Online				
Download	Artikel	Preis Deutschland	Preis Österreich	Preis Schweiz
Einzelartikel	1 Fachbeitrag	€ 1,29	€ 1,29	CHF 1,39
Komplette Ausgabe	Alle Fachbeiträge	€ 7,95	€ 7,95	CHF 9,95
Flatrate inkl. App	Alle Fachbeiträge	€ 39,95	€ 39,95	CHF 45,95

Alle Abonnement-Konditionen und Preise finden Sie online unter



www.elvjournal.com

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.com

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 abwegene 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 Mahle 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 Missbrauchsbehebung 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.com ELV Elektronik AG, Österreich, Postfach 15, 5021 Salzburg, Telefax-Nr. 0662/624-157, info@elv.com ELV Elektronik AG, Schweiz, Postfach 100, 4313 Möhlin, Telefax-Nr. 061/9711-341, info@elv.com

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.

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.

Sie haben das Recht auf Auskunft, Berichtigung, Löschung und Einschränkung Ihrer Daten gemäß der Art. 15 bis 18 DSGVO.

Näheres entnehmen Sie bitte unserer Datenschutzerklärung unter de.elv.com/sicherheit-datenschutz at.elv.com/sicherheit-datenschutz ch.elv.com/sicherheit-datenschutz

Sie können der Verarbeitung Ihrer Daten für werbliche Zwecke jederzeit durch eine kurze schriftliche Mitteilung an datschutz@elv.com widersprechen bzw. Ihr Einverständnis widerrufen.

Impressum

Herausgeber:

ELV Elektronik AG, 26787 Leer, Deutschland
Telefon 0491/6008-0, Fax 0491/7016
E-Mail: redaktion@elvjournal.com

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 Budrat, 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. (FH) Fredo
Hammediers, Lothar Harberts, Volkmar
Hellmers, Dipl.-Ing. (FH) Christian Helm,
Stefan Körte, Dipl.-Ing. (FH) Karsten Loof,
Hilko Meyer (M. Eng.), Dipl.-Ing. (FH) Thorsten
Reck, Helga Redeker, Dipl.-Ing. (FH) Keno Reiß,
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 Wiemken, Dipl.-Ing. (FH)
Markus Willenborg, Dipl.-Ing. Wolfgang
Willinghöfer, Florian Wilms (M. Sc.), Sebastian
Witt (B. Eng.), Dipl.-Ing. (FH) Matthias Ysker

Lithografie:

KrusseMedien GmbH
48691 Vreden
Telefon: +49 2564 5686-110
www.krussemedien.com
Verantwortlicher: Udo Wesseler

Druck:

Vogel Druck und Medienservice
97204 Höchberg

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, un-
verlangt 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 Send- und
Empfangseinrichtungen sind zu beachten.

Haftungsausschluss:

Der Herausgeber übernimmt keine Haftung für
die Richtigkeit der veröffentlichten Schaltun-
gen und sonstigen Anordnungen sowie für die
Richtigkeit des technischen Inhalts der ver-
öffentlichten Artikel und sonstigen Beiträge.



HmIP-SCTH230, HmIP-CO2-Sensor

Der neue Homematic IP CO₂-Sensor mit zusätzlicher Messung der Temperatur und Luftfeuchte dient zur Ermittlung des CO₂-Werts in der Innenraumluft, der als wichtiger Indikator für die Beurteilung der Luftqualität dient. Neben der Integration in das Smart Home, bei der die Messwerte per Funk versendet werden, kann das Gerät auch stand-alone genutzt werden und lässt sich so z. B. auch nahtlos in die vorhandene Infrastruktur von Schulen, Büros etc. einbinden. Dabei signalisieren fünf LEDs die CO₂-Konzentration in der Luft.



Reminder Button RB1

Wer kennt es nicht? Man wollte sich unbedingt an etwas erinnern, hat es aber im Alltagsstress komplett vergessen. Unser neuer Bausatz Reminder Button kann helfen, dass wir auf verschiedenste Aufgaben hingewiesen werden. Ob es sich um die tägliche Einnahme von Medikamenten, das Herausbringen des Mülls, das Entkalken der Kaffeemaschine oder die regelmäßige Kontrolle des Öl- oder Luftdruckstands beim Auto handelt. Mit nur zwei Tasten können wir bei unserem Bausatz Erinnerungsintervalle zwischen einem und 48 Tagen programmieren und uns dann optisch per LEDs oder zusätzlich mit einem akustischen Signal an diese Tätigkeiten erinnern lassen. Dabei kann der Reminder Button RB1 als stehende oder hängende Version nahezu überall dort angebracht werden, wo er auf anstehende Aufgaben hinweisen soll.



Servo-Interface SIF1

Mit unserem Bausatz Servo-Interface SIF1 lassen sich zwei Servos einfach ansteuern, und das ohne Elektronik- oder Programmierkenntnisse. Die beiden Endpositionen (links/rechts), die auch nach der Trennung von der Spannungsversorgung erhalten bleiben, werden per Taster programmiert. Die Anwendung ist stand-alone oder auf einem Steckboard möglich. Die Eingänge sind gegen Überspannung und Verpolung geschützt. Außerdem gibt es die Möglichkeit, per Schalter einen Sleep-Modus zum Schutz der Servos und zum Stromsparen zu aktivieren.



Würfel mit Wow-Effekt – Polonium Cube

384 RGB-LEDs, auf einem akkubetriebenen Würfel mit der Kantenlänge von 70 mm verteilt, erzeugen faszinierende Farbmuster, Botschaften und Grafiken. Der Bausatz ist dynamischer Blickfang und Deko-Objekt. Er lässt sich mit mitgelieferten TPM2-Beispieldateien und eigenen, in „Jinx!“ erstellbaren Dateien betreiben.

Einführung in die Akustik, Teil 12

Der nächste Beitrag befasst sich mit akustischen Messräumen. Das sind im Wesentlichen reflexionsfrei ausgekleidete Messräume und Messboxen sowie Hallräume. In reflexionsarmen Messräumen, die in der Umgangssprache häufig auch als „schalltote“ Räume bezeichnet werden, können akustische Messungen durchgeführt werden, wie das sonst nur im Freien, d. h. ohne schallreflektierende Begrenzungen, möglich ist. Dazu gehört z. B. die messtechnische Bestimmung der Übertragungseigenschaften von Schallwandlern (Mikrofonen, Lautsprechern), einschließlich deren Richtcharakteristiken.

Biosensorik und Bioelektronik, Teil 5

Im nächsten Teil der Beitragsreihe geht es um bioelektronische Anwendungen, die für Trainingszwecke eingesetzt werden können. Dabei steht die Erfassung der elektrischen Herzsignale im Vordergrund. Ein EKG-Verstärker wird dabei die vollständige und detaillierte Aufzeichnung eines Elektrokardiogramms ermöglichen. Die Erfassung der Herzaktivitäten über einen längeren Zeitraum hinweg ermöglicht es u. a., den eigenen Fitness- und Trainingszustand einzuschätzen.

Besser machen – STM32 mit Arduino IDE nutzen und Mini-Oszilloskop DSO138 optimieren, Teil 2

In Teil 2 zeigen wir mögliche Hardware-Umbauten des DSO138, um es mit verbesserten Funktionen auszustatten. Außerdem erfahren wir mehr über sogenannte STM32-BluePill-Boards und wie man STM32-Controller aus der Arduino IDE heraus programmieren kann.

Lift-off Richtung Mars

Bei der aktuellen Marsmission „Mars 2020“ ist mit dem Mars-Rover „Perseverance“ und der Helikopter-Drohne „Ingenuity“ auch die modernste Roboter-, Kamera- und Sensortechnik der Erde an Bord, u. a. hochmoderne Industriesensoren aus Deutschland. Wir werfen einen Blick auf die spannende Technik der Mission.

Sichern Sie Ihre Bild- und Videoschätze



159,95 €

Artikel-Nr. 144037

ELV journal Ausgabe 2/2019
 Leser-Bewertung **1,7**
 elvjourn.com



199,- €

Artikel-Nr. 250751

ELV journal Ausgabe 4/2019
 Leser-Bewertung **1,3**
 elvjourn.com

Anwendungsbeispiele –
 Lieferung ohne
 Dekorationsartikel

4-in-1-Kombi-Bild-Scanner **ELV** BD400

Digitalisieren Sie auf Knopfdruck Bilder aus dem Fotoalbum, ohne sie zu entnehmen. Mit dem leistungsfähigen All-in-one-Scanner retten Sie alte Aufnahmen, Zeitungsausschnitte, Dias und Negative ins digitale Zeitalter.

In Fotoalben sind Bilder meist eingeklebt und mit Folie versiegelt. Dank der speziellen Bauform des mobilen Kombi-Scanners können Sie diese Bilder direkt digitalisieren – einfach das Gerät aufsetzen und den Scan-Knopf drücken. Die Technik des Scanners verhindert Spiegelungen und Reflexionen während des Scan-Vorgangs.

- Digitalisiert mühelos eingeklebte Bilder in Fotoalben
- Digitalisiert Fotos in den Formaten: 9 x 13 cm, 10 x 15 cm, 10 x 10 cm, 10,7 x 8,1 cm und 8,6 x 5,3 cm
- Scant Negativfilme als Streifen: 135 mm (3:2), 110 mm (4:3), 126 mm (1:1)
- Digitalisiert gerahmte 135er-Dias (3:2)
- Scan erfolgt mit 14-Megapixel-Bildsensor
- Speichert Scans direkt auf SD-Speicherkarte* (bis zu 32 GB)
- Hohe Scan-Geschwindigkeit: ca. 2 s/Bild
- 6,1-cm-LC-Display (2,4") mit Vorschaufunktion
- Mobiles Digitalisieren via Akkubetrieb (1050 mAh) für bis zu 900 Dia-Scans bzw. 480 Foto-Scans pro Akkuladung
- USB-2.0-Anschluss für Dateitransfer zum PC



Dia-/Negativ-Einschub



Separate Foto-Auflage



SD-Karten-Einschub

* Speichermedien nicht inkl.

HDMI-Video-Digitalisierer Grabstar PRO



Digitalisieren Sie auf Knopfdruck Ihre Videoschätze in Auflosungen bis zu 1080p im MP4-Format – ohne PC und Netzanschluss. Sie können den Video-Digitalisierer mit nahezu allen analogen (z. B. VHS, Video 8, Betamax) und digitalen Videoquellen (z. B. Spielekonsole) verbinden.

Im PC-Streaming-Modus streamt der Grabstar PRO Videos, die am HDMI- oder AV-Eingang anliegen, direkt zum PC. Mit freier Live-Stream-Software wie OBS und XSplit können Sie somit z.B. Ihre Gameplay-Aufnahmen auch direkt auf Videoportale wie z. B. YouTube streamen und teilen.

- Speichert Aufnahmen direkt auf SD-Speicherkarte (bis 128 GB), USB-Stick (bis 128 GB) oder USB-Festplatte (bis 4 TB)*
- Verarbeitet PAL- und NTSC-Formate
- Unterstützt FAT32, NTFS, exFAT
- Aufnahmeauflösungen – HDMI: 480p, 720p, 1080p / Analog: 480p, 576p
- 8,9-cm-Farbdisplay (3,5") für Kontrolle der Aufnahmen
- Kann digitalisierte Aufnahmen direkt am TV (via HDMI) oder am Kontrollbildschirm wiedergeben
- Zeichnet auch von Spielekonsolen (z. B. Playstation 4, Xbox One) und TV-Receiver auf (ohne HDCP-Kopierschutz)**
- Live-Streaming-Funktion: streamt Aufnahmen (z. B. Gameplay) direkt auf Videoportale, z. B. YouTube (OBS oder XSplit)
- Unterstützt HDMI-Pass-through
- Gerätefunktionen auch via IR-Fernbedienung steuerbar
- Betrieb via Netzteil oder Akku möglich (bis zu 2,5 h)

* Speichermedien nicht inkl.

** Wir weisen darauf hin, dass eine Umgehung des HDCP-Kopierschutzes nach § 95a UrhG unzulässig ist. Wenn ein HDMI-Splitter bis Version 1.3b dem HDMI-Digitalisierer vorgeschaltet wird, kann der HDCP-Kopierschutz evtl. wirkungslos werden. Daher darf das Gerät grundsätzlich nicht in einer solchen Kombination betrieben werden.

Smarter Zugang per Fingerabdruck

Fingerprint-Codeschloss FP100

ELV[®]



99,95 €

Artikel-Nr. 251211

Abm. (B x H x T): 58 x 137 x 26 mm



- Wetterfestes (IP66) und vandalismussicheres Fingerprint-Codeschloss mit Sabotagekontakt gegen Demontage/Manipulation
- Für bis zu 1000 Fingerabdruck-Zugänge/bis zu 2000 Zahlenschloss-Zugänge
- Programmierbarer Relais-Schaltausgang, potentialfrei
- 26/44-Bit-Wiegand-Interface für Pass-through-Betrieb
- Stand-alone-Betrieb oder Interlock-Betrieb für zwei Türen möglich
- Latch-Mode (selbsthaltender Betrieb für Tür-Offenhalten) verfügbar
- Türkontakt-Überwachung
- Türöffner-Taster-Eingang (Exit-Button) zur Ansteuerung von innen
- Fail-Secure-Schloss- oder Fail-Safe-Schloss-Betrieb
- Zugang per Fingerprint, Zifferncode oder kombiniert möglich
- Mehrfarbige Statusanzeige
- Interner Signalgeber und externer Signalausgang
- Konfiguration und Verwaltung größerer Personengruppen per Android-App „U-Transfer“ über USB-Schnittstelle des FP100 möglich

Lieferung inkl. Montagematerial, Schutzdiode und Micro-USB auf USB-Typ-A-Adapter

Für eine noch sicherere Zutrittssteuerung Mini-Dual-Relay-Controller ELV Sboard-II mit Wiegand-Schnittstelle

Codiert die Verbindung zwischen Zugangssystem und Controller und schaltet den Zugang erst im sicheren Gebäudeinneren frei.

29,95 €

Artikel-Nr. 251464

Eine Zutrittssteuerung mit dem FP100 und Keymatic realisieren



Hier geht's zum ELVprojekt

Bauen Sie mit wenigen Komponenten eine individuelle, sichere und bequeme Zugangslösung für Ihre Haustür! Öffnen Sie die Haustür allein durch Ihren Fingerabdruck oder/und einen Zifferncode und ermöglichen Sie berechtigten Personen den einfachen Zugang.