



# ELV journal

Mehr Wissen in Elektronik

LESER TESTEN  
UND GEWINNEN!



5x Fahrradscheinwerfer,  
5x Elektrischer Unterputz-Gurtwickler

Spectrum Analyzer



ELV ASA 6



MONTAGE  
VIDEO

## 6-/12-Kanal-Audio-Spectrum-Analyzer

Die spektrale Frequenzverteilung eines Audiosignals auf einen Blick! Der als 6-/12-Kanal-Version ausführbare Spectrum-Analyzer zeigt den Audiopegel mit 30 LEDs je Kanal an, dazu kommen Peak Hold, mehrere Anzeigedynamik-Modi und die Möglichkeit der individuellen Anzeige-Farbgestaltung.



HomeMatic

### Hausautomation

#### HomeMatic Lichtsensor

Erfasst mit einem spezialisierten Tageslicht-Sensor die Umgebungs-helligkeit und meldet den Wert an die HomeMatic Zentrale – perfekt für die Lichtsteuerung in der Hause-technik.



### Messtechnik

#### 2.4-GHz-Universalzähler

Mikrorechnergesteuerter Universalzähler mit TXCO für Frequenz-, Periodendauer- und Pulsbreitenmessung sowie Ereigniszählung. Mit USB-Schnittstelle zur Messwertausgabe.

## Spar-Set für Ihren Arbeitsplatz

**Kundenbewertung**

Best.-Nr. CG-12 16 37



abg'dietzef:  
„Das Paket ist hochwertig. Die Lampe ist wirklich gut. Absolut stabile Ausführung, sehr gute Ausleuchtung und hervorragende Lupe ... das geht nicht besser ... Die Lötstation erfüllt alle Anforderungen. Kann sein, dass es Besseres gibt, ich jedoch bin zu 100 Prozent zufrieden ... :)“

VIDEO  
ONLINE



9-W-LED-Werkstatt-Lupenleuchte

80-W-Komfort-Lötstation LS-80D-II

VIDEO  
ONLINE



### 80-W-Komfort-Lötstation LS-80D-II

Leistungsfähige 80-W-Lötstation mit kompakter Versorgungseinheit und hochwertigem Lötkolben.

- Löttemperaturbereich: 150–480 °C
- Einfache Temperatureinstellung über gekapselte und damit verschleißarme Drucktasten
- Temperaturanzeige
- Kurze Aufheizzeit, in ca. 45 s wird eine Lötpunkttemperatur von 400 °C erreicht
- Robustes, standsicheres Gehäuse, auch für den harten Dauereinsatz in Werkstatt und Industrie geeignet
- Passwortschutz einstellbar gegen unbeabsichtigtes Verstellen der Löttemperatur
- Defektanzeige für Heizelement und Temperatursensor

- Einfach auswechselbare Lötpitzen
- ESD-sicheres Arbeiten durch Null-durchgangssteuerung und galvanische Netztrennung
- Frei aufstellbare Lötkolbenablage

Lieferung inkl. Lötkolben mit 1,0-mm-Lötpitze (bleistiftspitz) und Lötkolbenablage mit Metallschwamm

80-W-Komfort-Lötstation LS-80D-II  
CG-11 50 08 € 59,95

### 9-W-LED-Werkstatt-Lupenleuchte

Ein echter Helfer in der Werkstatt, im Labor, am Schreibtisch und überall dort, wo kleine Dinge genau anzusehen bzw. optisch zu vergrößern sind.

- Nur 9 W Leistungsaufnahme – bis zu 60 % weniger Energieverbrauch gegenüber Lupenleuchten mit 22-W-Leuchtstoffröhre
- Sehr helle und gleichmäßige Arbeitsfeldausleuchtung durch 90 SMD-LEDs, Lichtfarbe: Kaltweiß, Farbtemperatur: 6500 K
- Langlebige SMD-LEDs – bis zu 28.000 Betriebsstunden (halten bis zu 30 Jahre bei 2,5 h/Tag)
- Flackerfreier Sofortstart
- Licht in 6 Stufen dimmbar – je nach Bedarf kann das Arbeitsfeld unterschiedlich stark beleuchtet werden

- Hochwertige Klarglas-Lupe mit 1,75facher Vergrößerung (3 Dioptrien) – verzerrungsfreie und farbgetreue Darstellung von Gegenständen
- Stabiler Gelenkarm, 90 cm lang – reicht für den kompletten Arbeitsplatz
- Wartungsfreies, robustes Haltefeder-System
- Einfache Klemmbefestigung an Tischplatten bis 65 mm Stärke
- Direktbetrieb an 230 V
- Manuell wechselbare Linse

Lieferung inkl. Metall-Tischbefestigungs-klemme (0–65 mm)

LED-Lupenleuchte mit Tischklemme  
CG-11 90 35 € 54,95

Lieber Elektronik-Freund,

es ist wieder soweit – wenn dieses ELVjournal erscheint, sind es nur noch wenige Wochen bis zum von vielen lange erwarteten HomeMatic User Treffen 2016. Wir freuen uns schon auf den inzwischen alljährlichen regen Austausch, auf neue Ideen, Anregungen, Projekte. Erstmals wird es einen besonderen Workshop für HomeMatic-Einsteiger geben – die Gelegenheit, um aus dem Stand von erfahrenen Usern zu lernen und sich sofort direkt auszutauschen!

In dieser Ausgabe können wir Ihnen wieder einige besondere Elektronik-Projekte präsentieren. Ein Highlight in unserer langen Tradition von Audio-Schaltungen ist der Audiospectrum-Analyzer, der mit modernster Technik nicht nur seiner eigentlichen Funktion mit vielseitigen Nutzungsmöglichkeiten gerecht wird, sondern auch dank individueller Gestaltungsfreiheit ein optischer Leckerbissen ist.

Der HomeMatic Energiesensor für Smart Meter erlaubt nun auch eine detaillierte Datenauswertung an modernen Stromzählern mit optischer Schnittstelle. Dabei werden die Daten genau nach Norm aufbereitet und der CCU zur vielfältigen Auswertung und Nutzung zur Verfügung gestellt.

Auch der neue Helligkeitssensor ergänzt das HomeMatic System um eine sicher lang erwartete Komponente. Mit seinem weiten Wertebereich und der Anpassung an das sichtbare Lichtspektrum passt er genau ins System – für Lichtsteuerungen, Sonnenintensitäts-Auswertungen, z. B. für Markisensteuerungen, und vieles mehr.

Die weiteren Themen dieser Ausgabe bieten selbstverständlich wie immer einen großen Querschnitt: vom Elektronik-Selbstbau für Einsteiger über wieder zahlreiche Mikrorechner-Themen, HomeMatic Know-how bis hin zu interessanten Technik-Vorstellungen oder Themen wie der Erstellung eigener Bedienoberflächen.



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

*Heinz-G. Redeker*

Prof. Heinz-G. Redeker



## HomeMatic User Treffen 2016

HomeMatic

**Das Event bietet HomeMatic-Anwendern sowie Soft- und Hardwareentwicklern die Möglichkeit, sich über allerlei Wissenswertes, Neues und Kurioses rund um HomeMatic zu informieren.**

Auch 2016 erwarten Sie an zwei Tagen wieder interessante Vorträge, Ideen und Know-how! Ein Höhepunkt wird auch in diesem Jahr das gemeinsame Dinner am Samstagabend sein, welches viel Zeit für einen intensiven Austausch untereinander ermöglicht.

Viel Raum wird es auch für die Diskussion von neuen und existierenden Open-Source-Initiativen – wie Eclipse Smart Home und das OCCU-SDK – geben.

Das alles inklusive zwei Mahlzeiten für 49,- Euro!

Für alle Smart Home-Interessierten, die neu in das Thema HomeMatic einsteigen wollen, gibt es zusätzlich vorab die Möglichkeit, einen Intensiv-Workshop zum Thema Smart Home mit HomeMatic zu besuchen.

Das Kombi-Ticket für die Vorträge und den Workshop kostet 79,- Euro.

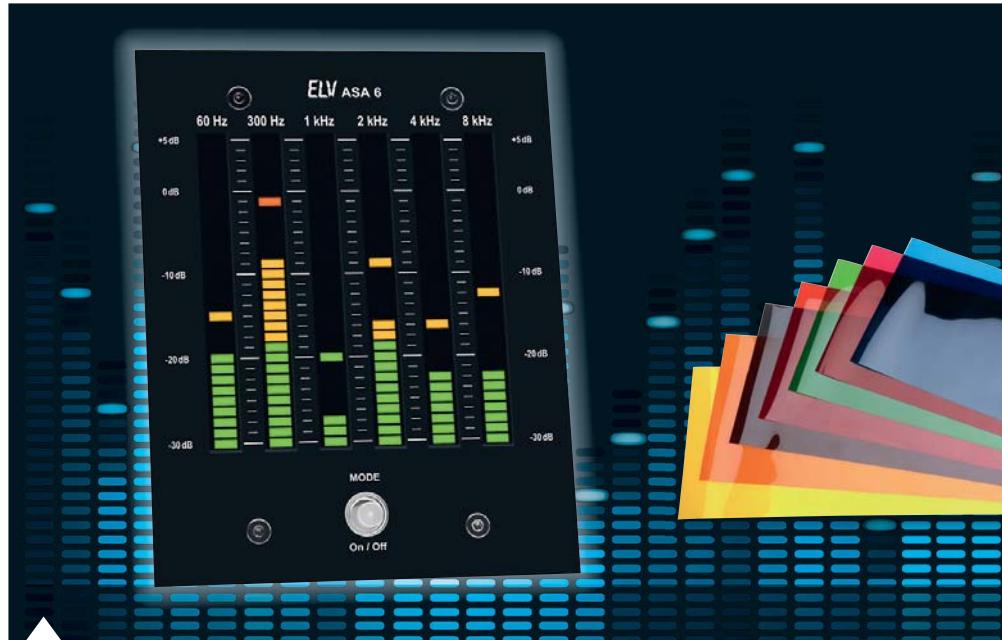


21. und 22. Mai 2016  
Hotel „La Strada“ in Kassel

Tickets gibt es hier: [www.eventbrite.com/e/homematic-user-treffen-2016-tickets-21028479749?aff=ELV](http://www.eventbrite.com/e/homematic-user-treffen-2016-tickets-21028479749?aff=ELV)



Weitere Informationen finden Sie auch unter: [www.homematic-inside.de/usertreffen-2016](http://www.homematic-inside.de/usertreffen-2016)



## 46 6-Kanal Audio Spectrum Analyzer

Spektrale Frequenzverteilung eines Audiosignals auf einen Blick erkennen – der Audio Spectrum Analyzer erlaubt die Pegeldarstellung auf 6 bzw. 12 Frequenzbändern mit unterschiedlichen Anzeigemodi und individueller Skalengestaltung



## 18 2-Kanal-WLAN-Oszilloskop Velleman WFS210

Total mobil – die Alternative zum stationären Oszilloskop



## 86 Wärmebildkamera

Temperaturunterschiede per Smartphone-Zusatz visualisiert



## Hausautomation

### 6 HomeMatic Funk-Lichtsensor für den Außenbetrieb

Universell einsetzbarer Lichtsensor für die Smart Home Haustechnik



## Messtechnik

### 25 Energiesensor für Smart Meter

Stromverbrauchssensor für HomeMatic

### 73 2,4-GHz-Universal-Frequenzzähler FC 8000, Teil 2

Die Schaltungstechnik des mikrocontrollergesteuerten Universalzählers mit TCXO



## Audiotechnik

### 46 6-Kanal Audio Spectrum Analyzer

Audiosignal-Übertragung perfekt kontrolliert



## So funktioniert's

### 18 2-Kanal-WLAN-Speicheroszilloskop

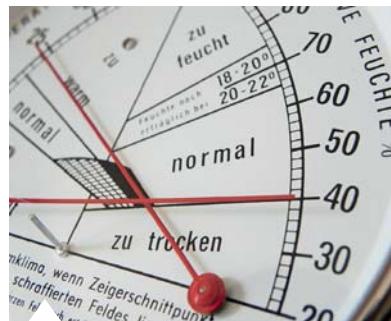
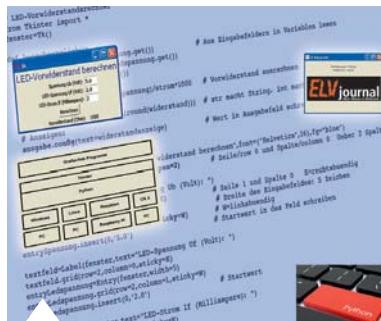
Mobiles Akku-Scope für den Tablet-PC

### 34 Gedächtnistrainer Brain Game

Selbstgebautes Spiel für die ganze Familie

### 38 Erstellen von grafischen Bedienoberflächen mit Tkinter, Teil 1

Eigene Anwendungen mit dem kostenlosen Zusatz-Tool für Python schnell erstellen



## 73 2,4-GHz-Universal-Frequenzzähler FC 8000, Teil 2

Die Schaltungsbeschreibung

## 38 Tkinter, Teil 1

Grafische Bedienoberfläche schnell erstellt

## 78 Luftentfeuchter

Effektive Technik zur Klimatisierung von Räumen



## 25 Energie-Sensor für Smart Meter

Der Sensor liest die optische Schnittstelle von Smart Metern nach IEC 62056-21 (IEC 1107) aus und übergibt sie an die Sendeinheit des HomeMatic Energiezähler-Erfassungssystems



## 6 HomeMatic Funk-Lichtsensor für Außenbetrieb

Batteriebetriebener Lichtsensor für das HomeMatic System – liefert der Zentrale Helligkeitswerte in hoher Auflösung

## So funktioniert's

### 56 Arduino verstehen und anwenden, Teil 15

#### Steuert auch größere Displays:

Flexible Library zur Ansteuerung von bis zu 12 Digits einer 7-Segment-Anzeige

### 64 HomeMatic-Know-how, Teil 14

Siri-Sprachsteuerung mit Home-Kit-App und Raspberry Pi 2 mit HomeBridge in der HomeMatic-Praxis

### 78 Luftentfeuchter – Technik und Einsatz

Alles rund um das Thema Luftentfeuchtung – Physik, Technik und Messtechnik

### 86 Wärmebildkamera für iOS und Android

Überhitzte Bauteile, Wärmelecks, Wärmequellen einfach per Smartphone-Zusatz finden und visualisieren

## Spezial

### 16 Technik-News

### 62 Experten antworten

### 91 Leser testen und gewinnen

## Rubriken

### 94 Die Neuen

### 113 Bestellhinweise, Service, Impressum

### 114 Vorschau



### 34 Gedächtnistrainer Brain Game

Spieldspaß im Selbstbau



### 62 Experten antworten

Unsere Kundenberatung im Dialog



### 56 Arduino verstehen und anwenden, Teil 15

Multidigit-LED-Displays

Steuert helligkeitsabhängig ...

... Markisen

... Rollläden

... Leuchten



# Lichtwächter

## HomeMatic Funk-Lichtsensor für Außenbetrieb

Infos zum Bausatz  
im ELV-Web-Shop

#1449

Der Funk-Lichtsensor ergänzt das HomeMatic Programm um einen präzisen Sensor, der die Außen- bzw. Umgebungshelligkeit erfasst und deren Wert an die Zentrale des Systems meldet, so dass dieser für Steuerungsvorgänge in der Haussteuerung herangezogen werden kann. Durch Batteriebetrieb ist eine völlig autarke Montage möglich.

### Der fehlte noch ...

... im HomeMatic System. Bisher konnte die für viele Steuerungsvorgänge notwendige Erfassung der Außenhelligkeit bzw. der Dämmerungszeiten nur über Umwege im System ermittelt bzw. genutzt werden. Gerade bei der Beleuchtungssteuerung ist solch ein Sensor unabdingbar, z. B. für die Steuerung der Au-

ßenbeleuchtung oder die Aktivierung von einfachen Bewegungsmeldern zur Beleuchtungssteuerung im Haus. Aber auch andere Einsatzbereiche sind denkbar, z. B. die Fernüberwachung eines Bürokomplexes auf vergessenes Lichtausschalten.

Der neue HomeMatic Lichtsensor sendet in Abständen von 2 bis 3 min die erfassten Helligkeitswerte (in Lux) als zyklisches Messwerttelegramm an die HomeMatic Zentrale. Letztere ist für den Betrieb des Lichtsensors unbedingt nötig, er ist nur mit der Zentrale verknüpfbar. Die gesendeten Helligkeitswerte sind Mittelwerte aus 6 Messungen im Messintervall von 10 Sekunden. So werden kurzzeitige Beleuchtungen wie z. B. Autoscheinwerfer oder schnell wechselnde Bewölkung, bewegte Baumzweige etc. ausgeblendet.

Der Sensor ist batteriebetrieben, eine Stand-by-Schaltung sorgt für sparsamen Batteriebetrieb für bis zu 2 Jahre. So kann der Sensor frei im geplanten Sendebereich platziert werden – auch im Außenbereich, denn er ist spritzwassergeschützt. So kann man ihn in einem geschützten Außenbereich, z. B. unter einem Dachüberstand, auch draußen einsetzen

Geräte-Kurzbezeichnung:	HM-Sen-LI-0
Versorgungsspannung:	3x 1,5 V LR6/Mignon/AA
Stromaufnahme:	50 mA max.
Batterielebensdauer:	2 Jahre (typ.)
Funkfrequenz:	868,3 MHz
Empfängerkategorie:	SRD Category 2
Typ. Funk-Freifeldreichweite:	> 100 m
Duty-Cycle:	< 1 % pro h
Schutzart:	IP44
Umgebungstemperatur:	-20 bis +55 °C
Erfassungsbereich:	0,1 lx bis 100 klx
Abmessungen (B x H x T):	75 x 50 x 120 mm
Gewicht:	180 g (inkl. Batterien)

und dabei schonend witterungsgeschützt betreiben. Eine so geschützte Montage muss dabei die reelle Helligkeitserfassung nicht behindern, denn die Linse des Sensors ist in der Wandhalterung um 360° dreh- und um 90° neigbar – dies auch jederzeit nachträglich.

Eine Entnahme aus der Halterung, z. B. zum Anlernen oder für einen Batteriewechsel, ist ebenfalls einfach und werkzeuglos möglich.

Da die Messwertausgabe in Lux erfolgt, ist es sehr einfach, den erfassten Wert in der Zentrale für Verknüpfungen mit Aktionen auszuwerten. Auch die statistische Abbildung in der Diagrammfunktion ist möglich. Entsprechend den Verknüpfungsmöglichkeiten in einem Zentralenprogramm, etwa mit Tageszeiten, ist so eine präzise helligkeitsabhängige Steuerung von z. B. Beleuchtungen, Markisen und Rollläden möglich.

Der Standort und die Ausrichtung sind auch entsprechend der gewünschten Anwendung zu wählen. So muss es nicht immer die günstigste Lösung sein, den Sensor in Richtung der Sonne auszurichten, es sei denn, man will auch die Lichtintensität während des Sonnenlaufs erfassen. Für den Einsatz als Dämmerungssensor ist je nach Anwendung eher ein Standort bzw. die Ausrichtung an einem nicht direkt von der Sonne beschienenen Ort vorzuziehen. Auch helles Mondlicht, eine Straßenbeleuchtung oder eine andere künstliche Beleuchtung kann die Funktion beeinträchtigen. Allerdings kann man vielen dieser Einflüsse auch durch entsprechend eingestellte Schwellwerte und Auswertungsintervalle aus dem Weg gehen, denn der Sensor deckt einen sehr weiten Empfindlichkeitsbereich von 0,1 lx bis 100 klx ab.

## Schaltung

Die Schaltung des Geräts, in Bild 1 gezeigt, ist sehr übersichtlich, sie besteht aus den Baugruppen Spannungsversorgung, Controller, Lichtsensor und Sender-/Empfangsbaustein.

Oben im Schaltbild finden wir die Spannungsversorgung. Sie besteht aus drei 1,5-V-Batterien, dem Kurzschluss-Schutz mit R1 sowie dem sich daran anschließenden Spannungsregler IC2 samt Peripherie. IC2 ist ein Linearregler, der aus der Batteriespannung eine stabile 3,3-V-Versorgungsspannung für die Schaltung erzeugt. Dieser Regler sticht durch einen äußerst geringen Eigenstrombedarf von typ. 0,1  $\mu$ A und eine sehr geringe Drop-out-Spannung von typ. 150 mV hervor, so dass die Batterien in einem sehr weiten Spannungsbereich nutzbar sind. Links sehen wir noch den Konfigurationstaster TA1, der auch auf der abgesetzten Tasterleiterplatte im Batteriefach untergebracht und so einfach erreichbar ist.

Die Kondensatoren C1 bis C8 und C11 bis C24 dienen der Stabilisierung und Filterung der Versorgungsspannung.

Herzstück der Schaltung ist der Mikrocontroller IC1, er erhält neben einem intern erzeugten Takt den eines externen 32,768-kHz-Uhrenquarzes, welcher

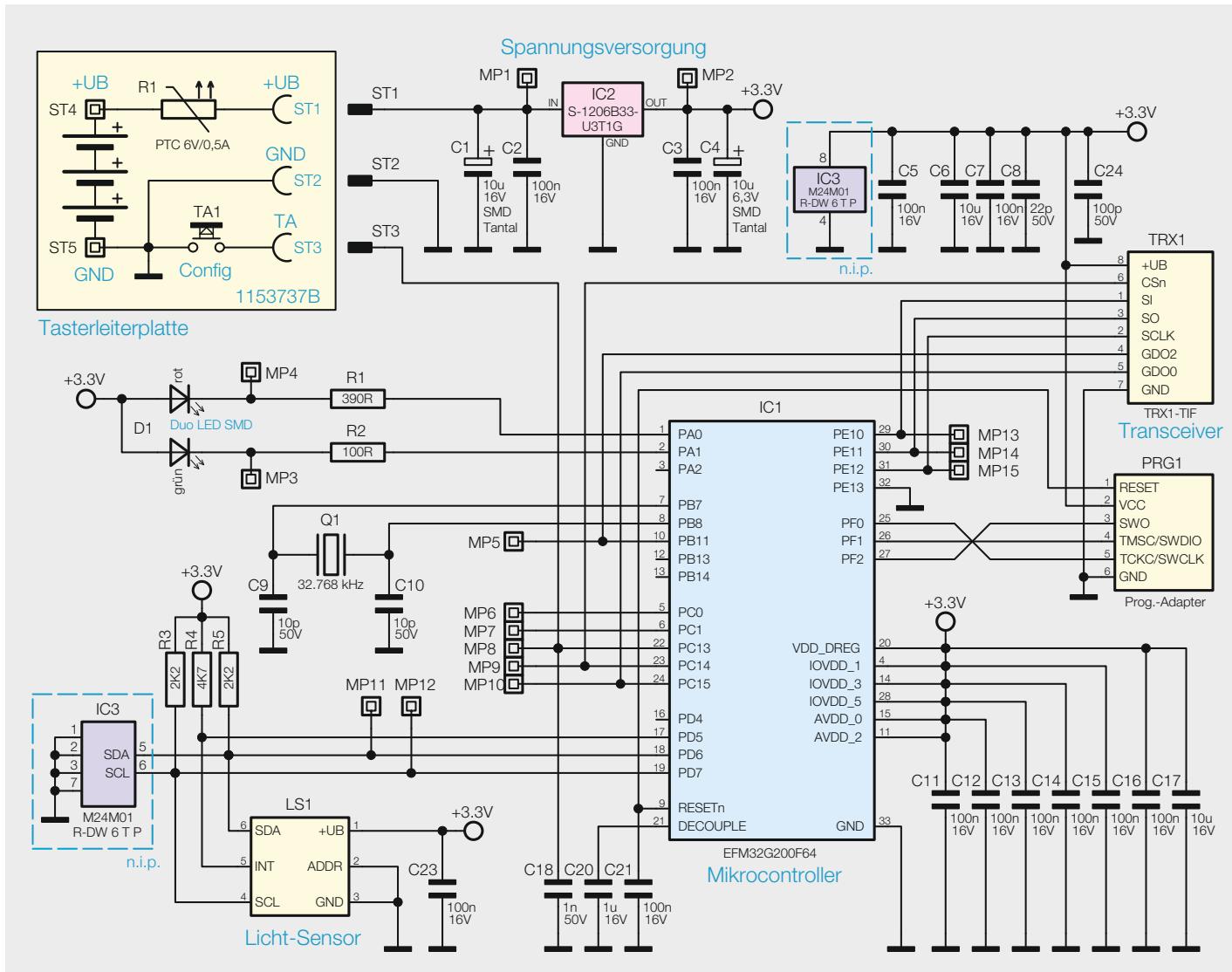


Bild 1: Das Schaltbild des Lichtsensors HM-Sen-LI-0

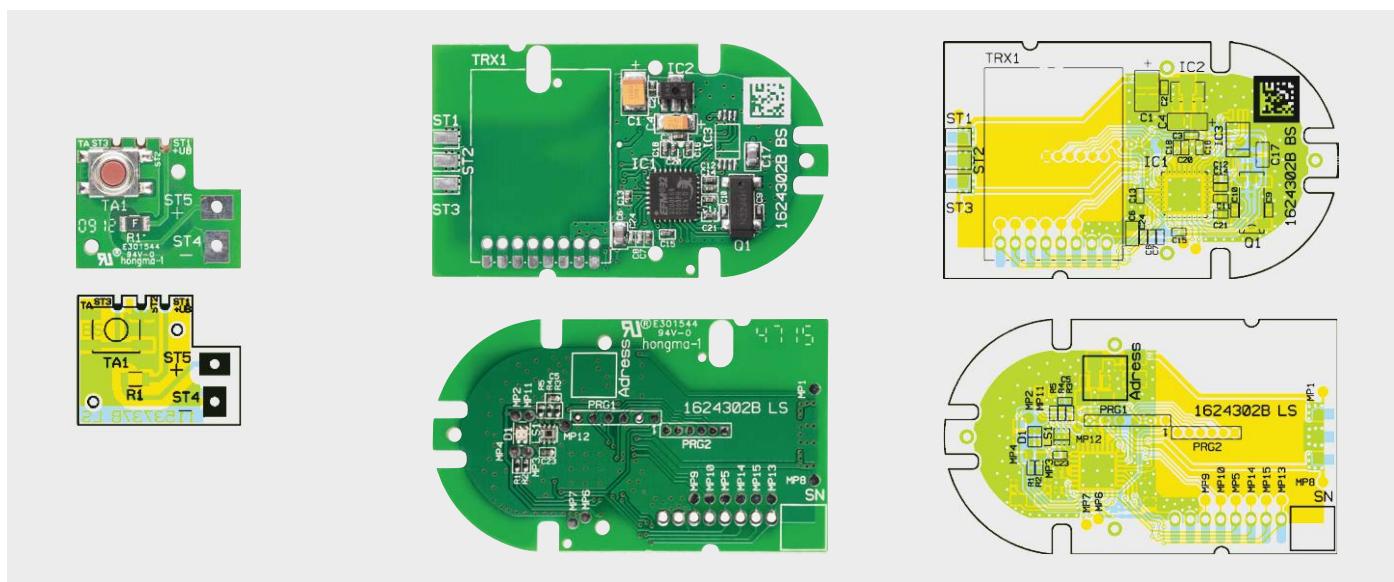


Bild 2: Die Platinenfotos mit zugehörigen Bestückungsplänen – links die Tasterleiterplatte, rechts Ober- und Unterseite der Hauptplatine

es ermöglicht, das Gerät während der Pausen zwischen den Sendeintervallen in einen stromsparenden Schlafmodus zu versetzen und so erheblich Batteriekapazität zu sparen.

Zur Peripherie des Controllers gehört neben dem Konfigurationstaster TA1, dem Quarz Q1 mit C9/C10 und den Filter- und Stützkondensatoren die Duo-LED D1 samt zugehörigen Vorwiderständen R1/R2, die verschiedene Betriebszustände, z. B. bei der Inbetriebnahme und bei der Anmeldung an die Zentrale mit den Farben Rot, Grün und Orange anzeigen.

Eine Hauptkomponente der Schaltung ist natürlich

der Lichtsensor LS1, welcher über I<sup>2</sup>C mit dem Controller verbunden ist. Er ist ein spezieller Umgebungslichtsensor von Texas Instruments mit interessanten Eigenschaften, die wir unter „Elektronikwissen“ zusammengefasst haben.

Die Anbindung an die HomeMatic Zentrale erfolgt schließlich über Funk mittels des Transceiver-Bausteins TRX1, der ebenfalls vom Controller IC1 überwacht und angesteuert wird.

So viel zur Schaltungstechnik, kommen wir zum Aufbau des Geräts.

### Nachbau

Die Hauptplatine des Lichtsensors wird bestückt und zum Schutz vor Wettereinflüssen bereits zusammen mit der Linse vergossen geliefert,

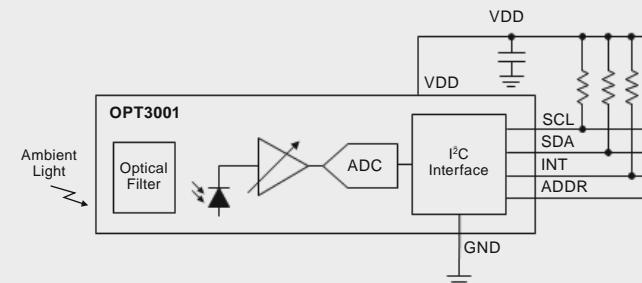
#### Umgebungshelligkeits-Sensor OPT3001

Der OPT3001 erfasst die Umgebungshelligkeit (Ambient Light) im sichtbaren Lichtspektrum in einem weiten Wertebereich von 0,01 lx bis 83 klx. Um Beeinflussungen durch andere Spektralbereiche wie Infrarot- oder UV-Licht auszuschließen, verfügt der Sensor über einen optischen Filter, der bis zu 99 % Infrarot-Strahlung unterdrückt.

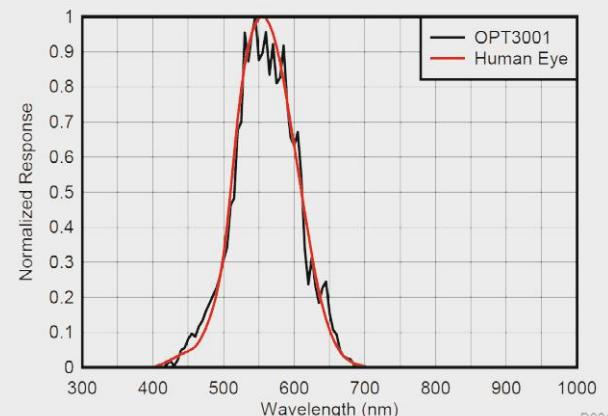
Der erfasste Sensorwert wird in einem großen Dynamikbereich von 23 Bit inklusive automatischer Verstärkungsregelung für den internen ADC umgesetzt.

Ein Digital-Interface sorgt für die Einbindung des Sensors in das verbreitete und einfach handhabbare I<sup>2</sup>C-Bussystem. Über dieses kann auch definiert werden, ob eine kontinuierliche Datenerfassung oder eine Datenerfassung auf Anforderung erfolgen soll. Eine Interrupt-Option erlaubt stromsparenden Schlafbetrieb in den Messpausen.

Der Sensor benötigt nur sehr wenig Betriebsstrom (typ. 1,8  $\mu$ A) und kann in einem weiten Betriebsspannungsbereich von 1,6 bis 3,6 V arbeiten, was ihn für einen ökonomischen Batteriebetrieb prädestiniert.



Blockschaltbild des OPT 3001



Spektrale Empfindlichkeit des Sensors gegenüber der des menschlichen Auges.  
Bilder: Texas Instruments

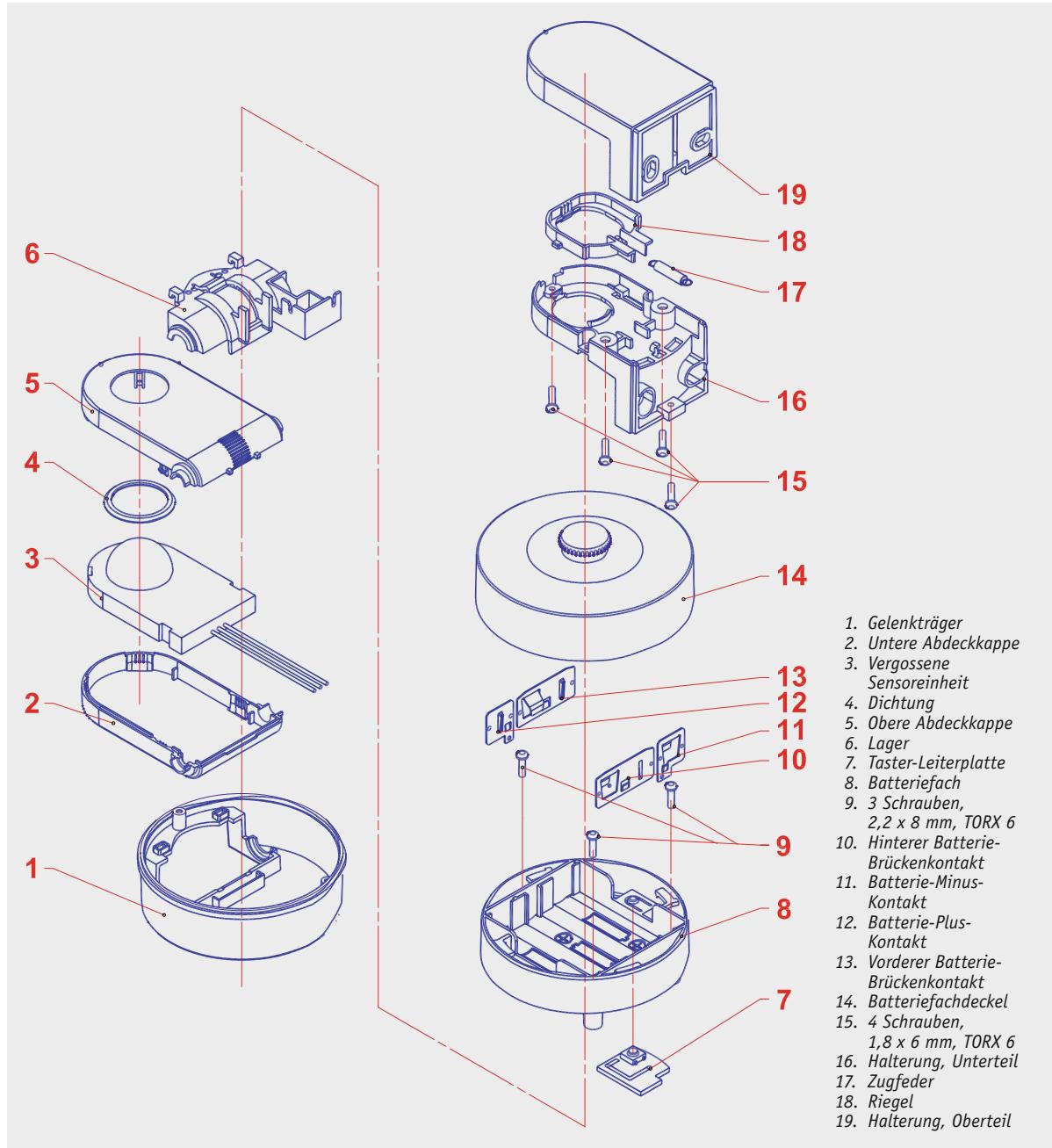


Bild 3: Die Explosionszeichnung gibt einen Überblick über den mechanischen Aufbau.

so dass der Zusammenbau des Bausatzes sich lediglich auf die mechanische Montage und wenige Verdrahtungsarbeiten beschränken kann. Bild 2 zeigt die bestückten Platinen und die zugehörigen Bestückungspläne des Geräts.

Trotzdem wird hier zum besseren Verständnis des Geräte-Aufbaus auch der Zusammenbau der vergossenen Einheit gezeigt. Die Explosionszeichnung in Bild 3 gibt zunächst einen Überblick über den gesamten mechanischen Aufbau des Sensors.

### Sensorplatine

Das entsprechend Bild 4 vorbereitete 3-adrige Flachbandkabel wird, wie in Bild 5 gezeigt, an der auf 3 mm abisolierten Seite an die Sensorplatine (Hauptplatine) angelötet.

Darauf folgt das Funkmodul, das ebenfalls entsprechend Bild 5 anzulöten ist. Anschließend wird zunächst die Linse zusammengesetzt.

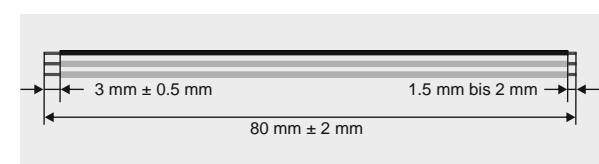


Bild 4: Das 3-polige Flachbandkabel wird wie hier gezeigt vorbereitet.

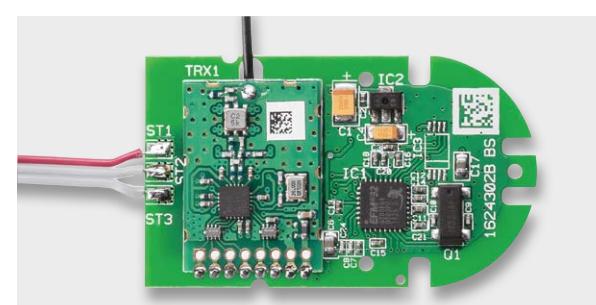


Bild 5: So werden das 3-polige Flachbandkabel und das TRX-Modul an die Hauptplatine angelötet.



Bild 6: Die Einzelteile der Sensorlinse: Diffusorscheibe, Diffusorhalter, Linse und Dichtung



Bild 7: Der Zusammenbau der Linse: links die in den Diffusorhalter eingelegte Diffusorscheibe, rechts die in die Linse eingelegte Einheit



Bild 8: Die auf die Sensorplatine aufgesetzte Linse

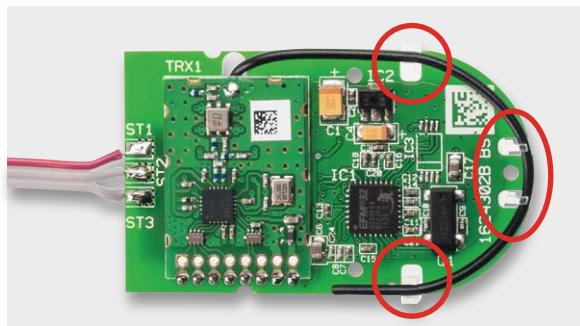


Bild 9: So ist die Antenne des Funkmoduls in den Antennenführungen der Linse zu verlegen.

### Diffusorscheibe, Diffusorhalter und Linse

Bild 6 zeigt alle Einzelteile der Linse. Die Diffusorscheibe wird, wenn der Halter wie in Bild 7 gezeigt liegt, von oben eingesetzt und von den beiden Rastnasen gehalten.

Dann wird der Halter mit Diffusor in die Linse eingelegt, die Führungen des Halters sollten genau in den Aussparungen in der Linse liegen (Bild 7, rechts).

### Montage der Platine

Dann wird die bestückte Platine, wie in Bild 8 zu sehen, auf die Linse gesetzt, dabei ist darauf zu achten, dass die Linse plan auf der Platine aufliegt.

Die Antenne des Funkmoduls ist nun wie in Bild 9 gezeigt in die Antennenführungen der Linse zu legen. Die so vorbereitete Platine wird dann vergossen.

Bevor die vergossene Sensoreinheit nun in die Gehäuseoberschale eingesetzt wird, muss erst der Gummiring auf die Linse gesetzt werden. Die abgeschrägte Kante des Gummirings muss oben sein (Bild 10).

Dem folgt das Einsetzen in die Gehäuseoberschale (Bild 11, links). Das Kabel wird dabei auf der oberen Seite durch die Öffnung geführt.

Zum Verschließen wird einfach die Gehäuseunterschale bis zum Einrasten aufgesetzt (Bild 11, Mitte). Damit wäre die Sensoreinheit bereits fertig montiert (Bild 11, rechts).

### Batteriefach

Nun folgt die Vorbereitung des Batteriefachs. Hier sind zunächst nach Bild 12 die Batteriekontakte einzusetzen, wobei die Metallzungen spürbar einrasten müssen, um fest zu sitzen.

Danach sind die mitgelieferten Batterieleitungen, wie in Bild 13 zu sehen, an den Enden ca. 3 mm abzisolieren, zu verzinnen und zunächst entsprechend



Bild 10: Die hier bereits vergossene Platine samt Sensor. Hier ist noch der Dichtring mit der abgeschrägten Seite nach oben aufzusetzen.



Bild 11: Das Einsetzen des vergossenen Sensormoduls: links das Einlegen in die Gehäuseoberschale mit nach oben herausgeführtem Flachbandkabel, in der Mitte die Ansicht mit aufgesetzter Unterschale. Rechts ist die komplett zusammengesetzte Einheit zu sehen.



Bild 12: Die Batteriekontakte sind wie hier zu sehen in das Batteriefach einzusetzen.

Bild 13 rechts durch die zugehörigen Löcher der Taster-Leiterplatte zu führen und zu verlöten (Schwarz an ST4, Rot an ST5).

Schließlich setzt man die Taster-Leiterplatte mit dem Taster nach unten, wie in Bild 13 rechts gezeigt, auf die Rückseite des Batteriefachs auf. Dabei müssen die Positionierstifte des Batteriefachs in die Löcher der Taster-Leiterplatte fassen. Durch das Einlegen der Leitungen in die zugehörigen Halter werden die Leitungen zu den Batteriekontakten geführt und dort verlötet. Damit ist auch das Batteriefach fertiggestellt.

Montagevideo



#1426

QR-Code scannen oder  
Web-Code im Web-Shop  
eingeben

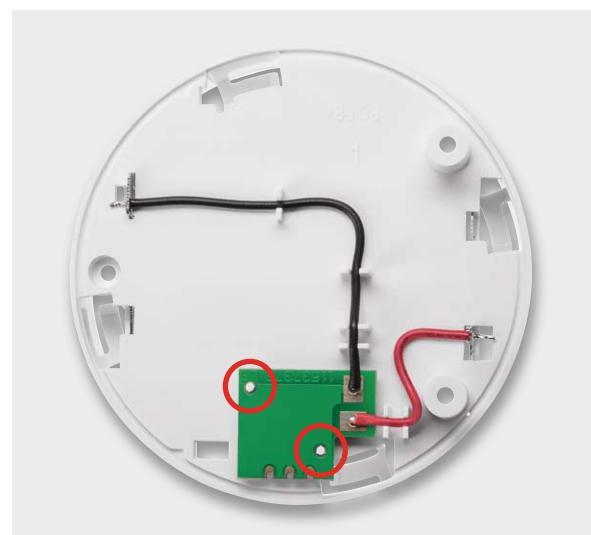
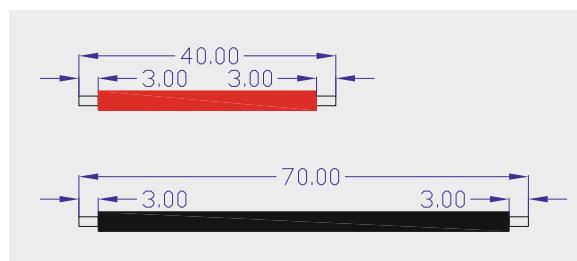


Bild 13: Die wie oben zu sehen vorbereiteten Batterieleitungen sind mit den Plus- und Minus-Batteriekontakten und der Taster-Leiterplatte zu verlöten und wie rechts gezeigt zu führen. Rechts sieht man auch das richtige Einlegen der Taster-Leiterplatte über deren Führungslöcher in die Positionierstifte des Batteriefachs.

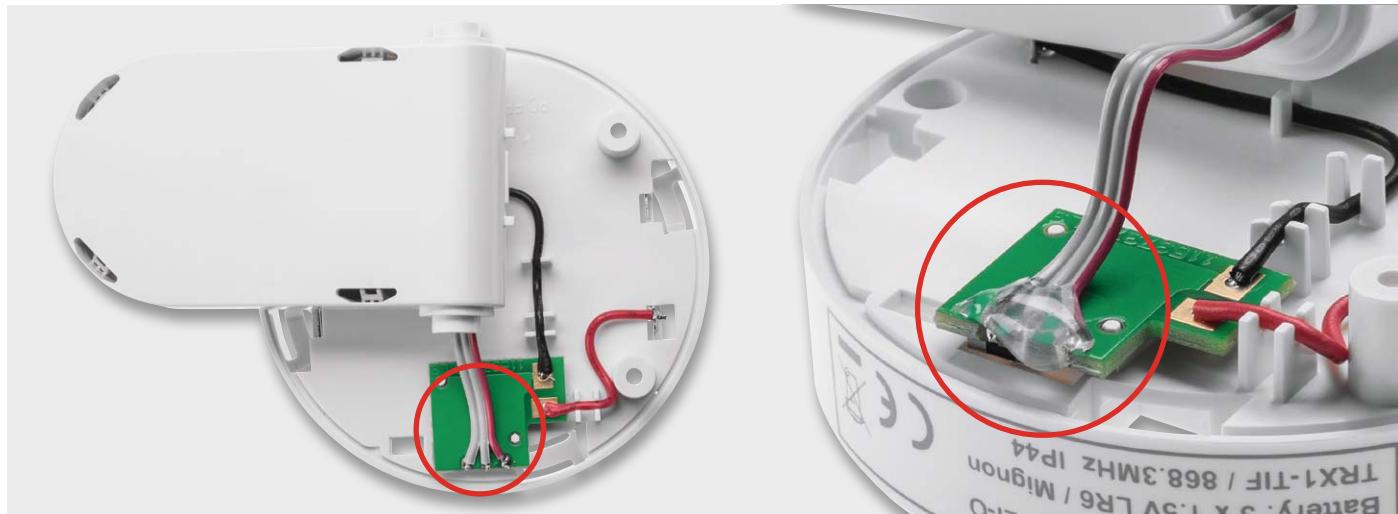


Bild 14: Das Flachbandkabel der Sensoreinheit ist wie hier im Bild links an die Tasterleiterplatte anzulöten. Die fertige Lötstelle ist zum Schutz vor Kabelbruch bei Bewegung der Sensoreinheit mit reichlich Heißkleber abzusichern (rechts).

An das Batteriefach ist nun zunächst die Sensor-  
einheit anzulöten (Bild 14), dann sind die Lötstellen  
zum Schutz vor Abknicken mit Heißkleber zu fixieren  
(Bild 15).

#### Gehäusemontage

Die Sensoreinheit wird nun mit der Linse voran durch

den Gelenkträger geführt (Bild 15), dann setzt man das Lager ein  
(Bild 16). Danach kann das Batteriefach aufgesetzt und mit drei TORX-  
Schrauben 2,2 x 8 mm verschraubt werden (Bild 17). Beim Aufsetzen  
darauf achten, dass das Flachbandkabel nicht eingeklemmt wird.

Als letztes Montageteil folgt nun der Aufbau der Decken-/Wandhal-  
terung. Dieser beginnt mit dem Einhaken einer Seite der Zugfeder in  
den Haken des Riegels, wie in Bild 18 zu sehen. Die andere Seite der



Bild 15: So wird die Sensoreinheit in den Gelenkträger eingesetzt ...



Bild 16: ... und das Lager eingebaut.



Bild 17: Nach dem Aufsetzen des Batteriefachs ist dieses mit 3 TORX-Schrauben zu befestigen.

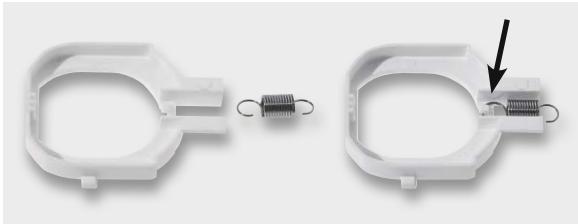


Bild 18: So erfolgt das Einsetzen der Zugfeder auf der einen Seite ...

Zugfeder wird in den Haken des Unterteils der Halterung eingehakt (Bild 19). Danach spannt man durch Ziehen des Riegels die Zugfeder und setzt den Riegel in die zugehörige Führung des Halterungs-Unterteils ein. Sollte der in der Detailaufnahme von Bild 20 zu sehende Anguss noch vorhanden sein, ist dieser nun zunächst bündig zu entfernen, bevor man das Unterteil der Halterung in das Oberteil einlegt (Bild 21) und beide Teile mit 4 TORX-Schrauben 1,8 x 6 mm miteinander verschraubt.

Damit ist auch die Halterung fertiggestellt und kann nun, zuerst in der Mitte, dann am Rand, auf den Batteriefachdeckel aufgerastet werden. Damit ist die komplette Montage des Geräts beendet.

Der fertiggestellte HomeMatic Funk-Außen-Lichtsensor kann dann nach polrichtigem Einlegen der Batterien in Betrieb genommen werden (Bild 22/23).



Bild 19: ... um sie dann in das Halterungsunterteil einzuhaken. Danach wird die Feder gespannt (1) und der Riegel in das Unterteil der Halterung eingeführt (2).



Bild 20: Vor der Montage des Halterungs-Oberteils ist der Anguss bündig zu entfernen.

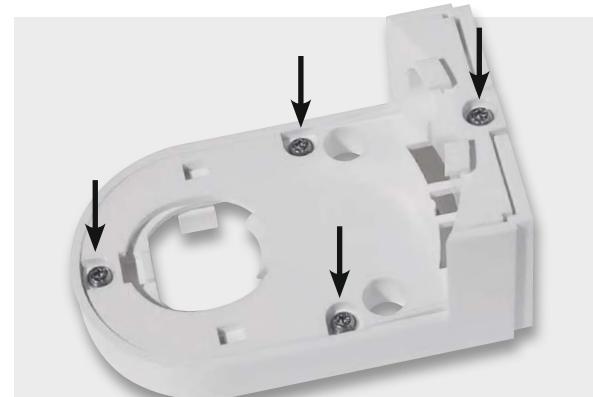


Bild 21: So erfolgt das Zusammensetzen von Ober- und Unterteil und das Verschrauben beider Teile mit 4 TORX-Schrauben.



Bild 22: Nach dem Einlegen der Batterien wird die Halterung in das Batteriefach eingerastet ...



Bild 23: ... so dass nun das betriebsfertige Gerät bereit zur Wandmontage ist.



Bild 24: Beispiel für den Einsatz des Sensors in einem Zentralen- programm

<b>Widerstände:</b>	
100 $\Omega$ /SMD/0402	R2
390 $\Omega$ /SMD/0402	R1
2,2 k $\Omega$ /SMD/0402	R3, R5
4,7 k $\Omega$ /SMD/0402	R4
<b>Kondensatoren:</b>	
10 pF/50 V/SMD/0402	C9, C10
22 pF/50 V/SMD/0402	C8
100 pF/50 V/SMD/0402	C24
1 nF/50 V/SMD/0402	C18
100 nF/16 V/SMD/0402	C2, C3, C5, C7, C11-C16, C21, C23
1 $\mu$ F/16 V/SMD/0402	C20
10 $\mu$ F/6,3 V/Tantal/SMD	C4
10 $\mu$ F/16 V/SMD/0805	C6, C17
10 $\mu$ F/16 V/SMD	C1
<b>Halbleiter:</b>	
ELV151463/SMD	IC1
S-1206B33-U3T1G/SMD	IC2
Duo-LED/rot/grün/SMD	D1
Lichtsensor OPT3001	LS1
Quarz/32,768 kHz/SMD	Q1
<b>Sonstiges:</b>	
8 cm Flachbandkabel, AWG28, 3-polig, grau	
Aufkleber mit HM-Funkadresse, Matrix-Code	
Sender-/Empfangsmodul TRX1-TIF, 868 MHz	TRX1
Diffuser	
Diffuser-Halter	
Linse	

Auf die Details der Wandmontage gehen wir hier nicht ein, diese sind in der dem Bausatz beiliegenden Montage- und Bedienungsanleitung ausführlich erläutert.

### Stückliste Gehäuse und Tastereinheit

**Gehäuse**  
 4 cm flexible Leitung, ST1 x 0,22 mm<sup>2</sup>, rot  
 7 cm flexible Leitung, ST1 x 0,22 mm<sup>2</sup>, schwarz  
 Wandhalterung, Oberteil  
 Zugfeder, Edelstahl  
 Riegel  
 Wandhalterung, Unterteil  
 4 Kunststoffscreuben, 1,8 x 6 mm, TORX 6  
 Gehäuseoberteil  
 Batterie-Plus-Kontakt  
 Batterie-Brückenkontakt B  
 Batterie-Minus-Kontakt  
 Batterie-Brückenkontakt A  
 3 gewindeformende Schrauben, 2,2 x 8 mm, TORX 6  
 Batteriefach, bedruckt  
 Obere Abdeckkappe  
 Untere Abdeckkappe  
 Gelenkträger  
 Lager  
 Dichtung  
 2 Dübel, 5 mm, Fischer S 5  
 2 Spanplattenschrauben, Halbrundkopf, 3,0 x 30 mm, Kreuzschlitz

**Tastereinheit**  
 Polyswitch/6 V/0,5 A/SMD/1206 R1  
 Mini-Drucktaster/1x ein/1,1 mm Tastknopflänge TA1



Startsequenz nach dem Einlegen der Batterien:  
Rot – Grün – Orange



### Anlernen an die Zentrale

Das Anlernen erfolgt in der üblichen Weise über den Aufruf der HomeMatic WebUI, die Anwahl von *Gerät anlernen* sowie den folgenden automatisch startenden Funk-Anlernmodus, der 60 s läuft. Innerhalb dieser Zeit wird am Sensor kurz die Konfigurationstaste (im Batteriefach, siehe Bild 22) gedrückt.

Nach Ablauf der 60 s sollte das Gerät nun im Postfach erscheinen, und es kann über *Einstellungen → Geräte* konfiguriert werden.

Das Gerät unterstützt keine direkten Verknüpfungen, da die Verwendung für Rollläden, Markisen etc. nur in Verbindung mit einem Wochenprofil oder weiteren Bedingungen sinnvoll ist.

### Zentralenprogramm erstellen

Deswegen zeigen wir hier abschließend ein kleines Beispiel, wie eine Verknüpfung/ein Programm eines Aktors mit einem Zeitprofil und dem Helligkeitswert angelegt wird (Bild 24). Dabei werden der Lichtsensor in der Geräteauswahl gesucht und definiert, die Auswerteart „Lux“ eingestellt und der gewünschte Wertebereich, hier für einen Dämmerungsschalter ein Wert bis 10 lx, eingestellt. Zusätzlich wird mittels der Zeitsteuerung ein Zeitraum eingestellt (hier kann man auch sehr gut die Astrofunktion einbeziehen), um Fehlschaltungen bei geringen Helligkeitswerten am Tag, z. B. bei einem Gewitter, auszuschließen.

Das Ganze wird im nächsten Schritt mit dem gewünschten Gerät verknüpft – so ist eine Anwendung schnell erstellt.

# Technik-News

Die aktuellsten Trends aus der Welt der Technik



[www.facebook.com/  
elvelektronik](http://www.facebook.com/elvelektronik)



[plus.google.com/  
+ElvDeShop](http://plus.google.com/+ElvDeShop)



[www.twitter.com/  
elvelektronik](http://www.twitter.com/elvelektronik)

## Weltweit genaueste optische Einzelionen-Uhr an der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt gebaut

Als erste Forschergruppe weltweit haben Atomuhren-Spezialisten der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) jetzt eine optische Einzelionen-Uhr gebaut, die eine bisher nur theoretisch vorhergesagte Genauigkeit erreicht. Der spätere Nobelpreisträger Hans Dehmelt hatte 1981 die grundlegenden Ideen entwickelt, wie sich mit einem in einer Hochfrequenzfalle gespeicherten Ion eine Uhr bauen lässt, die eine – damals unglaublich kleine – relative Messunsicherheit im Bereich von  $10^{-18}$  erreichen kann.

Seitdem haben weltweit immer mehr Forschergruppen versucht, dies mit optischen Atomuhren – entweder auf der Basis einzelner gespeicherter Ionen oder vieler neutraler Atome – zu realisieren. Für die Einzelionen-Uhr sind die PTB-Wissenschaftler jetzt die Ersten, die die Ziellinie überschritten haben. Ihre optische Ytterbium-Uhr erreichte eine relative systematische Messunsicherheit von  $3 \cdot 10^{-18}$ .

Die jetzt mit der Ytterbium-Uhr erreichte Genauigkeit ist ungefähr 100-fach besser als die der besten Cäsium-Uhren. Bei der Entwicklung der Uhr haben sich die PTB-Forscher einige besondere atomphysikalische Eigenschaften von  $\text{Yb}^+$  zunutze gemacht. Dieses Ion hat zwei Referenzübergänge, die für eine optische Uhr genutzt werden können. Entscheidend für den letzten Genauigkeitssprung war die Kombination von zwei Maßnahmen: Zum einen wurde für die Anregung des Referenzübergangs ein spezielles Verfahren ersonnen, in dem die vom Anregungslaser verursachte „Lichtverschiebung“ der atomaren Resonanzfrequenz separat gemessen wird. Diese Information wird dann verwendet, um die Anregung des Referenzübergangs gegen die Lichtverschiebung und ihre mögliche Variation zu immunisieren. Zum anderen wurde die von der thermischen Infrarotstrahlung der Umgebung hervorgerufene Frequenzverschiebung (die für den F-Zustand von  $\text{Yb}^+$  ohnehin relativ klein ist) mit einer Messunsicher-

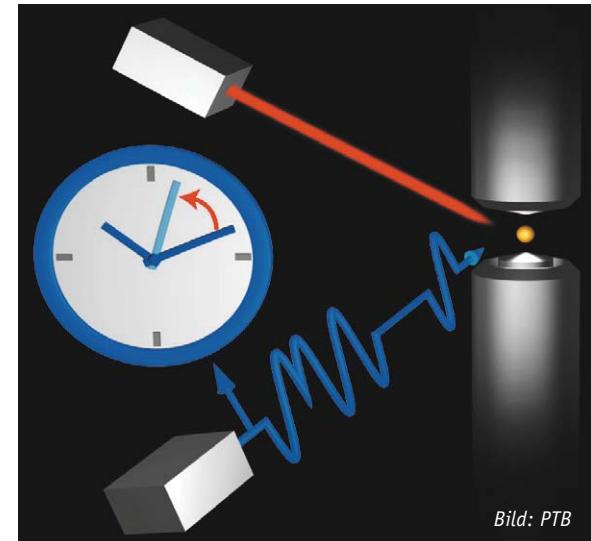


Bild: PTB

*Messung des Einflusses der thermischen Umgebungsstrahlung auf die Frequenz des gespeicherten Ions: Der „Uhrenlaser“ (blauer Strahl) regt das gespeicherte Ion (gelb) mit einer speziellen Pulssequenz an. Die Resonanzfrequenz des Ions wird durch Infrarotstrahlung beeinflusst (hier durch einen Infrarotlaser, roter Strahl) und dies lässt sich mithilfe des Uhrenlasers messen.*

heit von nur 3 % bestimmt. Hierfür wurden bei vier verschiedenen Wellenlängen im Infrarotbereich die von Laserlicht erzeugte Frequenzverschiebung und seine Intensitätsverteilung am Ort des Ions gemessen. [www.ptb.de](http://www.ptb.de)

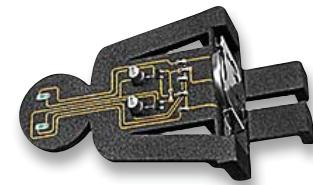
## Technik in der dritten Dimension – 3D-MID-Prototypen-Fertigung bei Beta Layout

Räumliche elektronische Schaltungsträger (3D Mechatronic Integrated Devices = 3D-MID) sind dreidimensionale Körper mit integrierter Leiterbildstruktur – bei der zunehmenden Miniaturisierung und höheren Integration von elektronischen Schaltungen heute vielfach schon ein Muss für den Entwickler.

Das metallisierte Kunststoffteil (MID) ersetzt den Materialmix aus Leiterplatte und Komponenten, der meist aus vielen verschiedenen Werkstoffen besteht. 3D-MIDs werden aus recycelbaren Thermoplasten hergestellt und sind besser zu entsorgen als konventionelle Leiterplatten. MIDs ermöglichen eine günstigere und schnellere Fertigung von Schaltungen und einen schnelleren Generationswechsel bei den Designs. Allerdings ist die Anfertigung von Prototypen teuer und aufwändig.

Beta Layout bietet eine vergleichsweise kostengünstige Prototypen-Fertigung durch Einsatz des Laser Direct Structuring (LDS), bei dem speziell beschichtete thermoplastische Oberflächen durch einen Laserstrahl dort aktiviert werden, wo im späteren Prozess die Kupfer-Leiterbahnen aufgetragen werden. Die Kunststoffträger werden bei Beta Layout statt mit dem teuren Spritzgussverfahren per Laser-Sinterdruck hergestellt und so kostengünstiger. Laut Beta Layout ist demnächst unter TARGET 3001! ein preiswertes Tool zur Erstellung von 3D-MID-Layouts verfügbar.

[www.pcb-pool.com/ppde/info\\_pcbpool\\_3d\\_mid.html](http://www.pcb-pool.com/ppde/info_pcbpool_3d_mid.html)





# Arduino IoT-Board mit WLAN – das Pretzelboard

Die superkompakten Arduino-Nano-Boards erfreuen sich hoher Beliebtheit. Um sie allerdings z. B. als drahtlos agierendes Sensorboard zu nutzen, mussten bisher Arduino-IDE-Gewohnte recht mühsam ein WLAN-Modul einbinden. Das NanoESP-Board bzw. Pretzelboard hat hingegen nicht nur das WLAN-Modul ESP8266 gleich mit an Bord, auch sind wesentliche Hürden bereits genommen durch den integrierten TCP/IP-Stack, einen einfach aktivierbaren TCP-/UDP-Server, die simple Steuerung über einfache AT-Kommandos und eine fertige Library für die Arduino-IDE. So kann man einen Webserver starten, das Modul als Access-Point betreiben und ins Heimnetzwerk einbinden. Erhältlich bei ELV unter Best.-Nr. CG-12 23 18.

[www.pretzelboard.cc](http://www.pretzelboard.cc)



## Cloud-basierte IDE von Microchip – MPLAB Express

Microchip stellt mit MPLAB Express eine kostenlose Cloud-basierte Entwicklungsumgebung vor, die sowohl online benutzt als auch heruntergeladen und dann lokal und via Cloud-Verbindung benutzt werden kann. Die Intention dabei ist das Teilen von Ideen, Wissen und Lösungen über das Netz in einer umfangreichen Community. Es stehen zahlreiche Standard-Codebeispiele zur Verfügung, wie diese können auch eigene Codes unmittelbar in die IDE geladen, ohne Hardware-Zwang getestet und für die Hardware-Entwicklung auf ein per USB anschließbares Evaluationsboard geladen werden, das auch einen PIC-Programmer enthält.

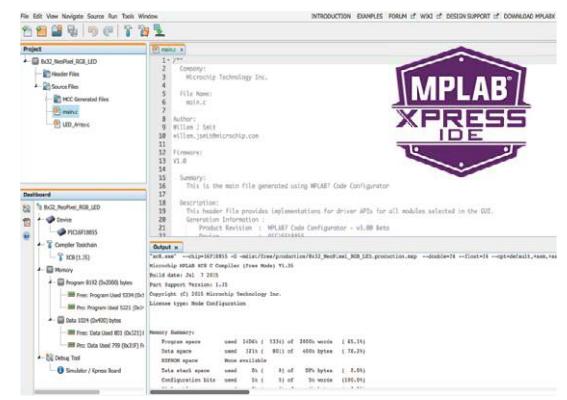


Von DIAMEX kommt ein neuer LED-Player für WS2812-LEDs, der nun auch LED-Anordnungen mit bis zu 1024 LEDs ansteuern kann. Damit können auch bereits recht große LED-Matrix-Panels, Displays, Leuchtschriften, Reklametafeln usw. sehr einfach über einen USB-Port von einem Windows-PC/-Tablet per TPM2 angesteuert werden.



Erhältlich bei ELV unter Best.-Nr. CG-12 28 04

www.elv.de/: Web-Code #1443

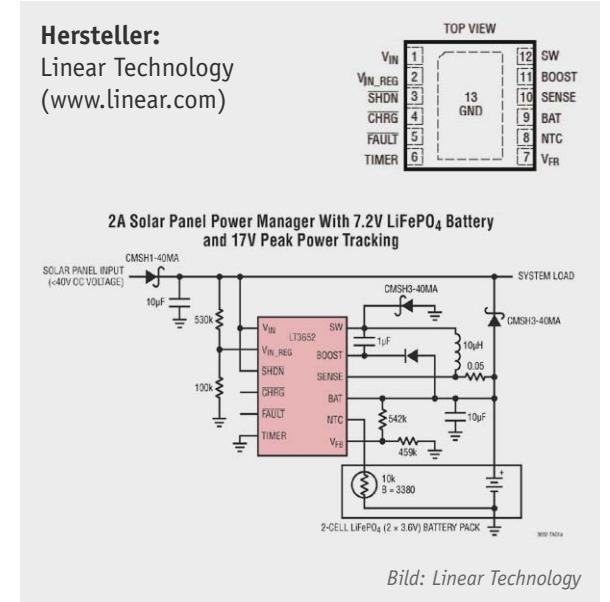


## Bauteil-Info: LT3652 – MPPT-Solarregler 2A

Der LT3652 ist ein Power-Tracking-Solar-Laderegler für kleine Insel-Solaranlagen. Er kann in Solaranlagen zwischen 4,95 und 32 V eingesetzt werden und Ladeströme bis 2 A für Akkusysteme der Technologien Blei-Gel, Li-Ion, Li-Po und LiFePO4 liefern. Durch die Arbeitsweise als MPPT-Regler wird die Leistung der jeweiligen Solarzelle unter den jeweiligen Umgebungsbedingungen effektiv genutzt.

## Hauptmerkmale:

- Weiter Eingangsspannungsbereich ab 4,95 V
  - Ladestrom programmierbar, bis 2 A
  - Laderate C/10 oder Timer-Ladung wählbar
  - Ladeschlussspannung/Erhaltungsladung je nach Akkutechnologie programmierbar
  - Bei Akkus mit  $\leq 4,2$  V keine Trenndiode erforderlich
  - Open-Collector-Status-Meldeausgänge, binär codiert
  - Hohe Schaltfrequenz = geringer Platzbedarf der Gesamtschaltung



## Weitere News

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



[www.news.elvjournal.de](http://www.news.elvjournal.de)

Daten

Eingangsspannung:	4,95 bis 32 V
Ladestrom:	einstellbar, max. 2 A
Programmierbare Erhaltungsladespannung:	bis 14,4 V
Stand-by-Stromaufnahme:	85 $\mu$ A
Gehäuse:	DFN/MSE, 3 x 3 mm



## Drahtlos messen

### 2-Kanal-WLAN-Oszilloskop Velleman WFS210

Ein Oszilloskop gehört zur Grundausstattung des Elektronikers wie Multimeter und Lötkolben. Die zahlreichen Darstellungs- und Messmöglichkeiten für elektrische Signale machen es zum Universal-Messgerät. Doch längst muss es nicht immer mehr das große, stationäre und am Stromnetz „hängende“ Tischoszilloskop sein – moderne Technik macht hier ganz neue und unkonventionelle Lösungen möglich. Eine solche Lösung ist das absolut mobile WFS210, das sogar mobile Messungen mit dem Smartphone möglich macht.

#### Total mobil

Die Verlagerung der Visualisierungs- und Bedienfunktionen von Messgeräten in einen Rechner ist nichts Neues, es gibt zahlreiche externe Messvorsätze, die per USB mit einem PC verbunden werden und dann als zum Teil sehr leistungsfähige Mehrkanal-Oszilloskope, Logikanalysato-

ren oder Signalgeneratoren arbeiten. Das geht zum Teil auch mobil, wenn man einen tragbaren Computer benutzt.

Und dann gibt es die mobilen Messgeräte vom Handheld-Oszilloskop über die bekannten Open-Source-Mini-Oszilloskope bis hin zu kleinen Bausatz-Oszilloskopen, die mit Batterien bzw. Akkus betrieben werden. Ein solches haben wir gerade erst in einer vorangegangenen Ausgabe des ELVjournal vorgestellt.

Natürlich liegt da in der heutigen Welt der mobilen Mini-Computer, Smartphones und Tablet-PCs sowie der Apps der Gedanke nahe, deren Potential für Datenverarbeitung, Visualisierung und Bedienung zu nutzen. Und wie nehmen solche Geräte die Verbindung nach außen auf? Entweder per USB oder über proprietäre Schnittstellen wie die Oscium-Geräte für iOS [1] oder eben „artgerechter“ per Bluetooth oder WLAN wie das Velleman 2-Kanal-WLAN-Oszilloskop WFS210, das wir hier detailliert vorstellen wollen. Denn hier werden, außer Messleitungen, überhaupt keine lästigen Leitungsverbindungen mehr benötigt und man ist, auch dank leistungsstarkem Lithium-Akku, extrem mobil unterwegs. So kann der als

Geräte-Kurzbezeichnung:	WFS210
Eingangsbereich:	5 mV bis 20 V/DIV (12 Schritte)
Zeitbasis:	1 µs bis 1 s/DIV
Eingang:	30 Vpp max.
Eingangsimpedanz:	1 MΩ
Abtastspeicher:	4 K/Kanal
Abtastrate in Echtzeit:	2x 10 MS/s
AD-Auflösung:	8 Bit
Eingangskopplung:	AC + DC, AC und GND
Bandbreite:	2x 10 MHz
Akku:	Li-Ion, 3,7 V, 1800 mAh
Stromverbrauch (Akku):	160 mA max.
USB-Ladestrom:	5 V/500 mA max.
Abmessungen (B x H x T):	100 x 100 x 35 mm
Gewicht:	180 g



Bild 1: Sehr mobil dank WLAN-Verbindung zum Tablet-PC, hier wird das Verhalten eines Kurbelwellensensors im Betrieb erfasst.

eigenständiger Access-Point arbeitende Mess- und Signalverarbeitungsteil zum Beispiel im Motorraum des Autos angeschlossen sein und man selbst kann bequem mit Smartphone oder Tablet z. B. im Wagen sitzen und hier arbeiten (Bild 1 zeigt ein Beispiel dazu). Die drahtlose Verbindung ist dabei über die üblichen WLAN-Reichweiten möglich, so dass man hier sehr flexibel ist. Selbst auf dem Labortisch ist solch eine Anordnung richtig praktisch, kann man doch das Sichtgerät völlig unabhängig vom Messort im Blickfeld platzieren.

Das kleine, drahtlose Digital-Oszilloskop ist dabei unter verschiedenen Rechnersystemen betreibbar: per WLAN an Geräten mit Android- oder iOS-System, aber auch per WLAN oder USB an Windows-PCs. So kann man es unterwegs am Tablet-PC nutzen, zu Hause aber am meist am Bastelplatz ohnehin vorhandenen PC.

Wer das Gerät an einer völlig anderen Hardware nutzen will, z. B. an einem Raspberry Pi, und in der Lage ist, die zur Auswertung nötige Software selbst zu erstellen bzw. vorhandene Lösungen, z. B. Datenlogger, anzupassen, kann dies tun, da sämtliche Datenübertragungsparameter Open Source sind und in einer Protokollbeschreibung frei zum Download bereit stehen [2].

Was kann das Gerät als Messgerät? Ein Blick in die technischen Daten zeigt ein Zweikanal-Oszilloskop der Leistungsklasse bis 10 MHz Analogbandbreite und einer Abtastrate von 2x 10 MS/s mit einer adäquaten Zeit- und Vertikal-Ablenkung, einem Sample-Speicher

mit 4 K Tiefe je Kanal und den bei Digital-Oszilloskopen mittlerweile zum Standard gehörenden Multimeter-Readouts zur frei wählbaren Zusatzanzeige, Cursorsmessungen und Auto-Setup. Diese Leistungsdaten sind für die meisten Aufgaben im Hobbybereich ausreichend.

Das Gerät wird über einen internen Li-Ion- oder Lithium-Ionen-Akku betrieben, der per USB geladen wird und bis zu 10 Stunden autarken Betrieb möglich macht.

## WFS210 im Detail

Der kompakte Messvorsatz sieht auf den ersten Blick aus wie eines der üblichen PC-Oszilloskope: vorn zwei BNC-Messbuchsen für den Tastkopf-Leitungsanschluss, hinten ein USB-Port (Bild 2). Aber beim Blick auf die Geräterückseite findet man noch mehr. Links sind einige Funktechnik suggerierende Symbole zu sehen, in der Mitte die Ein-/Aus-Taste, rechts neben der USB-Buchse zwei Batteriesymbole.

Die drei „Funksymbole“ signalisieren den Aufbau eines eigenen WLAN-Access-Points („Hotspot“, ganz links), das Funkwellen-Symbol daneben zeigt eine erfolgreiche bzw. bestehende Funkverbindung zum Tablet-/Windows-PC an, und das Verkettungssymbol rechts signalisiert einen aktiven Datenaustausch.

Die beiden Akku-Symbole signalisieren einen laufenden Ladevorgang und einen voll geladenen Akku.

Das Achtung-Symbol neben dem USB-Port fordert dazu auf, den entsprechenden Passus in der (eng-



Bild 2: Die Bedien-, Anzeige- und Anschlusselemente des WFS210 im Überblick



Bild 3: Auf der Unterseite finden sich der Abnahmepunkt für das Tastkopf-Prüfsignal und die Reset-Taste für den Access-Point.

lischsprachigen) Bedienungsanleitung zu beachten – bei einer bestehenden USB-Verbindung müssen Signalmasse und USB-Masse elektrisch voneinander isoliert sein. Bei einer Messung via USB am PC muss also bei netzbetriebenen Schaltungen zumindest ein Trenntransformator oder ein galvanisch getrenntes Netzteil vorgeschaltet sein – beim Oszilloskopieren eigentlich sowieso ein allseits bekanntes Muss. Wer anschaulich Näheres darüber wissen will, dem sei Dave's wie immer unterhaltsamer Blog Nr. 279 [3] dazu empfohlen. Einige Hinweise haben wir zusätzlich in einer kurzen Übersicht im „Elektronikwissen“ zusammengefasst.

Auf der Unterseite des Gerätes (Bild 3) finden sich zwei winzige Öffnungen, eine ist für das Einführen

einer Messleitungs-Tastspitze vorgesehen, hier wird das übliche Rechteck-Testsignal für das Kompensieren der Tastspitze ausgegeben. Die andere Öffnung verbirgt einen Reset-Taster, der die WLAN-SSID des Access-Points auf die Werkseinstellung (WFS210) zurücksetzt. Denn der ist ein ganz normales Netzwerkgerät, dessen Einstellungen unter Umständen auch verändert werden können.

Über den USB-Anschluss wird der interne Akku geladen, die Ladekontrolle erfolgt über die beiden Akkusymbole wie bereits beschrieben. Als Spannungsquelle kann dabei ein normaler USB-Lader oder ein Strom liefernder USB-Port, z. B. am PC oder an einem USB-Hub, dienen.

Der USB-Port kann auch für die Datenverbindung per USB zu einem Windows-PC dienen, darauf kommen wir noch.

Als Tastköpfe sind handelsübliche 1:1-, 1:10- oder umschaltbare Tastköpfe einsetzbar, das Oszilloskop verfügt über eine Eingangsimpedanz von  $1 \text{ M}\Omega$ .

Wie bereits erwähnt, stehen für das Gerät sowohl eine Windows-Software als auch eine Mobilgeräte-App für Android bzw. iOS zum Download bereit. Erstere ist auf der Produktseite des Web-Shops zu finden, die Apps im Google Play Store (Android, [4]) bzw. App Store (iOS, [5]) unter „WFS210“.

Wir wollen in der Folge zunächst näher auf die Arbeit unter der Mobil-App für Android und in der Folge auf die Windows-Software eingehen.

## Die App – Installieren und Arbeiten

Zunächst ist die zum System passende App zu installieren (Bild 4). Nach deren Start erscheint diese zunächst im Demo-Modus (Bild 5), hier werden in Kanal 1 ein Rechtecksignal und in Kanal 2 ein Sinussignal simuliert. Der Demo-Modus ist zum Erlernen der



Bild 4: Wie üblich per Google Play Store oder Apple App Store frei verfügbar: die App für Mobilgeräte, hier die Android-Version.

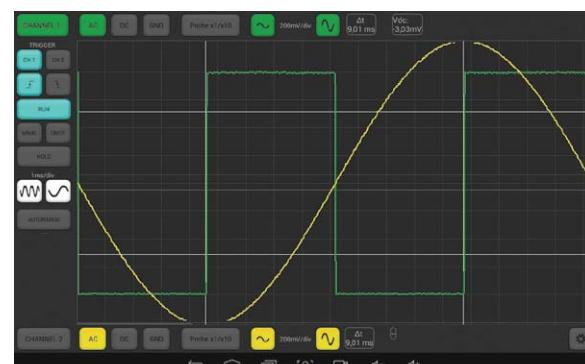


Bild 5: Die App startet im Demo-Modus, in dem man alles Wesentliche zur Bedienung lernen und ausführlich ausprobieren kann.

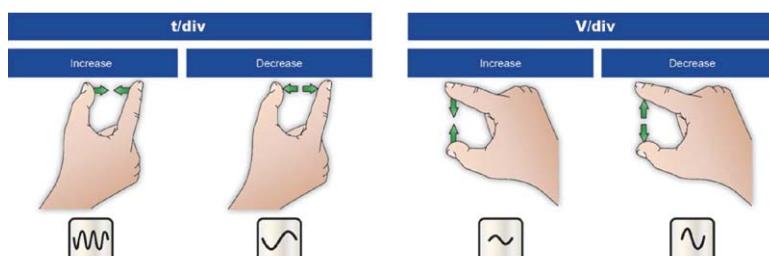


Bild 6: Wie vom Smartphone gewohnt, kann man die Anzeige durch Wischbewegungen beliebig einstellen.



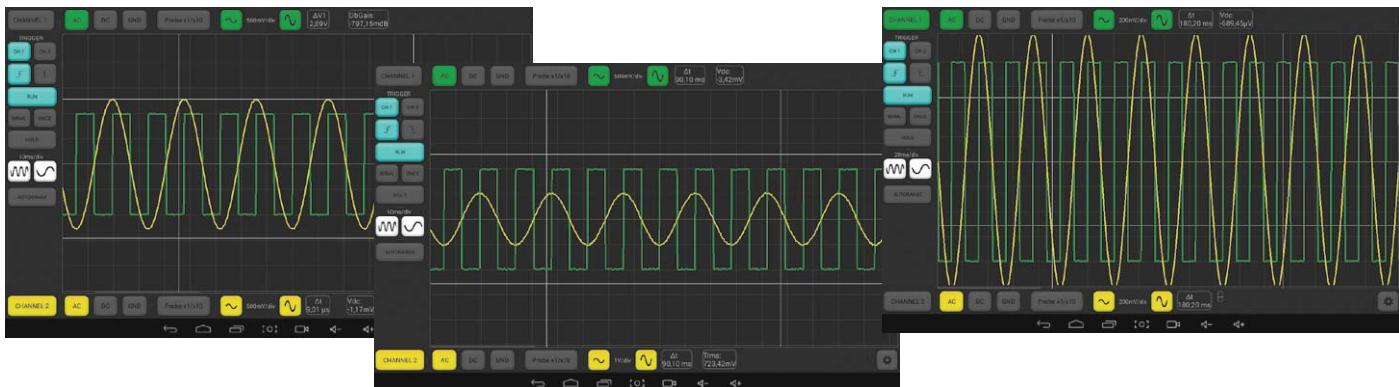


Bild 7: Über den Touchscreen lässt sich die Messsignaleinstellung anpassen ...

Bedienung der Software sehr nützlich, denn alle relevanten Bedien- und Anzeigefunktionen sind hier verfügbar. So kann man etwa, nach Anwahl des jeweiligen Kanals links oben (grün) oder links unten (gelb), die jeweilige Kurve per vom Smartphone gewohnten Wischbewegungen der Finger (Bild 6) in Amplitude und Zeit nach Wunsch einstellen (Bild 7)

und im Rahmen des Digitalspeicherumfangs auf der Zeitachse verschieben. Über die dünnen horizontalen Linien im Bild ist es möglich, die Signalkurven mit dem Triggerlevel in eine individuelle Position zu schieben (Bild 8), so dass deren Anzeige übersichtlicher wird.

### Kurzschluss vermeiden beim Messen mit Oszilloskopen

Widmet man beim Messen mit einem Oszilloskop dem Masseproblem nicht die nötige Aufmerksamkeit, kann es schnell zu einem Kurzschluss mit der Folge zerstörter Technik oder gar eines elektrischen Unfalls kommen. Sind sowohl die zu messende Schaltung als auch das Oszilloskop selbst ohne gegenseitige galvanische Netztrennung an das Erdpotential des Stromnetzes angeschlossen, kann es zum Beispiel zu einem Kurzschluss kommen, falls der Masseanschluss des Tastkopfes versehentlich an einen anderen Schaltungsteil als die Schaltungsmasse der zu untersuchenden Schaltung kommt. Denn der Tastkopf ist über seinen Masseanschluss immer (außer eben bei einem WLAN-Oszilloskop) über das Oszilloskop selbst oder über die USB-Masse bei PC-Anschluss mit dem Erdpotential des Stromnetzes verbunden. Besonders bei der Anbindung und Stromversorgung von per USB versorgten Schaltungen wird dieses Problem oft vernachlässigt.

Dies ist allerdings kein Problem, solange nur eines der beteiligten Geräte an das Stromnetz angeschlossen ist bzw. Messgerät und Messobjekt vollständig galvanisch entkoppelt sind, z. B. über Trenntransformatoren, vollständig galvanisch trennende Netzteile („schwebende Masse“, Floating Ground), USB-Isolatoren oder Differential-Tastköpfe.

#### Lösung Batteriebetrieb

Ist die zu untersuchende Schaltung vollständig vom Netz getrennt, also durch Akkus/Batterien betrieben, tritt die fatale Masseverbindung nicht auf, es kann ohne Probleme gemessen werden, also auch mit Masseanschluss an „schwimmende Potentiale“ usw.

#### Lösung Laptop oder USB-Isolator

Bei per USB versorgten bzw. angeschlossenen Schaltungen kann es über den angeschlossenen PC, sofern er ebenfalls netzbetrieben ist, ebenfalls zum Kurzschluss über die Masseleitung kommen, da auch die USB-Masse auf dem Erdpotential liegt. Eine Lösung ist ein nicht an ein Netzteil angeschlossener PC (akkubetriebener Laptop), der allerdings auch nicht per USB an irgend ein anderes netzbetriebenes Gerät angeschlossen wer-



USB-Isolator (Best.-Nr. CG-12 00 95)

den darf. Eine andere Lösung ist ein USB-Isolator, der die USB-Schnittstelle vollständig, inklusive 5-V-Spannung, galvanisch trennt. Diese USB-Isolatoren finden z. B. auch in der Audiotechnik zur Vermeidung von Brummschleifen ihre Anwendung.

#### Lösung Floating Ground

Viele (Labor-)Netzteile haben neben den Ausgängen Plus und Minus noch eine dritte Buchse, GND. Über diese kann man das Netz-Erdpotential auf Minus legen (massebezogenes Potential). Dazu ist oft eine massive Brücke installiert, die man abnehmen kann. Ist die GND-Buchse dann nicht mit Minus verbunden, haben wir einen potentialfreien Netzteilausgang mit „schwabender Masse“ (Floating Ground). Also GND-Brücke abnehmen bzw. GND-Anschluss nicht verbinden!

#### Lösung Trenntransformator

Spezielle Trenntransformatoren mit Wicklungen in getrennten Kammern verfügen über eine sicher und vollständig isolierte, somit potentialfreie Sekundärseite. Über derartige Transformatoren kann kein Schluss zum Netz-Erdpotential entstehen.

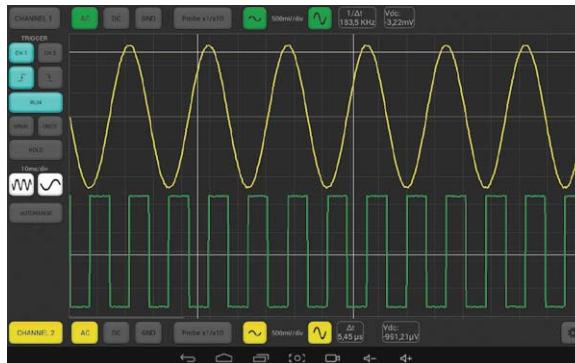


Bild 8: ... so ist auch die sauber getrennte Darstellung beider Kanäle möglich.

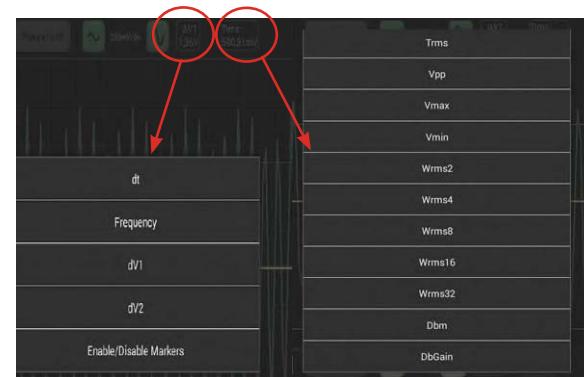


Bild 9: Die Multimeter-Funktionen erlauben eine genaue Signalanalyse mit vielen Messwerten ...

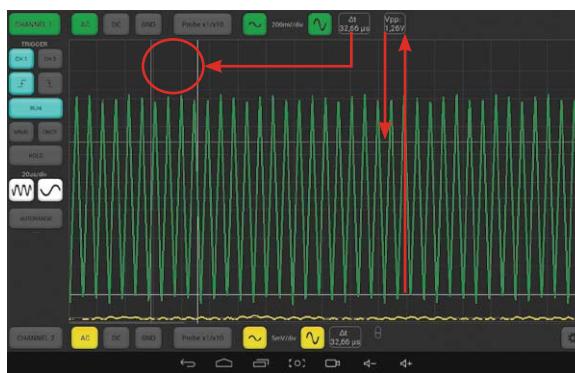


Bild 10: ... über die frei setzbaren Cursoren (weiß).

Die weitere Bedienung erfolgt über beiden Eingangskanälen zugeordnete Einstelfelder für die Signalkopplung, den Tastkopfsteiler sowie die Vertikalteilung der Anzeige. Ganz rechts sind die sogenannten Multimeterfunktionen in jeweils zwei Feldern wählbar (Bild 9). Hier lassen sich zwei Messwerte auswählen, die später zwischen den ebenfalls per Touch-Bedienung zu setzenden (und je nach Bedarf ein- und auszuschaltenden Vertikal- und Horizontal-Cursoren (Bild 10) erfasst und angezeigt werden.

Links befindet sich das Bedienfeld für die Trigger-einstellungen (Bild 11). Hier sind die Triggerbedingungen (Triggerkanal, Triggerflanke) sowie die Art der Triggerung einstellbar. Die darunter angeordnete HOLD-Funktion erlaubt das Einfrieren des aktuellen Messwerts im Bild zur genaueren Untersuchung und ggf. Speicherung per Screenshot. Letzterer ist über



Bild 11: Das Bedienfeld der Oszilloskop-Software

die Screenshot-Funktion des Tablet-PCs ohnehin jederzeit möglich. Darunter finden wir ein Einstelfeld für die manuelle Einstellung der Zeitbasis und eines für die automatische Anpassung der Signaldarstellung zur Ausnutzung der Anzeigefläche. Noch ein Wort zum Thema Screenshot. Über die Videoaufnahmefunktion, die die meisten Android-Distributionen anbieten, kann man hier wunderbar Messverläufe als MP4-File aufzeichnen und später für Auswertungen, Präsentationen usw. nutzen.

Genug geübt, jetzt wollen wir das Gerät arbeiten lassen.

Zunächst ist der Tablet-PC per WLAN mit dem Oszilloskop zu verbinden. Dies erfolgt, nachdem man das Oszilloskop gestartet hat und es den Access-Point aufgebaut hat (Access-Point-Anzeige blinkt langsam) automatisch über die normale WLAN-Suche (Bild 12). Das Oszilloskop meldet sich mit „WFS210“.

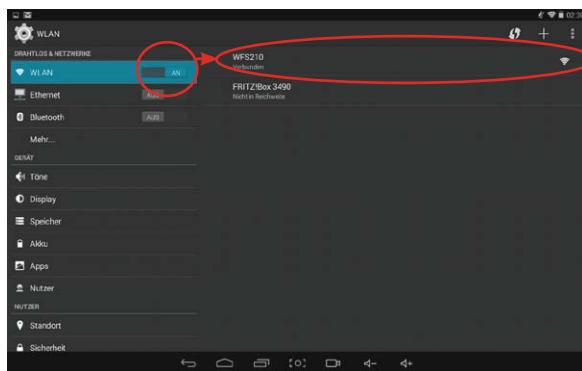


Bild 12: Das Anmelden des WFS210 erfolgt über die normale WLAN-Suche des Tablet-PCs. Ggf. muss man die Suche manuell auslösen.



Bild 13: Das Gerät kalibriert sich automatisch selbst.



Nach dem Start der App befindet sich diese, wie gesagt, zunächst im Demo-Modus. Über den Einstellbutton unten rechts gelangt man in das Konfigurationsmenü, wo der Demo-Modus abwählbar ist. Unter „Name of the wifi scope“ steht erst einmal „DEMO“, hier kann stattdessen „WFS210“ (exakte Schreibweise wie in der WLAN-SSID angezeigt) eingetragen werden. Das muss man aber nicht unbedingt, denn nach Abwahl der Demo-Funktion und Rückkehr ins Programm versucht die Software automatisch, den Access-Point zu finden.

Wählt man die Kalibrierfunktion an, was zu Beginn empfehlenswert ist, darf in der Folge an den Messeingängen kein Signal eingespeist werden.

Danach geht es zurück ins Programm. Nach kurzer Zeit meldet die Oberfläche „Connected“, und die drei LEDs für die Verbindungskontrolle am Oszilloskop leuchten als Quittung für den erfolgreichen Verbindungsauftbau.

Hat man die Kalibrierung gewählt, beginnt diese nun automatisch (Bild 13). Nach Abschluss der Kalibrierung, die einige Zeit dauert, kann nun ein Messsignal an das Oszilloskop angeschlossen werden. Mit „RUN“ startet man die Messung, und das Messsignal erscheint (Bild 14). Je nach Qualität der WLAN-Verbindung kann dies einige Sekunden dauern. Diese ist auch entscheidend, wie bei allen Access-Points, für den Verlauf der Datenübertragung, die bei starken Fremdeinflüssen schon zeitweise gestört werden kann – ein kleines Manko aller Funkverbindungen, dessen man sich bewusst sein muss, wir arbeiten hier im normalen WLAN-Bereich. Bei Problemen bringt ein erneuter Start des Access-Points meist die Lösung.

## Das PC-Programm

Für den Betrieb an einem Windows-PC steht ein ausführbares PC-Programm zum Download bereit. Es wird auf dem PC installiert (Bild 15), wobei man die übliche Windows-Rückfrage nach der Zertifizierung übergeht.

Für die Verbindung zum Oszilloskop stehen hier mehrere Optionen zur Verfügung. Einmal kann man das Oszilloskop per USB anschließen, wobei hier der weiter vorn gegebene Hinweis zum Thema Signal- und USB-Masse zu beachten ist. Das Oszilloskop meldet sich nach Herstellen der USB-Verbindung und Einschalten als übliches virtuelles COM-Gerät (Bild 16).

Die Alternative ist auch hier die WLAN-Verbindung. Dazu bindet man das WFS210 auf die übliche Art ins Netzwerk- und Freigabecenter ein (Bild 17).

Nach dem Programmstart erscheint auch hier das Programm zunächst im Demo-Modus (Bild 18) und man kann, wie bei der App beschrieben, sich auch hier erst einmal einarbeiten. Einziger signifikanter Unterschied zur Bedienung der App ist hier die für jeden Kanal getrennte Einstellung des Triggerlevels durch Schieber links und rechts der Anzeigefläche.

Wählt man das Feld „Connect“ an, so hat man hier die Auswahl zwischen WLAN-Verbindung, USB-Verbindung und Demo-Modus (Bild 18).

Will man die WLAN-Verbindung nutzen, ist unter „Tools“ -> „WiFi Configuration“ die SSID des Oszilloskops, also „WFS210“, einzugeben. Wählt man danach

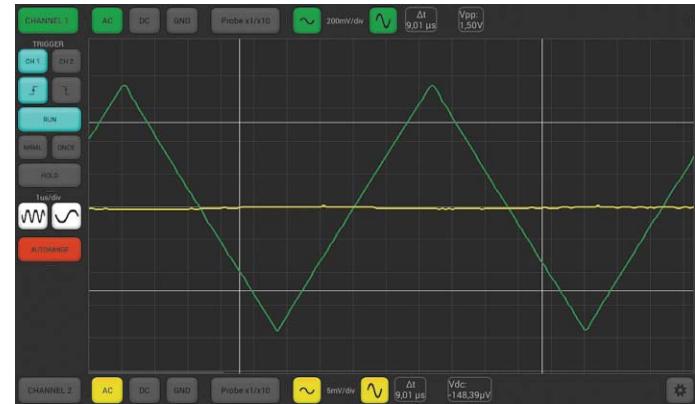


Bild 14: Die Messung in Aktion, hier eines Dreieckssignals auf Kanal 1



Bild 15: Das PC-Programm steht als ausführbares Programm zur Verfügung, ein Assistent führt wie üblich durch die Installation.

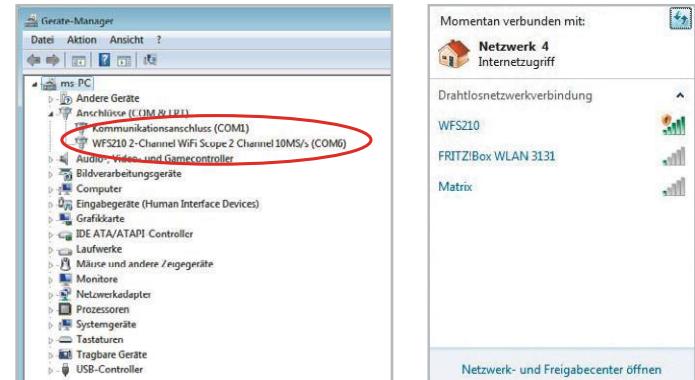


Bild 16: Das WFS210 belegt mit seinem USB-Treiber einen virtuellen COM-Port, hier COM6.



Bild 18: Das PC-Programm im Demo-Modus. Die Oberfläche entspricht im Wesentlichen der Bedienoberfläche der Mobilgeräte-App. Unter „Connect“ erfolgt die Verbindungsauswahl.



Bild 19: Die WLAN-Anbindung kann kontrolliert und ggf. angepasst werden.

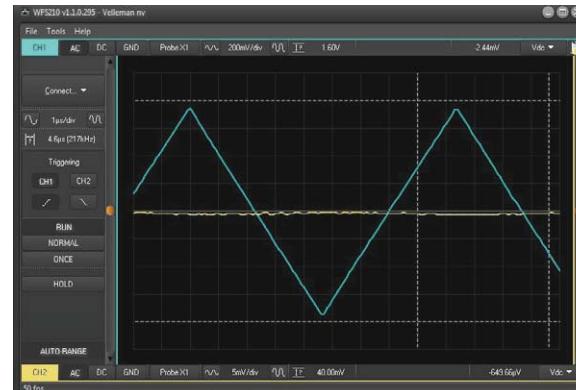


Bild 20: Das PC-Programm im Messmodus, mit dem gleichen Signal wie in der App getestet

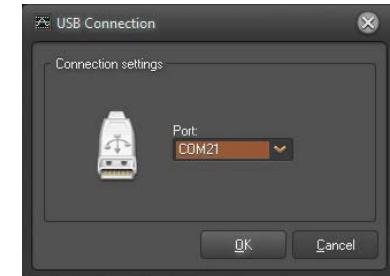


Bild 21: Bei der Nutzung der USB-Verbindung kann hier der durch den Treiber belegte virtuelle COM-Port kontrolliert bzw. gewechselt werden, falls man mehrere WFS210 betreiben will.

unter „Connect“ die Option „WiFi“ an, erscheint ein Settings-Menü, in dem man IP und Port kontrollieren bzw. bei Bedarf ändern kann (Bild 19). Danach erfolgt der Verbindungsauflauf und wir können messen (Bild 20).

Bei der Nutzung der USB-Verbindung erscheint ein USB-Settings-Menü (Bild 21), in dem der vom WFS210 belegte virtuelle serielle Port angezeigt bzw. ausgewählt werden kann.

Die sonstige Bedienung entspricht hier, bis auf die Unterschiede durch die Maus-/Touchpad-Bedienung, der der App.

## Fazit

Mit dem WLAN-Oszilloskop WFS210 steht ein mobiles und kabelloses Messsystem zur Verfügung, das viele alltägliche Aufgaben auch dort lösbar macht, wo man sonst einen höheren Aufwand hätte. Insbesondere lassen sich größere Entfernung, auch über längere Zeiten, dank der WLAN-Verbindung überbrücken. Die Bedienung der Programmoberfläche ist, besonders in der sehr modern gestalteten Grafik der Mobilgeräte-App, einfach und intuitiv, viele Konfigurations- und Kommunikationsvorgänge laufen automatisch ab.

Das PC-Programm erlaubt auch die Nutzung am im Arbeitsalltag allgegenwärtigen PC, so kann man selbst auf dem Büroschreibtisch Messungen einfach ausführen.

Dazu kommt ein günstiger Preis, somit ist das WFS210 durchaus auch als Einsteigersystem zu empfehlen.

ELV



Velleman 2-Kanal WLAN-Digital-Speicheroszilloskop WFS210  
Best.-Nr. CG-11 59 49 € 129,-



## Weitere Infos:

- [1] Oscium Mixed-Signal-Oszilloskop:  
[www.elv.de](http://www.elv.de): Webcode: #1430
- [2] Produktseite WFS 210:  
[www.elv.de](http://www.elv.de): Webcode: #1431
- [3] EEV-Blog #279:  
[www.youtube.com/watch?v=xaELqA04kkQ](https://www.youtube.com/watch?v=xaELqA04kkQ)
- [4] App für Android:  
<https://play.google.com/store/apps/details?id=be.velleman.wfs210&hl=de>
- [5] App für iOS:  
<https://itunes.apple.com/de/app/wfs210/id933118232?mt=8>



HomeMatic

# Energieverbrauch im Blick

## Energie-Sensor für Smart Meter

Infos zum Bausatz  
im ELV-Web-Shop

#1448

Moderne Stromzähler, sogenannte Smart Meter, verfügen über eine optische Standard-Schnittstelle, die eine Konfiguration und ein Auslesen des elektronischen Zählers ermöglicht. Über diese kann auch der Nutzer gefahrlos auf die für die Ausgabe definierten Verbrauchsdaten zugreifen. Der neue Energie-Sensor erfasst diese Ausgabe und gibt sie über die Zählersensor-Sendeeinheit des HomeMatic Systems per Funk aus.

### Berührungslos erfasst

Elektronische Stromzähler (Smart Meter) verfügen meist über mehrere Möglichkeiten, den Stromverbrauch in Form der verbrauchten Wirkleistung auszulesen. Die einfachste Möglichkeit ist die Erfassung der Blinkimpulse der Rückmelde-LED. Diese leuchtet z. B. 10.000 Mal je kWh auf, so ist der Verbrauch einfach auswertbar. Diese Möglichkeit ist allerdings durchaus fehlerbehaftet, da ja nur optische Impulse gezählt werden. Definiert geht es hingegen bei der zweiten Möglichkeit zu, der standardisierten optischen Schnittstelle des Smart Meters. Hier werden definierte Daten ausgegeben, die keine Fehlinterpretation zulassen und die eine normierte Aufbereitung ermöglichen. Für den industriell-gewerblichen Bereich bieten die Hersteller der Smart Meter passende Ausleseeinheiten an, für die sowohl mechanische Befestigungsmöglichkeiten als auch elektrische Versorgungsanschlüsse am Zähler vorhanden sind.

Der hier vorgestellte Energie-Sensor nutzt die optische Datenschnittstelle und die mechanische Befestigungsmöglichkeit des Smart Meters zum Auslesen

der Verbrauchsdaten. Er gibt die erfassten Infrarot-Impulse an die bereits etablierte Zählersensor-Sendeeinheit HM-ES-TX-WM des HomeMatic Systems aus.

### Technische Daten

Geräte-Kurzbezeichnung:	ES-IEC
Protokoll:	IEC 62056-21 (alt: IEC-1107)
Unterstützte Protokoll-Modi (durch HM-ES-TX-WM):	A/B/C/D
Übertragungsgeschwindigkeit:	300–19.200 Bd
Serielle Datenübertragung:	Halbduplex
Versorgungsspannung:	3 V und 6 V (über HomeMatic Sendeeinheit HM-ES-TX-WM)
Batterielebensdauer HM-ES-TX-WM mit ES-IEC:	2 Jahre (typ.)
Gehäuse:	Infrarot-Filterscheibe gegen Fremdlichteinflüsse
Temperaturbereich:	5 bis 35 °C
Zuleitung:	1,5 m, 6-adrig mit Western-Modular-Stecker 6P6C
Magnetische Haltekraft (bei Nordpol nach außen):	
Auf Stahlplatte	13 N
In einer Entfernung von 2 mm zur Stahlplatte	3 N
Abmessungen (B x H x T):	32 x 40 x 20 mm
Gewicht:	52 g (inkl. Zuleitung)



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
/	E	M	H	5	-	-	-	e	H	Z	-	E	0	0	1	8	E	v	v											
2F	45	4D	48	35	2D	2D	2D	65	48	5A	2D	45	30	30	31	38	45	OD	0A											
v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v		
0D	0A																													

Bild 1: Datensatz eines eHZ-Verbrauchszählers (eHZ EG310D-D1-B), darunter die zugehörige OBIS-Identifikation

OBIS-Identifikation	Bedeutung	Wert
1 - 0 : 1 . 8 . 1	Zeitintegral 1 (Zählerstand) im Tarif 1	4713,3668 kWh

Dieser bildet das Kernstück des Energiezähler-Erfassungssystems von HomeMatic. Das Gerät stellt die Funkverbindung zwischen den Gas-/Stromzählersensoren des Systems sowie einer HomeMatic Zentrale (CCU) her und sorgt für die Anpassung an den jeweiligen Energiezähler-Sensor.

### Datenerfassung nach IEC 62056-21

Die optische Datenschnittstelle vieler Smart Meter ist nach dem europäischen Standard IEC 62056-21 (früher IEC 1107) ausgeführt bzw. gibt ein Datenprotokoll nach diesem Standard aus. Genau für diese Smart Meter ist der neue Energie-Sensor konzipiert. Ob der Zähler im Haus diesem Standard entspricht, lässt sich beim Energieversorger erfragen bzw. über Zählerhersteller und Typenbezeichnung recherchieren. Einer der verbreitetsten Zähler ist der Drehstromzähler Q3D von EasyMeter ([siehe Bild 14](#)).

Auf die Details des IEC-62056-21-Protokolls werden wir noch im Verlauf des Artikels genauer eingehen, deshalb seien hier zunächst nur einige Merkmale aufgeführt. Das Protokoll dient zum Auslesen von Messdaten aus dem Zähler sowohl über die örtliche Schnittstelle als auch zum Fernauslesen. Dabei löst das Auslesegerät (bei uns der Energie-Sensor und die Zählersensor-Sendeeinheit) das Auslesen der Daten derart aus, dass zunächst eine Kommunikationsanfrage erfolgt, in deren Zuge u. a. eine Auslese-Baudrate, beginnend bei 300 Bd, ausgehandelt und ein statischer Stromfluss in der Schnittstelle erzeugt wird. Die folgende Kommunikation erfolgt im Duplex-Betrieb, dabei werden die Dateninhalte seriell und Byte-weise als Infrarot-Lichtimpulse ausgetauscht bzw. ausgegeben. Die Codierung erfolgt mit einem Startbit, das mit einer logischen Null den statischen Stromfluss unterbricht und so signalisiert, dass der Datenfluss beginnen kann, gefolgt von 7 Datenbits, einem geraden Paritätsbit und einem Stoppbit. Über eine Reihe von Zeitbedingungen (Timeouts) werden Zeitfenster definiert, innerhalb denen Prozesse wie die Zeit zwischen aufeinander folgenden Zeichen, das Eintreffen von Daten bei der Ausleseeinheit sowie das Aushandeln und ggf. Umschalten der Übertragungsrate abgeschlossen sein müssen.

Daneben gibt es auch noch die Protokolle Device Language Message Specification (DLMS), Smart Message Language (SML) und M-Bus. DLMS kommt z. B. auch zum Auslesen von Gas-, Wärme- und Wasserzäh-

lern zum Einsatz, es ist ein herstellerübergreifendes, umfangreiches Datenprotokoll, das u. a. auch einen weitgehenden Zugriff auf den Server des Zählers und damit über ein Schichten- und Klassenmodell dessen Anpassung an verschiedene Aufgaben zulässt. SML ist ein offener Standard, bei dem die Informationen in einer SML-Datei übertragen werden. Dieses Protokoll ermöglicht u. a. speziell die einfache Datenübertragung, z. B. per IP-Telemetrie, und den einfachen Fernzugriff auf den Server des Zählers. Der M-Bus (Meter-Bus) ermöglicht ebenfalls das Auslesen von Gas-, Wärme- und Wasserzählern, darüber das Auslesen von Sensoren und Messdaten z. B. aus A/D-Umsetzern. Als Feldbus arbeitet er mit einer Zweidrahtleitung, wobei die serielle Abfrage bzw. Steuerung von einem Bus-Master erfolgt und die jeweils angesprochene Einheit als Slave arbeitet. Abfrage und Antwort erfolgen hier als Spannungs- bzw. Strommodulation auf der Leitung.

Im Zusammenhang mit dem hier eingesetzten IEC-62056-21-Protokoll (und auch bei DLMS [Stromzähler]) taucht der Begriff OBIS bzw. OBIS-Kennzahl auf. OBIS ist die Abkürzung für Object Identification System und dient zur eindeutigen Identifikation der einzelnen Messwerte in einem Datensatz. Die OBIS-Kennzahl erleichtert vor allem den Datenaustausch zwischen verschiedenen Abrechnungspartnern, ist aber auch wichtig zur Identifikation der Datensatzbestandteile für unsere Anwendung. Darauf gehen wir in der Folge noch detailliert ein.

Wir wenden uns zunächst einmal detaillierter der IEC-62056-21-Datenschnittstelle zu und lernen danach anhand von Beispielen die Auswertung der OBIS-Kennzahlen kennen.

### Optische Datenschnittstelle nach DIN EN 62056-21

Das Protokoll IEC 62056 bietet fünf unterschiedliche Protokoll-Modi, die bei Tarif-Geräten verwendet werden können. Im Einzelnen sind das die Modi A, B, C, D und E. In den Modi A, B, C und E findet der Datenaustausch in beiden Richtungen statt, wobei die Daten durch Abfragen gesammelt werden. Im Modus D werden die Daten nur in einer Richtung – vom Verbrauchszähler zum Auslesegerät – übertragen.

### OBIS-Kennzahlen-System für die Datensätze

Zur eindeutigen Identifikation der Messwerte (Wirk-, Blindarbeit, Energierichtungen usw.) im IEC-62056-21-



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
/	E	S	Y	5	Q	3	D	A	1	0	0	4	V	3	.	0	4	v	v																	
2F	45	53	59	35	51	33	44	41	31	30	30	34	20	56	33	2E	30	34	OD	0A																
v	v																																			
0D	0A																																			
1	-	0	:	0	.	0	-	0	*	2	5	5	(	1	E	S	Y	1	1	6	0	1	8	7	5	4	5	)	v	v						
31	2D	30	3A	30	2E	30	2E	30	2A	32	35	35	28	31	45	53	59	31	31	36	30	31	38	37	35	34	35	29	OD	0A						
1	-	0	:	1	.	8	-	0	*	2	5	5	(	0	0	0	0	0	0	2	.	6	3	0	0	9	3	6	*	k	W	h	)	v	v	
31	2D	30	3A	31	2E	38	2E	30	2A	32	35	35	28	30	30	30	30	30	30	32	2E	36	33	30	30	39	33	36	2A	6B	57	68	29	OD	0A	
1	-	0	:	2	1	.	7	-	0	*	2	5	5	(	0	0	0	0	3	2	.	8	2	*	W	)	v	v								
31	2D	30	3A	32	31	2E	37	2E	30	2A	32	35	35	28	30	30	30	30	33	32	2E	38	32	2A	57	29	OD	0A								
1	-	0	:	4	1	.	7	-	0	*	2	5	5	(	0	0	0	0	0	0	.	0	0	*	W	)	v	v								
31	2D	30	3A	34	31	2E	37	2E	30	2A	32	35	35	28	30	30	30	30	30	30	2E	30	30	2A	57	29	OD	0A								
1	-	0	:	6	1	.	7	-	0	*	2	5	5	(	0	0	0	0	0	0	.	0	0	*	W	)	v	v								
31	2D	30	3A	36	31	2E	37	2E	30	2A	32	35	35	28	30	30	30	30	30	30	2E	30	30	2A	57	29	OD	0A								
1	-	0	:	1	.	7	-	0	*	2	5	5	(	0	0	0	0	3	2	.	8	2	*	W	)	v	v									
31	2D	30	3A	31	31	2E	37	2E	30	2A	32	35	35	28	30	30	30	33	32	2E	38	32	2A	57	29	OD	0A									
1	-	0	:	9	6	.	5	.	5	*	2	5	5	(	B	0	)	v	v																	
31	2D	30	3A	39	36	2E	35	2E	35	2A	32	35	35	28	42	30	29	OD	0A																	
0	-	0	:	9	6	.	1	.	2	5	5	*	2	5	5	(	1	E	S	Y	1	1	6	0	1	8	7	5	4	5	)	v	v			
30	2D	30	3A	39	36	2E	31	2E	32	35	35	2A	32	35	35	28	31	45	53	59	31	31	36	30	31	38	37	35	34	35	29	OD	0A			
!	v	v																																		
21	OD	0A																																		

Bild 2: Datensatz eines EasyMeter-Verbrauchszählers (Q3DA V3.04), darunter die daraus analysierten Daten

Datensatz wird das „Object Identification System“ (OBIS-Kennzahlensystem) verwendet. Dieses Kennzahlensystem besteht aus verschiedenen Wertegruppen, aus deren Kombination sich die Spezifikation eines Wertes ableitet. Für jede Wertegruppe existieren Tabellen mit Schlüsselwerten (für die Gruppen C bis F jeweils mehrere verschiedene, deren Bedeutung abhängig ist von der in den vorrangigen Gruppen getroffenen Auswahl).

Das OBIS-Kennzahlensystem setzt sich wie folgt zusammen:

A	-	B	:	C	.	D	.	E	*	F
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Aus Platzgründen werden wir hier auf die vollständige Beschreibung der einzelnen Datenpunkte verzichten, diese findet man detailliert unter [1].

#### Legende:

A	Medium: 1 → Elektrizität
-	Trennzeichen (0h2D)
B	Energiemessung Kanal
:	Trennzeichen (0h3A)
C	Messgröße: z. B.: 1 → $\sum$ Li Wirkleistung +
.	Trennzeichen (0h2E)
D	Messart: z. B.: 7 → Momentanwert
.	Trennzeichen (0h2E)
E	Tarifstufe z. B.: 1 → Tarif 1
*	Trennzeichen (0h2A)
F	Vorwert

#### Beispiele

Als erstes Beispiel für die Datenkommunikation wählen wir hier die Ausgabe der Datensätze eines eHZ-Verbrauchszählers.

Laut Herstellerangaben können diese eHZ-Datensätze mittels eines optischen Auslesekopfs nach DIN EN 62056-21 über die serielle Schnittstelle eines PCs ausgelesen werden. Einstellung: bit/s = 9600, Datenbit = 7, Parität = gerade, Stoppbits = 1, Flusssteuerung = nein.

Diese Datensätze lassen sich also ohne ein Zutun des HM-ES-TX-WM auslesen und entsprechend auswerten. In Bild 1 ist ein solcher Datensatz zu sehen. Dieser wurde mit dem Tool HTerm für die bessere Nachvollziehbarkeit optisch aufbereitet.

Als zweites Beispiel für die Datenkommunikation wählen wir hier die Ausgabe der Datensätze eines EasyMeter®-Zählers „BASISZÄHLER Q3D“ [2]. Dessen optische Datenschnittstelle D0 ist laut Herstellerangaben nach den Anforderungen DIN EN 62056-21 aufgebaut und eHZ-kompatibel (VDN-Lastenheft „Elektronische Haushaltzähler“ Version 1.02). Das eingesetzte Protokoll entspricht DIN EN 625056-21 und DIN EN 625056-61 Modus D, 9600 Baud (Baudrate Identifikation = 5). Die vollautomatische Ausgabe der Telegramme ist in einem Zeitraster von 2 Sekunden festgelegt worden.

Bei der Analyse des ausgelesenen Datensatzes (Bild 2) erhalten wir so u. a. die ebenfalls in Bild 2 dargestellten Daten.

Als abschließendes Beispiel für die Datenkommunikation wählen wir hier die Ausgabe der Datensätze eines eHZ-Zählers des Typs EHZ361 [3].

Laut Herstellerangaben können diese eHZ-Datensätze mittels eines optischen Auslesekopfs nach DIN EN 62056-21 über die serielle Schnittstelle eines PC ausgelesen werden. Einstellung: bit/s = 9600, Datenbit = 7, Parität = gerade, Stoppbits = 1, Flusssteuerung = ein.

Bei der Analyse des ausgelesenen Datensatzes erhalten wir so u. a. die in Bild 3 aufgeführten Daten.

#### Daten-Auswertung mit der CCU2

Die entsprechend dem vorangegangenen Abschnitt ermittelten Daten sind nach dem Empfang durch die HomeMatic Zentrale CCU2 durch diese vielfältig auswert- und nutzbar. Das beginnt bei der grafischen Verbrauchsdarstellung per Diagrammfunktion, geht



Bild 3: Datensatz eines eHZ-Verbrauchszählers (EHZ361W8), darunter die daraus analysierten Daten

weiter mit der numerischen Darstellung von aktueller Leistung (Summe der drei Phasenleistungen) und absolutem Zählerstand, z. B. im Favoritenbereich der WebUI oder in einer mobilen App, und endet schließlich, ganz ähnlich wie bei den Schaltsteckdosen mit Energiemessfunktion, in einer individuellen Nutzung der Daten für Anzeige-, Warn- oder Aktoren-Zwecke. Dabei sind z. B. Schwellenwerte definierbar, ab deren Eintreten eine entsprechende Reaktion erfolgen soll, oder Zeiträume/Sendeabstände, die erfasst werden, wobei die dabei verbrauchte Leistung ebenfalls etwa für eine Signalisierungs- oder Schaltaktion herangezogen werden kann.

## Schaltung

Die Schaltung des Auslesekopfes für Zähler mit optischer Datenschnittstelle ist in Bild 4 zu sehen. Die Spannungsversorgung des Auslesekopfes erfolgt senderseitig mit der Batteriespannung mit ca. 6 V (Pin 1) und der geregelten Spannung von 3 V (Pin 3). Diese wird über die Spulen L1 bzw. L2 herangeführt. Mit C1, C2 und C3 bzw. C4, C5 und C6 stehen die Spannungsversorgung Abblock-, Filter- und Puffer-Kondensatoren zur Seite. Der Sendeteil der Schaltung wird über den Pin 5 der Anschlussleitung mit dem Signal der Sendeeinheit verbunden. Diese steuert über den Transistor T2 und den Widerstand R8 die Konstantstromquelle, die mit den Dioden D3 und D4 und dem Transistor T3 gebildet wird. Die Infrarotsendediode D1 wird für eine hohe Ausgangsleistung somit mit der ungeregelten Batteriespannung mit einem konstanten Strom über den Widerstand R9 betrieben.

Der Empfangsteil wird über den Pin 4 mit der Sendeeinheit verbunden und gestaltet sich recht übersichtlich. Lediglich ein Fototransistor samt zugehörigem Widerstand R15 erledigt den Empfang der Datensätze, die vom Verbrauchszähler per Infrarotsendediode gesendet werden. Diese werden wiederum über die Kombination von Transistor T4 und Widerstand R10 an die Sendeeinheit weitergegeben.

Für die sichere Erkennung während der Initialisierung der Sendeeinheit auch bei anliegenden externen Infrarotsignalen sorgt der Erkennungsteil der Schaltung. Dieser Identifikationsvorgang ist obligatorisch, da die Sendeeinheit auch weiterhin mit allen bisher verfügbaren Sensoren (ES-Fer, ES-Gas und ES-LED) funktionieren muss. Diese Schaltung wird durch zwei Kombinationen mit den Widerständen R4 und R5 und dem Transistor T1 bzw. den Widerständen R13 und R14 und dem Transistor T5 gebildet.

## Nachbau

Der Nachbau gestaltet sich durch die hohe Zahl an bereits bestückten SMD-Bauteilen recht unkompliziert, erfordert aber auch entsprechende Sorgfalt und etwas Feingefühl.

Der Aufbau wird unterstützt durch die Platinenfotos, Bestückungspläne (Bild 5), den Bestückungsdruck und die Stückliste. Auch die Explosionszeichnung des Sensors (Bild 6) hilft bei der Montage.

Für den Nachbau wird zuerst der bedrahtete Fototransistor für den Einbau vorbereitet, danach erfolgt die Vorbereitung der Anschlussleitung und deren Anlöten. Anschließend werden die Schaumstofffüße, der Magnet und das Gehäuse montiert.

## Platine

Die Anschlüsse des Fototransistors T6 werden in einer Rundung von ca. 4 mm gebogen, anschließend abgewinkelt und die Anschlussdrähte gekürzt (**Bild 7**).

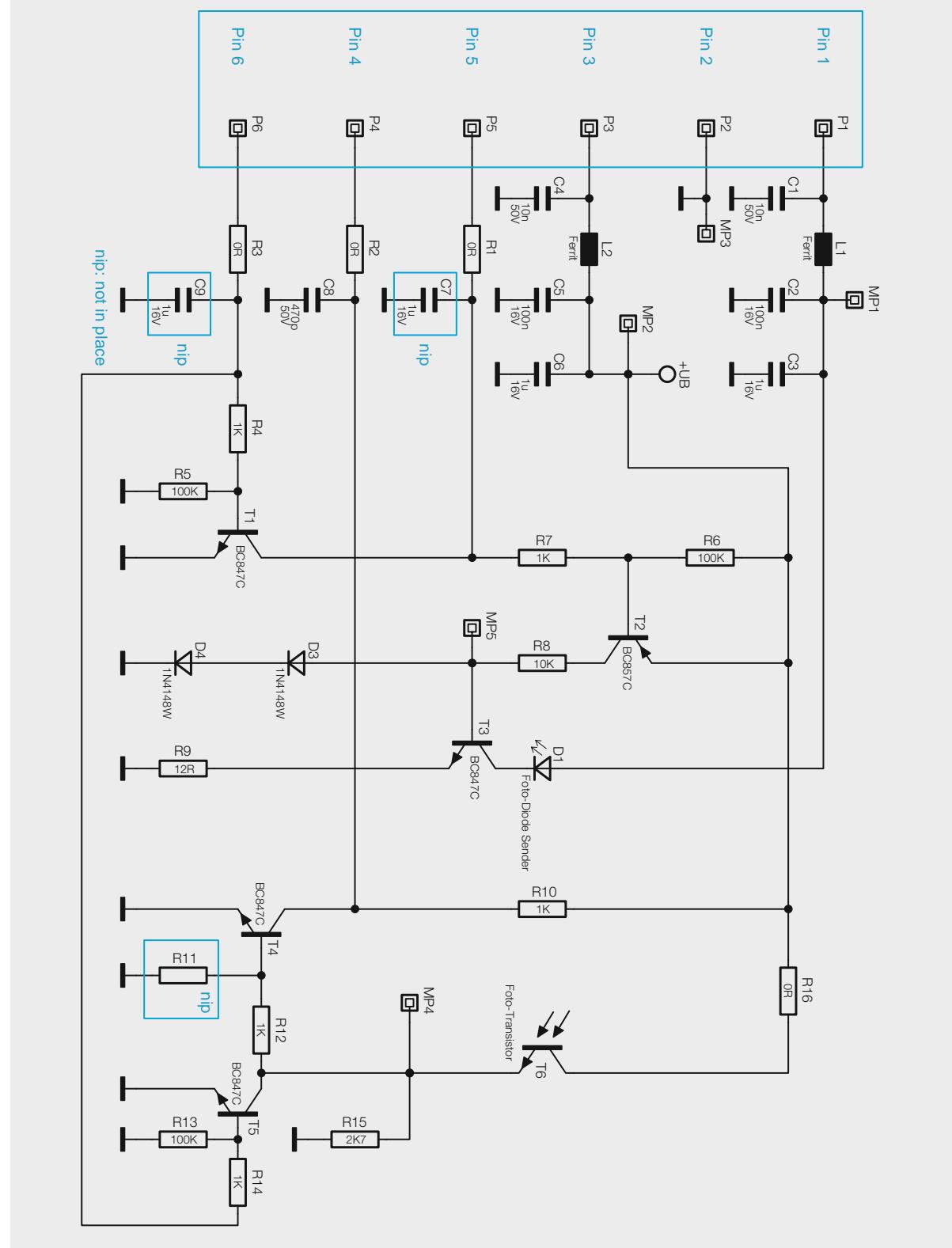


Bild 4: Das Schaltbild des Energie-Sensors ES-IEC

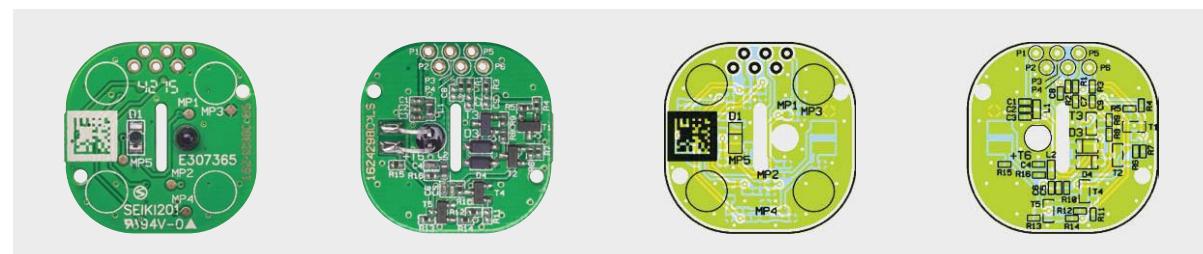


Bild 5: Die Platinenfotos mit den zugehörigen Bestückungsplänen für den Energie-Sensor

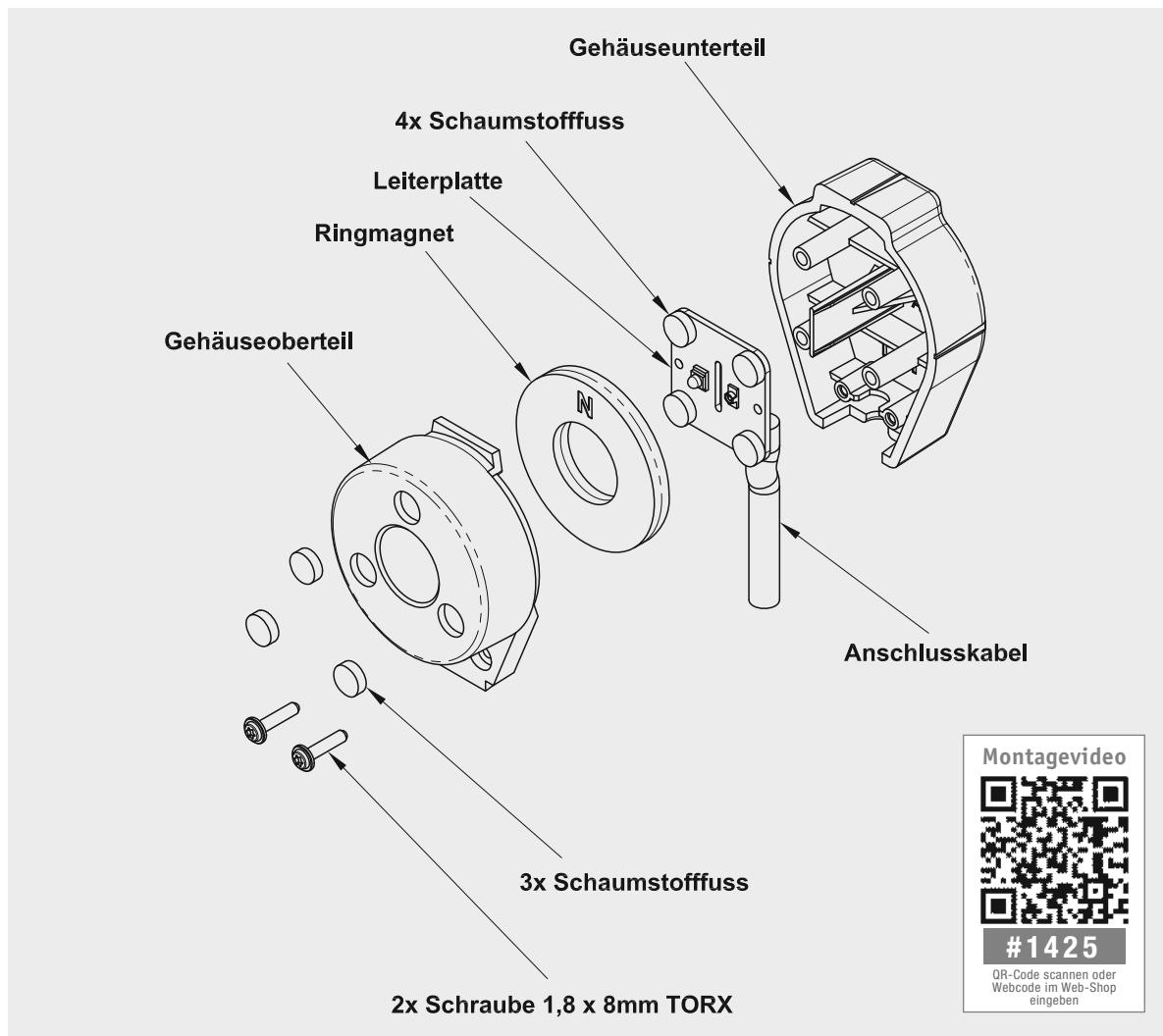


Bild 6: Explosionszeichnung des Auslesekopfes ES-IEC

Es ist unbedingt vor diesen Vorgängen auf die richtige Polarität in der Einbaulage des Fototransistors zu achten. Der längere Anschluss bildet den Emitter bzw. der kürzere den Kollektor des Transistors. Nun

erfolgt das Verlöten der Anschlüsse, dabei ist eine genau senkrechte Positionierung zur Platine für die korrekte Funktion des Auslesekopfes unerlässlich (Bild 8).

Damit sind die Arbeiten an der Platine abgeschlossen und wir kommen nun zu der Anschlussleitung.

#### Anschlussleitung

Da die Anschlussleitung bereits an einer Seite mit dem Western-Modular-Stecker vorbestückt ist, kann



Bild 7: So ist der Fototransistor für die Montage vorzubereiten.



Bild 8: Der Einbau des Fototransistors muss in genau senkrechter Lage zur Platine erfolgen.



Bild 9: So wird der Ringkern für den Störschutz auf der Leitung angebracht.

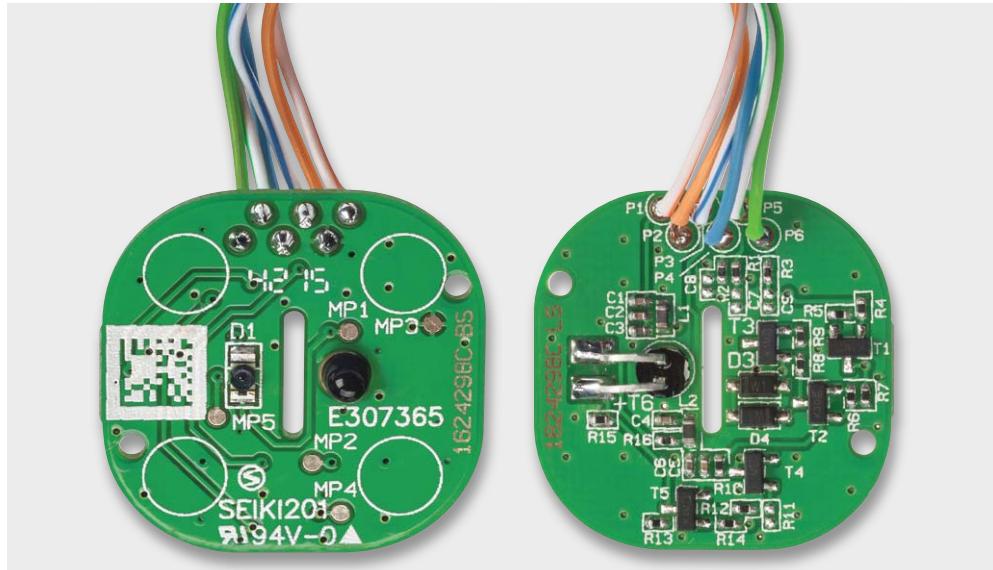


Bild 10: Das Verlöten der Anschlussleitung erfolgt auf der Platinenunterseite.

die farbliche Reihenfolge der einzelnen Adern von der in [Bild 9](#) abweichen. Daher müssen je nach individueller Reihenfolge die zugehörigen Anschlüsse in der Leiterplatte genutzt werden (Western-Modular-Stecker Platz 1 → P1 auf der Leiterplatte usw.).

Die Anschlussleitung ist zunächst einige Zentimeter vor dem RJ-Stecker wie in [Bild 9](#) gezeigt mit einem Ringkern für den Störschutz zu versehen (3 Windungen). Der äußere Mantel der Leitung ist auf ca. 10 mm abzisolieren. Die einzelnen Adern der Anschlussleitung sind wiederum etwa drei Millimeter abzisolieren und auf der Platinen-Unterseite zu verlöten. Dabei ist unbedingt die Reihenfolge der Leitungen zu beachten ([Bild 10](#)).

### Gehäuseeinbau

Die Platine ist für den Gehäuseeinbau in das Gehäuseunterteil zu legen. Danach werden vier der selbstklebenden Schaumstofffüße auf den gekennzeichneten Flächen platziert. Nun wird die Anschlussleitung in Position geschoben, so dass auch der Mantel der Anschlussleitung von der gehäuseinternen Zugentlastung ausreichend erfasst wird. Sodann erfolgt das Auflegen des Magneten ([Bild 11](#)), dabei ist darauf zu achten, dass die Nordseite (rote Markierung) des Magneten nach oben zeigt.

Nun erfolgt der Zusammenbau des Gehäuses, dabei wird das Gehäuseoberteil mit dessen Rastnase in die Nut des Gehäuseunterteils eingehakt. Danach wird das Gehäuse mit den zwei TORX-Schrauben (1,8 x 8 mm) verschlossen ([Bild 12](#)). Als letzter Schritt erfolgt das Auf-

bringen der verbleibenden Schaumstofffüße in den Vertiefungen des Gehäuseoberteils (diese werden direkt auf den Magneten geklebt).

Damit ist der Sensor fertig aufgebaut und einsatzfertig.

### Betrieb

#### Montageplatz an den Verbrauchszählern

Die Form und die Maße der optischen Schnittstelle der Verbrauchszähler ist entsprechend der Norm vorgegeben ([Bild 13](#)).

Je nach Zähler-Modell sind evtl. Vorarbeiten und der Einsatz von zusätzlichen Materialien notwendig.

#### Anbringen an den Zähler

Der Auslesekopf wird direkt auf die optische Schnittstelle der Verbrauchszähler montiert. Ausnahmen von diesem Vorgehen ergeben sich beispielsweise z. B. durch die Nutzung eines Tastkopfbleches bei EasyMeter-Drehstromzählern ([Bild 14](#)). Auch kann es bei Verbrauchszählern ohne ausreichende magnetische Halterung dazu kommen, dass der Auslesekopf zusätzlich mit doppelseitigem Klebeband o. Ä. in der Montageposition gesichert werden muss.



Bild 11: Die mit den vier Schaumstofffüßen versehene Platine wird in das Gehäuse eingelegt (links), dann der wie hier gezeigt ausgerichtete Magnet aufgesetzt (Mitte) und das Gehäuseoberteil aufgelegt (rechts).



Bild 12: Nachdem man sich vergewissert hat, dass die Anschlussleitung weit genug ins Gehäuse eingeschoben wurde, wird dieses mit den beiden TORX-Schrauben verschlossen und es sind die drei Klebefüße aufzukleben. Rechts das Gehäuse von der Unterseite gesehen.

### Anschluss an die Sendeeinheit HM-ES-TX-WM

Für die Nutzung des Auslesekopfes ES-IEC in Verbindung mit dem HM-ES-TX-WM ist unbedingt das Aktualisieren mit der Gerätefirmware ab Version 1.1 und eine HM-Zentrale CCU2 Version ab 2.19 (Februar/März 2016) erforderlich.

Mit der neuen Firmwareversion wird dem Gerät ein zweiter Kanal hinzugefügt. Dieser verfügt über die

Erfassungsmöglichkeit separater Werte der aktuellen Leistung und des Zählerstandes. So wird auch die ebenfalls sinnvolle Einbindung von Zweirichtungszählern gewährleistet.

Damit die Sendeeinheit mit dem jeweiligen Sensor (Auslesekopf) kommunizieren und dessen Daten exakt umsetzen kann, ist eine Konfiguration der Sendeeinheit erforderlich. Dabei wird vorausgesetzt, dass der jeweilige Sensor entsprechend seiner Bedienungsanleitung montiert und über das am Sensor vorhandene Verbindungskabel mit der Sendeeinheit verbunden ist (Bild 15). Hierüber erfolgt auch die Spannungsversorgung des jeweiligen Sensors von der Sendeeinheit aus.

An der Sendeeinheit wird nach der erfolgreichen Identifizierung des Auslesekopfes im Display das Kür-

#### Widerstände:

0 Ω/SMD/0402	R1-R3, R16
12 Ω/SMD/0402	R9
1 kΩ/SMD/0402	R4, R7, R10, R12, R14
2,7 kΩ/SMD/0402	R15
10 kΩ/SMD/0402	R8
100 kΩ/SMD/0402	R5, R6, R13

#### Kondensatoren:

470 pF/50 V/SMD/0402	C8
10 nF/50 V/SMD/0402	C1, C4
100 nF/16 V/SMD/0402	C2, C5
1 μF/16 V/SMD/0402	C3, C6

#### Halbleiter:

BC847C/SMD	T1, T3-T5
BC857C/SMD	T2
SFH309FA/3 mm/THT	T6
1N4148W/SMD	D3, D4
IR-LED/SMD	D1

#### Sonstiges:

Chip-Ferrite, 600 Ω bei 100 MHz, 0603	L1, L2
Gehäuseunterteil, bedruckt	
Gehäusefüße, 5 x 1,6 mm, selbstklebend, schwarz	
Ringmagnet	
Gehäuseoberteil	
Gewindeformende Schrauben, 1,8 x 8 mm, TORX T6	
Telefonkabel mit 1x Western-Modular-Stecker 6P6C, schwarz, 6-adrig, 1,5 m, rund	
Ferrit-Ringkern, 14 (10) x 8 mm	

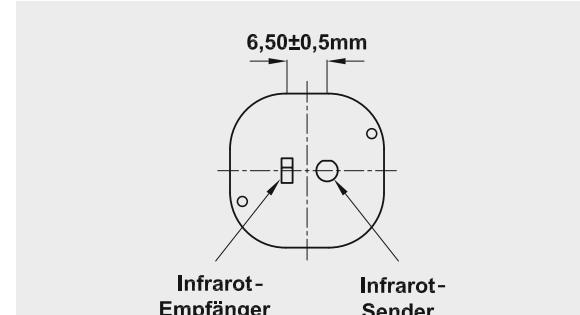


Bild 13: Der normierte Aufbau der optischen Schnittstelle



Bild 14: Montage des Sensors über das Original-Tastkopfblech am EasyMeter-Drehstromzähler Q3D

### Bitte beachten!

Für die korrekte Funktion ist es unerlässlich, vor dem Einlegen der Batterien den vorgesehenen Sensor (Auslesekopf) anzuschließen. Auch ist es nur bei entnommenen Batterien gestattet, den Sensor gegen einen anderen zu tauschen.

zel „IEC“ angezeigt. An der Sendeeinheit selbst sind keine sensorspezifischen Einstellungen erforderlich.

Der Zähler ist standardmäßig folgendermaßen konfiguriert:

- Modus Protokollmodus → Protokoll Mode D
- Energiemodus des Verbrauchszählers → Netzversorgt
- Zeichenformat → 1 Startbit, 7 Datenbits, 1 Paritätsbit (gerade Parität), 1 Stopppbit

Kanal 1 (Bezug):

- Suchstring für Summe Phasenleistungen: 1-0:1.7
- Suchstring Zählerstand: 1-0:1.8

Kanal 2 (Einspeisung):

- Suchstring für Summe Phasenleistungen: 1-0:2.7
- Suchstring Zählerstand: 1-0:2.8

Weitere Einstellungen durch die angelernte Zentrale werden im Display in der jeweiligen Stelle des LC-Displays nach der Startphase entsprechend [Tabelle 1](#) angezeigt. Das betrifft den Protokollmodus, die Baudrate, das Zeichenformat, den Energiemodus des Verbrauchszählers.

Die Suchstrings der einzelnen Werte sind in beiden Kanälen änderbar, um auf Neuerungen und individuelle Anforderungen eingehen zu können. Zusätzlich zu den Einstellungen, die in [Tabelle 1](#) zu sehen sind, lassen sich mit Hilfe der HomeMatic Zentrale die Anzahl der Datenabfragen pro Senderaster einstellen. Das Gerät sendet die Daten zyklisch alle 2-3 Minuten. Falls das Senderaster zu langsam ist, weil z. B. ein Zentralenprogramm schneller reagieren soll, können zusätzliche Schwellwerte für die Abweichung der Leistung beider Kanäle (seit der letzten Sendung) konfiguriert werden, die zusätzliche Sendungen auslösen.

In den ersten 10 Minuten wird jeder Datenrahmen, der vollständig empfangen worden ist, mit einem grünen Blinksignal der Geräte-LED quittiert und für die nächsten 10 Minuten wird die Leistung der zwei Kanäle in (k-)Watt abwechselnd mit den aktuellen IEC-Einstellungen angezeigt. Diese Funktionskontrolle kann jederzeit durch kurzes Drücken der linken Pfeiltaste (<) wieder für 10 Minuten gestartet werden.

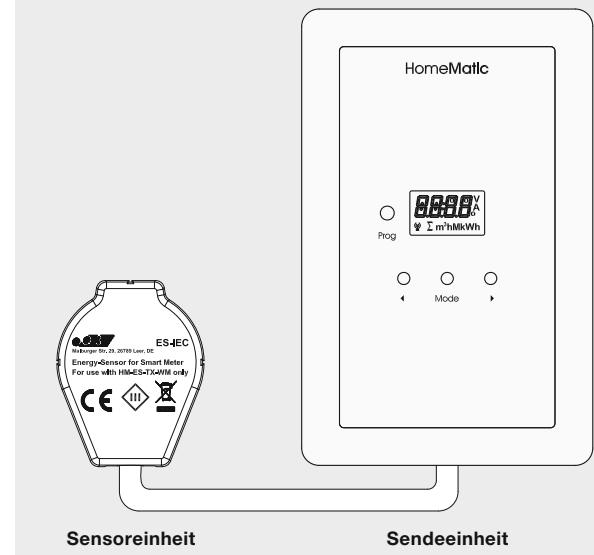


Bild 15: Der Auslesekopf ES-IEC an der Sendeeinheit HM-ES-TX-WM

### Neue Fehlermeldungen des HM-ES-TX-WM in Verbindung mit dem Energie-Sensor

[Tabelle 2](#) zeigt die möglichen neuen Fehlermeldungen, die beim Einsatz des Energie-Sensors ES-IEC auftreten können. Weiterhin ist unbedingt die Bedienungsanleitung des Zählersensors für Strom- und Gaszähler (HM-ES-TX-WM) zu beachten. 



### Weitere Infos:

- [1] DIN EN 62056-21 (kostenpflichtig): [www.beuth.de/de/norm/din-EN-62056-21/59515021](http://www.beuth.de/de/norm/din-EN-62056-21/59515021)
- [2] Betriebsanleitung EasyMeter Q3D inkl. Spezifikation der Datensätze: [www.easymeter.com/EasyMeter/CustomUpload/3740357034003700356036903500324033203310/Q3D\\_Betriebsanleitung.pdf](http://www.easymeter.com/EasyMeter/CustomUpload/3740357034003700356036903500324033203310/Q3D_Betriebsanleitung.pdf)
- [3] [www.hager.de/files/download/0/651\\_1/0/6EHZ0300E.PDF](http://www.hager.de/files/download/0/651_1/0/6EHZ0300E.PDF)

### Die an der Sendeeinheit angezeigten Einstellungen durch die HomeMatic Zentrale

1. Protokollmodus	2. Energiemodus des Verbrauchszählers	3. Baudrate	4. Zeichenformat
A → Protokoll Mode A	B → Batterieversorgt	0 → 300 Bd	0 → 1 Startbit, 7 Datenbits, 1 Paritätsbit (gerade Parität), 1 Stopppbit
b → Protokoll Mode B	n → Netzversorgt	1 → 600 Bd	1 → 1 Startbit, 7 Datenbits, 1 Paritätsbit (gerade Parität), 2 Stopppbits
C → Protokoll Mode C		2 → 1200 Bd	2 → 1 Startbit, 8 Datenbits, 0 Paritätsbit (keine Parität), 1 Stopppbit
d → Protokoll Mode D		3 → 2400 Bd	3 → 1 Startbit, 8 Datenbits, 1 Paritätsbit (gerade Parität), 1 Stopppbit
		4 → 4800 Bd	
		5 → 9600 Bd	
		6 → 19200 Bd	

Tabelle 1

### Neue Fehlermeldungen beim Einsatz des Energie-Sensors

Keine Kommunikation mit dem Zähler möglich	einmal langes und dreimal kurzes rotes Blinken	→ Sitz des Auslesekopfes prüfen
Keine gültigen Datensätze vom Zähler empfangen	einmal langes und viermal kurzes rotes Blinken	→ Sitz des Auslesekopfes prüfen und die Geräteeinstellungen prüfen

Tabelle 2



# 1, 2, 4, 1 – oder doch 2?

## Brain Game, der Gedächtnistrainer

velleman®

So einfach kann Spielspaß sein – das Brain Game ist zwar nichts prinzipiell Neues, aber die Form, in die Velleman dieses altbekannte Gedächtnis- und Reaktionsspiel gebracht hat, ist interessant. Und es macht Spaß – Kindern und Erwachsenen, am abendlichen Familien-Spieltisch oder unterwegs auf der eintönigen Autobahnreise. Wir zeigen, wie einfach der kleine Bausatz auch für Einsteiger aufzubauen ist und was hinter dem Spiel steckt.

### Merken – schneller – merken!

Ein faustgroßes Gehäuse, vier Tasten, vier Leuchtdioden, eine Schallöffnung? Was verbirgt sich dahinter? An sich ein ganz einfacher Algorithmus: Kann ich mir die Reihenfolge einer Leucht-/Tonfolge merken und diese schnell wiederholen?

Was zuerst ganz einfach mit einer aufleuchtenden LED anfängt, die man mit den zugehörigen Tasten zu quittieren hat, steigert sich schnell in jeder der insgesamt vier Schwierigkeitsstufen zur mehr fordernden Gedächtnisübung. Macht man einen Fehler, wird dies angezeigt. Klingt einfach, aber erst einmal muss man alle Level wirklich bewältigen. Und Reihenfolgen merken bringt nichts, die Vorgaben erfolgen immer wieder neu und zufallsgesteuert. Manipu-

lation ist auch nicht drin, schließlich arbeitet unter der Haube ein unbestechlicher Mikroprozessor.

Das Ganze ist samt Batterien in einem ansehnlichen und robusten Kunststoffgehäuse verpackt, das auch in Kinderhänden gut liegt.

Der Weg zum fertigen Gerät ist hier nicht sehr weit, nach ca. 45 Minuten hat man die durchweg bedrahteten und damit auch für Löteinsteiger einfach verarbeitbaren Bauteile auf der übersichtlichen Platine verbaut, die Batteriekontakte bestückt und das Ganze mechanisch montiert. Somit ist das Spiel auch für Elektronik-Einsteiger oder Schul-Arbeitsgemeinschaften ein interessantes Erstlings-Objekt.

### Die Bedienung

Nach dem Einlegen der Batterien meldet das Spiel seine Bereitschaft durch das mehrfache Aufleuchten der vier LEDs im Kreis. Wird innerhalb 30 Sekunden keine Taste bedient, schaltet sich das Gerät automatisch ab. Will man spielen, ist zunächst durch die Anwahl der Taste L1 (Spielen mit Ton) oder L2 (Spielen ohne Ton) die entsprechende Auswahl zu treffen.

#### Daten

Versorgungsspannung:	4,5 VDC (3x Batterie Micro/AAA/LR03)
Ausgabefunktion:	4x LED, 1x Piezogebert
Spiel-Level:	4
Abmessungen (B x H x L):	71 x 47 x 84 mm

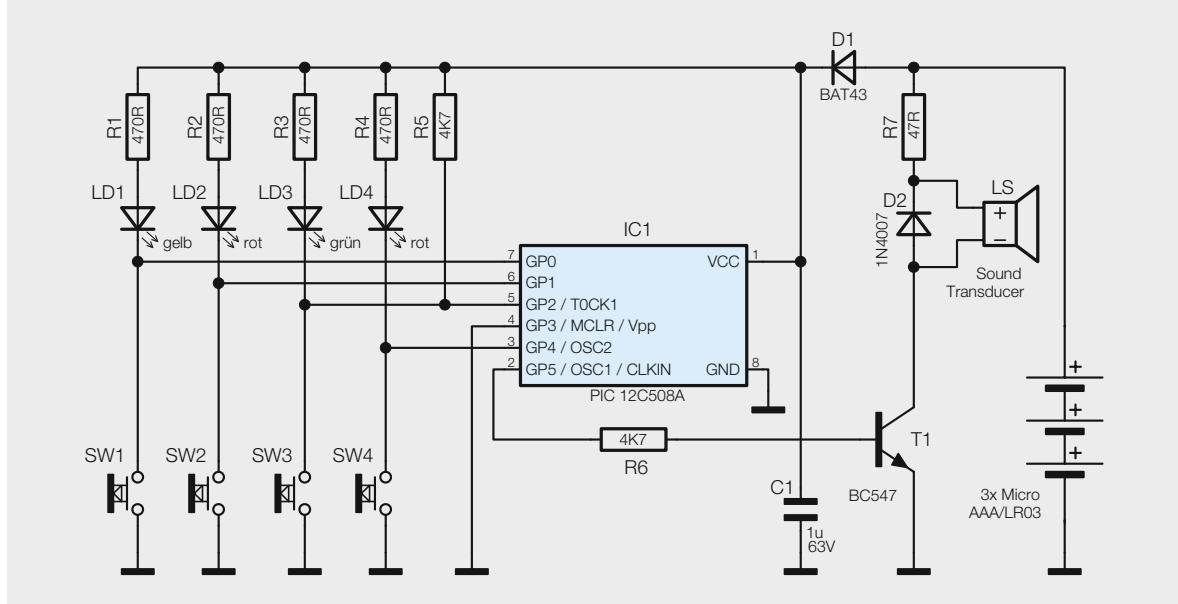


Bild 1: Die Schaltung des „Brain Game“

Danach folgt wieder das bereits bekannte „Laufen“ der LEDs im Kreis.

Jetzt wählt man durch Drücken der entsprechenden Taste das gewünschte Spiellevel L1 (Anfänger) bis L4 („Profi“) an. Es beginnt zunächst ganz einfach. Eine LED leuchtet, sie muss mit der entsprechenden Taste quittiert werden. Danach wird es Schritt für Schritt schwieriger: Es gilt, die Reihenfolge des Aufleuchtens der LEDs mit den Tasten nachzuvollziehen.

Hat man zuvor das Spiel mit Ton gewählt, wird das Aufleuchten der verschiedenen LEDs und die Bedienung der Tasten von verschiedenen Tonsignalen begleitet. Das unterstützt solche Menschen, die sich eher Tonfolgen als Lichtsignale merken können. Hat man alle Stufen des Levels erfolgreich nachvoll-

zogen, „gratuliert“ das Gerät durch eine kleine Melodie und das „Laufen“ der LEDs im Kreis.

Macht man einen Fehler, ertönt ein längerer Ton und eine Art Klicken und die LEDs blinken alle gleichzeitig.

Bereits nach wenigen Spielvorgängen haben vor allem Kinder die Abläufe verinnerlicht und schicken sich an, die Erwachsenen im Spiel zu schlagen ...

### Die Schaltung

Die Schaltung ist sehr übersichtlich, sie gruppiert sich um einen Mikroprozessor des Typs PIC12C508 (Bild 1), dessen gerade einmal acht Pins für die gestellte Aufgabe völlig ausreichen. Die als GPIO geschalteten Pins GP0 bis GP4 steuern abwechselnd die mit Vorwiderständen vor zu hohem Strom ge-

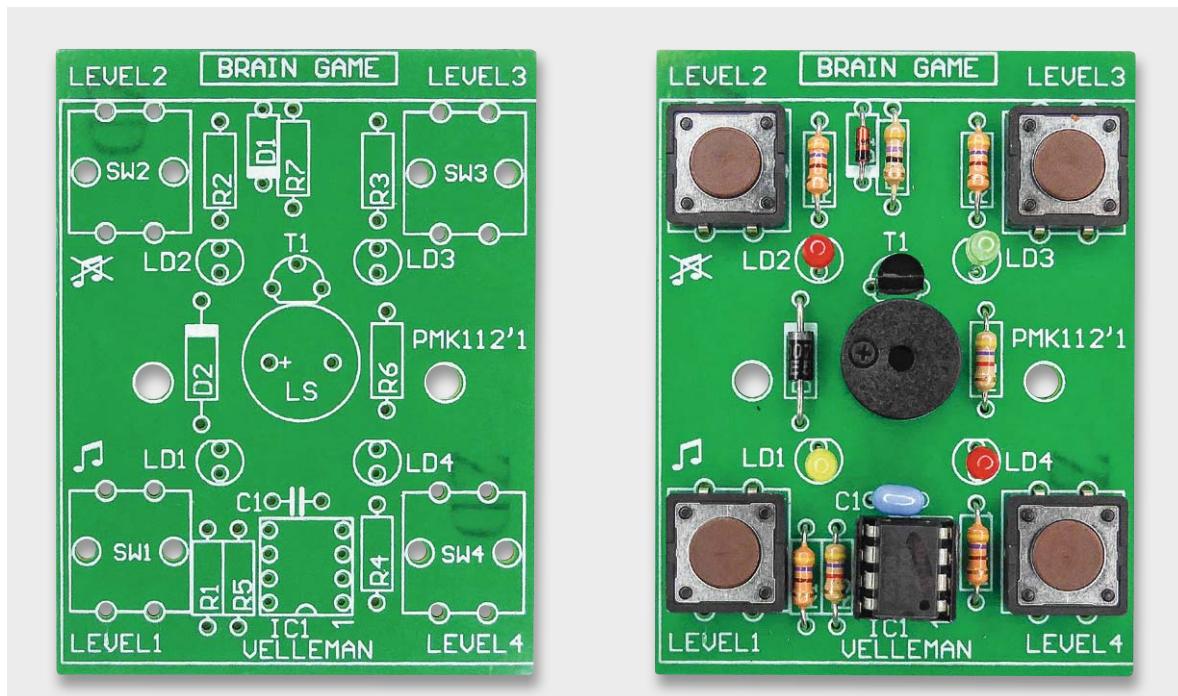


Bild 2: Die unbestückte Platine und die komplett bestückte Platine – vergrößert dargestellt

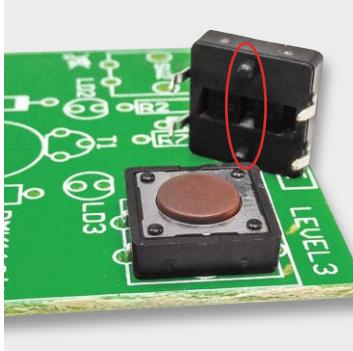


Bild 3: Die Taster sind so einzusetzen, dass sie plan auf der Platine liegen.



Bild 4: Der Signalgeber muss polrichtig eingesetzt werden.

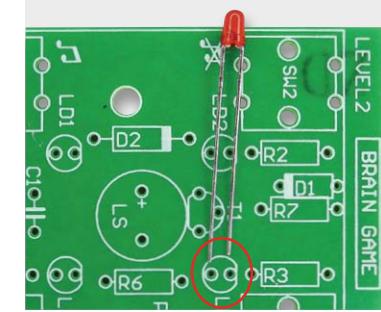


Bild 5: Bei den Leuchtdioden ist die Katode der kürzere Anschluss, er gehört in das Loch an der abgeflachten Seite des Bestückungsdrucks.

schützen LEDs LD1 bis LD4 an und werten alternativ die Eingaben der Tasten SW1 bis SW4 aus. Über GP5 wird zusätzlich via R6 der Transistor T1 angesteuert, der wiederum den Signalgeber LS mit den unterschiedlichen PWM-Tonfolgen, die der Mikrocontroller erzeugt, ansteuert. D2 schützt den Transistor, R7 begrenzt den Strom durch LS. D1 dient als Verpolungsschutz gegen falsch eingelegte Batterien, und C1 schließlich unterdrückt Störspitzen und puffert die Betriebsspannung.

## Nachbau

Da der Aufbau allein auf bedrahteten Bauteilen beruht, ist die Bestückung des Bausatzes unkompliziert und auch für Löt-Einsteiger zu bewältigen, zumal die mit dem Bausatz gelieferte, bebilderte Bauanleitung viele handwerkliche Tipps gibt, einschließlich der Widerstandscodierung der verwendeten Widerstände.

Es werden nur wenige Werkzeuge benötigt: ein Lötkolben bzw. eine Lötstation im Leistungsbereich bis 40 W, eine spitze Elektronikpinzette, ein Kreuzschlitzschraubendreher, eine Elektronik-Spitzzange, ein Elektronik-Seitenschneider und ein Multimeter.

Die Bestückung erfolgt laut Stückliste, Schaltung sowie Platinenfoto und Bestückungsplan, die in Bild 2 abgebildet sind.

Wir beginnen mit den flach auf der Platine liegenden Bauteilen, also R1 bis R7 sowie D1 und D2, wobei bei Letzteren auf polrichtiges Einsetzen zu achten ist. Die Katode ist mit einem Farbring markiert, dessen Lage mit der dickeren weißen Markierung im Bestückungsdruck übereinstimmen muss, siehe Platinenfoto. Die Bauteilanschlüsse werden abgewinkelt, durch die zugehörigen Löcher in der Platine

geführt, bis das Bauteil auf der Platine aufliegt und dann auf der Unterseite verlötet. Nach dem Verlöten ist der überstehende Anschlussdraht mit einem Seitenschneider abzuschneiden, ohne dabei jedoch die Lötstelle selbst zu beschädigen.

Dem folgen die IC-Fassung für IC1 (Einbaulage anhand der Kerbe in der Fassung und der korrespondierenden Markierung im Bestückungsdruck beachten), C1 und die vier Taster. Bei diesen ist zu beachten, dass ihre beiden Haltenasen in die zugehörigen Löcher der Platine greifen, so dass die Taster plan auf der Platine aufliegen (Bild 3).

Beim Einsetzen des Signalgebers LS ist ebenfalls ein polrichtiges Einsetzen zu beachten (Bild 4). Als vorletztes Bauteil wird nun der Transistor T1 bestückt, dessen Einbaulage sich anhand der Gehäuseausrichtung und des zugehörigen Bestückungsdrucks ergibt.

Den Abschluss der Platinenbestückung bildet das Bestücken der vier Leuchtdioden. Dabei ist zum einen die farbliche Zuordnung entsprechend Stückliste (LD1: Gelb, LD2/LD4: Rot, LD3: Grün) und zum anderen die polrichtige Bestückung (längerer Anschluss = Anode, kürzerer Anschluss = Katode) zu beachten. Der Katodenanschluss gehört in das Platinenloch, das im Bestückungsplan mit der abgeflachten Seite markiert ist (Bild 5). Weiterhin sind die LEDs so einzulöten, dass sich ihre Spitze 12 mm über der Platine befindet (Bild 6). Dieses Maß kann man einfach und wiederholbar herstellen, indem man die 12 mm

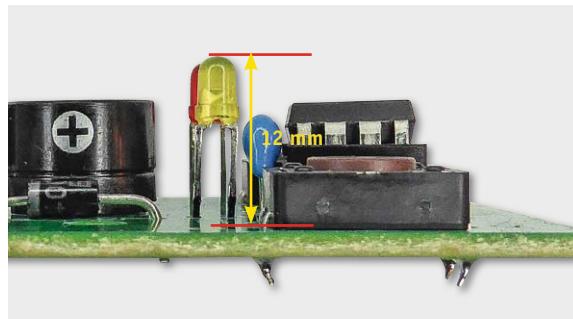


Bild 6: Die LED-Spitze muss 12 mm über der Platine liegen.

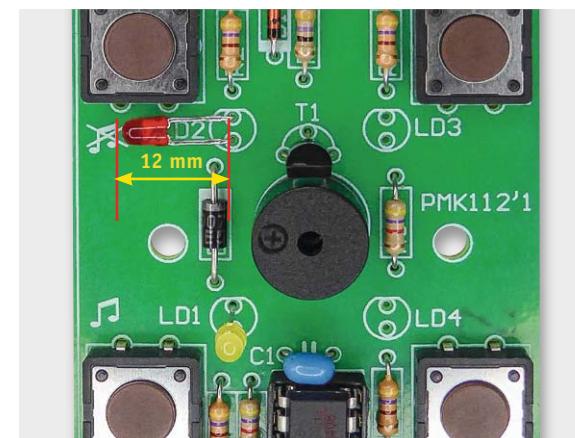


Bild 7: So kann man das genaue Einbaumaß für die LEDs herstellen: ausmessen, Anschlüsse abwinkeln, liegend einlöten und die LED aufrichten.



von der LED-Spitze aus abmisst, das Maß mit einem Stift an den Anschlüssen markiert und die LED-Anschlüsse hier mit einer Spitzzange vorsichtig um 90° abwinkelt. Dann setzt man die LED polrichtig in die Platine ein, wie in [Bild 7](#) gezeigt, verlötet die Anschlüsse auf der Unterseite der Platine und biegt danach vorsichtig und langsam die LED in die senkrechte Position. So hat man auf Anhieb für alle LEDs den richtigen Stand auf der Platine.

Nicht vergessen: Der Mikrocontroller wird polrichtig so in die IC-Fassung eingesetzt, dass dessen Gehäusekerbe mit der entsprechenden Kerbe in der Fassung und dem Bestückungsdruck übereinstimmt. Der Schaltkreis ist vorsichtig so einzustecken, dass er fest in der IC-Fassung sitzt.

Nach der Bestückung werden nochmals alle Bauteile auf richtige Bestückung und saubere Lötstellen kontrolliert. [Bild 8](#) zeigt die so fertiggestellte Baugruppe.

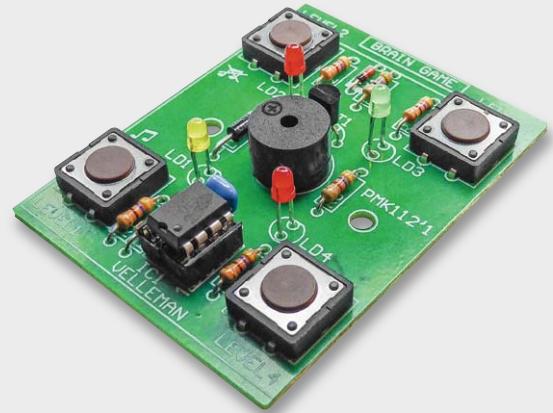
Schließlich werden noch, wie in [Bild 9](#) zu sehen, die Batteriekontakte in das Batteriefach der Gehäuseunderschale eingesetzt, nachdem zuvor der Plus- und der Minuskontakt mit den beidseitig auf 3 mm abisolierten und verzinnnten Batterie-Anschlussleitungen verlötet wurden. Dabei ist bei den Brückenkontakten die Einschubrichtung zu beachten, wie sie in der bebilderten Anleitung zu sehen ist (so einsetzen, dass der Widerhaken ein Herausziehen verhindert). Die Anschlussfahnen der Plus- und Minus-Anschlüsse werden um 90° nach außen abgebogen. Die entgegengesetzten Anschlüsse der Batterie-Anschlussleitungen werden polrichtig mit den Plus- und Minus-Anschlussflächen auf der Unterseite der Platine verlötet ([Bild 9](#)).

Zum Abschluss der Montage legt man zunächst drei Micro-Batterien (AAA/LR03) polrichtig in das Batteriefach ein, dann den Batteriefachdeckel auf ([Bild 10](#)) und schließlich die vier von den beiden dickeren Mittelstegen befreiten Tastenköpfe auf die Tasten. Dabei muss deren Beschriftung mit der auf der Platine übereinstimmen (L1 = Level1 usw.).

Danach ist das Gehäuseoberteil aufzusetzen, wobei darauf zu achten ist, dass sowohl die Tasterkappen als auch die LEDs in die zugehörigen Öffnungen fassen. Nach vorsichtigem Umdrehen der gesamten Anordnung werden schließlich die Gehäuseteile mit den vier Kreuzschlitzschrauben verbunden. [Bild 11](#) zeigt das so fertiggestellte Gerät.

Damit ist die Montage abgeschlossen und das Spiel kann beginnen. Viel Spaß!

ELV



*Bild 8: Die komplett fertiggestellte Platine*



*Bild 9: Die Anordnung der Batteriekontakte und der Anschluss der Batterieleitungen an die Platine*



*Bild 10: So erfolgt das Aufsetzen des Batteriefachdeckels auf das Batteriefach. Die Anschlüsse ragen dabei seitlich heraus.*



*Bild 11: Das fertig montierte und betriebsbereite Gerät*

1 Mikrocontroller PIC12C508A*	IC1
1 Transistor BC547	T1
2 LEDs, rot, ø 3 mm	LD2, LD4
1 LED, gelb, ø 3 mm	LD1
1 LED, grün, ø 3 mm	LD3
1 Diode BAT85	D1
1 Diode 1N4007	D2
1 Kondensator, 1 µF	C1
1 Widerstand 47 Ω	R7
4 Widerstände, 470 Ω	R1, R2, R3, R4
2 Widerstände, 4,7 kΩ	R5, R6
4 Print-Taster	SW1, SW2, SW3, SW4
1 Piezo-Signalgeber TV3	LS
1 Platine	
1 Satz Batteriekontakte	
1 Gehäuse, dreiteilig, inkl. Batteriefach	
4 Schrauben, Kreuzschlitz	

\*programmiert

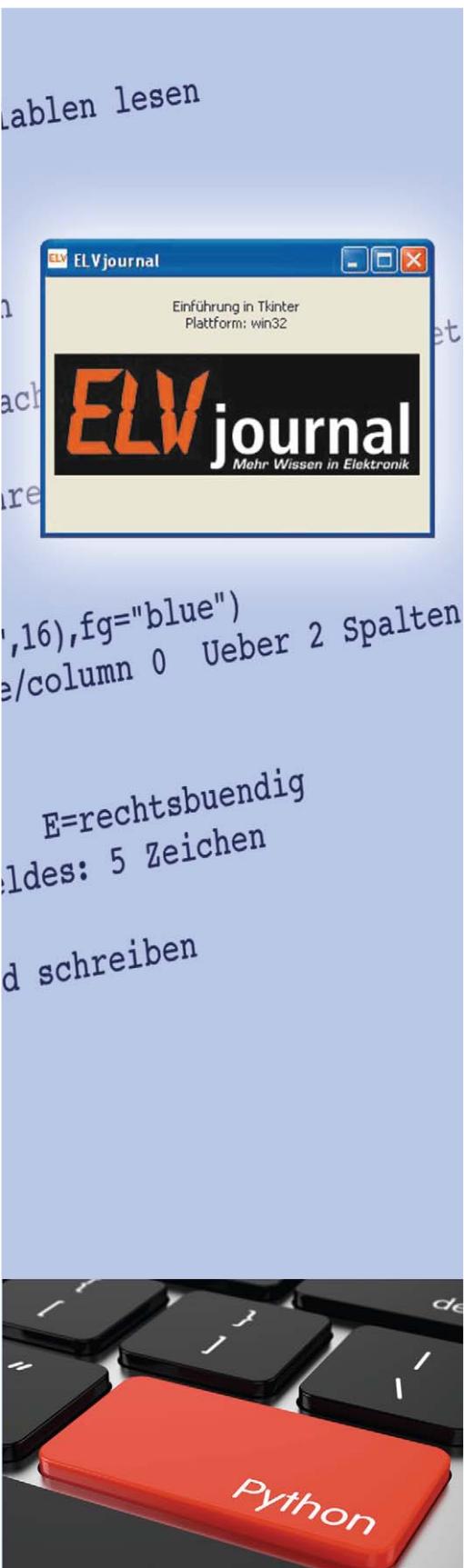


# Tkinter

# Grafische Anwendungen erstellen für Windows, OS X, Linux oder Raspbian

## Teil 1

Mit der Programmiersprache Python und dem dazugehörigen Modul Tkinter kann man sehr schnell grafische Programme für Windows-, Linux- oder Apple-Computer sowie Raspberry Pi erstellen. Die gesamte Entwicklungsumgebung ist im Gegensatz zu anderen Entwicklungsumgebungen sehr schlank und kostenlos. Programme mit grafischer Bedienoberfläche – auch inklusive Dateizugriff oder seriellen Verbindungen – können sehr schnell individuell erstellt werden.



Im vorliegenden Artikel wird anhand einfacher Beispiele eine Einführung in die Programmierung grafischer Programme mit Tkinter und Python gegeben. Dabei werden die Installation von Python und Tkinter, die grundsätzliche Vorgehensweise und der Aufbau eines Tkinter-Programms gezeigt. Kleine Beispiele führen grundlegende Konstrukte ein und zur Abrundung werden Programme mit Dateizugriff und mit seriellen Verbindungen gezeigt. Der Artikel gibt einen „Vorgeschmack“ von den Möglichkeiten. Dabei werden Sachverhalte und Aufgaben zum Teil vereinfacht dargestellt bzw. gelöst, da eine vollständige Darstellung aller Möglichkeiten den Rahmen des Artikels sprengen würde.

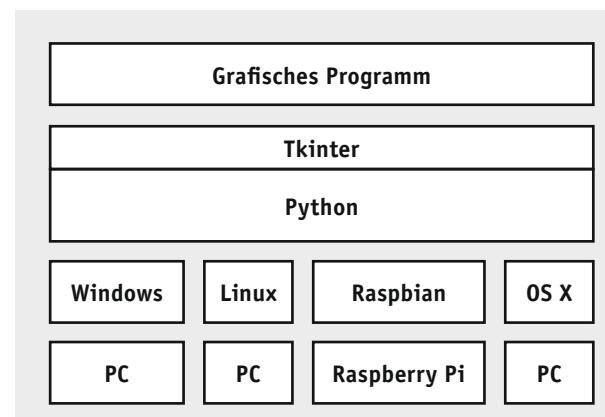


Bild 1: Entwicklungssysteme und Zielsysteme

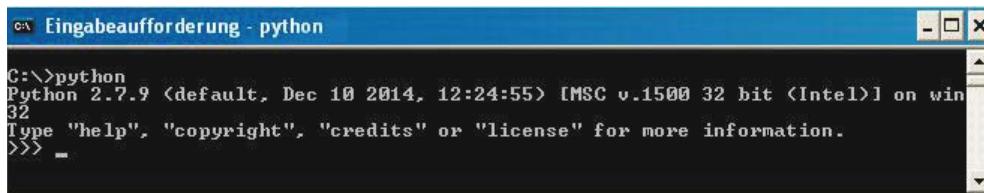
### Warum Tkinter?

Es gibt viele Möglichkeiten, grafische Anwendungen für verschiedene Systeme zu erstellen, die aber oft den Nachteil haben, dass sie kostenpflichtig, überladen oder auf eine Betriebssystemplattform beschränkt sind. Tkinter (= „Toolkit-Interface“) ist ein Zusatz (Modul/Bibliothek) zu der weit verbreiteten Programmiersprache Python. Weil Tkinter im Python-Bereich die Standardbibliothek zur Erstellung grafischer Programme ist, wird es mit jeder Python-Installation automatisch mitinstalliert. Python wiederum ist bei praktisch allen Linux-basierten Systemen und (so) auch auf OS-X-Computern bereits vorinstalliert und auf Windows-Systemen lässt es sich sehr schnell kostenlos installieren.

Die Einarbeitung in Tkinter ist nicht schwierig. Man fängt – wie im vorliegenden Artikel – mit einem Hallo-Welt-Beispiel an und baut das Programm dann Schritt für Schritt aus. Im Internet gibt es jede Menge Tutorials über Tkinter [1] und in den meisten Python-Büchern gibt es ein mehr oder weniger großes Kapitel über die Arbeit mit Tkinter. Empfehlenswert ist das Buch „Raspberry Pi programmieren mit Python“ (Best.-Nr. CG-12 16 55).

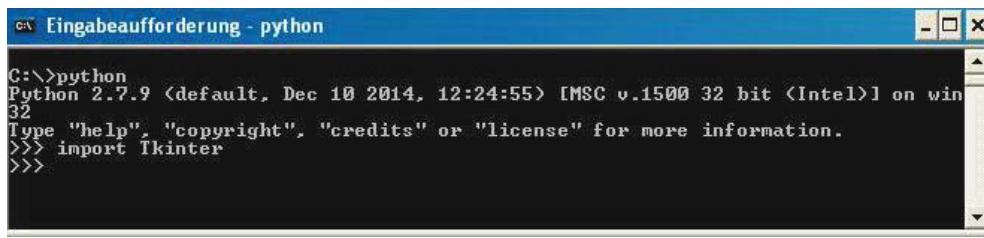
Python – und damit auch Tkinter – gibt es für praktisch alle gängigen Betriebssysteme. Man kann sich schnell ein kleines Programm für einen Windows-PC schreiben und man kann dasselbe Programm auch auf einem Raspberry Pi oder einem OS-X-Computer laufen lassen. Jede Entwicklungsplattform (Bild 1) kann auch zur Laufzeit verwendet werden. Ein LED-Vorwiderstandsrechner, ein Baudatenfehler-Rechner, ein Rechenlernprogramm für die Kinder, eine grafische Oberfläche für einen Sensor mit serieller Ausgabe, ein Datenlogging-Programm und vieles mehr ist leicht umsetzbar – für Windows, OS X, Linux oder Raspbian.

Tkinter ist ebenso wie Python kostenlos und es lässt sich einerseits schnell erlernen und benutzen und ist andererseits so mächtig, dass die meisten Aufgaben damit gelöst werden können. Auf den ersten Blick mag es verwundern, dass bei Tkinter textorientiert in einem reinen



```
C:\>python
Python 2.7.9 (default, Dec 10 2014, 12:24:55) [MSC v.1500 32 bit (Intel)] on win
32
Type "help", "copyright", "credits" or "license" for more information.
>>> =
```

Bild 2: Python-Eingabefenster



```
C:\>python
Python 2.7.9 (default, Dec 10 2014, 12:24:55) [MSC v.1500 32 bit (Intel)] on win
32
Type "help", "copyright", "credits" or "license" for more information.
>>> import Tkinter
>>>
```

Bild 3: Tkinter-Import

Texteditor programmiert wird. Man sieht aber bald, dass dadurch nicht die oftmals komplexe Bedienung einer grafischen Entwicklungsoberfläche erlernt werden muss. Man benutzt nur das, was man benötigt, und die Programmdateien werden nicht groß.

## Installation

### Testen, ob Python bereits installiert ist

Zunächst sollte getestet werden, ob Python bereits auf dem Entwicklungssystem (und auch auf dem Zielsystem) installiert ist. Dazu ist zu erläutern, dass es verschiedene Python-Versionen gibt. Es gibt eine Python-2.x-Schiene und eine Python-3.x-Schiene. Es ist zwar, wie zu vermuten, so, dass Python 3.x die neuere Entwicklung darstellt und langfristig strategisch ist, aber anders als die Zahlen andeuten, ist Python 2.x damit noch längst nicht überholt und wird auch sehr aktiv weiter (parallel) genutzt. Da Python 2.7 bei OS X enthalten ist und da es sehr viele Beispiele im Internet und in Büchern gibt, wird im vorliegenden Artikel Python 2.7 verwendet. Die Unterschiede bei Benutzung von Python 3.x sind, was Tkinter betrifft, praktisch null und bezüglich der Python-Kommandos überschaubar. Man sollte sich auf eine Schiene – Python 2.x oder Python 3.x – festlegen und dabei bleiben. Als Erstes öffnet man die Eingabeaufforderung/Kommandozeile („DOS-Fenster“) bzw. bei Linux-Systemen ein Terminalfenster. Dort gibt man *python* ein (Bild 2). Das kann man in einem Windows-, OS-X-, Linux- oder Raspbian-System tun. Wenn Python bereits installiert ist, wird sich ein Python-System mit einem Python-Prompt (>>>) melden (siehe Bild 2). Verlassen des Fensters ist mit *quit()* oder *Strg-z* (Windows) bzw. *Strg-c* (Linux) möglich.

Falls Python (wie unter Windows wahrscheinlich) noch nicht installiert ist, wird es unter [2] unter

„Downloads“ in der Version 2.7.x heruntergeladen und installiert. Bei der Installation bitte ankreuzen, dass *python.exe* zum Pfad hinzugefügt werden soll. Nach der Installation und Start von Python mit *python* können hinter dem Python-Prompt (>>>) Python-Befehle eingegeben werden.

### Testen, ob Tkinter einbindbar ist

Beim Python-Prompt (>>>) wird nun testweise *import Tkinter* eingegeben (Bild 3). Dabei ist darauf zu achten, dass Tkinter mit großem Anfangsbuchstaben geschrieben wird (bei Python 3.x klein). Python unterscheidet generell Groß-/Kleinschreibung! Wenn es keine Fehlermeldung gibt, dann ist Tkinter einbindbar und damit nutzbar (siehe Bild 3). (Wer extrem neugierig ist, kann jetzt sogar schon einmal *Tkinter.Tk()* eingegeben und wird staunend ein sich öffnendes, funktionsfähiges Fenster sehen!!)

## Hello World

Nachdem verifiziert wurde, dass Python mit Tkinter installiert ist, wird ein erstes kleines Programm in einem Texteditor eingegeben. Als Texteditor kann man jeden beliebigen (vorinstallierten) Texteditor benutzen – was vollkommen ausreicht – oder einen Editor einsetzen, der Syntax-Highlighting bietet wie Notepad++ [3], Editra [3] oder die mit Python installierte IDLE-Entwicklungsumgebung (s. u.). Das berühmte Programm „Hello World“ oder „Hallo Welt“ ist in Bild 4 zu sehen.

Sobald das Programm im Texteditor eingegeben und unter einem Namen wie *hallowelt.py* gespeichert wurde, kann es ausgeführt werden. Hierzu bewegt man sich im Kommandozeilenfenster (mit *CD xx*) in das Verzeichnis, in dem die Programmdatei abgespeichert ist und gibt dort *python hallowelt.py* ein. Das Fenster, welches sich dann öffnet, entspricht den Standards des jeweiligen Betriebssystems (Bild 5).

### Erläuterung des Programms:

Mit einem Doppelkreuz (#) werden in Python Kommentare eingeleitet. Mit *from Tkinter import \** wird der Python-Interpreter angewiesen, alle Methoden des Tkinter-Moduls zu importieren. Das ist nötig, um im weiteren Programm Tkinter-Methoden benutzen zu können (vgl. „Elektronikwissen“ zum Thema Importieren im zweiten Teil dieses Artikels). Mit *root=Tk()*

```
# Das Programm „Hallo Welt mit Tkinter“
from Tkinter import *
root = Tk()
meinlabel=Label(root, text='\\n      ELVjournal     \\n      Programmieren mit Tkinter     \\n')
meinlabel.pack()
root.mainloop()
```

Bild 4: Das Programm „Hallo Welt“



Bild 5: Hallo-Welt-Fenster (links Windows, Mitte Raspbian, rechts OS X)

wird ein Tkinter-Fensterobjekt mit dem Namen „root“ erzeugt. Der Name ist frei wählbar. Statt „root“ könnte man das Fenster auch „meinfenster“ oder anders nennen. In diesem ersten Beispiel wurde „root“ gewählt, weil man diese Bezeichnung in der Literatur oft wiederfindet. Wichtig ist, dass dieser Name im späteren Programmverlauf referenziert wird. Durch sogenannte Widgets (Bausteine) kann das erzeugte Fenster mit Inhalt gefüllt werden. Das Label-Widget erzeugt einen Text im Fenster. Durch die Parameter in der Klammer wird definiert, in welchem Fenster (hier „root“) das Label erzeugt wird und welcher Text angezeigt werden soll. Durch `\n` wird ein Zeilenumbruch erzeugt. Das Label wird zunächst nur mit dem Namen „meinlabel“ definiert, aber noch nicht angezeigt. Erst durch die Zeile `meinlabel.pack()` wird das Label tatsächlich auch wie in Bild 5 angezeigt.

Die letzte Zeile – `root.mainloop()` – ist sehr wichtig, weil sie bewirkt, dass das Fenster für Interaktionen durch den Benutzer oder Ereignisse vom System bereit ist.

Durch Eingabe von `python hallowelt.py` wird das Programm ausgeführt. Eventuelle Fehler werden im Kommandofenster angezeigt. Unter Windows kann man das Programm auch durch Doppelklick auf den Dateinamen im Datei-Explorer starten oder einen Shortcut auf den Desktop legen. Wenn man als Dateierweiterung `.pyw` statt `.py` verwendet, öffnet sich das Fenster direkt – ohne Umweg über ein Kommandofenster.

Unter Raspbian/Linux kann das Programm mit dem CHMOD-Befehl (`CHMOD 777 hallowelt.py`) ausführbar gemacht werden. Im Dateimanager von Raspbian (Menü `▷⇒ Zubehör → Dateimanager`) kann man unter Bearbeiten → Einstellungen → Allgemein den Haken bei *Abfragen von Optionen beim Starten von ausführbaren Dateien deaktivieren* setzen, damit das Programm durch Doppelklick auf den Dateinamen sofort startet. Auch hier kann man eine Kopie der Datei auf den Desktop legen und hat dann ein durch Doppelklick startbares Programm. Das Programm kann unter den verschiedenen Betriebssystemen ohne jede Änderung benutzt werden! Tkinter setzt die Darstellung passend zu den Betriebssystemstandards um (siehe Bild 5).

Generell besteht ein Tkinter-Programm aus folgenden Blöcken/Aspekten:

- **Importieren** des Tkinter-Moduls in das Python-Programm
- **Hauptfenster** erstellen mit `Tk()`
- Ggf. **Prozeduren** definieren
- **Widgets:** Was soll auf dem Fenster erscheinen?
- **Layout:** Wo und wie sollen die Widgets erscheinen?
- **Interaktivität:** Was soll bei Interaktionen oder

Ereignissen geschehen?

- Starten der **Endlosschleife** für das Hauptfenster mit `root.mainloop()`

## Button und Messagebox

Das Hallo-Welt-Beispiel soll nun um einen Pushbutton und eine Messagebox erweitert werden. Ziel ist ein kleines Programm, wie in Bild 6 zu sehen. Dafür wird das Programm aus Bild 7 in den Texteditor eingegeben und gespeichert.

### Erläuterungen:

Nach dem Importieren der benötigten Module und dem Erzeugen eines Fensters mit dem Namen „meinfenster“ und der Startgröße `200 x 100` wird eine Prozedur definiert, welche später aufgerufen wird. Neu ist hier das Widget „Button“, durch welches ein Pushbutton mit den in den Parametern `text`, `command`, `background` und `foreground` beschriebenen Eigenschaften und dem Namen „meinbutton“ erzeugt wird. Der Parameter `text` gibt an, welcher Text auf dem Pushbutton angezeigt werden soll. Der Parameter `command` gibt an, welche Prozedur ausgeführt werden soll, wenn der Button gedrückt wird. Es soll ein Sprung zu „mein\_unterprogramm“ erfolgen. Dort wird dann eine Messagebox mit dem Titel „Titel“ und dem Text „Danke“ angezeigt.

Blockbildungen erfolgen bei Python durch Einrückungen, wobei man per Konvention jeweils um

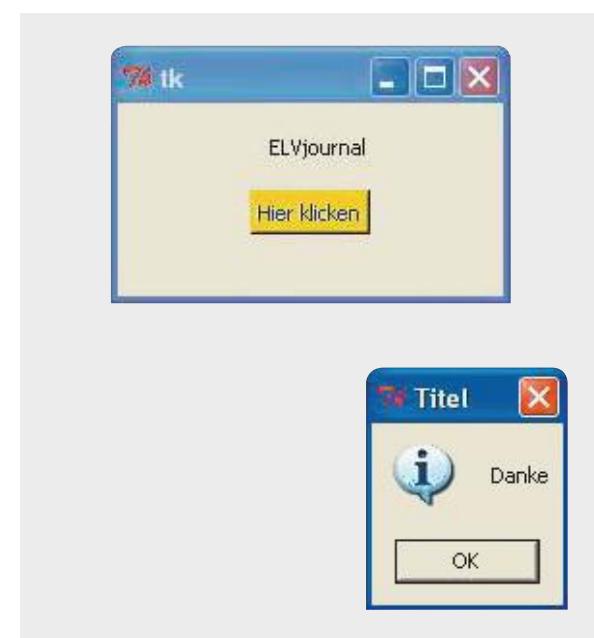


Bild 6: Button und Messagebox



```
# Button und Messagebox

from Tkinter import * # Bei Python 3: from tkinter import *
import tkMessageBox # Bei Python 3: import tkinter.messagebox

meinfenster= Tk()
meinfenster.geometry("200x100") # Optional: Groesse des Fensters

#Unterprogramme
def mein_unterprogramm() :
    tkMessageBox.showinfo("Titel", "Danke")

meinlabel=Label(meinfenster , text='\n      ELVjournal  \n')
meinlabel.pack()

meinbutton=Button(text="Hier klicken", command=mein_unterprogramm, background="yellow", foreground="blue")
meinbutton.pack()

meinfenster= meinfenster.mainloop()
```

Bild 7: Button und Messagebox

4 Zeichen einrücken sollte (was hier aus Layoutgründen nicht überall gemacht wurde). Wichtig ist auch hier wieder die letzte Zeile des Programms, die es ermöglicht, dass das Hauptfenster überhaupt auf das Klicken des Buttons reagieren kann.

Pushbuttons lassen sich vielfältig gestalten (Farben, Größe, Inhalt usw.) und es gibt diverse Arten von Messageboxen: `showinfo()`, `showwarning()`, `showerror()`, `askquestion()`, `askokcancel()`, `askyesno()`, `askretrycancel()`.

## Layout-Manager

Es gibt drei unterschiedliche Methoden, Widgets platzieren zu lassen. Man spricht von Layout-Management. Bisher wurde es Tkinter überlassen, die Widgets zu platzieren – also das Layout zu machen. Die Widgets wurden in der Reihenfolge, wie sie aktiviert wurden, in das Fenster „gepackt“ (Pack). Bei dieser Methode erscheinen alle Widgets im Fenster, aber man hat nicht viele Gestaltungsmöglichkeiten, was für kleine Anwendungen passen kann, aber nicht immer schöne bzw. sinnvolle Oberflächen ergibt. Dafür gibt es zwei weitere Layout-Manager.

Die drei Layout-Manager von Tkinter heißen:

- `pack()` Die Widgets werden in der Reihenfolge, wie sie aktiviert werden, dargestellt.
- `grid()` Der Programmierer platziert die Widgets gezielt in einem Raster/Gitter.
- `place()` Der Programmierer platziert die Widgets anhand von Koordinaten.

`pack()` und `grid()` können nicht in einem Frame gemischt verwendet werden, während `place()` mit `pack()` oder `grid()` im selben Frame benutzt werden kann. `pack()` eignet sich für kleine Layouts, die auf die Schnelle erstellt werden sollen. `grid()` ist sehr komfortabel zum Erstellen schöner, strukturierter Oberflächen, und `place()` wird eher selten benutzt.

## LED-Vorwiderstandsrechner (Grid-Layout)

Zur Demonstration des Grid-Layout-Managers soll ein kleines Programm zur Berechnung eines LED-Vorwiderstands erstellt werden. Ziel ist ein Programm wie in Bild 8 links.

Die Widgets werden in ein Raster (= Grid) aus Zeilen (= rows) und Spalten (= columns) platziert.

Dabei stellt man sich das gesamte Fenster in ein Raster unterteilt vor (wie bei einem Tabellenkalkulationsprogramm) (Bild 8 rechts). Man muss das Raster nicht in seinen Dimensionen definieren, sondern es wird von Tkinter aufgrund der Gesamtheit der Grid-Platzierungen berechnet.

Bei der Aktivierung eines Widgets wird jeweils mit `meinwidget.grid(row=y, column=x)` angegeben, in welchem Feld das Widget platziert werden soll. Zusätzlich kann angegeben werden, ob ein Widget sich über mehrere Spalten oder Zeilen erstrecken soll (`span`) oder ob es ausgerichtet (sticky) statt mittig sein soll (Tabelle 1).

Das Programm wird wie in Bild 9 im Editor eingegeben und gespeichert.

### Erläuterungen:

Nach dem Importieren des Tkinter-Moduls und dem Erstellen des Fensters sieht man die Definition der Prozedur, die später durch Klicken des „Berechnen“-Pushbuttons aufgerufen wird. Blockbildung erfolgt wie bei Python üblich durch Einrückung von Zeilen. Variablen müssen bei

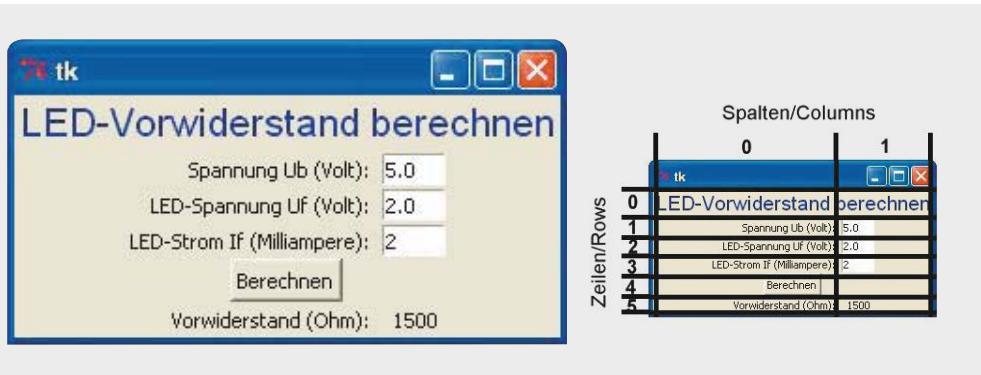


Bild 8: Screenshot Vorwiderstandsrechner (rechts mit Grid)



Python nicht explizit deklariert werden, sondern können sofort benutzt werden.

Wie bei Tkinter üblich, werden zunächst alle Widgets erstellt und – diesmal mit `grid()` – platziert. Die Überschrift ist ein Label, das im Fenster mit dem Namen „fenster“ und einem Text in einer definierten Größe und Farbe definiert wird. Für die Spannung  $U_b$ , die LED-Flussspannung  $U_f$  und den LED-Strom  $I_f$  werden jeweils ein Textlabel (Label) und ein Eingabefeld (Entry) definiert. Für jedes Widget wird als erster Parameter angegeben, in welchem Fenster es sein soll.

Bei den Entry-Feldern wird die Breite auf 5 Zeichen begrenzt. Mit `grid()` wird für jedes Widget definiert, an welcher Stelle im Raster es eingetragen werden soll. Außer der Breite (width) könnte man beispielsweise auch die Textfarbe (`fg = foreground`) oder die Hintergrundfarbe (`bg = background`) definieren.

Dem Button-Widget wird durch `columnspan = 2` erlaubt, zwei Spalten Platz zusammenhängend zu beanspruchen, innerhalb deren es wiederum (standardmäßig) zentriert erscheint. Die Entry-Felder bekommen mit `insert()` schon einmal Startwerte zugewiesen. Das Label „ausgabe“ bekommt zunächst einen Starttext („\_\_\_“), der dann in der Prozedur später mit `ausgabe.config()` nach Berechnung des Widerstandswertes aktualisiert wird.

### URI-Rechner (ohmsches Gesetz) (Place-Layout)

Anhand eines kleinen Rechenprogramms zum ohmschen Gesetz (Bild 11) wird nun der dritte Layout-Manager `place()` vorgestellt. Der selektierte Wert soll aus den anderen beiden Werten nach Klicken des Pushbuttons berechnet werden.

#### Erläuterungen:

Mit `place()` werden in diesem Programm Labels (die Überschrift), Pushbuttons (buttonBerechnen), Entry-Felder und (hier neu) Radiobuttons per Koordinatenangabe im Fenster platziert. Der Koordinatenursprung ist links oben (Bild 10). Jedes einzelne Widget kann gezielt im Fenster irgendwo platziert werden. Die Radiobutton-Widgets sind dadurch miteinander inhaltlich verbunden, dass sie sich auf dieselbe oben im Programm deklarierte Variable `zuberechnen` beziehen. Der Parameter `value` legt den Wert der Variablen für das jeweilige Radiobut-

### Optionen des Grid-Layout-Managers

row	Zeilennummer
column	Spaltennummer
columnspan	das Widget soll sich über n Spalten erstrecken
rowspan	das Widget soll sich über n Zeilen erstrecken
sticky	das Widget soll an einer Seite oder Ecke der Zelle „festgeklebt“ werden (sticky = klebrig) Die Bezeichnungen entsprechen den Himmelsrichtungen: N = oben, S = unten, E = rechts, W = links NE = rechts oben, SE = rechts unten, SW = links unten, NW = links oben N+S = vertikal strecken, E+W = horizontal strecken, N+E+S+W = in alle Richtungen strecken

Tabelle 1

```
# LED-Vorwiderstandsrechner
from Tkinter import *
fenster=Tk()

def berechnen():
    spannung = float(entrySpannung.get())           # Aus Eingabefeldern in Variablen lesen
    ledspannung = float(entryLedspannung.get())
    strom= float(entryStrom.get())
    widerstand= (spannung-ledspannung)/strom*1000   # Vorwiderstand ausrechnen   Rv=(Ub-Uf)/If*1000
    widerstandanzeige= str(int(round(widerstand)))    # str macht String. int macht Ganzzahl. round runden
    # Anzeigen:
    ausgabe.config(text=widerstandanzeige)            # Wert in Ausgabefeld schreiben

textfeld=Label(fenster,text="LED-Vorwiderstand berechnen",font=("Helvetica",16),fg="blue")
textfeld.grid(row=0,column=0,columnspan=2)           # Zeile/row 0 und Spalte/column 0 Ueber 2 Spalten

textfeld=Label(fenster,text="Spannung Ub (Volt): ")
textfeld.grid(row=1,column=0,sticky=E)                # Zeile 1 und Spalte 0 E=rechtsbuendig
entrySpannung=Entry(fenster,width=5)                 # Breite des Eingabefeldes: 5 Zeichen
entrySpannung.grid(row=1,column=1,sticky=W)           # W=linksbuendig
entrySpannung.insert(0,'5.0')                         # Startwert in das Feld schreiben

textfeld=Label(fenster,text="LED-Spannung Uf (Volt): ")
textfeld.grid(row=2,column=0,sticky=E)
entryLedspannung=Entry(fenster,width=5)
entryLedspannung.grid(row=2,column=1,sticky=W)
entryLedspannung.insert(0,'2.0')                      # Startwert

textfeld=Label(fenster,text="LED-Strom If (Milliampere): ")
textfeld.grid(row=3,column=0,sticky=E)
entryStrom=Entry(fenster,width=5)
entryStrom.grid(row=3,column=1,sticky=W)
entryStrom.insert(0,'2')                             # Startwert

buttonBerechnen = Button(fenster,text='Berechnen', command=berechnen)
buttonBerechnen.grid(row=4,column=0, columnspan=2)

textfeld=Label(fenster,text="Vorwiderstand (Ohm): ")
textfeld.grid(row=5,column=0,sticky=E)
ausgabe=Label(fenster,text="___",width=5)
ausgabe.grid(row=5,column=1,sticky=W)

fenster.mainloop()
```

Bild 9: Tkinter-Programm Vorwiderstandsrechner



Bild 10: Rechner zum ohmschen Gesetz mit Place-Layout-Manager



ton-Widget fest. Wenn ein Radiobutton angeklickt wird, werden die anderen dazugehörigen Radiobuttons deseletktiert.

Man kennt Radiobuttons normalerweise als untereinander stehende, sich ausschließende Auswahlmöglichkeiten. Hier sind die Radiobuttons ungewöhnlich weit voneinander entfernt, aber funktionieren wie gewohnt. Sobald der Pushbutton *buttonBerechnen* geklickt wird, wird diejenige Größe aus dem „ $U=R \cdot I$ “-Dreieck berechnet, die per Radiobutton angewählt ist. Dafür wird die Variable *zuberechnen* mit IF-Abfragen ausgewertet. Verglichen wird jeweils mit den Werten, die die Radiobuttons per *value*-Parameter zugewiesen bekommen hatten.

### Countdown-Timer

Anhand eines kleinen Countdown-Timers, den man beispielsweise als Belichtungsgerät-Timer beim Platinenätzen verwenden könnte, kann man sehen, wie kurz mit Tkinter erstellte einsatzfähige Programme sein können. Die Idee ist, ein Anwendungsfenster mit einem Startwert (Sekunden) zu haben, bei dem

man den Countdown durch Anklicken eines Pushbuttons starten kann ([Bild 12 oben](#)). Bei Ablauf der Zeit stoppt der Countdown, der Hintergrund wird rot und der Pushbutton wird disabled ([Bild 12 unten](#)). Die Umsetzung als Tkinter-Programm zeigt [Bild 13](#).

#### Erläuterungen:

Das Programm ist erstaunlich kurz! Mit *place()* wird ein Textlabel platziert, das hier eine Position und Größe bekommt. Der Inhalt des Labels ist der Inhalt der oben initialisierten Variablen *stand* – hier 15. Die Hintergrundfarbe (*bg* = background) des Labels ist zunächst grau (*gray*) und es wird eine Schriftart in der Größe 36 gewählt. Auch der Pushbutton erhält eine Position, eine Größe und eine Hintergrundfarbe (*bg*). Wird der Pushbutton angeklickt, dann wird in der Prozedur *buttonCountdownClick* die Variable dekrementiert. Die Zeile *labelZahl.config(text=str(stand))* schreibt den neuen Wert der Variablen *stand* in das Label *labelZahl*. Die Zeile *tkFenster.after(1000, buttonCountdownClick)* bewirkt, dass nach (after) 1000 Millisekunden, also nach einer Sekunde, die Prozedur

```
# Rechner zum ohmschen Gesetz
from Tkinter import *
fenster=Tk()
fenster.geometry("400x200")           # Groesse des Fensters
fenster.resizable(width=False, height=False)  # Fenstergroesse nicht veraenderbar
zuberechnen=IntVar()                  # Variable fuer die Radiobuttons deklarieren

#Prozedur zum Berechnen des gesuchten Wertes:
def berechnenClick():
    spannung = float(entrySpannung.get())          # Aus Eingabefeldern in Variablen lesen
    widerstand = float(entryWiderstand.get())
    strom= float(entryStrom.get())
    if zuberechnen.get()==0:                         # Je nach Radiobutton ....
        spannung=widerstand*strom
        spannunganzeige= str(spannung)
        entrySpannung.delete(0,END)
        entrySpannung.insert(0,spannunganzeige)
    elif zuberechnen.get()==1:                        # .. Widerstand berechnen
        widerstand=spannung/strom
        widerstandanzeige= str(widerstand)
        entryWiderstand.delete(0,END)
        entryWiderstand.insert(0,widerstandanzeige)
    elif zuberechnen.get()==2:                        # .. Strom berechnen
        strom=spannung/widerstand
        stromanzeige= str(strom)
        entryStrom.delete(0,END)
        entryStrom.insert(0,stromanzeige)

# Hauptfenster:
textfeld=Label(fenster,text="Ohmsches Gesetz",font=("Helvetica",16),fg="blue")
textfeld.place(x=100,y=0)                  # An Position x=100 und y=0

spannung_rb=Radiobutton(fenster,value=0, text="Spannung (V)",variable=zuberechnen)  # Radiobutton Spannung
spannung_rb.place(x=150,y=50)              # Radiobutton Spannung platzieren
entrySpannung=Entry(fenster,width=7)        # Breite des Eingabefensts: 7 Zeichen
entrySpannung.place(x=250,y=50)            # Eingabefenster platzieren
entrySpannung.insert(0,'5.0')                # Startwert Spannung eintragen

buttonBerechnen = Button(fenster,text='Berechnen', command=berechnenClick)
buttonBerechnen.place(x=150,y=100)

widerstand_rb=Radiobutton(fenster,value=1,text="Widerstand (Ohm)",variable=zuberechnen)
widerstand_rb.place(x=30,y=150)
entryWiderstand=Entry(fenster,width=7)
entryWiderstand.place(x=150,y=150)
entryWiderstand.insert(0,'250')              # Startwert Widerstand

strom_rb=Radiobutton(fenster,value=2,text="Strom (A)",variable=zuberechnen)
strom_rb.place(x=200,y=150)
entryStrom=Entry(fenster,width=7)
entryStrom.place(x=290,y=150)
entryStrom.insert(0,'0.02')                  # Startwert Strom

fenster.mainloop()
```

*Bild 11: Programm zum ohmschen Gesetz*



Bild 12: Countdown-Timer

```

# Countdown-Zaehler, der im Sekundentakt von einer festen Zahl herunterzaehlt.
from Tkinter import *

stand = 15                                     # Startwert

# Ereignisbehandlung
def buttonCountdownClick():
    stand = int(labelZahl.cget('text'))
    if stand > 0:
        stand = stand - 1                         # Wenn > 0 ...
                                                       # ... herunterzaehlen
        labelZahl.config(text=str(stand))           # Labeltext updaten
        tkFenster.after(1000, buttonCountdownClick) # Nach 1000 ms = 1 Sekunde buttonCountdownClick
    if stand == 0:
        labelZahl.config(bg='red')                 # sonst ..
                                                       # Hintergrund auf rot
        buttonCountdown.config(text='ENDE', bg='white', state=DISABLED)

# Fenster
tkFenster = Tk()
tkFenster.geometry("170x125")                  # Groesse des Fensters
tkFenster.resizable(width=False, height=False)    # Fenstergroesse nicht veraenderbar

# Label
labelZahl = Label(master=tkFenster, text=stand, bg='gray', font=('Arial', 36))
labelZahl.place(x=5, y=5, width=160, height=80)

# Button
buttonCountdown = Button(master=tkFenster, text='countdown', bg='yellow',
                         command=buttonCountdownClick)
buttonCountdown.place(x=5, y=90, width=160, height=30)

# Aktivierung des Fensters
tkFenster.mainloop()

```

Bild 13: Programm Stoppuhr

wieder neu aufgerufen wird. Dadurch erfolgt das sekündliche Herunterzählen. Wenn die Variable *stand* den Inhalt null bekommt, wird die Hintergrundfarbe des Labels auf Rot gesetzt und der Pushbutton wird disabled. Ein erneuter Aufruf der Prozedur nach einer weiteren Sekunde wird nicht wieder angestoßen.

Im zweiten Teil dieses Artikels wird der Zugriff auf Dateien bzw. die serielle Schnittstelle mit kleinen Python/Tkinter-Programmen sowie die weitere Verschönerung der Fenster beschrieben.



## Weitere Infos:

### [1] Tkinter-Tutorials (Auswahl):

[www.python-kurs.eu/python Tkinter.php](http://www.python-kurs.eu/python Tkinter.php)  
[www.wspiegel.de/tkinter/tkinter01.htm](http://www.wspiegel.de/tkinter/tkinter01.htm)  
[www.weigu.lu/c/python/python Tkinter.html](http://www.weigu.lu/c/python/python Tkinter.html)  
[www.inf-schule.de/software/gui/entwicklung Tkinter](http://www.inf-schule.de/software/gui/entwicklung Tkinter)  
[wiki.python.org/moin/TkInter](http://wiki.python.org/moin/TkInter)

### [2] [www.python.org](http://www.python.org)

### [3] Editoren mit Syntax-Highlighting:

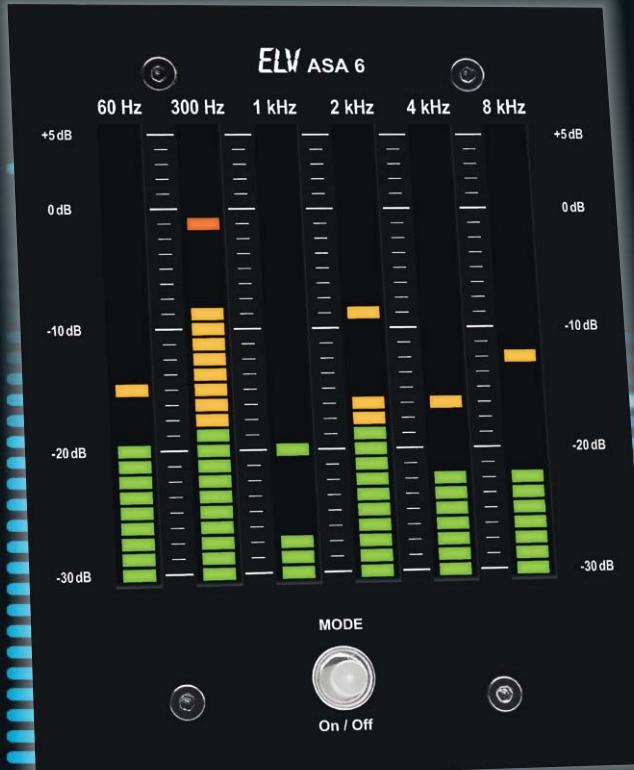
<https://notepad-plus-plus.org>  
<http://editra.org>

IDLE: Entwicklungsumgebung mit Editor, Python-Interpreter, Python-Hilfe. In Python enthalten.

### Empfohlene Produkte/Bauteile:

	Best.-Nr.	Preis
Raspberry Pi 2 B, Starter-Set	CG-11 93 80	€ 89,95
Raspberry Zero inkl. Noobs auf microSD-Karte	CG-12 26 19	€ 22,95
Mini-USB-Modul UM2102	CG-09 18 59	€ 5,95
UART-Adapterkabel USB auf TTL, 5 V	CG-11 55 33	€ 24,95
FS20-UART-Sender FS20 US	CG-09 87 89	€ 19,95
FS20- und Wetterdaten-UART-Empfänger FS20 WUE	CG-10 38 66	€ 14,95
Buch „Raspberry Pi programmieren mit Python“	CG-12 16 55	€ 29,99

Infos zu den Produkten/Bauteilen finden Sie im Web-Shop. Preisstellung Februar 2016 – aktuelle Preise im Web-Shop.



# Kontrollierte Wiedergabe

## 6-Kanal Audio Spectrum Analyzer

Infos zum Bausatz  
im ELV-Web-Shop

#1447

Der Audio Spectrum Analyzer erlaubt die Pegeldarstellung von 6 Frequenzbändern auf einer 30-teiligen LED-Bargraph-Anzeige. So lässt sich die spektrale Frequenzverteilung eines Audiosignals auf einen Blick erkennen. Der Audio Spectrum Analyzer erlaubt die Auswahl unterschiedlicher Anzeigemodi und durch die Kombination von zweien dieser Geräte kann die Anzeige auf 12 Kanäle erweitert werden. Durch Farbfilterfolien sind unterschiedliche Anzeigefarben frei wählbar.

Geräte-Kurzbezeichnung:	ASA6
Versorgungsspannung:	7–15 Vdc/Klemmleiste
Stromaufnahme:	1000 mA @ UB 7 V, 500 mA @ UB 15 V
Audiofrequenzgang:	60 Hz – 12 kHz
Anzeigenbereich:	-30 bis +5 dB, 60 Hz – 8 kHz (6-Kanal), 60 Hz – 10 kHz (12-Kanal)
Frequenzdarstellung:	60 Hz/300 Hz/ 1 kHz/2 kHz/4 kHz/8 kHz (6-Kanal), 60 Hz/120 Hz/300 Hz/400 Hz/800 Hz/ 1 kHz/1,5 kHz/2 kHz/4 kHz/8 kHz/10 kHz (12-Kanal)
Eingang:	100 mV – 20 V/10 kΩ/20 kΩ/Mono/Klemmleiste
Sonstiges:	erweiterbar auf 12 Kanäle (2x ASA6 erforderlich), 5 unterschiedliche Anzeigemodi (Peak-Hold usw.), für 19"-Gehäuse geeignet (3 HE)
Umgebungstemperatur:	5 bis 35 °C
Lagertemperatur:	-40 bis +85 °C
Abmessungen (B x H x T):	102 x 130 x 36 mm (mit Frontplatte)
Gewicht:	180 g

### Auf einen Blick

Der Audio Spectrum Analyzer ist eine wertvolle Hilfe nicht nur für den Studio- oder Bühnenprofi, sondern auch für den Heimgebrauch. Durch die Visualisierung des ausgegebenen Audio-Spektrums sind Klanganpassungen objektiver möglich als die rein gehörmäßige Einstellung. Besonders bei den sehr unterschiedlichen Wiedergabespektren von Medien wie etwa Filmen, Konzertwiedergaben, Sportsendungen, Computerspielen usw. ist eine kontrollierte Klangeinstellung entweder durch feste Equalizer-Einstellungen oder durch variable Klanganpassung mit Kontrolle durch eine spektrale Anzeige sehr praktisch. Auch bei der immer mehr zunehmenden eigenen Produktion von Videos und der damit verbundenen Tonproduktion ist solch eine Kontrolle sehr wichtig, z. B., um auch Pegelspitzen in bestimmten Bereichen zu bedämpfen und Frequenzgänge dem Medium, z. B. einer Internet-Video-Plattform, anzupassen.

Genau für diese Aufgaben ist der hier vorgestellte Audio Spectrum Analyzer vorgesehen. Je nach Variante werden bis zu 12 signifikante Audiofrequenzen



ausgefiltert und deren Pegel durch eine LED-Kette dargestellt. Für die schnelle Kontrolle der Spitzenpegel verfügt das Gerät über verschiedene Darstellungsmodi für die Pegel- und Spitzenwertanzeige sowie einen sogenannten Show-Modus, bei dem die dekorative Seite der Anzeige im Mittelpunkt steht.

Der Eingang des Analyzers ist je nach Audiosignalquelle anpassbar, so kann man das Gerät durchaus auch an einen Lautsprecherausgang anschließen.

Eine Limiter-Anzeige erlaubt das einfache Anpassen des Audiosignals, so dass keine ständigen Übersteuerungen und damit Falschanzeigen entstehen können.

Die Anzeige erfolgt über 180 weiß abstrahlende LEDs, die in sechs Spalten angeordnet sind. Bei der Erweiterung des Gerätes auf 12 Kanäle wird das Audio-Frequenzband feiner aufgeteilt und die Darstellung erfolgt auf 360 LEDs. Für beide Versionen stehen unterschiedliche Frontplatten bereit. Die Leuchtfarbe der LEDs ist durch optionale Farbfilterfolien nach Wunsch wählbar. Die Abmessungen der Frontplatten sind so gewählt, dass das Gerät problemlos in ein 19"-Rack mit 3 Höheneinheiten (3 HE) einbaubar ist.

## Bedienung und Eigenschaften

Mit dem frontseitigen Taster kann das Gerät eingeschaltet und der Anzeigemodus gewählt werden. Ein kurzer Tastendruck schaltet das Gerät ein. Im Standby-Zustand leuchtet die Taster-LED schwächer, was den Zustand „Aus“ signalisiert. Im eingeschalteten Zustand hat die LED hingegen eine andere Funktion.

Beim Aufleuchten der LED findet eine Übersteuerung statt. In diesem Fall ist der Eingangspiegel mit dem Trimmer R33 zu verringern, bis die LED erlischt. Durch einen kurzen Tastendruck wird der Anzeigemodus verändert. Es stehen fünf unterschiedliche Anzeigemodi zur Verfügung, die nacheinander durchgeschaltet werden. Damit man den jeweiligen Anzeigemodus erkennen kann, leuchtet die oberste LED einer LED-Spalte kurz auf. Die erste LED-Spalte, also ganz links, zeigt den Modus 1 an, die zweite LED-Spalte den Modus 2 usw. Es stehen folgende Anzeigemodi zur Verfügung:

Modus 1: normal ohne Peak-Hold

Modus 2: normal mit Peak-Hold

Modus 3: nur Peak-Hold/langsam abfallend

Modus 4: mit Peak-Hold/langsam abfallend/ Balken ausgefüllt

Modus 5: Show-Modus (die höheren Frequenzen werden angehoben, damit sich ein schöneres Gesamtbild ergibt)

Der zuletzt eingestellte Modus wird gespeichert und bei Spannungszufuhr bzw. Einschalten wiederhergestellt.

Längeres Betätigen der Bedientaste schaltet das Gerät aus. Der Schaltzustand wird gespeichert, so dass dieser auch nach einem Spannungsauftreten und Spannungswiederkehr wiederhergestellt wird. Wird das Gerät bewusst ausgeschaltet, bleibt die Schaltung auch nach Wiederkehr der Betriebsspannung

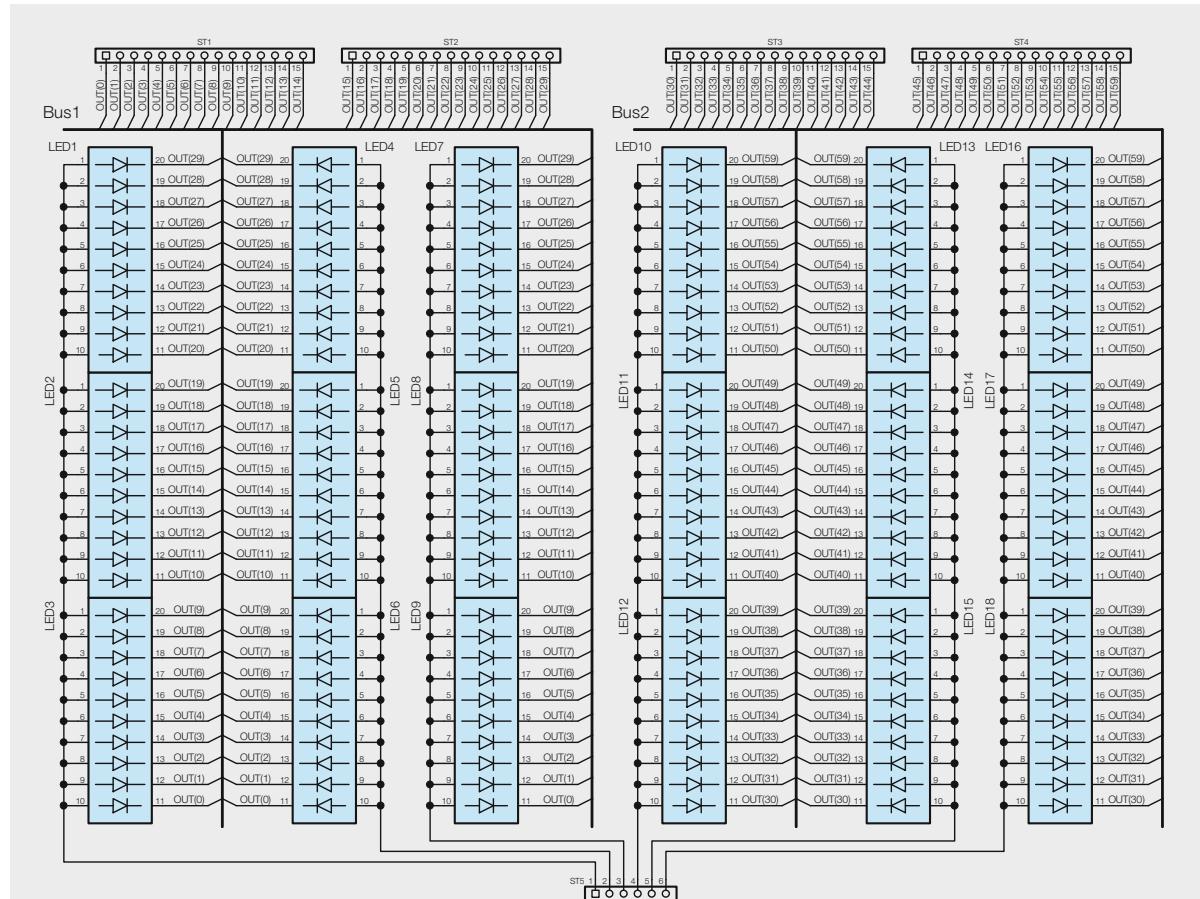


Bild 1: Das Teilschaltbild für die Displayeinheit

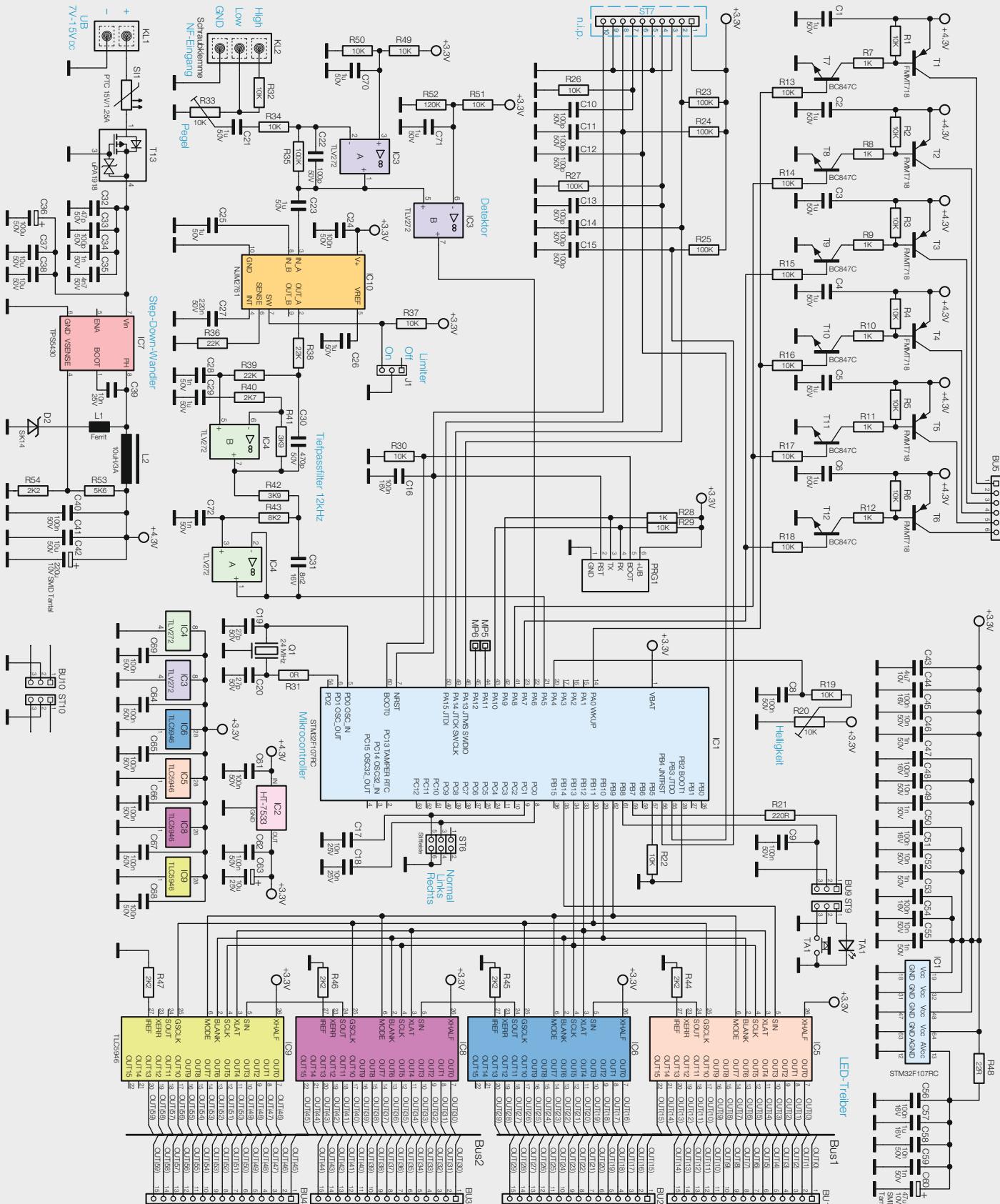


Bild 2: Das Teilschaltbild für die Controllereinheit des Spectrum Analyzer



ausgeschaltet. Nimmt man die Versorgung bei eingeschaltetem Gerät weg, schaltet sich das Gerät nach Anlegen der Versorgung automatisch wieder ein. Dieses Verhalten ist praktisch, wenn die Schaltung in einem anderen Gerät eingebaut ist und zusammen mit dessen Betriebsspannung eingeschaltet wird.

Die Helligkeit der LEDs kann mit dem Trimmer R20 verändert werden. Dieser ist mit einem kleinen Schraubendreher rückseitig erreichbar.

## Schaltung

Das Schaltbild des Audio Spectrum Analyzers gliedert sich in zwei Bereiche, die Controllereinheit und die Displayeinheit (siehe **Bild 1** und **Bild 2**). Die Hauptsteuereinheit bildet der Mikrocontroller IC1 vom Typ STM32F107RC. Dieser 32-Bit-Controller ist recht leistungsstark und besitzt einen relativ großen Flash-Speicher. Hauptaufgabe des Controllers ist es, das Audiosignal zu analysieren und die berechneten Daten auf dem Display anzuzeigen.

Schauen wir uns zuerst den Audioeingangsbereich etwas genauer an. An Klemme KL2 wird das Audiosignal eingespeist. Hier steht, je nach Signalpegel, ein „Low“- und „High“-Pegel-Anschluss zur Verfügung. Beim Eingang „High“ wird der Signalpegel über den Spannungsteiler R32 und R33 herabgesetzt. Mit dem Trimmer R33 kann man den Pegelbereich in einem weiten Bereich anpassen.

Der nachfolgende erste Operationsverstärker IC3A dient als Pufferstufe und Verstärker. Der Verstärkungsfaktor wird über das Verhältnis von R35 und R34 bestimmt, er liegt bei zehnfacher Verstärkung. Nun folgt ein Audiolimiter, der aus dem Baustein IC10 (NJM2761) besteht. Dieser hat die Aufgabe, das Audiosignal in einem bestimmten Bereich zu begrenzen, damit der A/D-Wandler nicht übersteuert wird. Hintergrund ist, dass ein übersteuertes Signal zu falschen Ergebnissen führen würde. Die Limiter-Funktion ist per Jumper J1 aktivier- bzw. deaktivierbar. Um eine generelle Übersteuerung des Eingangsverstärkers zu verhindern bzw. zu erkennen, ist zusätzlich ein Detektor in Form des Komparators IC3B vorhanden. Überschreitet der Pegel am Eingang des Limiters den Wert von 2,8 V<sub>ss</sub>, schaltet der Ausgang des Komparators auf „high“. Der Controller wertet dieses Signal aus und bringt im Fall der Übersteuerung die LED im Taster TA1 zum Leuchten. So kann der Anwender das Eingangssignal mit dem Trimmer R33 verringern, bis keine Übersteuerung mehr stattfindet. Dem Limiter ist ein Tiefpassfilter 4. Ordnung, gebildet durch die Operationsverstärker IC4A und IC4B, nachgeschaltet. Die Grenzfrequenz liegt bei ca. 12 kHz, so dass höhere Frequenzen abgeschwächt werden.

Vom Ausgang IC4A gelangt das so aufbereitete Signal auf den internen A/D-Wandler des Controllers IC1. Wie schon erwähnt, findet im Controller eine Signalauswertung (FFT) statt. Die Ausgabe der Daten erfolgt auf einer LED-Anzeige, die aus sechs LED-Bargraph-Anzeigen besteht. Jeder Bargraph besteht wiederum aus drei einzelnen LED-Einheiten zu je 10 LEDs.

Um die insgesamt 180 LEDs (LED1 bis LED18) mit möglichst geringem Aufwand und wenigen Ports an-

steuern zu können, ist eine Multiplexansteuerung erforderlich. Die einzelnen LED-Reihen (Spalten) werden über die Transistoren T7 bis T12 angesteuert. Die LED-Matrix ist in 2 x 3 Spalten aufgeteilt. Dies bedeutet, dass immer zwei LED-Reihen gleichzeitig aktiv sind und alle Reihen nacheinander eingeschaltet werden. Dies geschieht so schnell, dass das menschliche Auge das Umschalten nicht mehr wahrnehmen kann und sich ein homogenes Gesamtbild ergibt. Die eigentlichen Daten für die LED-Zeilen werden mit speziellen LED-Treibern (IC5, IC6, IC8 und IC9) vom Typ TLC5946 generiert. Die Ansteuerung dieser LED-Treiber geschieht über einen seriellen Bus, der aus sechs Datenleitungen besteht. Mit jeweils 2x TLC5946 wird ein 30 Bit breites Ansteuersignal für die LED-Zeilen OUT(0) bis OUT(29) und OUT(30) bis OUT(59) generiert. Der TLC5946 verfügt über eine integrierte PWM, mit der die Helligkeit der LEDs variierbar ist. Die Einstellung hierfür erfolgt mit dem Trimmer R20.

Betrachten wir nun die Spannungsversorgung der Schaltung. Die Betriebsspannung UB kann im Bereich von 7 bis 15 V liegen, sie wird über die Klemme KL1 zugeführt. Der PTC-Widerstand SI1 dient als Sicherung und ist reversibel, d. h. im Fehlerfall wird dieser spezielle Widerstand hochohmig und begrenzt den Strom. Ist der Fehler nicht mehr vorhanden, kühlt der PTC wieder ab und wird niederohmig. Als Verpolungsschutz dient der MOSFET-Transistor T13. Um die Verlustleistung möglichst gering zu halten, wird für die Versorgung der LEDs mittels des Step-down-Wandlers (Schaltregler) vom Typ TPS5430 eine Spannung von 4,3 V generiert. Für den Controller und die restliche Elektronik wird diese Spannung mit dem Spannungsregler IC2 nochmals auf 3,3 V stabilisiert.

## Nachbau

Die Schaltung ist auf zwei Platinen untergebracht, wobei die Basisplatine als Multilayer ausgeführt ist. Hierdurch steht auch genügend Kühlfläche (durch interne Layer) für die vier LED-Treiber zur Verfügung und die Störstrahlung des Step-down-Wandlers wird durch eine fast ganzflächig vorhandene Massefläche minimiert.

Alle SMD-Bauteile sind vorbestückt, so dass nur wenige konventionelle Bauteile in bedrahteter Bauform bestückt werden müssen. Die Einbauposition ergibt sich durch den Platinenaufdruck, die Platinenfotos (**Bild 3** bis **Bild 5**), die Bestückungspläne und die Stückliste.

Wir beginnen mit der Bestückung der Displayplatine. Hier ist es besonders wichtig, zuerst die Stiftleisten zu bestücken, da nach dem Bestücken der LED-Anzeigen die Lötstellen für die Stiftleisten nicht mehr zugänglich sind. Die Stiftleisten werden von der Platinenunterseite her eingesetzt und auf der Oberseite angelötet (siehe auch Platinenfoto **Bild 4**).

Hinweis: Die LED-Anzeigen weisen zur Kennzeichnung der Einbaulage eine leicht abgeschrägte Gehäuseseite (Pin 1) auf. Dies ist nur durch genauere Betrachtung erkennbar (**Bild 6**). Die LED-Anzeigen müssen unbedingt richtig eingesetzt werden, da

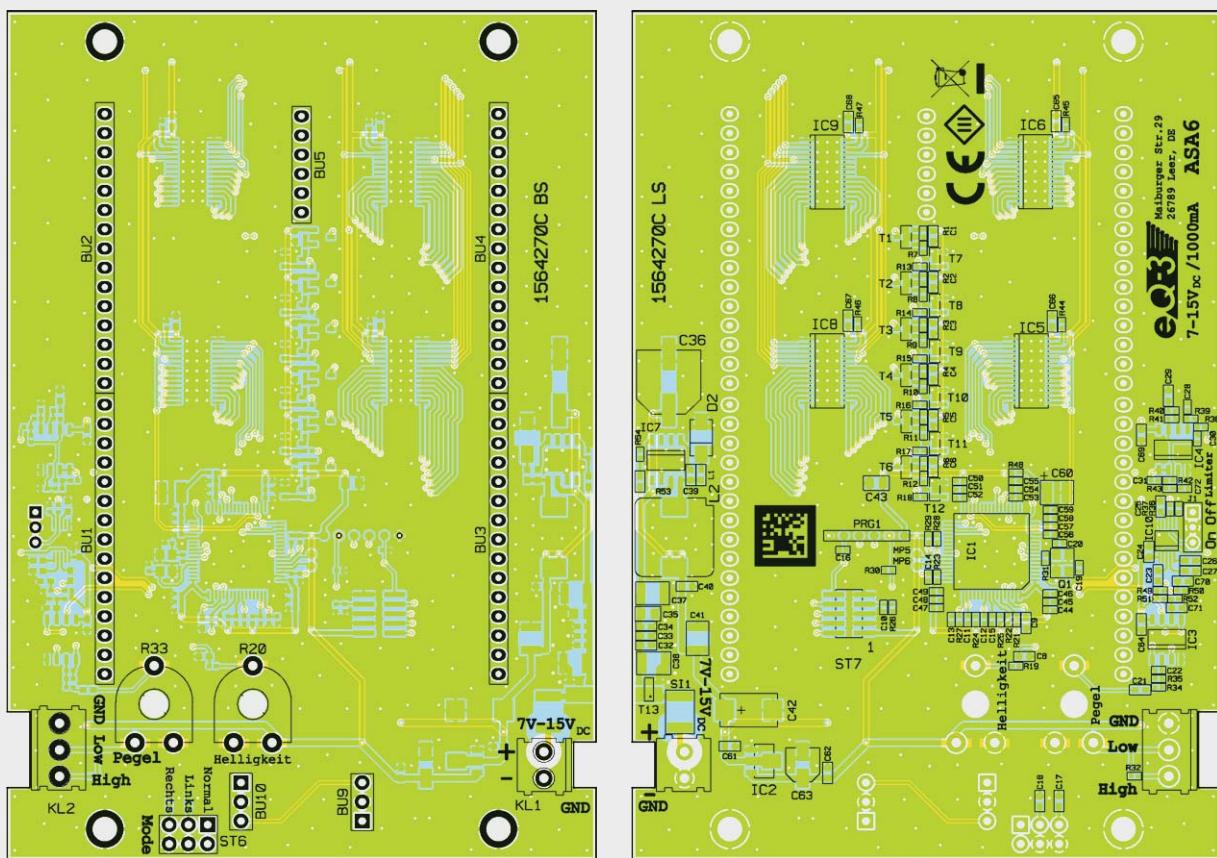
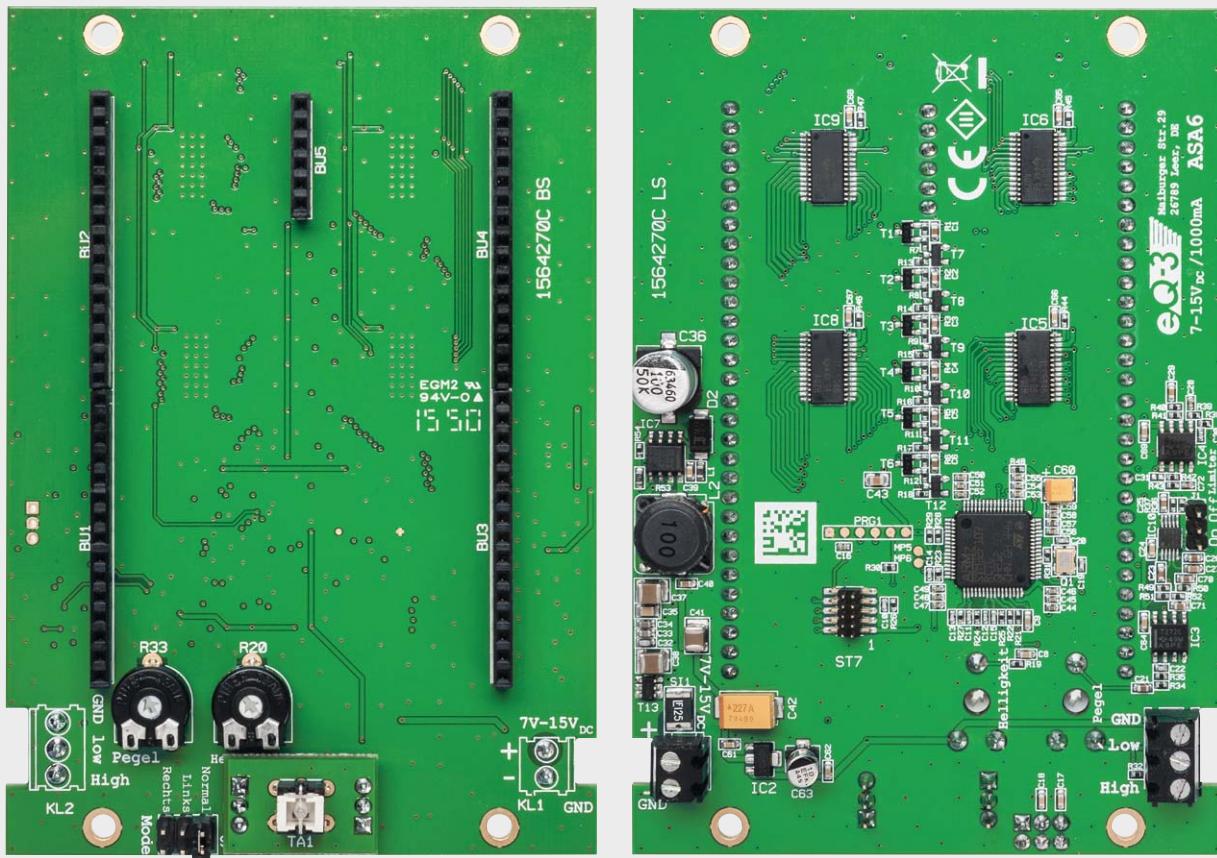


Bild 3: Das Platinenfoto mit zugehörigem Bestückungsplan der Basisplatine

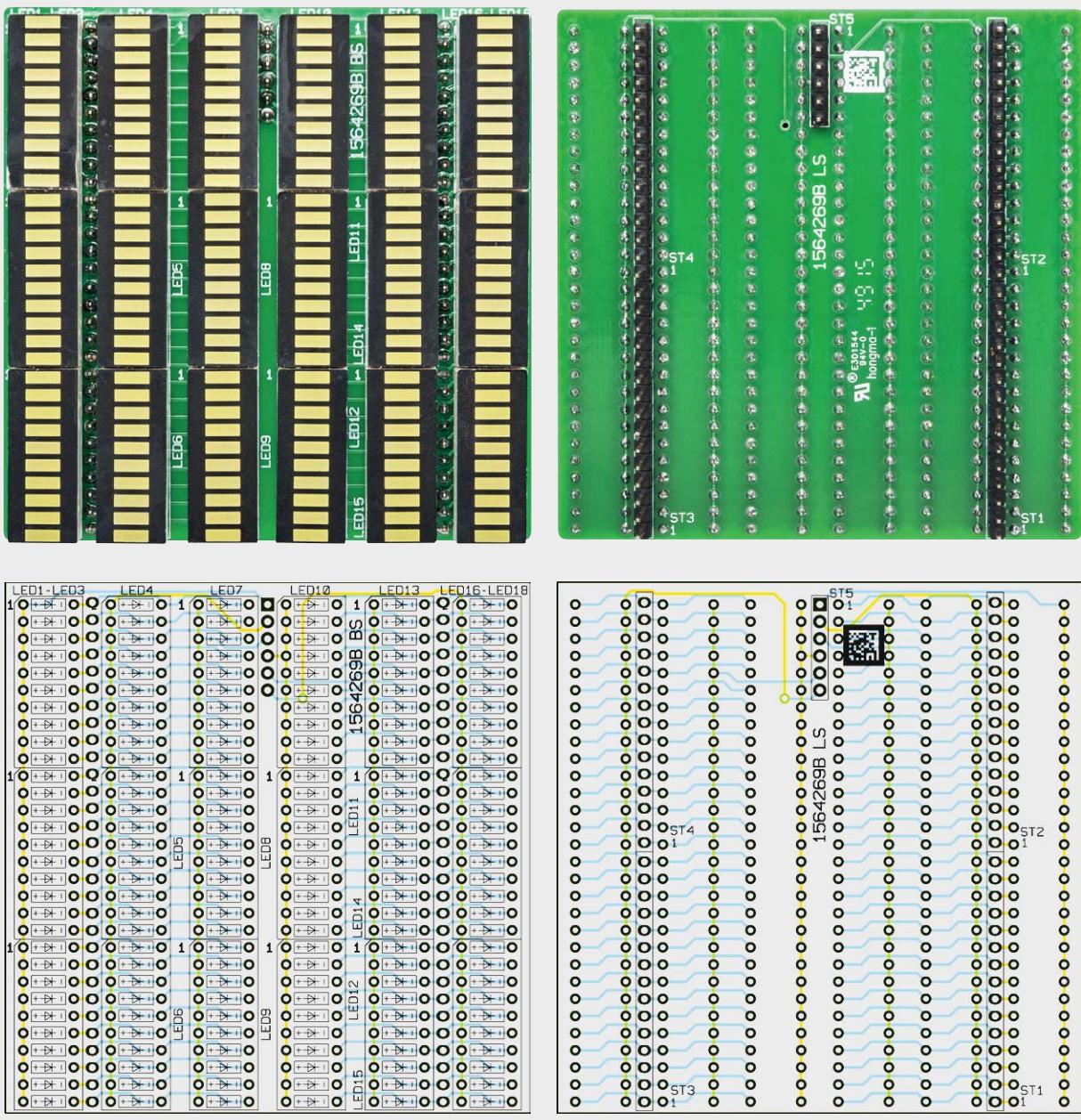


Bild 4: Das Platinenfoto mit zugehörigem Bestückungsplan der Displayplatine

sonst keine Funktion gegeben ist. Auf der Platine ist Pin 1 des LED-Displays gekennzeichnet.

Nachdem alle LED-Anzeigen angelötet worden sind, müssen die überstehenden Drahtenden mit einem Seitenschneider gekürzt werden.

Als Nächstes wird der Taster in die Tasterplatine eingesetzt und verlötet. Hierbei ist auf die richtige Polung der integrierten LED zu achten. Der farblich gekennzeichnete Anschlussdraht ist die Katode. Im Platinenfoto (Bild 5) ist gut zu erkennen, wie die beiden dreipoligen Stiftleisten eingesetzt werden müssen.

Im nächsten Arbeitsschritt erfolgt das Bestücken der Basisplatine. Hier werden zunächst die Buchsenleisten eingesetzt und verlötet. Nun folgt die Bestückung der beiden Trimmer R20 und R33 sowie der beiden Stiftleisten J1 und ST6. Bei den Anschlussklemmen KL1 und KL2 hat man die Wahl, ob diese auf der Platinen-Ober- oder -Unterseite bestückt werden sollen – beide Varianten sind möglich.

Die vorbereitete Tasterplatine wird, wie im Platinenfoto (Bild 5) dargestellt, eingesetzt. Auf den Taster ist die transparente Tasterkappe aufzusetzen.

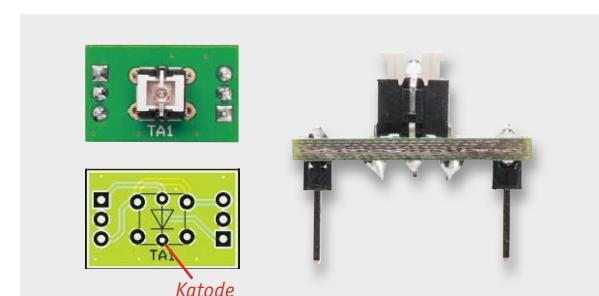


Bild 5: Das Platinenfoto mit zugehörigem Bestückungsplan der Tasterplatine

Nun kann man Displayplatine und Basisplatine mittels der Steckverbinder zusammensetzen. Damit sind die Bestückungsarbeiten abgeschlossen und es erfolgt die Montage der Frontplatte.

Zu diesem Zweck werden die vier 20-mm-Abstandshalter mit M3x8-mm-Schrauben auf der Platine

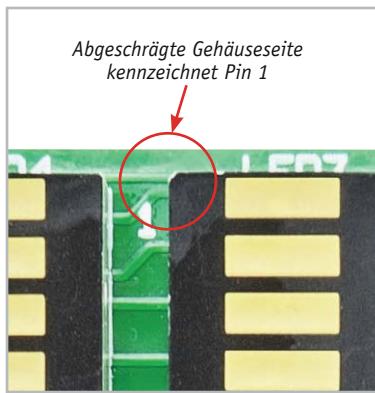


Bild 6: Die Kennzeichnung von Pin 1 an den LED-Displays

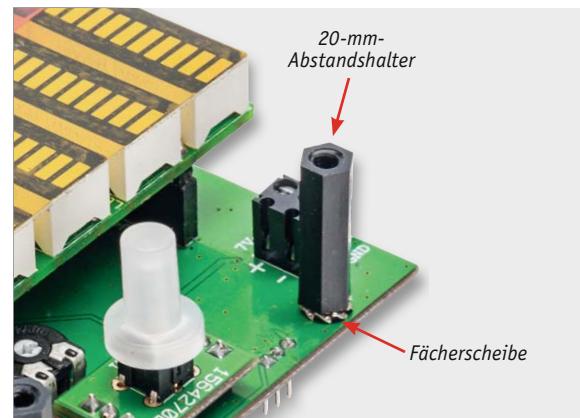


Bild 7: So erfolgt die Montage des Abstandshalters.

montiert. Zwischen den Abstandshaltern und die Platine ist eine Fächerscheibe einzufügen (siehe Bild 7). Dieses ist notwendig, um den Abstand zwischen Frontplatte und Platine geringfügig zu vergrößern.

Bevor die Frontplatte montiert werden kann, ist noch eine Abdunklungsfolie auf die Rückseite der Frontplatte zu kleben. Die 85 x 85 mm messende Folie wird mit Tesafilm an der Rückseite der Frontplatte befestigt (siehe Bild 8). Mit schwarzen Schrauben (Senkkopf- oder Innensechskant) M3 x 6 mm erfolgt die Verschraubung der Frontplatte.



Bild 8: Die Abdunklungsfolie wird rückseitig mit einem durchsichtigen Klebefilm (z. B. Tesafilm) befestigt.





## Aufbringen der Farbfolien

Durch die optionalen Farbfilterfolien kann die weiße Leuchtfarbe der LEDs nach Wunsch verändert werden. Es stehen sechs verschiedene Farben zur Verfügung (siehe Bild 9), die man nach eigenem Geschmack zusammenstellen kann. Welche Bereiche in welcher Farbe aufleuchten sollen, bleibt somit der eigenen Kreativität überlassen. Die Befestigung der Folien erfolgt über eine selbstklebende, durchsichtige Klebefolie. Bevor diese Klebefolie aufgebracht wird, sollte man die Farbfolien entsprechend zuschneiden. Wichtig hierbei ist, dass die Trennung der Farben exakt zwischen zwei Segmenten erfolgen muss (siehe Bild 10). Es ist aber auch möglich, die gesamte Displayfläche mit einer einzigen Farbe abzudecken. Für die Befestigung wird die transparente Klebefolie zunächst großflächig auf die Displayfläche aufgeklebt. Die überstehenden Flächen schneidet man mit einem Cuttermesser oder einer Schere ab. Die einzelnen Farbfolien werden dann auf die Klebefläche aufgesetzt. Hierbei sollte man sehr sorgfältig arbeiten, denn wie schon erwähnt, muss die Trennung genau zwischen zwei Segmenten erfolgen. Ein Aufkleben der Farbfolien auf die Rückseite der Frontplatte ist nicht möglich, da es, je nach Betrachtungswinkel, zu unterschiedlichen Trennstellen zwischen den Segmenten kommt.

## Installation

Die Spannungsversorgung muss im Bereich von 7 bis 15 V liegen, der Anschluss erfolgt polrichtig über die Klemme KL1. Es ist darauf zu achten, dass das Netzteil entsprechend Strom liefern kann. Bei einer Versorgungsspannung von 7 V beträgt die maximale Stromaufnahme 1 A, während bei einer Versorgungsspannung von 15 V die maximale Stromaufnahme 500 mA beträgt. Durch den Verpolungsschutz richtet ein versehentliches Verpolen der Betriebsspannung keinen Schaden an.



Bild 9: Die Farbfilterfolien (Best.-Nr. CG-13 29 78, € 14,95) sind optional einsetzbar.

Für die Audiosignalzuführung steht die Klemme KL2 zur Verfügung. Hier kann man zwischen „Low“- und „High“-Eingang wählen. Soll z. B. ein Lautsprecherausgang als Signalquelle genutzt werden, ist der Eingang „High“ zu verwenden. Bei Quellen mit niedrigen Spannungen ist hingegen der Eingang „Low“ zu verwenden. Der Eingangswiderstand des ASA6 ist relativ hochohmig ( $10\text{ k}\Omega/20\text{ k}\Omega$ ), so dass keine wesentliche Belastung der Signalquelle erfolgt.

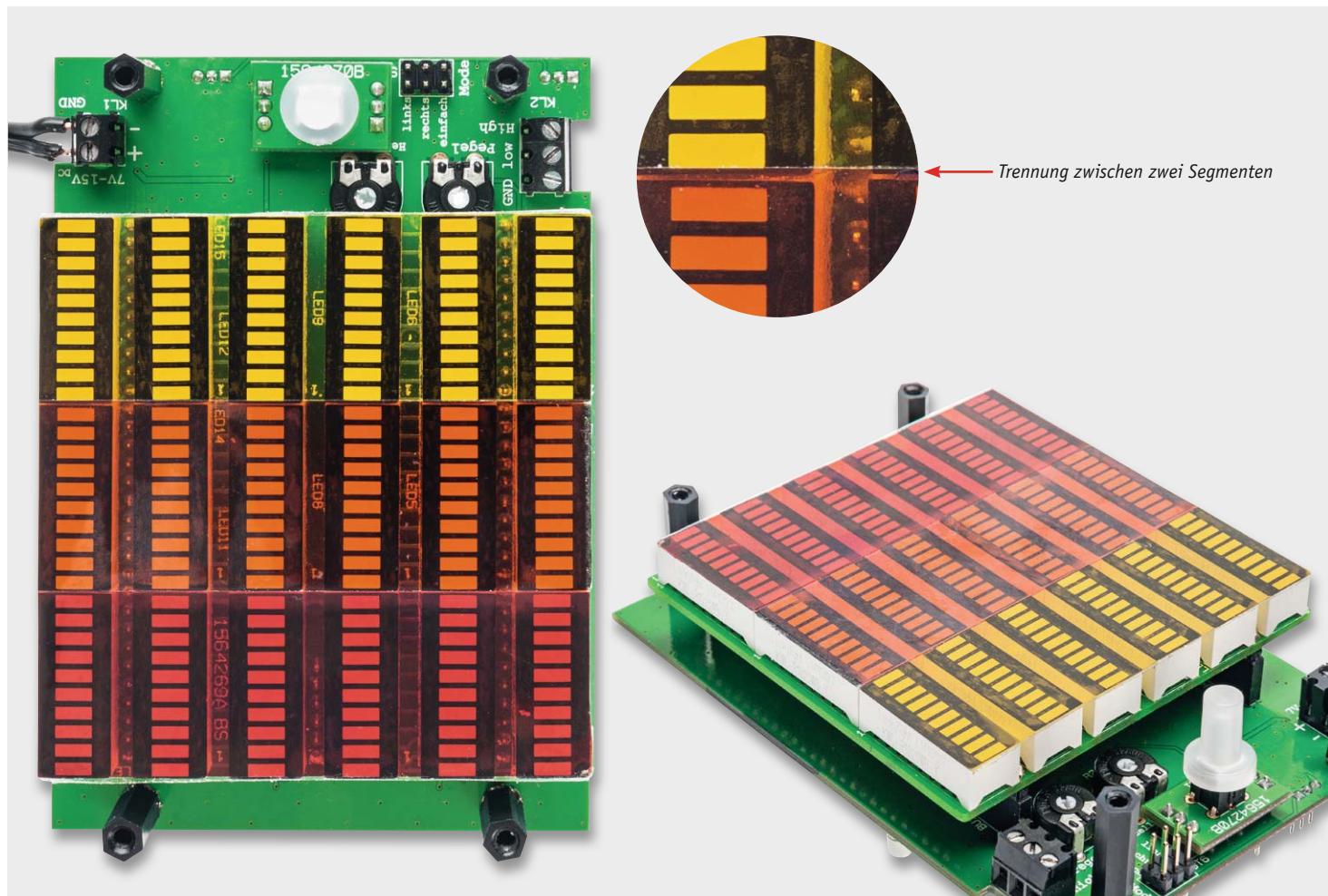


Bild 10: Die Displayplatine mit aufgeklebten Farbfolien. Hier sieht man deutlich, dass die Trennung der Folien genau zwischen zwei Segmenten erfolgen muss.



Für eine korrekte Funktion sind die beiden Jumper J1 und ST6 zu beschalten. Hierzu wird ein Jumper (Steckbrücke) an der entsprechenden Position aufgesteckt. Mit J1 wird die Limiter-Funktion („On“ oder „Off“) festgelegt. Wir empfehlen, die Position „On“ zu wählen, die den Limiter aktiviert. Mit der Beschaltung von ST6 kann man festlegen, ob die normale 6-Kanal- oder die 12-Kanal-Variante zum Einsatz kommt (siehe auch „12-Kanal-Version“). Standardmäßig ist der Jumper „Normal“ aufzustecken.

Falls die Frontplatte in ein Gehäuse eingebaut werden soll, sind hierfür entsprechende Bohrungen einzubringen.

Die Abmessungen der Frontplatte sind so gestaltet, dass auch ein Einbau in ein 19"-Rack möglich ist. Hierzu müssen entsprechende Löcher in die Front-

platte gebohrt werden. Diese Bohrungen sind auf der Rückseite der Frontplatte bereits gekennzeichnet. Die Befestigung in einem 19"-Rahmen geschieht mit M2,5-Schrauben, so dass eine Bohrung von 2,5 bis 3 mm Durchmesser eingebracht werden muss.

## 12-Kanal-Version

Durch zwei Baugruppen des ASA6 kann der Anzeigenbereich auf 12 Kanäle erweitert werden. Hierfür ist eine entsprechende Frontplatte erhältlich (siehe Bild 11). Bei dieser Variante muss jedem ASA6 ein Frequenzbereich zugewiesen werden. Dies geschieht über die Jumper ST6. Der linke Anzeigenblock (Gerät Nr. 1) zeigt die Frequenzen 60 Hz bis 1 kHz an, das zweite Gerät die Frequenzen 1,5 bis 10 kHz. In Bild 12 ist zu sehen, wie ST6 zu brücken ist.

Die Audioanschlüsse sind parallel zu schalten. Beim Betrieb sollte bei beiden Geräten die gleiche Helligkeit und der gleiche Modus eingestellt werden.

ELV

### Widerstände:

0 Ω/SMD/0402	R31
22 Ω/SMD/0402	R48
220 Ω/SMD/0402	R21
1 kΩ/SMD/0402	R7–R12, R28
2,2 kΩ/SMD/0402	R44–R47, R54
2,7 kΩ/SMD/0402	R40
3,9 kΩ/SMD/0402	R41, R42
5,6 kΩ/1 %/SMD/0603	R53
8,2 kΩ/SMD/0402	R43
10 kΩ/SMD/0402	R1–R6, R13–R19, R22, R26, R29, R30, R32, R34, R37, R49–R51
22 kΩ/SMD/0402	R36, R38, R39
100 kΩ/SMD/0402	R23–R25, R27, R35
120 kΩ/SMD/0402	R52
PT10/liegend/10 kΩ	R20, R33

### Kondensatoren:

27 pF/50 V/SMD/0402	C19, C20
47 pF/SMD/0603	C32
100 pF/50 V/SMD/0402	C10–C15, C22
100 pF/SMD/0603	C33
470 pF/50 V/SMD/0402	C30
1 nF/50 V/SMD/0402	C28, C46, C49, C52, C55, C59, C72
1 nF/SMD/0603	C34
4,7 nF/SMD/0805	C35
8,2 nF/SMD/0402	C31
10 nF/50 V/SMD/0402	C45, C48, C51, C54, C58
10 nF/SMD/0603	C17, C18, C39
100 nF/16 V/SMD/0402	C16, C44, C47, C50, C53, C56
100 nF/50 V/SMD/0603	C24, C40, C61, C62, C64–C69, C8, C9
220 nF/50 V/SMD/0603	C27
1 μF/16 V/SMD/0402	C57
1 μF/50 V/SMD/0603	C1–C6, C21, C23, C25, C26, C29, C70, C71
4,7 μF/SMD/0805	C43
10 μF/25 V	C63
10 μF/50 V/SMD/1210	C37, C38, C41
47 μF/10 V	C60
100 μF/50 V	C36
220 μF/10 V	C42

### Halbleiter:

ELV151438/SMD	IC1
HT7533/SMD	IC2
TLV272/SMD	IC3, IC4
TLC5946PWP/SMD	IC5, IC6, IC8, IC9
TPS5430DDA/SMD/TI	IC7
NJM2761RB2/SMD	IC10
FMMT718, SMD	T1–T6
BC847C/SMD	T10–T12, T7–T9
PA1918TE/SMD	T13
SK14/SMD	D2
LED/10-Segment-Bargraph-Anzeigen, weiß, THT	LED1–LED18

### Sonstiges:

Chip-Ferrit, 120 Ω bei 100 MHz, 0603	L1
Speicherdrossel, SMD, 10 μH/3,0 A	L2
Quarz, 24.000 MHz, SMD	Q1
Schraubklemme, 3-polig, Drahteführung 90°, RM = 3,5 mm, THT, black	KL2
Buchsenleiste, 1x 6-polig, print, 5,7 mm, gerade	BU5
Buchsenleisten, 1x 15-polig, print, gerade	BU1, BU2, BU3, BU4
Buchsenleisten, 1x 3-polig, print, 5,7 mm, gerade	BU10, BU9
PTC, 1,25 A, 16 V, SMD, 1812	SI1
Schraubklemme, 2-polig, Drahteführung 90°, RM = 3,5 mm, THT, black	KL1
Stiftleiste, 2x 3-polig, gerade, print	ST6
Stiftleisten, 1x 3-polig, 25,5 mm, gerade, print	ST10, ST9
Stiftleiste, 1x 3-polig, RM = 2,0 mm, gerade, print	J1
Jumper, RM = 2,0 mm, schwarz, ohne Fahne	J1
Drucktaster mit LED rot, 1x ein, print	TA1
Tastkappe, transparent	TA1
Distanzrollen mit Innengewinde, M3 x 20 mm	
Senkkopfschrauben, M3 x 6 mm	
Fächerscheiben, M3	
Innensechskant-Schrauben, M3 x 6 mm	
Zylinderkopfschrauben, M3 x 8 mm	
Stiftleiste, 1x 6-polig, gerade, print	ST5
Stiftleisten, 1x 15-polig, gerade, print	ST1–ST4
Klebeband, doppelseitig, transparent	
Frontplatte ASA6, bearbeitet und bedruckt, transparent	
Farbfilterfolie Neutral Density	

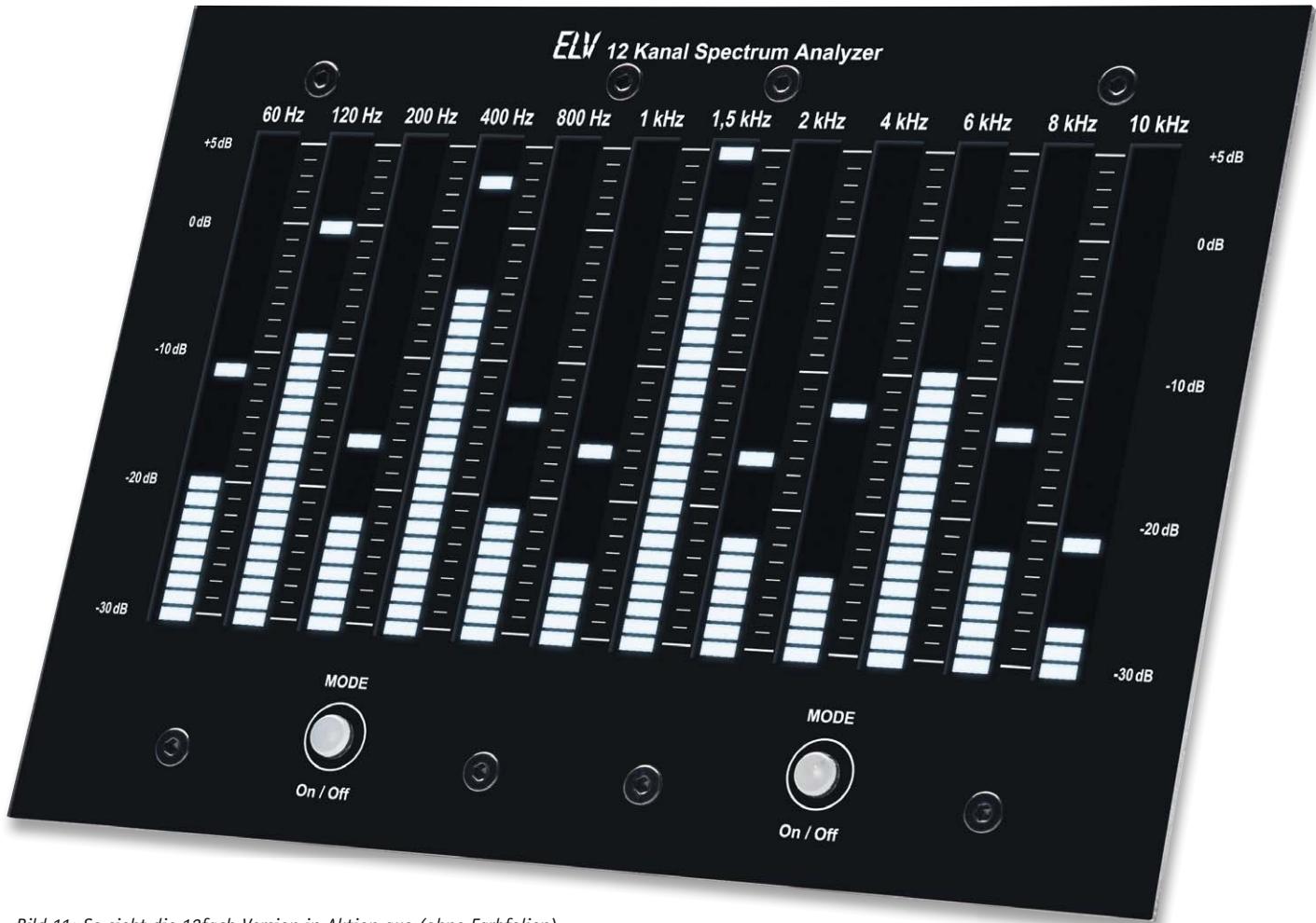


Bild 11: So sieht die 12fach-Version in Aktion aus (ohne Farbfolien).



Bild 12: Die Frontplatten der 6-Kanal- und 12-Kanal-Version mit Zuordnung der Steckbrücke ST6



# Arduino verstehen und anwenden

Teil 15: Multidigit-LED-Displays





Im letzten Beitrag wurden Anwendung und Funktionsweise von 7-Segment-Anzeigen ausführlich beschrieben. Durch den Einsatz der sogenannten Multiplextechnik konnten Anzeigen mit bis zu 4 Digits aufgebaut werden. Hierzu wurde ein Displaytreiber entwickelt, welcher für die Ansteuerung der einzelnen LED-Segmente verantwortlich war.

Wie aber aus früheren Artikeln bereits bekannt ist, stehen für Arduino-Anwendungen häufig umfangreiche Programmbibliotheken zur Verfügung. Dies trifft auch auf die Ansteuerung von LED-Displays zu. Für die Displaysteuerung existieren sogar mehrere Varianten. Eine der umfangreichsten und ausgereiftesten ist die SevenSeg-Library. Wie üblich kann diese unter <http://sim.marebakken.com/SevenSeg.zip> kostenlos aus dem Internet geladen werden. Mittels dieser Bibliothek können auch komplexe Displays mit bis zu 12 Digits angesteuert werden. Genau genommen ist die Anzahl der Digits theoretisch sogar unbegrenzt, in der Praxis zeigt sich jedoch, dass Anzeigen mit mehr als 12 Stellen zu Problemen führen. Im Rahmen dieses Artikels soll diese Bibliothek etwas ausführlicher diskutiert werden. Natürlich werden auch wieder Praxisbeispiele und Anwendungen vorgestellt, u. a.

- Ansteuerung von Anzeigeeinheiten mit bis zu 12 Digits
- Numerische und alphanumerische Zeichendarstellung
- Digitale Counter und Frequenzzähler mit hoher Auflösung

## Multiplexbetrieb größerer Displayeinheiten

Im letzten Artikel wurde das Prinzip des Zeitmultiplex erläutert. Dabei kam auch ein Displaytreiber zum Einsatz, der an verschiedene Anzeigeeinheiten angepasst werden konnte.

Hier soll nun die Anwendung der Bibliotheksfunktionen im Vordergrund stehen. Zunächst kann man mehrstellige 7-Segment-Anzeigen in zwei Gruppen einteilen:

- CA: Bauelemente mit gemeinsamer Anode (für **Common Anode**) – siehe **Bild 1** (zugehöriges Schaltbild)
- CC: Bauelemente mit gemeinsamer Kathode (für **Common Cathode**) – siehe **Bild 2** (zugehöriges Schaltbild)

Den internen Aufbau eines speziellen Displays kann man dem zugehörigen Datenblatt entnehmen. Falls zu einem bestimmten Display keine Informationen erhältlich sind, kann man das Pinning aber auch sehr

leicht durch Ausmessen bestimmen. Hierzu benutzt man einfach eine Spannungsquelle mit geeignetem Vorwiderstand (z. B. 1 kΩ) und testet die verschiedenen Pins. Man muss dann nur noch notieren, welches Segment bei einer bestimmten Kontaktierung aufleuchtet.

## Die Funktionen der Library

Die SevenSeg-Library gestattet es, verschiedenste Informationsformate zu benutzen. Es werden alle gängigen Arten von Displays unterstützt. Die Bibliothek kann für einfache Aufgaben genutzt werden, sie enthält aber auch Funktionen, die den fortgeschrittenen Anwender ansprechen.

Zu den Leistungsmerkmalen der Library gehören insbesondere:

- Unterstützung von Displays mit Dezimalpunkten, Trennungsdoppelpunkten oder Apostrophen
- Es sind sowohl CC- als auch CA-Displays ansprechbar

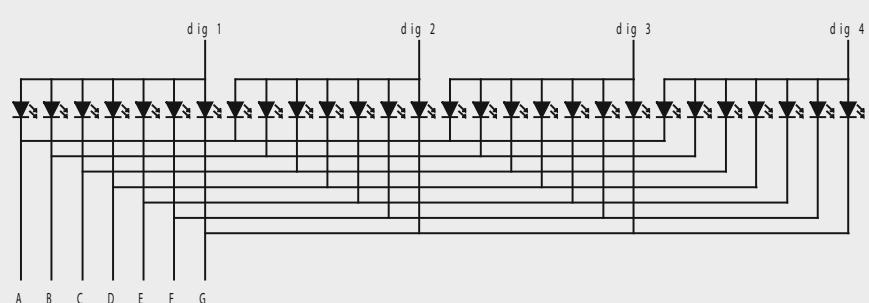


Bild 1: Display mit gemeinsamer Anode (CA)

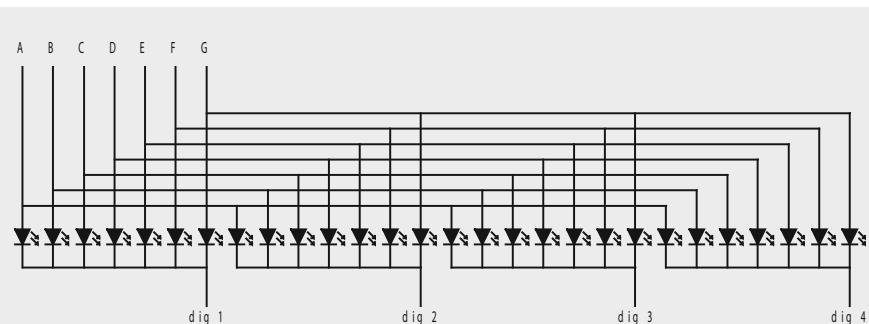


Bild 2: Display mit gemeinsamer Kathode (CC)



Bild 3: Nahezu mathematische Genauigkeit: die ersten 12 Ziffern der Zahl Pi

Darüber hinaus sind Routinen enthalten, welche die folgenden Anzeigeformate unterstützen:

- Verschiedene Zahlenformate wie Ganzzahlen, Festkomma- oder Fließkommazahlen
- Textausgabe
- Anzeigen von Uhrzeiten im hh:mm- oder mm:ss-Format
- Automatisches Multiplexing mit einstellbarer Wiederholrate
- Einstellung der Displayhelligkeit über das PWM-Taktverhältnis der Ansteuerung
- Einsatz von Timer-Interrupts in der Multiplexsteuerung
- Vermeidung sogenannter Schattenartefakte

## Ansteuerung einer 12-stelligen Anzeige

In einem ersten Anwendungsbeispiel soll eine 12-stellige CA-Anzeige (siehe Bild 3) mittels der Bibliothek angesteuert werden.

Die gemeinsamen Anoden können direkt mit den Arduino-Ports verbunden werden. Die Segment-Pins des Displays werden über geeignete Vorwiderstände mit den Arduino-Ausgängen verbunden. Für erste Experimente können hier 1-kΩ-Widerstände verwendet werden. Falls die Anzeige damit zu dunkel erscheint, können die Widerstandswerte reduziert werden. Wenn ein Datenblatt zum Anzeigemodul vorliegt, kann man die Widerstandswerte natürlich auch aus den erlaubten Maximalströmen berechnen und so die optimale Helligkeit des Displays nutzen. Weitere Details zum Anschluss des Displays an den Arduino finden sich auch im letzten Beitrag zu dieser Artikelserie.

Der Sketch dazu sieht folgendermaßen aus:

```
// 12x7-segment LED display

#include <SevenSeg.h>

// segments      a b c d e f g
SevenSeg disp (7, 5, 3, 1, 0, 6, 4);

const int numDigits=12;
// Arduino pins      A4  A3  A2  A5  A0  A1  D12 D13 D8  D9  D10 D11
// digit            12  11  10  9   8   7   6    5   4   2   2   1
int digitPins [numDigits]={ 18, 17, 16, 19, 14, 15, 12, 13, 8, 9, 10, 11};
char str[12];

void setup ()
{ disp.setDigitPins (numDigits, digitPins);
}

void loop ()
{ disp.write("314159265359");
}
```

Die Segmente a bis g werden also der Reihe nach an die Digital-Pins D7, D5, D3, D1, D0, D6 und D4 des Arduinos angeschlossen.

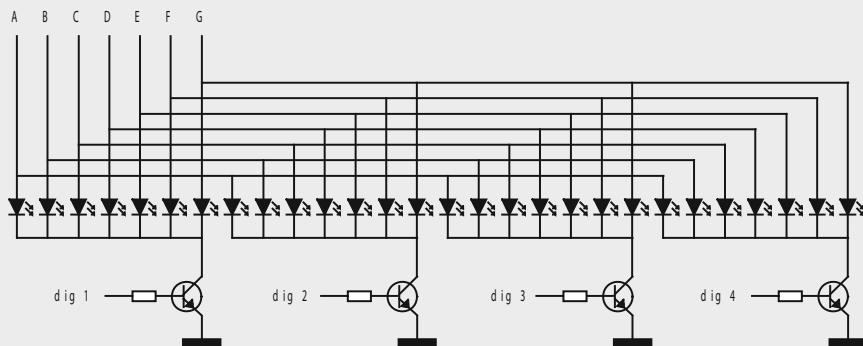
Die gemeinsamen Digit-Pins 1 bis 12 des Displays werden entsprechend mit den noch freien Arduino-Ausgängen D8 bis D12 sowie mit den Analog-Ports A0 bis A5 verbunden. Dabei ist zu beachten, dass in diesem Fall die Analog-Pins A0 bis A5 als Digitalausgänge D14 bis D19 geschaltet werden.

## Hardware-Varianten

Eine besondere Stärke der SevenSeg-Bibliothek ist die Möglichkeit zur Einstellung verschiedenster Hardware-Varianten. So kann die Belegung der Digit- und Segment-Pins mit



Bild 4: CC-Display mit Transistor-Treibern



der Funktion

`SevenSeg(A, B, C, D, E, F, G);`  
beliebig festgelegt werden. Für A bis G sind lediglich die Port-Pins anzugeben, an welche die Segmente A bis G angeschlossen sind.

Entsprechend kann mit

```
void setDigitPins(numOfDigits, Digit-
Pins);
```

die Anzahl der Digits und deren Anschlussreihenfolge festgelegt werden. Die Anzahl der anzuzeigenden Stellen ist dabei in `numOfDigits` anzugeben, die Pin-Reihenfolge wird durch das Array `DigitPins` definiert.

Über die Funktionen

```
void setCommonAnode();
void setCommonCathode();
```

wird die Topologie des Displays festgelegt. Wird keine Topologie angegeben, dann wird ein CA-Display als voreingestellter Wert angenommen.

Die Funktion

```
void setActivePinState(segActive,
digActive);
```

legt fest, ob die Segmente high- oder low-aktiv sind. Diese Funktionen werden benötigt, wenn Treibertransistoren zum Einsatz kommen. Dies wird erforderlich, wenn ein Arduino-Pin nicht genügend Strom für ein komplettes Digit liefern kann.

**Bild 4** zeigt, wie in diesem Fall NPN-Transistoren eingesetzt werden können, um höhere Ströme zu treiben. Während ein Arduino-Pin nur maximal mit 20 mA belastet werden sollte, können mit Klein-signal-Transistoren (z. B. BC547 o. Ä.) problemlos 100 mA oder mehr geschaltet werden. Hier müsste dann die zugehörige Programmzeile

```
setActivePinState (HIGH,HIGH);
```

eingefügt werden.

## Darstellung alphanumerischer Zeichen

Wie bereits im letzten Artikel erwähnt wurde, können mit 7-Segment-Anzeigen nicht nur Ziffern, sondern auch einige Buchstaben angezeigt werden. Allerdings hat dieses Verfahren den Nachteil, dass nicht alle Buchstaben gut erkennbar dargestellt werden können. So kann beispielsweise der Großbuchstabe B nicht von der Ziffer 8 unterschieden werden, da in beiden Fällen alle 7 Segmente leuchten müssen. Auch die Buchstaben K oder W lassen sich praktisch nicht in leserlicher Form erzeugen. Für viele System-



Bild 5: Darstellung von Informationstexten mit 7-Segment-Anzeigen

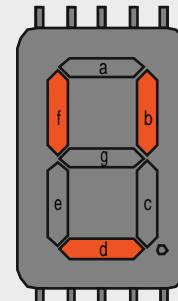


Bild 6: Darstellung des Buchstabens W in der SevenSeg-Library

anzeigen kann man sich allerdings gut behelfen, indem man geeignete Texte wählt.

Damit kann man bei Messgeräten auch Statusanzeigen oder Systemzustände anzeigen, ohne dass ein zusätzliches Display eingebaut werden muss.

**Bild 5** zeigt ein Anwendungsbeispiel für die Ausgabe der Information „System full up“ in einem 7-Segment-Display.

Die SevenSeg-Library unterstützt diese Anwendung. Für die nicht eindeutig darstellbaren Zeichen werden dabei Ersatzcodes verwendet. Für den Buchstaben W werden beispielsweise die Segmente B, D und F aktiviert (siehe **Bild 6**).

## Digitale Frequenzzähler

Anwendungen, welche viele Anzeigestellen benötigen, sind beispielsweise Frequenzzähler und Counter. Da Frequenzen durch Verwendung von Quarzen mit hoher Genauigkeit erfasst werden können, ist es sinnvoll, auch entsprechend viele Stellen anzuzeigen. Ein



Voltmeter kommt meist mit 3 bis 4 Stellen aus, da Spannungen mit moderatem Aufwand meist nur bis auf 0,1 % genau gemessen werden können. Entsprechendes gilt für Strom- und Widerstandsmessungen.

Elektronische Quarze liefern dagegen problemlos eine Genauigkeit im ppm-Bereich, d. h. Abweichungen liegen in der Größenordnung von 1:1.000.000 (parts per million). Damit man diese Präzision auch anzeigen kann, sind Displays mit einer entsprechenden Stellenzahl erforderlich.

Die Frequenzmessung selbst wird wiederum durch eine Library vereinfacht. Unter

<http://interface.khm.de/index.php/lab/interfaces-advanced/arduino-frequency-counter-library/>

kann diese wieder kostenlos aus dem Netz geladen werden.

Die Library erfasst Frequenzimpulse über den Arduino-Pin D5, da dieser in der Sekundärfunktion als T1 dient. T1 ist der Eingang für den 16-Bit-Hard-

ware-Counter des Controllers auf dem Arduino. Mit Hilfe dieses Counters können Impulse mit hoher Präzision erfasst werden.

Weitere Informationen zu den internen Hardware-Timern des Arduino-Controllers finden sich in [5] und im Teil 11: „Timer und Counter“ zu dieser Artikelserie (siehe ELVjournal August/September 2015) unter [Webcode #1433](#).

Die Impulszählung erfolgt mit einer Torzeit von 1000 ms = 1,000 s. Die Anzahl der Impulse gibt also direkt die an D5 angelegte Frequenz in Hz wieder. Die Torzeit wird in der Programmzeile

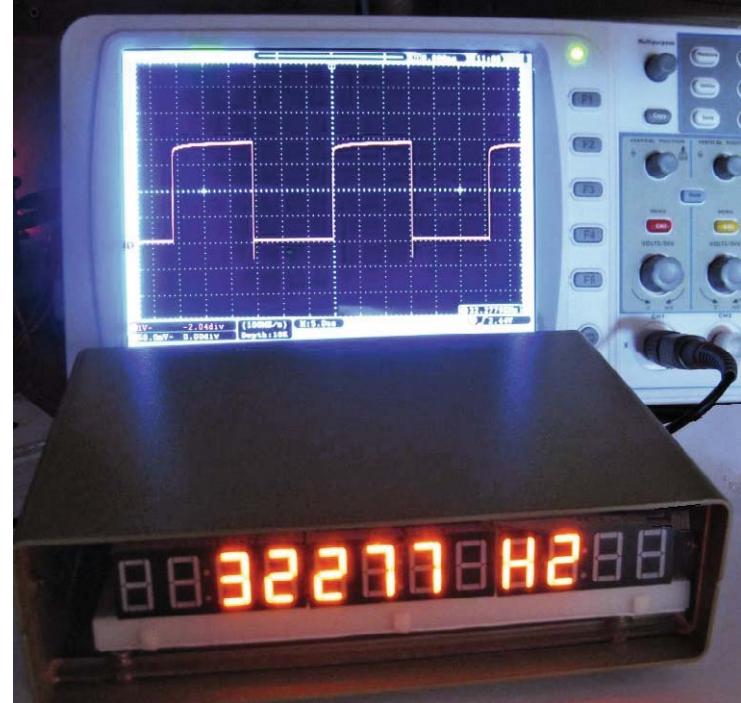
```
FreqCounter::start(1000) // ...  
angegeben.
```

Im Setup wird eine erste Dummy-Messung ausgeführt, um Fehlmessungen aufgrund von undefinierten Werten im Zählerpuffer zu vermeiden. In der Hauptschleife wird dann kontinuierlich die anliegende Frequenz gemessen und an das 7-Segment-Display ausgegeben.

```
// Frequency display  
// using 12x7-segment LED display  
// **** for ATmega328, i. e. Arduino UNO ****  
// use A0 as D14, A1 as D15, ...  
  
#include <SevenSeg.h>  
#include <FreqCounter.h>  
float frq;  
  
// a b c d e f g  
SevenSeg disp (7, 8, 3, 1, 0, 6, 4);  
  
const int numOfDigits =10;  
int digitPins [numOfDigits]={ 18, 17, 16, 19, 14, 15, 12, 13, 10, 11};  
  
char buf[14];  
  
void setup ()  
{ disp.setDigitPins (numOfDigits, digitPins);  
  for (int i = 0; i < 300; i++)  
    // dry run for settling  
    FreqCounter::f_comp=100; // Cal Value  
    FreqCounter::start(1000); // 1000 ms Gate Time  
    while (FreqCounter::f_ready == 0)  
      disp.write("counter up");  
      delay(10);  
}  
  
void loop ()  
{ FreqCounter::f_comp=100;  
  FreqCounter::start(1000);  
  while (FreqCounter::f_ready == 0)  
  { frq = FreqCounter::f_freq;  
    dtostrf(frq, 7, 0, buf);  
    disp.write(buf);  
    disp.write(" Hz");  
  }  
}
```



## Der Frequenzzähler in Aktion



Der Frequenz-Messwert „frq“ wird dazu über die Funktionen  
`dtostrf(frq, 7, 0, buf);`

in eine Puffer-Zeichenkette „buf“ umgewandelt. Beim Befehl „`dtostrf`“ handelt es sich um eine Standard-C-Funktion, die eine Dezimalzahl in eine ASCII-Zeichenkette umwandelt.

Die Parameter 7 und 0 steuern die Formatierung. Der neue String enthält so mindestens 7 Zeichen und 0 Nachkommastellen. Auf diese Weise wird die Frequenz rechtsbündig im LED-Display dargestellt. Fehlende Stellen werden durch „Blanks“ aufgefüllt, so dass keine unschönen führenden Nullen entstehen.

Weitere Details zu diesen Funktionen finden sich in [5] und [6]. Durch die Kombination dieser beiden Funktionen wird erreicht, dass die Frequenz an der korrekten Position im Display ausgegeben wird.

Der Wert wird dann in  
`disp.write(buf);`  
 angezeigt.

Schließlich wird noch über  
`disp.write(" Hz");`  
 die Einheit der Frequenzmessung (Hz für Hertz) eingeblendet.

Die maximal messbare Frequenz liegt bei ca. 4 MHz; ein Wert, der für viele Anwendungen vollkommen ausreichend ist. Die Messgenauigkeit wird lediglich durch den 16-MHz-Quarz des Arduino begrenzt. Sie beträgt typischerweise nur wenige ppm und ist somit für die meisten nicht professionellen Anwendungen vollkommen ausreichend.

## Ausblick

Nachdem in diesem Beitrag die Anwendung und Ansteuerung von mehrstelligen 7-Segment-Anzeigen ausführlich diskutiert wurde, wird im nächsten Serienbeitrag die sogenannte LED-Punktmatrix-Display-Technologie im Vordergrund stehen.

Im Gegensatz zu den 7-Segment-Anzeigen erlaubt dieser Displaytyp auch die klar lesbare Darstellung aller Buchstaben des Alphabets.

Darüber hinaus ist sogar die Anzeige einfacher Grafiken möglich. Durch Zusammenfügen mehrerer Matrixeinheiten können auf diese Weise auch größere Displays aufgebaut werden, bis hin zu den bekannten Mega-Werbeflächen auf öffentlichen Plätzen, Flughäfen oder Bahnhöfen.



## Weitere Infos:

- [1] G. Spanner: Arduino – Schaltungsprojekte für Profis, Elektor-Verlag 2012, Best.-Nr. CG-10 94 45, € 39,80
- [2] Mikrocontroller-Onlinekurs, Franzis-Verlag, exklusiv für ELV, 2011, Best.-Nr. CG-10 20 44, € 99,-
- [3] Grundlagen zur elektronischen Schaltungstechnik finden sich in der E-Book-Reihe „Elektronik!“ ([www.amazon.de/dp/B000XNCB02](http://www.amazon.de/dp/B000XNCB02))
- [4] Lernpaket „AVR-Mikrocontroller in C programmieren“, Franzis-Verlag 2012, Best.-Nr. CG-10 68 46, € 129,-
- [5] G. Spanner: AVR-Mikrocontroller in C programmieren, Franzis-Verlag 2010, Best.-Nr. CG-09 73 52, € 39,95
- [6] G. Spanner: AVR-XMEGA-Mikrocontroller, Elektor-Verlag 2015, Best.-Nr. CG-12 07 62, € 39,80

Empfohlene Produkte	Best.-Nr.	Preis
Arduino UNO	CG-10 29 70	€ 27,95
Mikrocontroller-Onlinekurs	CG-10 20 44	€ 99,-



Sie suchen Beratung oder haben Fragen zu Ihrem ELV-Projekt? Wir helfen bei Ihrem Projekt! 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 Web-Shop direkt beim Artikel. Mittlerweile ist so eine umfassende Datenbank entstanden!



Werner Müller, Michael Sandhorst, Torsten Boekhoff, Andreas Bünting, Marco Fenbers, Manfred Gontjes (von links)

# Dialog

## Experten antworten

### HomeMatic

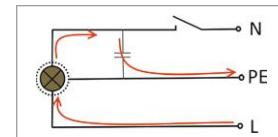


**Frage** von Uwe Meyer zum HomeMatic Funk-Zwischenstecker-Schaltaktor (Best.-Nr. CG-13 29 89): „Ich schalte meine LED-Lampe über die HomeMatic Funk-Schaltsteckdose. Wenn der Funk-Schalter ausgeschaltet ist, „glimmen“ die LEDs der LED-Lampe noch leicht. Wie kommt das? Wie kann erreicht werden, dass die LED-Lampe bei ausgeschaltetem Funk-Schalter komplett dunkel ist?“

**Antwort** Die HomeMatic Funk-Schaltsteckdose schaltet die Spannung für die LED-Lampe nur 1-polig ab. Je nachdem wie herum die Steckdose beschaltet ist bzw. wie herum die HomeMatic Funk-Schaltsteckdose in die Steckdose gesteckt worden ist, wird entweder die spannungsführende Phase (L) oder

aber der Neutralleiter (N) geschaltet. Sofern der Neutralleiter geschaltet wird, liegt die spannungsführende Phase ununterbrochen an der LED-Lampe an. In der Anschlussleitung Ihrer LED-Lampe wird wahrscheinlich auch der Schutzleiter geführt. Die parallele Leitungsführung von Neutralleiter und Schutzleiter kann mit einem Kondensator verglichen werden, über welchen bedingt durch den Wechselspannungsbetrieb ein sehr geringer Strom fließt, welcher ausreicht, um die LEDs schwach glimmen zu lassen.

Stecken Sie in diesem Fall die verwendete Funkschaltsteckdose um 180° gedreht in die Steckdose ein, so dass anstelle des Neutralleiters die spannungsführende Phase geschaltet wird. In Verbindung mit Lampendimmern wird das Glimmen meistens von den intern verbauten Entstörkondensatoren verursacht, welche für die Einhaltung der CE-Konformität erforderlich sind.



### 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 Programmierungsmöglichkeiten von HomeMatic besser bzw. optimaler nutzen zu können.

Webcode #1325 im Suchfeld eingeben



### Technische Fragen?

Sie erreichen uns in der Zeit von Montag bis Freitag von 9:00 bis 19:00 Uhr. Halten Sie bitte Ihre ELV-Kundennummer (wenn vorhanden) bereit.

Tel.: 0491/6008-245

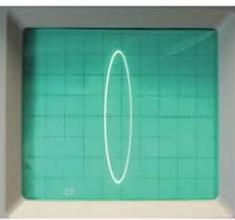


**Frage** **ELVjournal-Kommentar von Rüdiger zum Komponententester KT200 (Best.-Nr. CG-13 22 37):**

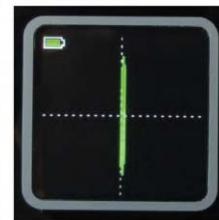
„Ich bin schwer enttäuscht. Das Gerät ist zwar hübsch, auch wenn es flackert. Aber innerhalb einer Schaltung ist es nicht zu gebrauchen. Ich vergleiche das mit dem Komponententester in meinen 35 Jahren Hameg OS. Da war z. B. in der Schaltung bei einem 100- $\mu$ F-Kondensator ein Kreis oder je nach Beschaltung etwas Ähnliches zu sehen. Bei dem ELV-Ding wird mir ein senkrechter Strich angezeigt. Demnach hätte der Elko Kurzschluss. Hat er aber nicht.“

**Antwort** Der Komponententester KT200 kann schaltungsbedingt nicht exakt die Funktion eines Komponententesters von Hameg simulieren.

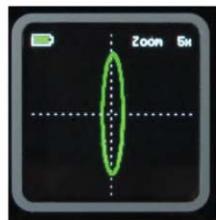
Hameg Analogscope  
Elko 22  $\mu$ F



KT200 (ohne Zoom)  
Elko 22  $\mu$ F



KT200 (mit Zoom)  
Elko 22  $\mu$ F



Durch eine spezielle Zoomfunktion kann das Display in der vertikalen Darstellung jedoch erweitert werden (diese Möglichkeit ist vermutlich nicht berücksichtigt worden). Die Zoomfunktion ergibt sich einfach durch Drehen der Bedienknöpfe nach rechts. Der Komponententester KT200 ist primär zur Darstellung von Halbleiterkennlinien vorgesehen. Zum Testen von Elkos ist die ESR-Funktion besser geeignet. Im Gegensatz zu anderen Konkurrenzprodukten kann der KT200 die Elkos und sonstigen Bauteile in der Schaltung messen, da die Mess-Spannung unterhalb der Fluss-Spannung von Dioden (auch Schottky) liegt.

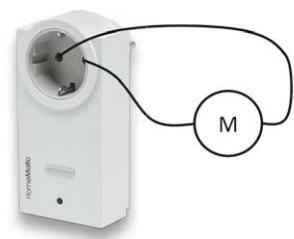
**Frage** **Oftmals gestellte Frage zur Realisierung einer tasterbetätigten Motorsteuerung:**

„Ich möchte gerne einen Motor über einen Taster ferngesteuert schalten. Der Motor soll hierbei nur laufen, wenn der Taster gedrückt gehalten wird. Sobald der Taster losgelassen wird, soll der Motor sofort wieder stehen bleiben. Mit welchen Komponenten lässt sich das z. B. lösen?“

**Antwort** Diese Steuerung lässt sich z. B. mit dem HomeMatic Schließerkontakt-Interface realisieren. Das HomeMatic Schließerkontakt-Interface ist ein Funksender, welcher flankengesteuert einen Funkbefehl sendet. Vorgesehen ist der Anschluss von Kontakten und Schaltern. Bei Betätigung des Schalters (Schalter schaltet ein – positive Flanke/Schalter schaltet aus – negative Flanke) wird ein Ausschaltbe-



Best.-Nr. CG-09 20 68



Best.-Nr. CG-13 29 89

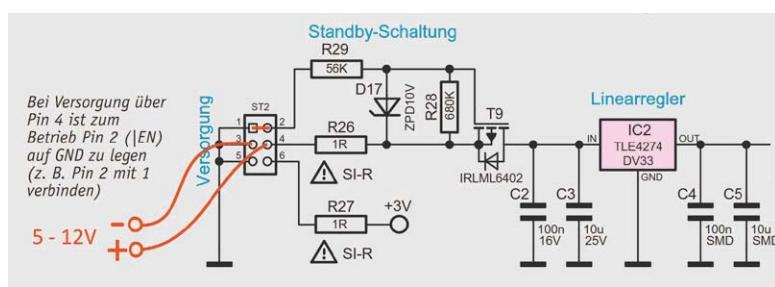
fehl bzw. ein Einschaltbefehl gesendet. Wenn anstatt eines Schalters ein Taster mit Öffnerfunktion verwendet wird, erfolgt die Aussendung eines Einschaltbefehls, wenn der Taster gedrückt wird. Sobald der Taster wieder losgelassen wird, sendet das Schließerkontakt-Interface einen Ausschaltbefehl. Die Befehle können einen Schaltaktor des HomeMatic Systems ein- und ausschalten. Sofern ein netzspannungsbetriebener Motor eingesetzt wird, verwenden Sie z. B. die HomeMatic Schaltsteckdose.



**Frage** **von Manfred Böck zum Funkmodul FS20 SM8 (Best.-Nr. CG-09 22 10):**

„Ich habe ein Funkmodul FS20 SM8 von Ihnen gekauft. Die Platine wird mit 12 V versorgt. Wenn ich den Enable-Eingang auf Masse lege, funktioniert das Modul. Ich habe den Eindruck, manchmal erst beim zweiten Funkimpuls. Daher will ich den Enable nun auf +12 V legen, um vom Schlafbetrieb wegzukommen (wie in der Anleitung, Seite 6 beschrieben). Wenn 12 V am Enable anliegen, reagiert das Modul auf nichts mehr, weder auf Funk noch auf die Tastenbetätigung direkt auf der Platine. Was ist da falsch?“

**Antwort** Bei einer Spannungsversorgung des Moduls in einem Bereich zwischen 5 und 12 V lässt sich das Modul über den Enable-Anschluss ein- und ausschalten. Hierzu wird der Enable-Anschluss jedoch nicht auf +12 V sondern auf GND-Potential gelegt. Nur



wenn der Enable-Pin auf GND liegt, ist der Transistor T9 durchgeschaltet, so dass die über den Pin 4 der Stiftleiste ST2 zugeführte Spannung zum Linearregler IC2 durchgeschaltet wird. Die verzögerte Reaktion des Moduls ist unseres Erachtens darauf zurückzuführen, dass das Modul nach dem „Aufwachen“ (Enable-Pin wird auf GND geschaltet) eine Zeitspanne benötigt, bis die normale Funktion gegeben ist. In Ihrem Fall wird das Schalten des Enable-Pins und die Funksignalauslösung wahrscheinlich sehr zeitnah ausgeführt. Abhilfe: entweder das Modul immer eingeschaltet lassen (Enable-Pin liegt immer auf GND-Potential) oder aber nach dem „Aufwecken“ des Moduls erst nach einer größeren Zeitspanne eine Bedienung vornehmen.



# HomeMatic Know-how

## Teil 14: Sprachsteuerung mit Siri



In unserer Reihe „HomeMatic Know-how“ zeigen wir anhand von kleinen Detaillösungen, wie man bestimmte Aufgaben im HomeMatic-System konkret lösen kann. Dies soll insbesondere HomeMatic-Einsteigern helfen, die Programmierungsmöglichkeiten, welche die WebUI der HomeMatic-CCU bietet, besser zu nutzen.

In dieser Ausgabe zeigen wir, wie man mittels Siri sein HomeMatic-System per Sprachsteuerung bedienen kann. Wir zeigen alle erforderlichen Schritte von der Installation der HomeBridge auf dem Raspberry Pi über die Konfiguration der HomeBridge bis hin zur Einrichtung der App an iPhone oder iPad.



Das Thema Smarthome ist aktuell in aller Munde und viele unserer Kunden beschäftigen sich bereits intensiv mit der Thematik. In vielen unserer Support-Gespräche kommt immer wieder der Wunsch auf, das Smarthome-System à la „Captain Kirk“ wie auf der Enterprise per Sprachbefehl steuern zu können. Da es bisher nur wenige HomeKit-kompatible [1] und somit per Siri steuerbare Geräte gibt [2] und eine Steuerbarkeit von bereits am Markt etablierten Systemen bisher komplett fehlt, hat der findige Programmierer „nfarina“ mit „HomeBridge“ eine offene Brückenlösung entwickelt, welche auf GitHub [3] bereitgestellt wird. Diese emuliert per iOS-HomeKit-API ein HomeKit-kompatibles Gateway, welches durch Plug-ins viele verschiedene Smarthome-Systeme und andere IP-Geräte [4] einbindbar und steuerbar macht.

Unter den mittlerweile gut 100 Plug-ins für HomeBridge findet sich auch das vom HomeMatic-User „thkl“ entwickelte Plug-in für das HomeMatic-System [5], welches wir in diesem Beitrag genauer beschreiben möchten. Für Fragen und Anregungen zum HomeMatic-Plug-in hat der Entwickler im HomeMatic-Forum [6] unter dem Beitrag „RPi2 – HomeBridge: Siri for the rest of us“ einen Support-Beitrag eröffnet.

## Was wird benötigt, um eine HomeBridge zu betreiben?

Da HomeBridge auf NodeJS Framework basiert, kann diese auf verschiedenen Plattformen installiert werden. Wir möchten in diesem Beitrag die Installation auf dem Raspberry Pi 2 B vorstellen, da dieser sich aufgrund seines geringen Stromverbrauchs als ständig laufender Rechner hervorragend eignet.

Neben dem Raspberry Pi, einer microSD-Speicherkarte, einem Netzteil und ggf. einem Gehäuse wird lediglich ein Netzwerkkabel als Verbindung zu Ihrem Router benötigt. Des Weiteren sollte ein Computer vorhanden sein, mit dem wir das benötigte Betriebssystem Raspbian [7] auf die microSD-Speicherkarte kopieren können. Zum Kopieren des Raspbian-Images kann unter Windows das Tool Win32 Disk Imager [8] und unter OS X das Tool PiBaker [9] verwendet werden. Wer den Raspberry Pi nicht an einen Monitor anschließen möchte, kann über ein SSH-Terminal-Tool (Windows: [10]/OS X: [11]) von einem Computer zugreifen, um die Installation durchzuführen. Selbstverständlich sollte auch eine HomeMatic-CCU2 und ein iPhone bzw. iPad mit aktueller iOS-Version vorliegen.

## Die Installation

1. Nach dem Herunterladen des Raspbian-Images [7] muss die ZIP-Datei entpackt werden. Anschließend kann die IMG-Datei mittels der Tools Win32 Disk Imager bzw. ApplePi-Baker [8 und 9] auf die Speicherkarte geschrieben werden (Bild 1).
2. Die Speicherkarte mit dem kopierten Image legen wir dann in den Raspberry Pi ein und verbinden den Raspberry Pi mittels Netzwerkkabel mit dem Router. Sofern nicht per SSH auf den Raspberry Pi zugegriffen wird, schließen wir einen Monitor, eine Maus und Tastatur an und stecken dann das Netzteil ein, um den Raspberry Pi zu starten.
3. Die aktuelle Version Raspbian Jessie startet ohne weitere Eingabe von Benutzernamen und Passwort, so landen wir direkt auf dem Raspbian-Desktop.
4. Nun öffnen wir entweder über die oben eingeblendete Taskleiste das Terminal (Bild 2) bzw. greifen per SSH-Tool auf den Raspberry Pi zu.
5. Über den Befehl `sudo raspi-config` ist vor der Installation der HomeBridge einmal die Partitionserweiterung (Expand Filesystem) durchzuführen, zudem können hier auch gleich der Standort, die Zeitzone und das Tastaturlayout eingestellt werden. Eine Beschreibung der erforderlichen Schritte haben wir bereits im Journal-Artikel „Raspberry Pi – einrichten und einsetzen“ beschrieben, welcher mit dem Webcode #1432 aufgerufen werden kann.
6. Nach dem Neustart des Raspberry Pi geben wir über das Terminal nun zur Installation der HomeBridge die folgende Befehlszeile ein. Um nicht die komplette Befehlszeile eintippen zu müssen, kann diese einfach von der ersten Seite aus dem Foren-Beitrag [5] über ein parallel geöffnetes Browser-Fenster kopiert und anschließend ins Terminal-Fenster eingefügt werden.

```
wget -nv -O- https://raw.githubusercontent.com/thkl/homebridge/xmlrpc/
setup.sh | bash -
```

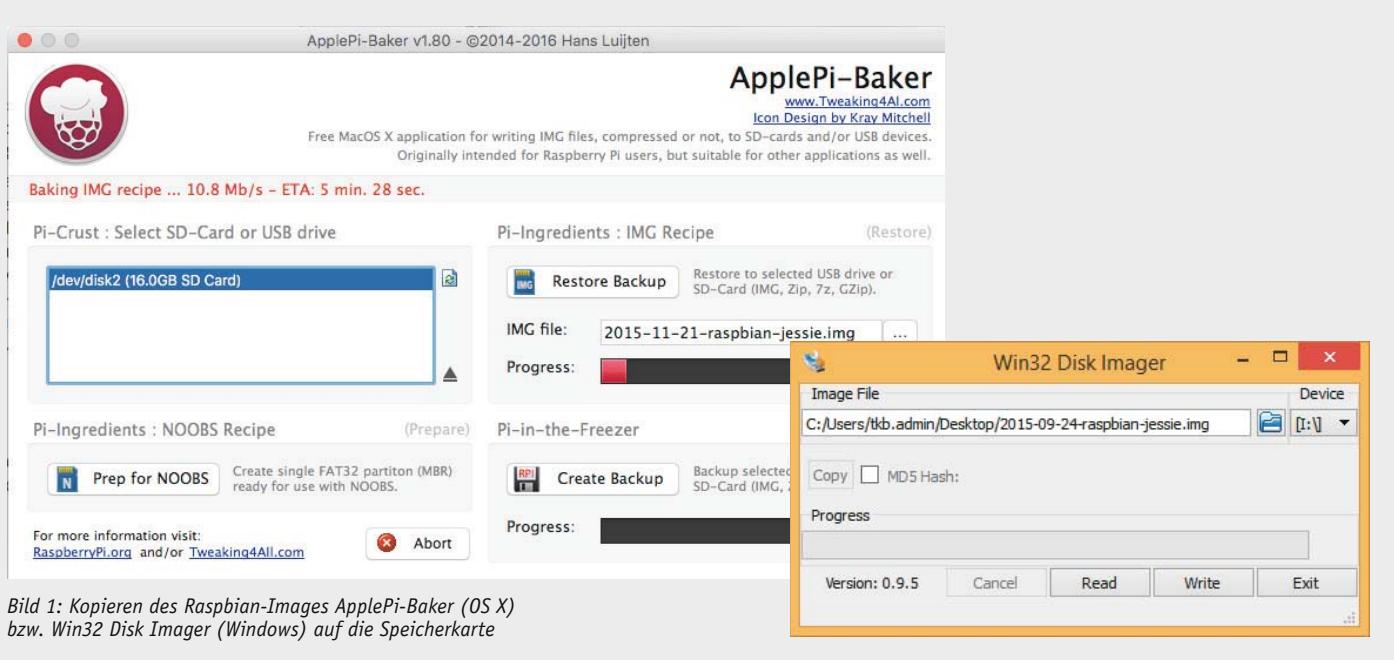


Bild 1: Kopieren des Raspbian-Images ApplePi-Baker (OS X) bzw. Win32 Disk Imager (Windows) auf die Speicherkarte

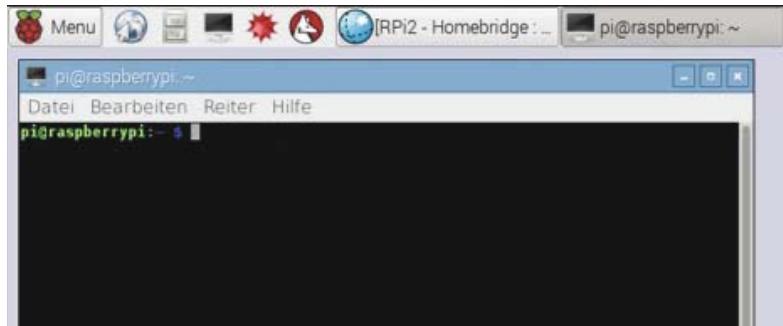


Bild 2: Raspbian-Desktop mit geöffnetem LX-Terminal

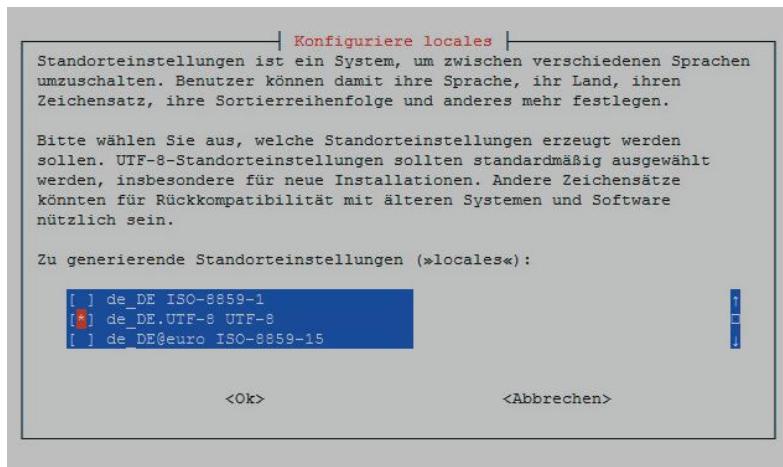


Bild 3: Einstellung des Zeichensatzes



7. Nachdem die Befehlszeile mit „Enter“ ausgeführt wurde, werden wir nun nochmals aufgefordert, den Zeichensatz einzustellen, für Deutschland empfiehlt sich „de\_DE.UTF-8“, welcher optimaler Weise bereits unter Schritt 5 eingestellt wurde (Bild 3).
8. Da bei der Installation der HomeBridge zusätzlich das Betriebssystem Raspbian und alle installierten Programme aktualisiert werden, wird der Vorgang einige Minuten in Anspruch nehmen. Hier einfach geduldig abwarten, bis eine Eingabemaske für die IP-Adresse (Bild 6) der CCU eingeblendet wird, ggf. angezeigte NPM-Fehlermeldungen (WARN EACCES, gyp ERR!), die während der Installation angezeigt werden, können ignoriert werden. Zwischenzeitlich fahren wir mit der Vorbereitung der CCU2 fort.
9. Wir öffnen hierzu über den Browser am Computer die WebUI der CCU2 und rufen über „Einstellungen“ den Punkt „Gewerke“ auf.
10. Nun erstellen wir über einen Klick auf „Bearbeiten“ und „Neu“ ein neues Gewerk Namens „Siri“ (Bild 4).
11. In dieses Gewerk fügen wir nun alle gewünschten Kanäle der unterstützten HomeMatic-Geräte (siehe Tabelle 1) ein (Bild 5).
12. Sofern die Installation der HomeBridge abgeschlossen ist, werden wir nun aufgefordert, die IP-Adresse der CCU einzugeben (Bild 6). Sollte Ihnen die IP-Adresse der CCU nicht bekannt sein, beachten Sie bitte unseren Experten-Tipp.
13. Als Nächstes werden wir gefragt, ob die HomeBridge automatisch beim Neustart des Raspberry Pi starten soll, welches wir mit „Ja“ bestätigen (Bild 7).
14. Ist die Installation ohne Fehlermeldungen abgeschlossen, erhalten wir folgende Meldung (Bild 8). Da noch weitere Anpassungen der HomeBridge-Konfiguration erforderlich sind, lassen wir das Terminal-Fenster geöffnet.

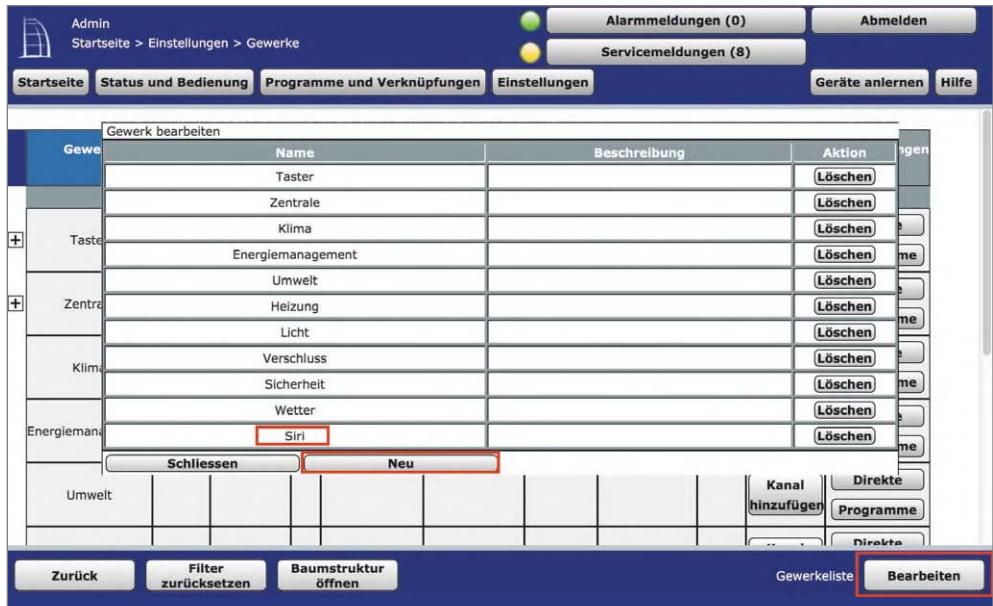


Bild 4: Erstellung des Gewerks „Siri“ in der CCU-WebUI

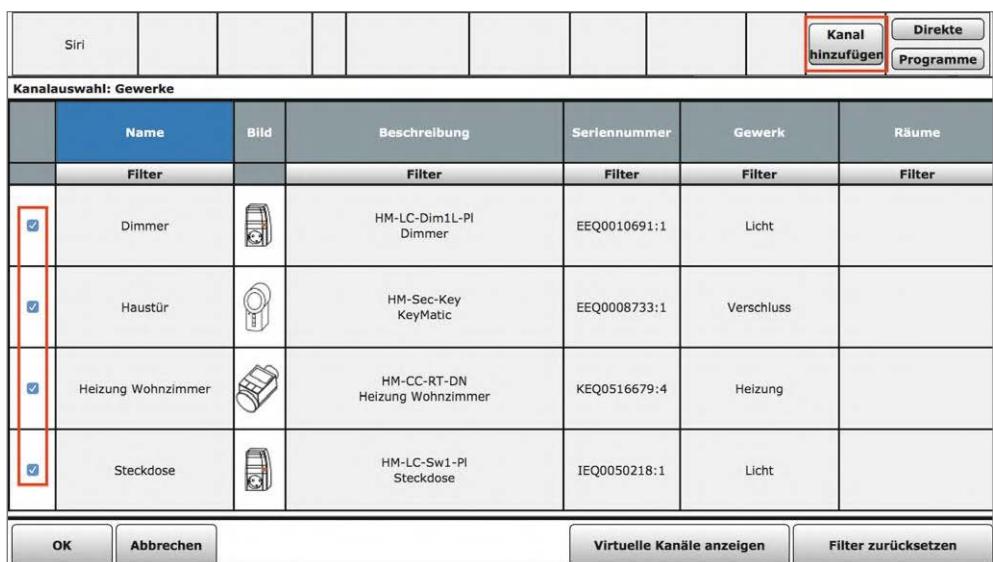


Bild 5: Einfügen der Geräte in das Gewerk „Siri“.

### Unterstützte HomeMatic-Geräte und zugehörige Siri-Sprachbefehle

Gerät/Funktionen	Siri-Name in der App	Sprachbefehl – Beispiel
Dimmer	Licht im Wohnzimmer	dimme das Licht im Wohnzimmer auf 50 %, schalte das Licht im Wohnzimmer ein/aus
Wandthermostat/Heizkörperthermostat (nicht HM-CC-TC/VD)	Heizung im Wohnzimmer	stelle/setze die Heizung im Wohnzimmer auf 12°
KeyMatic	Haustür	öffne/schließe die Haustür
Schaltaktoren	Stehleuchte	schalte die Stehleuchte im Wohnzimmer ein/aus
Rollladenaktor	Rollladen im Büro	schließe/öffne den Vorhang/die Jalousie/den Rollladen im Büro, oder: setz den Vorhang/die Jalousie/den Rollladen im Büro auf 30 %
Fensterkontakte	–	Ist das/ist ein Fenster im Wohnzimmer geöffnet?
Temperatursensoren	–	Wie warm ist es im Wohnzimmer?
Bewegungsmelder	–	bisher kein Sprachbefehl
Rauchwarnmelder	–	bisher kein Sprachbefehl
Zentralenprogramme	je nach Szenen-Name	die direkte Steuerung der Programme ist bisher nicht möglich, diese können über Szenen gesteuert werden
Variablen	je nach Szenen-Name	die direkte Steuerung der Variablen ist bisher nicht möglich, diese können über Szenen gesteuert werden

Tabelle 1



## Anpassung der Konfigurationsdatei

Da wir lediglich die zuvor dem CCU-Gewerk „Siri“ hinzugefügten Geräte steuern möchten, ist es nun erforderlich, die HomeBridge-Konfigurationsdatei anzupassen.

1. Zur Anpassung der Konfigurationsdatei (config.json) wechseln wir mit `cd .homebridge` in das HomeBridge-Verzeichnis.
2. Bevor wir die Datei bearbeiten, beenden wir die ggf. bereits im Hintergrund laufende HomeBridge mit dem Befehl:  
`sudo /etc/init.d/homebridge stop`
3. Nun kann die Konfigurationsdatei mit dem Befehl  
`sudo nano config.json` geöffnet werden.
4. Im eingeblendeten Editor kann die Konfigurationsdatei nun bearbeitet werden. Die originale Konfiguration sehen wir in **Bild 9**. Wir möchten nun unser erstelltes CCU-Gewerk einfügen und zusätzlich verhindern, dass unsere Schaltsteckdose als Licht erkannt wird. Zudem möchten wir per Siri eine Zentralen-Variable umschalten können. Hierzu sind folgende Einträge erforderlich:

```
"subsection": "Siri"  
"outlets": ["BidCos-RF.GeräteSeriennummer:1"]  
"variables": ["Anwesenheit"]
```

Die angepasste Konfiguration sehen wir in **Bild 10**. Alle weiteren Parameter der Konfigurationsdatei sind in **Tabelle 2** beschrieben.

5. Zum Speichern der Konfiguration drücken wir STRG+O (nicht Null) und bestätigen mit ENTER, um den Editor zu verlassen, drücken wir STRG+X.

## Der erste Start

1. Wir starten mittels des Befehls `homebridge` den ersten Testlauf.
2. Sofern alles korrekt installiert und konfiguriert wurde, sehen wir nun wie in **Bild 11**, dass unsere HomeMatic-Geräte gefunden wurden. Sollte die HomeBridge nicht starten, liegt dies häufig an einer fehlerhaften Konfigurationsdatei (**Bild 12**). Der Inhalt der config.json sollte dann auf der Internetseite [\[11\]](#) überprüft werden.
3. Wenn die Geräte – wie in **Bild 11** zu sehen – gefunden wurden, stoppen wir den Testlauf mit STRG+C, um die HomeBridge nun mit dem Befehl `sudo /etc/init.d/homebridge start` dauerhaft und im Hintergrund zu starten.

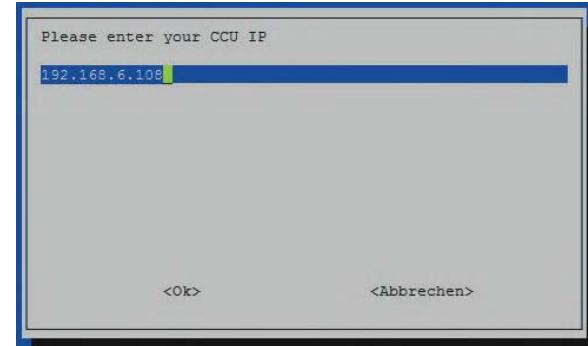


Bild 6: Eingabemaske für die IP-Adresse der CCU

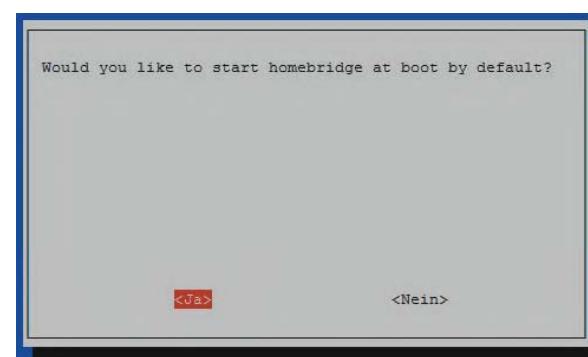


Bild 7: HomeBridge automatisch mit dem Booten des Raspberry starten

## HomeBridge-Einbindung und Einrichtung an iPhone/iPad

Für die Einbindung der HomeBridge und die Verwaltung der HomeKit-Geräte an iPhone/iPad finden sich im App Store mittlerweile eine ganze Menge Apps. Wir zeigen folgend die Einrichtung mittels der kostenlosen App Elgato Eve.

```
127.0.0.1 Homebridge  
Done. If there are no error messages you are done.  
Your config.json is here : /home/pi/.homebridge/config.json  
If you want to install more modules use npm install -G MODULENAME  
Available Modules are here https://www.npmjs.com/browse/keyword/homebridge-plugin  
Please navigate to https://github.com/nfarina/homebridge for more informations.  
Start the Homebridge by typing homebridge  
pi@raspberrypi:~
```

Bild 8: Die Installation ist erfolgreich abgeschlossen.



## Weitere Infos:

- [1] <http://apple.com/de/ios/homekit/>
- [2] <https://support.apple.com/de-de/HT204903>
- [3] <https://github.com/nfarina/homebridge>
- [4] [www.npmjs.com/search?q=homebridge-plugin](http://www.npmjs.com/search?q=homebridge-plugin)
- [5] <https://github.com/thkl/homebridge-homematic>
- [6] <http://homematic-forum.de/forum/viewtopic.php?f=19&t=27465&hilit=siri+rest>
- [7] [https://downloads.raspberrypi.org/raspbian\\_latest](https://downloads.raspberrypi.org/raspbian_latest)
- [8] <http://sourceforge.net/projects/win32diskimager/>
- [9] [www.tweaking4all.com/hardware/raspberry-pi/macrosx-apple-pi-baker/](http://www.tweaking4all.com/hardware/raspberry-pi/macrosx-apple-pi-baker/)
- [10] [www.putty.org/](http://www.putty.org/)
- [11] [www.raspberrypi.org/documentation/remote-access/ssh/unix.md](http://www.raspberrypi.org/documentation/remote-access/ssh/unix.md)
- [12] [www.jsonlint.com/](http://www.jsonlint.com/)



```
GNU nano 2.2.6 Datei: config.json

{"bridge": {"name": "Homebridge", "username": "CC:22:3D:E3:CE:30", "port": 51826, "pin": "031$"
"description": "This is an autogenerated config. only the homematic platform is enabled. see$"
"platforms": [
{"platform": "HomeMatic", "name": "HomeMatic CCU", "ccu_ip": "192.168.6.108",
"filter_device": [], "filter_channel": [], "outlets": []}
], "accessories": []}
```

Bild 9: Original-Konfiguration

```
GNU nano 2.2.6 Datei: config.json Verändert

{"bridge": {"name": "Homebridge", "username": "CC:22:3D:E3:CE:30", "port": 51826, "pin": "031$"
"description": "This is an autogenerated config. only the homematic platform is enabled. see$"
"platforms": [
{"platform": "HomeMatic", "name": "HomeMatic CCU", "ccu_ip": "192.168.6.108",
"filter_device": [], "filter_channel": [], "outlets": ["BidCos-RF.IEQ0050218:1"],
"subsection": "Siri", "variables": "Anwesenheit",
"accessories": []}
]
```

Bild 10: Angepasste Konfiguration

```
[HomeMatic CCU] Initializing HomeMatic platform...
[HomeMatic CCU] Homematic Plugin Version 0.0.25
[HomeMatic CCU] Please report any issues to https://github.com/thkl/homebridge-homematic/issues
[HomeMatic CCU] init RPC
[HomeMatic CCU] Local IP: 192.168.6.116
[HomeMatic CCU] XML-RPC server for interface BidCos-RF.is listening on port 9090
[HomeMatic CCU] Creating Local HTTP Client for CCU RPC Events
[HomeMatic CCU] CCU RPC Init Call on port 2001 for interface BidCos-RF.
[HomeMatic CCU] Fetching Homematic devices...
Loading 0 accessories...
[HomeMatic CCU] Method call params for 'system.listMethods': homebridge
[HomeMatic CCU] Method listDevices does not exist
[HomeMatic CCU] Method newDevices does not exist
[HomeMatic CCU] Initializing platform accessory 'Dimmer'...
[HomeMatic CCU] Initializing platform accessory 'Heizung Wohnzimmer'...
[HomeMatic CCU] Initializing platform accessory 'Rollladen Wohnzimmer'...
[HomeMatic CCU] Initializing platform accessory 'Haustür'...
[HomeMatic CCU] Initializing platform accessory 'Steckdose'...
[HomeMatic CCU] Initializing platform accessory 'Anwesenheit'...
Scan this code with your HomeKit App on your iOS device to pair with Homebridge:

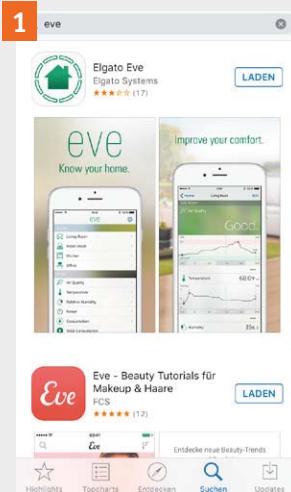
[HomeMatic CCU] Homebridge is running on port 51826.
[HomeMatic CCU] NPM 0.0.25 vs Local 0.0.25
```

Bild 11: Die HomeBridge ist gestartet und hat die HomeMatic-Geräte gefunden.

```
*** WARNING *** Please fix your application to use the native API of Avahi!
*** WARNING *** For more information see <http://0pointer.de/avahi-compat?s=libdns\_sd&e=node>
*** WARNING *** The program 'node' called 'DNSServiceRegister()' which is not supported (or
only supported partially) in the Apple Bonjour compatibility layer of Avahi.
*** WARNING *** Please fix your application to use the native API of Avahi!
*** WARNING *** For more information see <http://0pointer.de/avahi-compat?s=libdns\_sd&e=node&f=DNSServiceRegister>
Loaded plugin: homebridge-homematic
Registering platform 'homebridge-homematic.HomeMatic'
---
There was a problem reading your config.json file.
Please try pasting your config.json file here to validate it: http://jsonlint.com

/usr/local/lib/node_modules/homebridge/lib/server.js:124
    throw err;
    ^
SyntaxError: Unexpected token [
  at Object.parse (native)
  at Server._loadConfig (/usr/local/lib/node_modules/homebridge/lib/server.js:118:19)
  at new Server (/usr/local/lib/node_modules/homebridge/lib/server.js:25:23)
  at module.exports (/usr/local/lib/node_modules/homebridge/lib/cli.js:23:3)
  at Object.<anonymous> (/usr/local/lib/node_modules/homebridge/bin/homebridge:17:22)
  at Module._compile (module.js:460:26)
  at Object.Module._extensions..js (module.js:478:10)
  at Module.load (module.js:355:32)
  at Function.Module._load (module.js:310:12)
  at Function.Module.runMain (module.js:501:10)
```

Bild 12: Die HomeBridge ist aufgrund einer fehlerhaften Konfigurationsdatei nicht gestartet.



Laden der App „Elgato Eve“ über den App Store



Stellen Sie sicher, dass sich das iPhone/iPad im gleichen Netzwerk wie der Raspberry Pi befindet. Nach dem Download öffnen wir die App und tippen auf „Gerät hinzufügen“.



Nun geben wir einen Namen für unser Zuhause ein und tippen auf „Weiter“.



4. Zur Einbindung unseres Gateways tippen wir auf „Homebridge“.



5. Nun tippen wir auf „Zu Zuhause von NAME hinzufügen“.



6. Um fortzufahren, tippen wir auf „Trotzdem hinzufügen“.



Damit das Gateway eingebunden wird, tippen wir auf „Code manuell hinzufügen“ und geben den PIN aus der Konfigurationsdatei ein. Sofern der PIN nicht verändert wurde, lautet dieser 031-45-154.



Nach der Eingabe der PIN werden die Geräte eingelesen und die HomeBridge ist damit bereit.

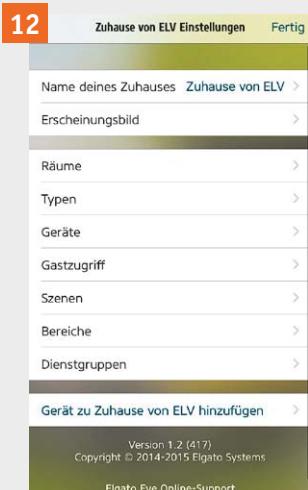


Das Anlegen weiterer Räume kann später erfolgen, wir tippen daher auf „Weiter“.

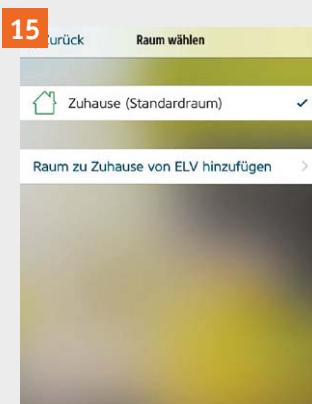


Nun sehen wir die Übersicht der Räume und Geräte-Typen und tippen oben rechts auf das Zahnräder-Symbol.

Zum Abschluss tippen wir auf „Fertig“.



Um den Geräten nun einen eindeutigen Namen zur Sprachsteuerung zu vergeben und diese einem Raum zuzuweisen, tippen wir auf „Geräte“. Über die Einstellungen hat man zudem die Möglichkeit, umfangreichere Szenen zu definieren. So ist es z. B. möglich, eine Szene „Kinoabend“ zu erstellen, bei welcher der Fernseher und Blu-ray-Player eingeschaltet werden, das Deckenlicht ausgeschaltet und die Hintergrundbeleuchtung auf 10 % gedimmt eingeschaltet wird.



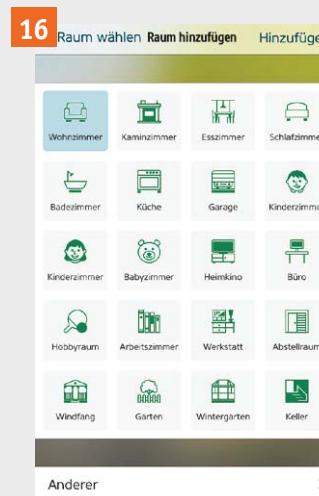
Um einen neuen Raum zu wählen, tippen wir auf „Raum zu Zuhause von NAME hinzufügen“.



Wir geben nun den gewünschten Namen ein.  
WICHTIG: Ein Siri-Gerätename kann lediglich einmal verwendet werden, möchte man z. B. mehrere Heizungen steuern, sollte man z. B. „Heizung im Wohnzimmer“, „Heizung im Kinderzimmer“ usw. verwenden.



Am Beispiel des Geräts „Heizung Wohnzimmer“ zeigen wir die folgenden für jedes Gerät erforderlichen Schritte. Die hier angezeigten Namen entsprechen den von Ihnen in der CCU vergebenen Kanalnamen.



Durch Tippen auf den gewünschten Raum wird dieser ausgewählt. Das Erstellen weiterer Räume kann über „Anderer“ erfolgen. Wir wählen das Wohnzimmer und tippen auf „Hinzufügen“.



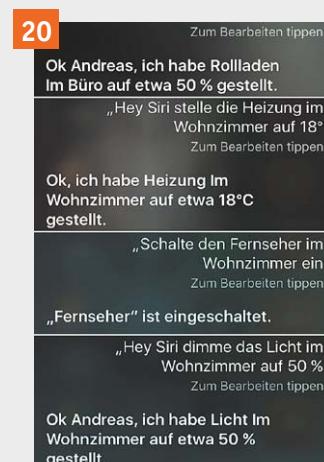
Nach der Vergabe der Gerätenamen und der Raum-Zuweisung verlassen wir die Einstellungen durch mehrfaches Tippen auf den Zurück-Pfeil oben links und tippen abschließend oben rechts auf „Fertig“.



Wir tippen auf „Raum“, um das Gerät „Heizung Wohnzimmer“ einem Raum in HomeKit zuzuweisen.



Nun folgt die Vergabe eines eindeutigen Siri-Rufnamens für das Gerät, wir tippen hierzu auf „Siri-Name“.



Damit ist auch die Einrichtung der App abgeschlossen. Sofern Siri bzw. Hey Siri bereits über die iPhone-/iPad-Einstellungen -> Allgemein -> Siri aktiviert wurde, können wir nun durch Drücken des Homebuttons bzw. durch den Ruf von „Hey Siri“ die Sprachsteuerung aktivieren und den ersten Sprach-Steuerbefehl abgeben. In der Tabelle 1 haben wir einige Sprachbefehle zu den HomeMatic-Geräten zusammengefasst. Nach einem ausgeführten Sprachbefehl erhalten wir immer eine Rückmeldung von Siri, folgend ein paar Beispiele.



## Troubleshooting

Sollte die HomeBridge in der App nicht gefunden werden oder sollten sich die Geräte nicht mehr per Siri bzw. über die App steuern lassen, kann es erforderlich sein, alles zurückzusetzen. Hierzu stoppen wir die HomeBridge mit dem Befehl `sudo /etc/init.d/homebridge stop` und löschen mit dem Befehl `rm /home/pi/.homebridge/persist -R` die gespeicherten HomeKit-Daten. Zudem ist es erforderlich, über das iPhone/iPad unter Einstellungen → Datenschutz → HomeKit → die HomeKit-Konfiguration zurückzusetzen.

Sofern nachträglich weitere Geräte dem erstellten Siri-Gewerk hinzugefügt werden, kann es erforderlich sein, die HomeBridge mit dem Befehl `sudo /etc/init.d/homebridge restart` einmal neu zu starten. Beachten Sie auch, dass vor jeder Änderung der config.json die HomeBridge gestoppt werden muss. Für weitere Fragen steht Ihnen der Support-Foren-Beitrag des Entwicklers im HomeMatic-Forum [6] zur Verfügung.

## Fazit: Es bleibt Luft nach oben

Wichtig ist, dass man wirklich eindeutige Siri-Namen für seine Geräte vergibt. Zu beachten ist hierbei zum einen, dass Begriffe wie z. B. Musik oder Kamera bereits für iPhone-/iPad-interne Funktionen verwendet werden, und zum anderen, dass Siri manche Begriffe bzw. Steuerbefeh-

le einfach nicht kennt bzw. versteht. So ist es zum Beispiel nicht möglich, einen Rollladenaktor mit dem Befehl „Fahre den Rollladen auf 50 %“ zu steuern, da Siri den Steuerbefehl „Fahre“ nicht kennt. Sagt man stattdessen „Setze den Vorhang/die Jalousie/den Rollladen auf 50 %“, funktioniert die Steuerung problemlos. Man muss daher teilweise mit den Siri-Namen für die zu steuernden Geräte etwas experimentieren.

Ein anderes Beispiel gibt der Befehl bzw. die Frage „Wie warm ist es im Wohnzimmer?“, hier antwortet Siri aktuell mit „Die Temperatur ist aktuell auf 20,2° gestellt“ und nicht, wie man erwarten würde, „Die Temperatur im Wohnzimmer beträgt 20,2°“. Zudem ist HomeKit momentan auf maximal 100 zu steuernde Geräte beschränkt. Es bleibt also zu hoffen, dass Apple weitere Optimierungen an HomeKit und Siri vornimmt.

Trotz dieser kleinen Nicksigkeiten stellt die Smart Home Steuerung per Sprache auch jetzt schon einen großen Komfortgewinn dar. **ElV**

Erläuterung der Parameter von config.json	
Parameter	Erläuterung
name	Name der HomeBridge, dieser wird in der App und im Logfile angezeigt
username	MAC-Adresse der Bridge
port	Standard 51826
pin	HomeKit-Pin, welche bei Einrichtung der App erforderlich ist
description	Kurz-Beschreibung
platform	welches Plattformmodul/Plug-in wird benutzt; es können mehrere Plug-ins gleichzeitig verwendet werden
ccu_ip	hier wird die IP-Adresse der CCU eingetragen
enable_wired	sofern Wired-Geräte eingelesen werden sollen, auf „true“ setzen, ansonsten „false“ oder die komplette Zeile löschen
subsection	Name eines CCU-Gewerks, in dem die Geräte für die HomeKit-Nutzung eingesortiert wurden; sollen alle kompatiblen Geräte eingelesen werden, kann die komplette Zeile gelöscht werden
filter_device	hier können Geräte-Seriennummern (ohne BidCoS... und ohne :Kanalnummer) eingetragen werden, die nicht für HomeKit verwendet werden sollen
filter_channel	hier können einzelne Kanäle (inkl. BidCoS-RF bzw. BidCoS-Wired. und :Kanalnummer), die nicht in HomeKit verwendet werden sollen, eingetragen werden
outlets	Kanäle (inkl. BidCoS-RF bzw. BidCoS-Wired. und :Kanalnummer), die von HomeKit nicht als Licht, sondern als Schalter angesehen werden sollen. Ein Kanal der nicht als Outlet definiert wurde, wird von HomeKit immer als Licht angesehen. Dies hätte z. B. bei einem Sprachbefehl wie „Alle Lichter ausschalten“ zur Folge, dass auch eine Steckdose mit ausgeschaltet wird. Hier sollten daher alle Kanäle eingetragen werden, mit denen keine Lichter geschaltet werden.
doors	hier werden die Kanäle (inkl. BidCoS-RF bzw. BidCoS-Wired. und :Kanalnummer) von Fensterkontakte eingetragen, damit der Status über Siri abgefragt werden kann
programs	hier können Namen von CCU-Programmen eingetragen werden
variables	hier können CCU-Variablen eingetragen werden

Tabelle 2

Befehle	Erläuterung
<code>sudo npm update -g homebridge-homematic</code>	aktualisiert HomeBridge, HomeBridge zuvor beenden
<code>sudo /etc/init.d/homebridge stop</code>	beendet die im Hintergrund laufende HomeBridge
<code>sudo /etc/init.d/homebridge start</code>	startet die HomeBridge im Hintergrund
<code>sudo /etc/init.d/homebridge restart</code>	beendet und startet die HomeBridge erneut
<code>tail -f /var/log/homebridge.log</code>	zeigt das HomeBridge-Logfile/kann mit STRG+C beendet werden
<code>tail -f /var/log/homebridge.err</code>	zeigt das Error-Logfile der HomeBridge/kann mit STRG+C beendet werden
<code>sudo npm install -g homebridge-pluginname</code>	Installation von weiteren Plug-ins [4], HomeBridge zuvor beenden
<code>cat /var/log/homebridge.log   grep „Plugin Version“</code>	installierte HomeMatic-Plug-in-Version abfragen
<code>rm /home/pi/.homebridge/persist -R</code>	löscht gespeicherte HomeKit-Daten, ggf. erforderlich, wenn die App die HomeBridge nicht findet oder die Steuerung der Geräte nicht mehr möglich ist; Gerätename und Raumzuweisungen müssen anschließend erneut über die App eingestellt werden

Terminal-Befehle



## Teil 2

# 2,4-GHz-Universalzähler mit TCXO – Frequenzzähler FC 8000

Infos zum Bausatz  
im ELV-Web-Shop

#1415

Der FC 8000 ist ein moderner Universal-Frequenzzähler im bewährten 8000er-Gehäuse. Durch den Einsatz eines hochwertigen temperaturkompensierten Oszillators wird eine hohe Genauigkeit des Frequenzzählers gewährleistet. Der FC 8000 verfügt über drei Zählereingänge, die alle Messaufgaben bis in den GHz-Bereich abdecken. Zum Funktionsumfang des FC 8000 gehören die Frequenz-, Perioden- und Pulsbreitenmessung sowie eine Ereigniszählung, die Ausstattung wird durch eine USB-Schnittstelle vervollständigt. Nach der Funktionsbeschreibung im ersten Teil erläutern wir nun die einzelnen Schaltungsabschnitte der Spannungsversorgung, des Mikrocontrollers und der Bedien- und Anzeigeeinheit.

### Die Schaltungstechnik des FC 8000

Die Schaltung des Frequenzzählers basiert auf einer komplexen Mikrocontrollersteuerung, die den Schaltungsaufwand besonders im Steuer- und Anzeigebereich reduziert, dennoch liegt es in der Natur der Gerätefunktion, dass besonders für die Signalaufbereitung noch ein gewisser Aufwand notwendig ist.

In diesem Artikel werden die Spannungsversorgung, die Mikrocontrollerschaltung mit Portpin-Erweiterung und die Anzeige- und Bedienelemente erläutert. Bild 7 und Bild 8 zeigen die Mikrocontrollerschaltung der FC-8000-Basisplatine und die dem 8000er-Gehäuse beiliegende Netzteilplatine, Bild 9 das Schaltbild der Frontplatine mit dem Displaymodul. In Bild 10 sind die Steckverbinder dargestellt, über die die elektrischen Verbindungen zwischen der Basis- und Frontplatine hergestellt werden.

Beginnen wir bei der Beschreibung mit der Aufbereitung der benötigten Betriebsspannungen des Zählers.

### Spannungsversorgung

Die Spannungsversorgung des FC 8000 ist in Bild 7 zu sehen. Auf den ersten Blick fallen die hier ausschließlich eingesetzten Linearregler für die einzelnen Spannungszweige auf. Deren Vorteil ist hier gegenüber einem Schaltregler die völlig entfallende Erzeugung von Störspannungen, die sich gerade in diesem Schaltungsumfeld mit sehr empfindlichen Vorverstärkern fatal auswirken können.

Von KL1 gelangt die Netzspannung über die Netzsicherung SI1 und den 2-poligen Netzschalter S1 zur Schraubklemme KL2. Von diesen Schraubklemmen aus geht es über zwei Leitungen und die beiden Spulen L400 und L401 direkt an die Primärwicklung des Netztransformators TR400. Der X2-Kondensator C1 sowie die beiden Spulen L400 und L401 dienen zur Unterdrückung eventuell vorhandener Störungen auf der Netzeleitung. Die Sekundärwicklung des Netztransformators liefert die benötigten Spannungen zum Betrieb des FC 8000. Diese Sekundärwick-

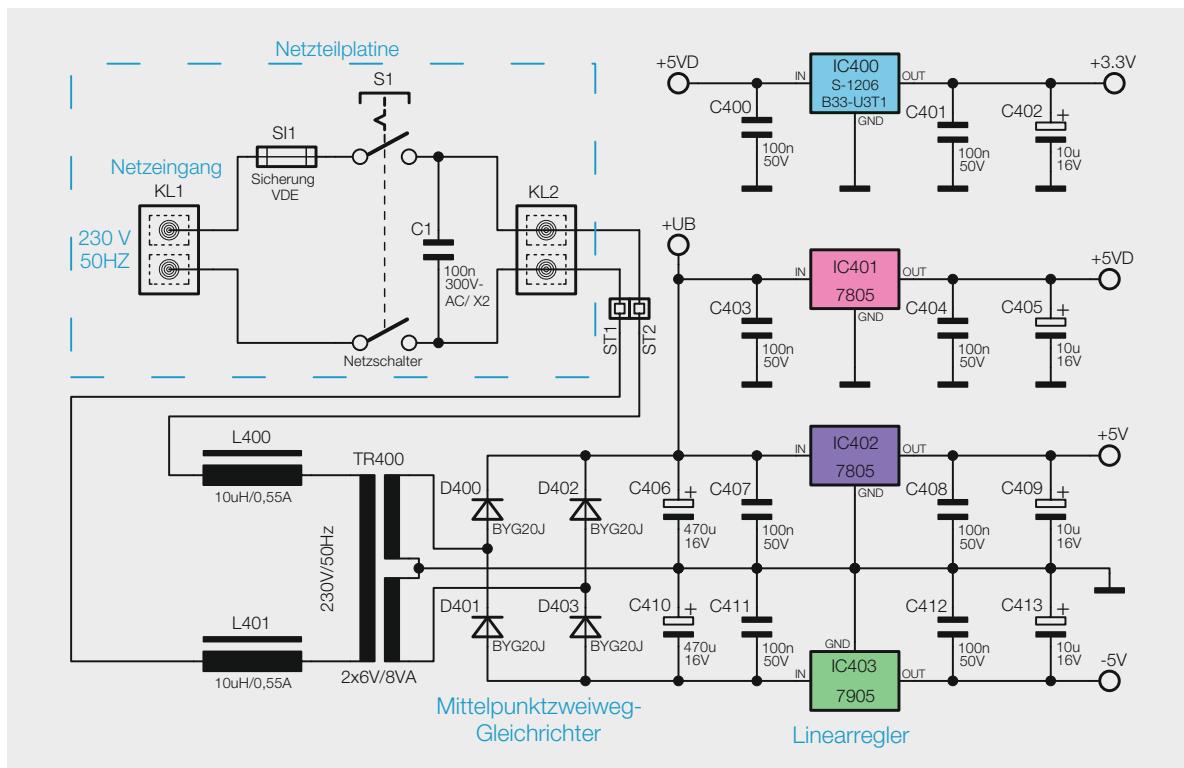


Bild 7: Schaltbild der Spannungsversorgung des FC 8000

lung mit Mittelanzapfung speist die mit D400 bis D403 aufgebaute Mittelpunkt-Zweiweg-Gleichrichterschaltung. D400 und D402 erzeugen dabei eine gepufferte, aber unstabilisierte Gleichspannung, mit der die linearen +5-V-Spannungsregler IC401 und IC402 versorgt werden. Eine identische, aber bezogen auf den Massepunkt negative Gleichspannung wird an den Dioden D401 und D403 erzeugt und an den Eingang des ebenfalls linearen Spannungsreglers IC403 weitergegeben. Dieser setzt diese negative Eingangsspannung dann in eine stabilisierte Ausgangsspannung von -5 V um.

Die Pufferung der Eingangsspannungen übernehmen die beiden Elkos C406 und C410, während die Kondensatoren C402, C405, C409, C413 die Ausgangsspannungen der Linearregler puffern und damit deren Schwingneigungen am Ausgang unterdrücken. Die restlichen 100-nF-Kondensatoren verhindern hochfrequente Störeinflüsse am Eingang und am Ausgang der Regler. Ausgangsseitig stehen dann die stabilisierten Spannungen -5 V, +5 V und für die digitalen Pfade eine separate Spannung +5 VD sowie eine Spannungsschiene mit +3,3 V zur Verfügung. Die +3,3 V werden dabei vom Linearregler IC400 erzeugt. Kommen wir damit zum zentralen Teil der Schaltung, der Mikrocontrollersteuerung.

### Mikrocontroller

Wie in heutigen elektronischen Schaltungen üblich, übernimmt ein Mikrocontroller (IC100) die Steuerung und Überwachung der Schaltung (Bild 8). Beim FC 8000 kommt für diese Aufgabe, wie schon in diversen anderen ELV-Schaltungen, ein leistungsfähiger ARM-32-Bit-Cortex™-M3-Controller vom Typ STM32F107RC der Firma ST zum Einsatz, der durch seine vielfältigen Möglichkeiten, die platzsparende

Bauform und seinen geringen Preis besticht. Versorgt wird diese Komponente mit +3,3 V.

Über den externen 10-MHz-Quarzoszillator Q100 wird der Grundtakt für den Controller bereitgestellt. Aus diesem 10-MHz-Takt erzeugt der Mikrocontroller dann intern seine Arbeitstaktfrequenz von 72 MHz mittels einiger interner Teiler und PLL-Schaltungen.

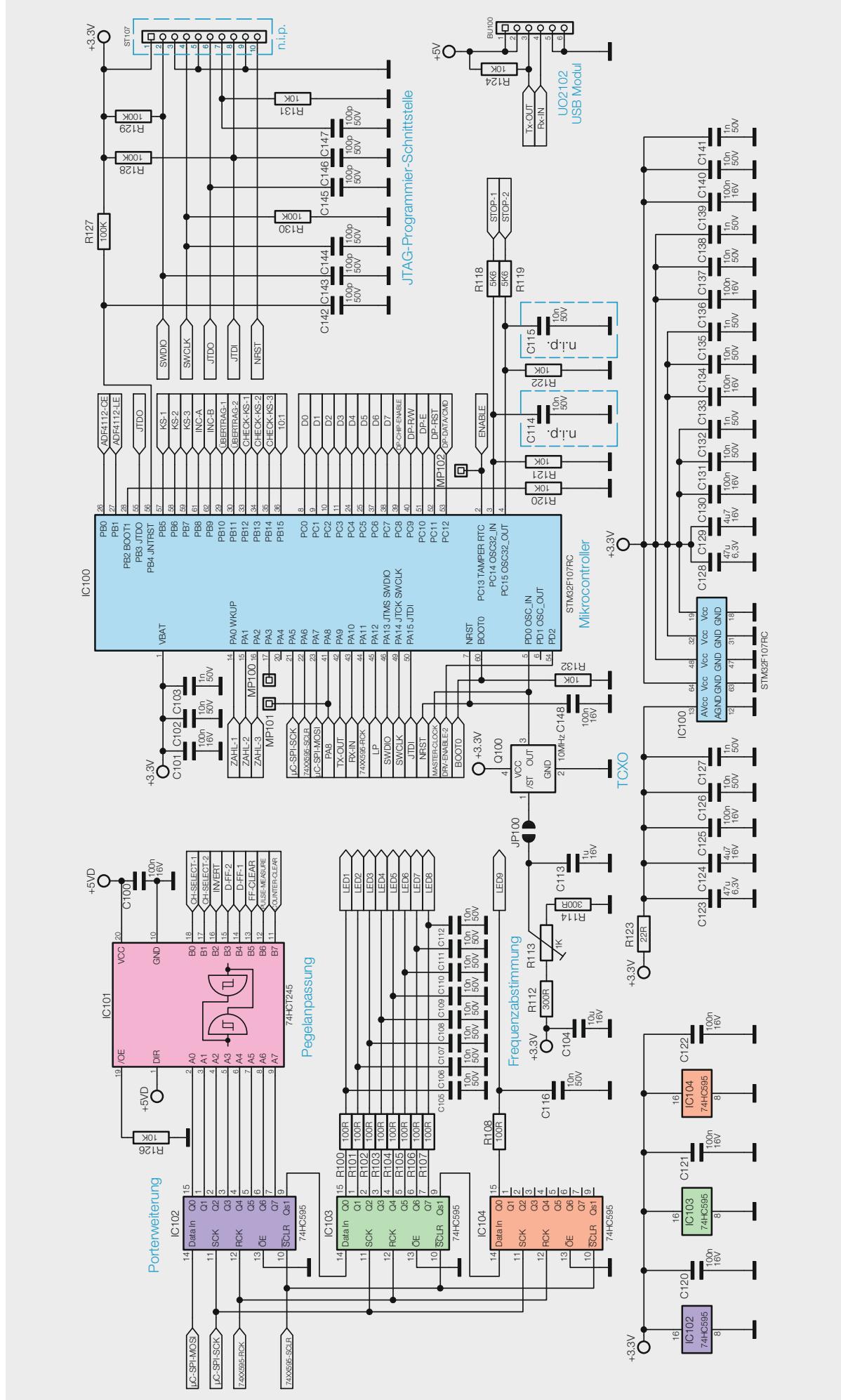
Neben der Takterzeugung für den Mikrocontroller wird der Quarzoszillator Q100 auch für die Ermittlung der angelegten Frequenzen genutzt. Deshalb wird über die Qualität des hier eingesetzten Quarzoszillators die komplette Genauigkeit der Frequenzmessung bestimmt. Aus diesem Grund kommt im FC 8000 ein temperaturkompensierter Quarzoszillator (TCXO) zum Einsatz, der eine maximale Taktabweichung von  $\pm 5$  ppm im angegebenen Umgebungstemperaturbereich hat.

Zudem kann mit der vom Trimmer R113 bereitgestellten Spannung eine Frequenzkompensation im Bereich von  $\pm 5$  ppm umgesetzt werden, indem diese Spannung über den Lötjumper J100 an den Steuerpin 1 von Q100 geführt wird. Wenn also eine hochgenaue Referenzfrequenz zur Verfügung steht, ist damit durch einen Abgleich eine weitere Erhöhung der Genauigkeit möglich. Ansonsten kann der Lötjumper einfach geöffnet bleiben.

### Portpin-Erweiterung

Da für den Betrieb des FC 8000 die vom Mikrocontroller IC100 bereitgestellten Portpins nicht ausreichen, wurde mittels drei in Serie geschalteter Schieberegister vom Typ 74HC595 eine einfache Portpin-Erweiterung realisiert.

Das Setzen der einzelnen Ausgänge bei den Schieberegistern ist sehr simpel. Zunächst wird über eine fallende Flanke an den SCLR-Eingängen der Schieberegister der aktuelle Inhalt der Schieberegister gelöscht. Es folgt nun ein vom Mikrocontroller IC100 kommendes, 24 Bit breites Datenwort, welches über den Dateneingang DATA IN von IC102 und unter Verwendung des Taktsignals SCK in die Schieberegister IC102 bis IC104 geschrieben wird. Für die Übertragung der Daten wird die im Controller vorhandene SPI-Peripherie genutzt. Über eine steigende Flanke an den RCK-Eingängen der Schieberegister wird nun das zuvor übertragene Datenwort vom Schieberegister in das Speicherregister übertragen. Ab die-



**Bild 8: Schaltbild der Mikrocontroller-Steuerschaltung und der Portpin-Erweiterung des FC 8000**

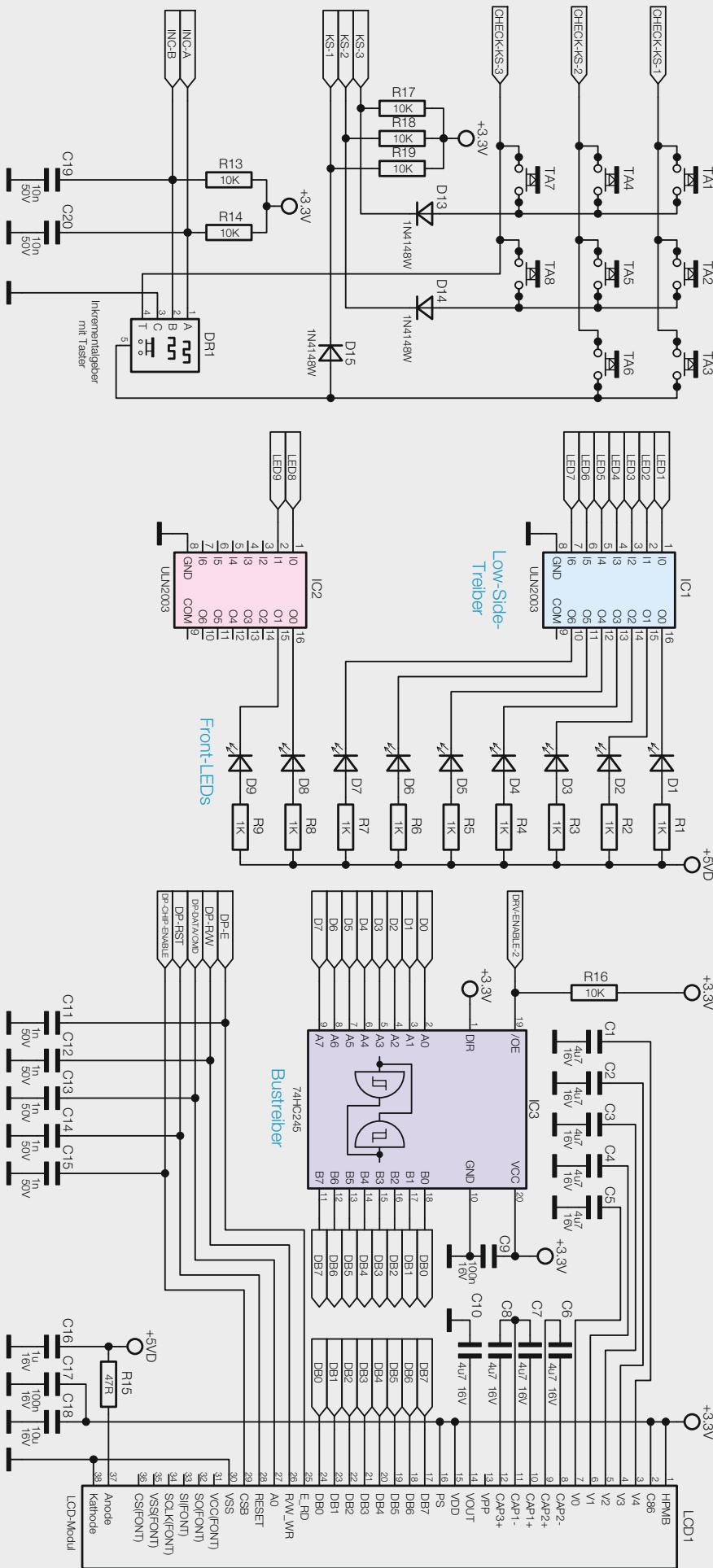


Bild 9: Das Schaltbild der Frontplatine mit Display

sem Zeitpunkt geben die Bauteile die 24 Bit an den einzelnen Ausgängen als Spannungspegel aus.

Damit die an den Ausgängen des Schieberegisters IC102 anliegenden Signale auch von den nachfolgenden Schaltungsteilen weiterverarbeitet werden können, muss noch eine Anpassung des Signalpegels erfolgen. Hierzu kommt der 8-Bit-Bustreiber IC101 vom Typ 74HCT245 zum Einsatz. Dieser Bustreiber wandelt den von Schieberegister kommenden Signalpegel von +3,3 V auf einen Signalpegel von +5 V um.

Mit den an den Ausgängen der Schieberegister IC103 und IC104 anliegenden Widerständen R100 bis R108 und Kondensatoren C105 bis C112 sowie C116 werden einzelne Tiefpassfilter realisiert, durch deren Einsatz die Signalfanken weniger steil ausgeprägt sind und somit eine geringere Störaussendung auf den Signalfäden realisiert wird.

### USB-Anschluss

Über die Wannen-Stiftleiste BU100 wird das dem Bausatz beiliegende galvanisch getrennte USB-Schnittstellenmodul mittels einer Flachbandleitung angeschlossen. Über das Modul werden die ermittelten Messdaten zyklisch ausgegeben und können so mit einer einfachen Terminal-Software wie „HTerm“ oder Ähnlichem geloggt werden. Zusätzlich wird über die USB-Schnittstelle auch die Update-Funktion realisiert.

Bei dem USB-Schnittstellenmodul handelt es sich um ein angepasstes U02102 aus dem ELV-Produkt sortiment.

### Anzeige- und Bedienelemente

Über vier 14-polige Flachbandkabel ist die Frontplatine mit der Basisplatine verbunden. Die entsprechenden Schaltbilder der Frontplatine und der Steckverbinder sind in Bild 9 und Bild 10 zu sehen. Auf der Frontplatine befinden sich alle Anzeige- und Bedienelemente des FC 8000.

Um den aktuellen Betriebsmodus und den ausgewählten Messeingang schnell zu erkennen, befinden sich auf der Frontplatte zusätzlich neun blaue LEDs, die über Lichtleiter in der Frontplatte

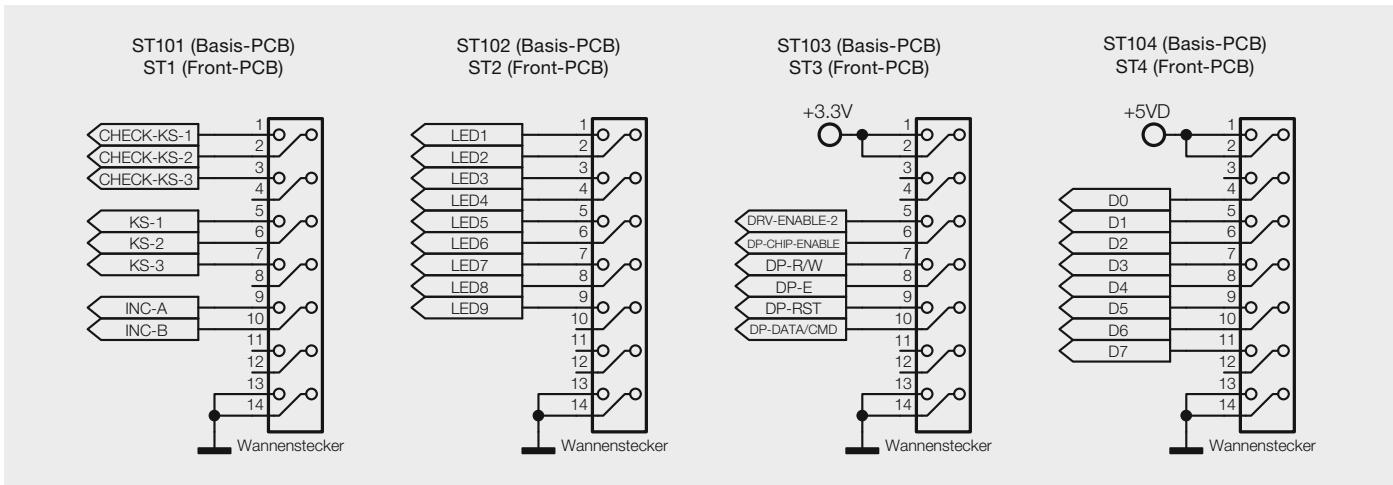


Bild 10: Die Belegung der Steckverbinder zwischen Basis- und Frontplatine

zu erkennen sind. Die Steuerung der neun LEDs D1 bis D9 erfolgt über die auf der Basisplatine befindlichen Schieberegister IC103 und IC104 und die auf der Frontplatine sitzenden Low-Side-Treiber IC1 und IC2 vom Typ ULN2003. Je nachdem, ob an den entsprechenden Schieberegisterausgängen ein Low- oder High-Pegel ausgegeben wird, schaltet der nachgeschaltete Low-Side-Treiber seinen Ausgang auf Massepotential oder er befindet sich im hochohmigen Zustand. Wenn ein Ausgang auf Massepotential liegt, beginnt die daran angeschlossene LED zu leuchten. Die in Reihe zu den LEDs liegenden Widerstände R1 bis R9 dienen dabei jeweils als Vorwiderstand.

Insgesamt verfügt das FC 8000 über neun Bedientasten, eine davon befindet sich im Inkrementalgeber. Die Abfrage der Tasten erfolgt im Multiplexbetrieb, so dass insgesamt nur sechs Portpins des Mikrocontrollers belegt werden (PB5 bis PB7 und PB12 bis PB14). An den Treiberleitungen KS-1 bis KS-3 wird zyklisch immer eine Leitung auf Low-Pegel gelegt. Die drei Dioden D13 bis D15 dienen dabei zur Entkopplung. Während sich eine Treiberleitung auf Low-Pegel befindet, kann der Mikrocontroller über die drei Prüfleitungen CHECK-KS-1 bis CHECK-KS-3 den Zustand des Tasters am Kreuzungspunkt von CHECK-KS-X und KS-X abfragen. Es ist hierbei nur zu beachten, dass in dieser Matrixanordnung niemals mehr als 2 Taster gleichzeitig sicher erkannt werden können. Dies wird aber für die Bedienung des FC 8000 nicht benötigt. Eine Zuordnung der LEDs und Taster ist über die Tabelle 1 möglich.

Neben den neun Bedientasten befindet sich auf der Frontplatine auch der Inkrementalgeber DR1. Durch eine hohe Abtastrate der beiden Signalleitungen INC-A und INC-B und einer geschickten Signalauswertung in der Firmware wird der aktuelle Pinzustand ständig überprüft und eine Änderung sofort erkannt. Der Vorteil des Inkrementalgebers ist, dass die Drehrichtung ebenfalls erkannt wird und sich dieses Bauteil deshalb ideal für Einstellaufgaben eignet. Das Prinzip des Inkrementalgebers beruht auf zwei um 90° gegeneinander phasenverschobenen Ausgangssignalen. Je nachdem, in welche Richtung gedreht wird, ändert sich bei den beiden Ausgangssignalen entweder zuerst INC-A oder INC-B. Nähere Informationen zur Funktionsweise des Inkrementalgebers oder dem Einsatz von einer Tastenmatrix können online in den Elektronikwissen-Artikeln unter [1] und [2] nachgelesen werden.

Beim FC 8000 wird als Anzeige ein großes monochromes Grafikdisplay mit einer Auflösung von 192 x 64 Bildpunkten eingesetzt, bei dem auch noch aus größerer Entfernung ein Ablesen der Werte möglich ist. Das Display LCD1 wird als fertiges Modul eingesetzt und über zwei Verbinder mit der Frontplatine verbunden. Es benötigt zwei Versorgungsspannungen, zum einen eine Spannung von +3,3 V für den Display-Chip, zum anderen eine Spannung von +5 V für die LED der Displayhinterleuchtung. Durch den Vorwiderstand R15 wird der Strom für die Hintergrundbeleuchtung auf circa 45 mA eingestellt. Mit den Kondensatoren C1 bis C8

und C10 erzeugt die Displayelektronik über interne Ladungspumpen die zusätzlich benötigten Kontrastspannungen von bis zu 13,2 V selbst.

Für die Kommunikation zwischen Mikrocontroller und Display werden die fünf Steuerleitungen DP-E, DP-R/W, DP-DATA/CMD, DP-RST, DP-CHIP-ENABLE und die acht Datenleitungen D0 bis D7 benötigt. Während die Steuerleitungen direkt mit dem Mikrocontroller verbunden sind, werden die Datenleitungen über den Bustreiber IC3 bei Bedarf zugeschaltet. Bei den acht Datenleitungen handelt es sich um einen Datenbus, mit dem ebenfalls die Auswertung der Zähler im eigentlichen Messwerk erfasst wird.

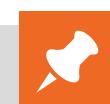
Im dritten Teil der Artikelreihe beschäftigen wir uns mit der Schaltung der einzelnen Signaleingänge und dem eigentlichen Messwerk.

ELV

#### Zuordnung der LEDs und Taster

TA1	Frequency	D1	Frequency
TA2	Period	D2	Period
TA3	pos. Pulse	D3	pos. Pulse
TA4	neg. Pulse	D4	neg. Pulse
TA5	Event Counter	D5	Event Counter
TA6	Hold	D6	Hold
		D7	TTL 0 Hz – 100 MHz
TA7	Channel	D8	AC 100 MHz – 2,4 GHz
		D9	AC 10 Hz – 100 MHz
TA8	Menu		
DR1	OK/Enter		

Tabelle 1



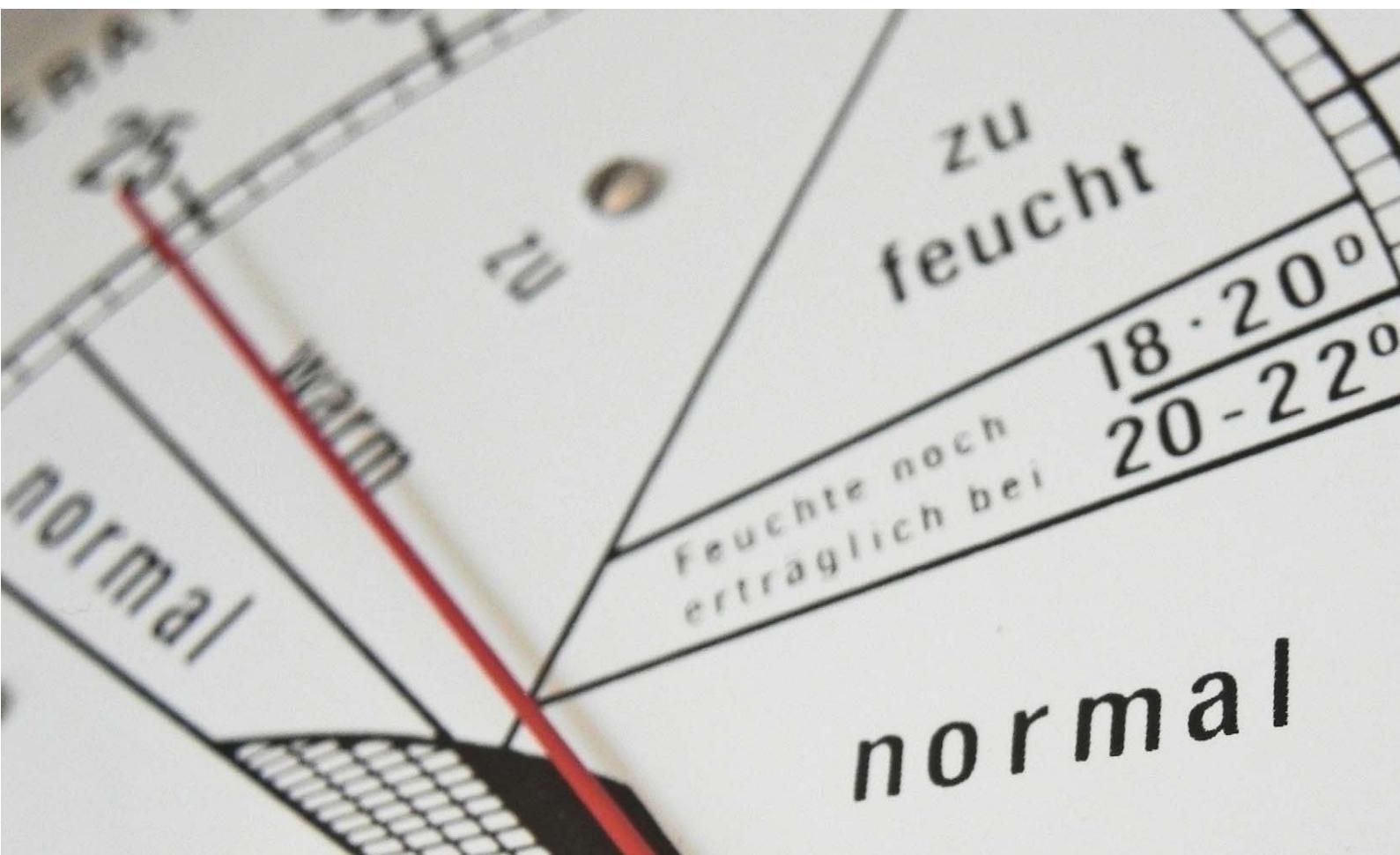
#### Weitere Infos:

[1] [www.elv.de/elektronikwissen/inkrementalgeber.html](http://www.elv.de/elektronikwissen/inkrementalgeber.html)

[2] [www.elv.de/elektronikwissen/tastenmatrix-an-mikrocontrollern.html](http://www.elv.de/elektronikwissen/tastenmatrix-an-mikrocontrollern.html)

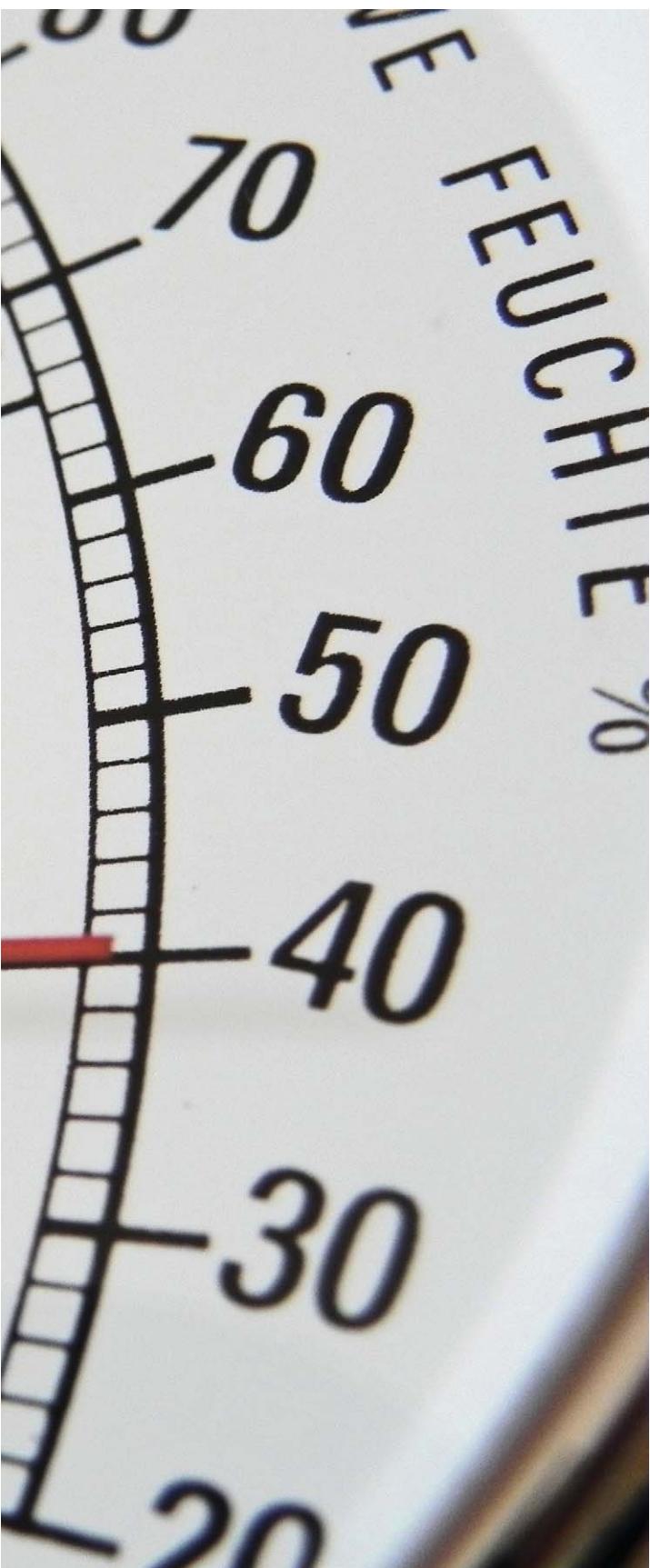
# Raumklima im Lot!

Luftentfeuchter – Technik und Einsatz



Zu hohe Luftfeuchtigkeit im Haus kann schnell zum Problem werden, denn stimmt das Verhältnis Luftfeuchte zu Temperatur nicht, kann es zu Kondensation und Schimmelbildung kommen. Die Folgen sind vielfältig bis hin zum Bau- und Gesundheitsschaden. Das probateste Mittel, das Lüften, ist nicht immer wirksam oder möglich. Da hilft dann moderne Luftentfeuchtungs- und Haussteuertechnik, die das Raumklima wieder auf normale Verhältnisse bringen kann.

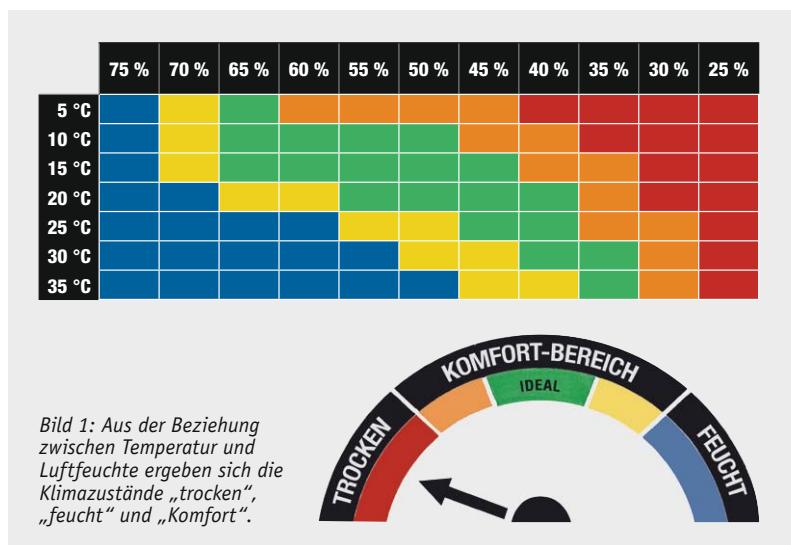




### Die Sache mit dem Taupunkt

Luftfeuchtigkeit ist neben der Temperatur ein Hauptkriterium unseres Raumklimas. Die „falsche“ Zusammensetzung dieser Komponenten führt nicht nur zu unangenehmem Klima, wie es jeder kennt, der sich schon einmal in tropischen Gefilden aufgehalten hat. Nicht reguliert führt es zur Kondensation des Wassers in der Luft, das sich dann an einigen Stellen im Raum niederschlägt. Die Folgen sind Bakterien- und Schimmelbildung.

Dabei ist die Entstehung von Feuchtigkeit in der Raumluft unser alltäglicher und nicht zu vermeidender Begleiter. Das sind nicht nur die augenfälligen Erscheinungen wie Dampf beim Kochen, das Duschen oder Baden. Auch das Atmen und normale Schweißabsonderung (letztere insbesondere beim Schlafen), viele Zimmerpflanzen im Raum, Aquarien und das Trocknen von Wäsche im Haus führen zu erhöhter Luftfeuchte in Räumen – jeder Mensch produziert 1 bis 2 Liter Wasser je Tag, das an die Raumluft abgegeben wird. Eine Mindestluftfeuchte, deren Höhe an die jeweilige Raumtemperatur gebunden ist, ist allerdings notwendig, sonst empfinden wir das Raumklima als zu trocken.



Außerdem benötigen wir eine gewisse Luftfeuchtigkeit, da sonst der Flüssigkeitshaushalt im Körper gestört wird – wir müssen mehr trinken.

Dabei liegt der optimale Luftfeuchtebereich je nach Temperatur zwischen 35 % (besser 50 %) und maximal 65 % Luftfeuchte. Bild 1 zeigt eine Übersicht dazu.

Der grüne Bereich ist der sogenannte Komfortbereich, die orange und gelb ausgeführten Bereiche kennzeichnen die Grenzbereiche, Rot zu trockene Luft und Blau zu feuchte Luft.

Während zu trockene Luft „nur“ das Atmen belastet und zu trockenen Schleimhäuten mit der möglichen Folge einer erhöhten Anfälligkeit für Infektionskrankheiten führt, wird es bei zu feuchter Luft auf längere



Bild 2: Mit einem Fensterkontakt spart man beim Lüften Heizenergie.

Sicht auch für das Bauwerk gefährlich. Ganz einfaches Beispiel: Stockflecken in Duschvorhängen und Schimmelstellen in Duschen als Resultat ungenügenden Luftaustauschs nach dem Duschen. Dabei reden wir nicht einmal vom Sprüh- und Tropfwasser beim Duschen, sondern von der dabei entstehenden enormen Luftfeuchte, bei ausdauerndem Duschen sogar als Dampf sichtbar.

Während diese Erscheinung ja sehr offensichtlich ist und man schnell mit Wasserentfernen (Abstreifen) und Lüften gegensteuern kann, sind andere Luftfeuchteniederschläge quasi zunächst unsichtbar, bevor sie umso auffälliger und gefährlicher hervor-



treten. So setzt sich das Wasser aus der Raumluft an Übergängen zwischen Raum und Außenbereich, den sogenannten Kältebrücken, ab. Das sind z. B. Fensterrahmen, Rollladenkästen, Abzugsschächte und -leitungen, Decken, aber auch an schlecht isolierten oder bereits durch Wasser in der Wand vorgeschiedenen Wänden und Decken setzt sich das Wasser ab. Die Folge sind Stockflecken, Bakterienbildung, Schimmel, Mauerwerksausblühungen. Steuert man hier nicht rechtzeitig und regelmäßig durch Entfeuchtungsmaßnahmen gegen, signalisiert spätestens der typische „Modergeruch“, dass man sich in einem schlecht gelüfteten und feuchten Raum befindet, in dem man sich auch nicht lange wohlfühlt – die Ursache des Entstehens solcher (flapsiger) Nachfragen wie „Hast du eine feuchte Wohnung?“, die wir aus dem Alltag kennen.

Was passiert, physikalisch gesehen, bis sich Wasser aus der Raumluft niederschlägt? Durch die erzeugte Feuchte in der Luft (Wasserdampf) steigt deren Feuchtegehalt immer weiter an. Trifft diese gesättigte Luft auf kältere Bereiche im Raum, z. B. einen kälteren Fensterrahmen oder eine kalte Wand, so wird hier die Raumluft abgekühlt und die Luftfeuchte beträgt dann hier 100 %. Damit ist die Luft gesättigt und kann kein Wasser mehr aufnehmen – es schlägt sich an den kälteren Stellen nieder, weil genau hier der sogenannte Taupunkt unterschritten ist. Das ist die Temperatur, bei der sich das übliche Verdunsten des Wassers in der Luft und das Kondensieren des Wassers genau im Gleichgewicht befinden, die Luft also zu 100 % gesättigt ist. Trifft dieses Gasgemisch (Wasserdampf ist eines der Gasbestandteile der Luft) auf einen kälteren



Bild 3: Mit spezialisierten Mess- und Warngeräten lässt sich das Raumklima überwachen. Kritische Zustände können signalisiert werden bis hin zur Warnung per Smartphone-App.



Bild 4: Warnung und Klimatisierung in einer Smart Home Umgebung, hier in einer typischen HomeMatic-Anordnung

Gegenstand, wird die Sättigung instabil und das Gasgemisch kondensiert. Dies ist allerdings eine stark vereinfachte Darstellung des Effekts, in der (Berechnungs-)Praxis spielen Begriffe wie Dampfdruck und Sättigungsdampfdruck, Luftdruck, die Höhe der Temperatur usw. eine Rolle, dies soll hier nicht unser Thema sein.

Die Darstellung in Bild 1 enthält bereits eine wichtige Information dazu: Je höher die Temperatur, desto mehr Wasser kann sie aufnehmen, siehe Tropen, ein Kubikmeter Luft kann bei 20 °C bis zu 18 g Wasser aufnehmen. Umgekehrt: Je kühler der Raum, desto weniger Wasser kann aufgenommen werden, ein Kubikmeter Luft kann bei 10 °C nur 9,5 g Wasser aufnehmen. Deshalb sind z. B. schlecht gelüftete Keller besonders gefährdet. Die genaue Berechnung der Zustandsänderungen von feuchter Luft erfolgt anhand des Mollier-h-x-Diagramms [1]. Die Kondensationseffekte kann man in verschiedenen Arten auch in der Natur beobachten, z. B. als Nebel, Raureif oder Dunst.

Und die Kondensation am Taupunkt ist auch der Grund, weshalb man ein per Paket ins Haus gekommenes Elektronikgerät nicht sofort einschalten, sondern es sich erst an die Raumtemperatur anpassen lassen sollte, sonst kann Kondensation im Gerät Kurzschluss-Schäden verursachen.

Um genau die eben beschriebene Taupunktunterschreitung zu verhindern, muss das Gasgemisch wieder in Richtung Verdunsten verändert werden – indem man der Raumluft Wasser entzieht.

### Erste Pflicht: Lüften, aber richtig

Die einfachste Methode ist das natürliche Lüften, in der Regel über weit geöffnete Fenster. Dabei findet ein Luftaustausch statt, die warme und gesättigte Luft geht in Richtung kältere Außenluft und diese wiederum strömt nach in den Raum. Eine natürl-

che, wenn auch unkontrollierte Belüftung haben die meisten (älteren) Bauten quasi eingebaut, nämlich in Form von undichten Stellen im Bau, von Abzügen, Schornsteinen, Türritzen, über das Dach etc. Dazu kommen die Schimmelgefahren durch den natürlichen Feuchte austausch über das Bauwerk, auch Wasserdampfdiffusion genannt. Hier kondensiert dann die Luft durch unterschiedliche Temperaturen innerhalb des Mauerwerks, das Ergebnis können wieder Schimmel, Stockflecken und Ausblühungen sein.

Moderne Bauten sind hingegen unter dem Aspekt des Energiesparens quasi luftdicht und hoch wärmeisoliert ausgeführt, was meist sogar den Einbau von Belüftungsanlagen erforderlich macht. Letzteres wird unter dem Begriff „Kontrolliertes Lüften“ zusammengefasst, das wollen wir hier nur am Rande behandeln. Mehr dazu, wie auch zu allen Aspekten der Raumklimatisierung, findet man u. a. unter [2].

Das richtige Lüften ist mit wenigen Regeln verbunden, die man einhalten sollte. Die erste heißt Stoßlüften. Das meint, nur kurz, aber intensiv zu lüften. Die Fenster eine Stunde auf Kipp stellen bringt hier nicht so viel wie die Fenster 5 bis 15 Minuten ganz öffnen und die Heizung während dieser Zeit drosseln. Dann gibt es einen kurzen, aber schnellen Luftaustausch und es wird keine Heizenergie unnötig verschwendet. Heizt man mit normalen Heizkörpern, macht es moderne Heizungs-Steuerungstechnik möglich, das Lüften entweder über den Temperaturabfall oder über einen an den elektronischen Heizkörperthermostat gekoppelten Fenster-Öffnungskontakt (Bild 2) noch energiesparender auszuführen und die Heizungsdrosselung zu automatisieren.

Bei Fußbodenheizungen ist dies, insbesondere bei großen Räumen, nicht nötig, da hier aufgrund der Speichereffekte enorm lange Prozesse wirken, und Stoßlüften lediglich eine geringe Modulation via Raumthermostat verursacht.



Bild 5: Für jede Dusche empfehlenswert: automatisch gesteuerte Entlüftungsanlage



Bild 6: Günstige Entlüftungslösung – ein Abluftventilator in der Außenmauer

Führt man das Stoßlüften mehrmals am Tage aus, ist das Raumklima immer ausgeglichen. Wer sicher gehen will, kein „falsches“ Klima im Raum zu bekommen, bzw. gefährdete Räume unter Kontrolle halten will, dem stehen sowohl spezielle Mess- und Warngeräte, wie in Bild 3 zu sehen, als auch in die Haussteuerung einbeziehbare Sensoren und Signalisierungsgeräte zur Verfügung, wie etwa die in Bild 4 gezeigte HomeMatic-Gerätekombination. Diese enthält sogar noch einen fernsteuerbaren Fensterantrieb, der, sofern man zu Hause ist, zumindest das Fenster ankippen kann. Eine komplette Raumklimalösung ist unter [3] als Download-Anleitung zu finden.



Bild 7: Die Luftentfeuchter für die großen Aufgaben – leistungsfähige Bautrockner. Links ein professionelles, typisches Modell für die Baustelle von TROTEC [5], rechts ein Consumergerät von Aktobis, das gleichermaßen als Bautrockner wie auch im normalen Wohnbereich einsetzbar ist.

Ein Tipp am Schluss dieser Betrachtung zum Lüften im Sommer: Warme Außenluft enthält, je nach Wetterlage, meist mehr Wasser als kalte Luft. Also eher morgens und abends lüften als am Tage, zumal geschlossene Fenster und Abschattung besser für ein angenehmes Klima im Haus sind, wenn es draußen warm ist.

### Entfeuchten gegen Schimmel & Co.

Es gibt aber genug Fälle, in denen das oben beschriebene Lüften nicht oder nicht ausreichend möglich ist, das Bauwerk vorgeschädigt und durch schlechte oder nicht vorhandene Isolation durchnässt ist, schon „blüht“, Wäsche in einem fensterlosen Raum getrocknet werden muss usw. Ganz einfaches Beispiel: das Bad mit typisch kleinem Fenster. Morgens ausgiebig geduscht, dann aus dem Haus – da bleibt keine Zeit für sorgfältiges Lüften. Oder der fensterlose Hauswirtschaftsraum, in dem zumindest im Winter auch die Wäsche getrocknet wird, Kellerräume, die Sauna ... Steigt hier die Raumluftfeuchte über längere Zeit auf über 70 %, ist Schimmelbildung vorprogrammiert. Im Falle der Wäschetrocknung kann das sogar auf der Wäsche erfolgen, diese kann im Extremfall riechen wie ein muffiger Keller oder ein vor sich hin schimmeldner, nasser Putzlappen.

Die Lösung heißt auch hier: Der Raumluft die Feuchte entziehen! Wenn nicht auf natürlichem Wege, dann mit technischer Hilfe. Erste Wahl ist natürlich eine automatische Belüftungsanlage, wie in Bild 5 für eine fensterlose Dusche zu sehen. Hat man die Möglichkeit, einen automatisch gesteuerten Lüfter direkt in eine Außenmauer einzubauen (Bild 6), kann man auch die in einer nicht regelmäßig gewarteten Lüftungsanlage immer lauernde Keimgefahr elegant umgehen: kurzer Weg, einfach zu warten. Auch kleine, sogar mit einfachen Mitteln selbst aufzubauende Luft-Wärme-Tauscher [4] können dieses Problem weitgehend lösen, Letzteres wird beispielsweise von Menschen bevorzugt, die z. B. aus Lärmschutzgründen nicht bei offenem Fenster schlafen wollen bzw. können. Denn gerade im Schlafzimmer ist gesundes Klima besonders wichtig, da beim Schlafen, wie erwähnt, große Wassermengen an die Raumluft abgegeben werden.

All diese Maßnahmen erfordern allerdings bauseitige Eingriffe – vor allem für die Mietwohnung eher ungeeignet.

Hierfür und überhaupt für eine leistungsfähige Entfeuchtung gibt es Luftentfeuchter. Mit Ausnahme des Granulat-Luftentfeuchters arbeiten diese fast immer nach dem am Anfang ausführlich beschriebenen Kondensationsprinzip: Die Raumluft wird angesaugt, im Gerät entweder durch Abkühlung kondensiert oder durch Erwärmung verdampft. Das der Luft so entzogene Wasser wird in einem Tank gesammelt oder in einem Ablauf abgeführt.

Je nach Anwendung kann man den Entfeuchter als stationäres Gerät anschaffen und betreiben oder als universell einsetzbares, transportables Gerät. Leistungsfähige Geräte kann man sogar zum Trocknen von Neubauten, Einbau von Estrichen oder nach einem Wasserschaden einsetzen, allerdings sind hier

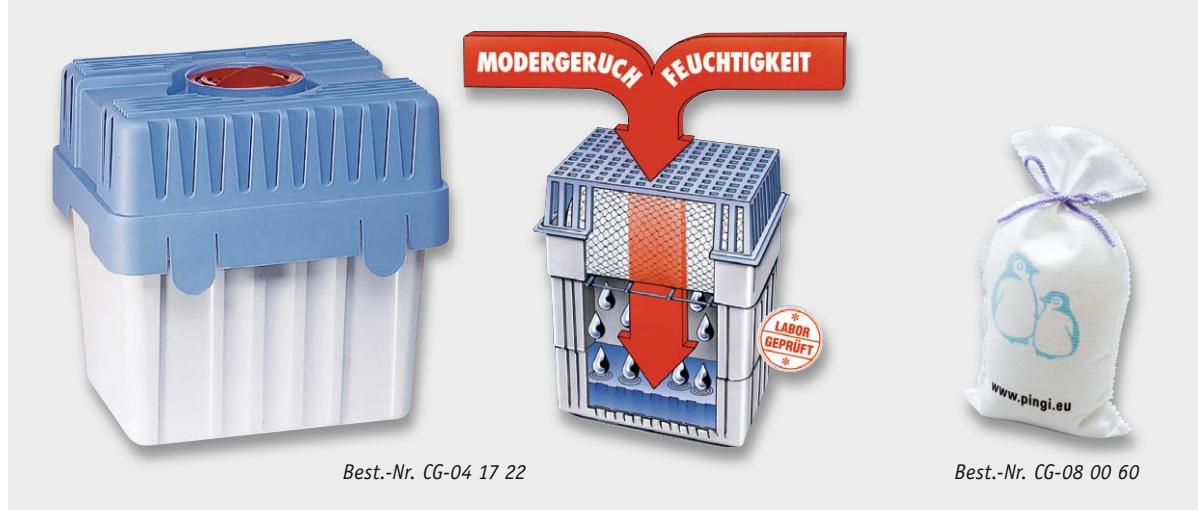


Bild 8: Der Granulat-Entfeuchter entzieht der Luft die Feuchtigkeit durch hygrokopische Wirkung.

wegen der enorm hohen und schnell zu bewältigenden Wassermengen meist auch spezielle und robuste Bautrockner (Bild 7, [5]) mit besonders hoher Leistung vorzuziehen, die man auch temporär mieten kann. Aber auch sehr leistungsfähige Consumergeräte wie das ebenfalls in Bild 7 gezeigte haben sich durchaus als Bautrockner, insbesondere im Renovierungsbereich, bewährt.

Hat man Räume mit latenter Schimmelgefahr wie eben jene erwähnte Dusche, das Schlafzimmer, Keller, Hauswirtschaftsraum, Lagerraum, Sauna usw., dann ist die Anschaffung eines Luftentfeuchters die richtige Wahl. Auch für das Trockenhalten von Wohnwagen, Booten, Gartenhaus und Wohnmobil bietet sich der Einsatz eines Luftentfeuchters an.

In einigen Fällen, wie z. B. bei kalten Außen- oder Kellerwänden, ist eine zusätzliche Beheizung des Raums bzw. der Wand zu empfehlen, dies unterstützt den Entfeuchter und entzieht der Wand das Wasser deutlich effektiver.

### Einsatz- und Anschaffungskriterien

Luftentfeuchter gibt es in mehreren technischen Ausführungen vom einfachen Granulat-Luftentfeuchter bis zum technisch aufwändigen Adsorptions-Luftentfeuchter. Wie diese arbeiten und welcher für welchen Zweck eher geeignet ist, behandeln wir in weiteren Einzelkapiteln. Erste grundsätzliche Entscheidung ist die benötigte Entfeuchtungsleistung, denn ein Gerät mit zu geringer Kapazität wird es nicht schaffen, einen Raum ausreichend zu entfeuchten bzw. muss zu lange und damit unökonomisch laufen. Bei den meisten Raumluftentfeuchtern ist die passende Raumgröße angegeben, die sonst nötige Berechnung ist aufwändig, u. a. sind neben Raumvolumen viele weitere Kriterien wie Anzahl der Personen im Raum, deren Aufenthaltslänge und Tätigkeit, die Ist- und Sollhöhen von Temperatur und Luftfeuchte, Wasserinhalt der Ist- und Soll-Luft usw. notwendig.

Nur ein einfaches Beispiel soll als Anhalt dienen: ein Raum von 20 m<sup>2</sup> Grundfläche und 2,6 m Höhe soll bei 20 °C von 80 % rH auf 55 % rH gebracht werden, im Raum führt eine Person acht Stunden am Tag Büroarbeiten aus. Hier ergibt sich eine erforderliche

Entfeuchtungsleistung von  $\geq 3$  l/Tag, wobei die Bezugsgröße der Geräte zu beachten ist. Diese wird vom Hersteller meist bei 30 °C und 80 % rH angegeben, und als Faustformel kann gelten (anhand von Herstellerangaben ermittelt), dass der bei 20 °C berechnete Wert 2- bis 3fach höher liegen muss, in unserem Beispiel also ein Luftentfeuchter zu wählen ist, der ab 6 l/Tag bewältigt.

Was ist weiter zu beachten? Die Geräuschentwicklung. Völlig lautlos arbeitet der Granulat-Luftentfeuchter, alle elektrischen Geräte weisen Betriebsgeräusche auf, deren Höhe ist in den technischen Daten aufgeführt. Die meisten Consumergeräte haben heute Geräuschpegel von unter 50 dB(A), besonders leise sind Peltier- und einige Kompressorgeräte. Für einen Schlafräum sollten es schon unter 35 dB(A) sein – einige Geräte bieten hierfür einen speziellen Nachtmodus mit abgesenktem Geräuschpegel.

Nächstes Kriterium ist die Art der Aufstellung: wandhängend oder mobil. Hat man die Möglichkeit, einen Wasserablauf nutzen zu können, z. B. im Keller oder Hauswirtschaftsraum, sollte man nach einem Gerät Ausschau halten, das einen Schlauchanschluss hat. So kann man sich die Tank-Entleerung sparen, zumal bei hohen Entfeuchtungsleistungen durchaus eine mehrmalige Tankentleerung pro Tag nötig sein kann. Deshalb sollte man, ist man nur auf den Tank angewiesen, auch auf eine entsprechende Tankkapazität achten.

Die Bedienung nahezu aller Geräte ist einfach und intuitiv, hier kann man nach eigenem Bedarf entscheiden, z. B. Automatik- oder rein manueller Betrieb, Timer usw.

Viele Luftentfeuchter bieten zudem eine zusätzliche Luftreinigung mit Filtern an. Dies ist ein wichtiges Kriterium bei Atemwegsallergien, in Räumen, wo geraucht wird, sich Haustiere bewegen oder eine höhere Staubentwicklung vorliegt.

### Luftentfeuchter – die Technik

Bei den elektrischen Luftentfeuchtern haben sich drei Technologien entwickelt, jede ist für spezielle Einsatzzwecke besonders geeignet. Beginnen wollen wir jedoch mit der einzigen nichtelektrischen Technik:

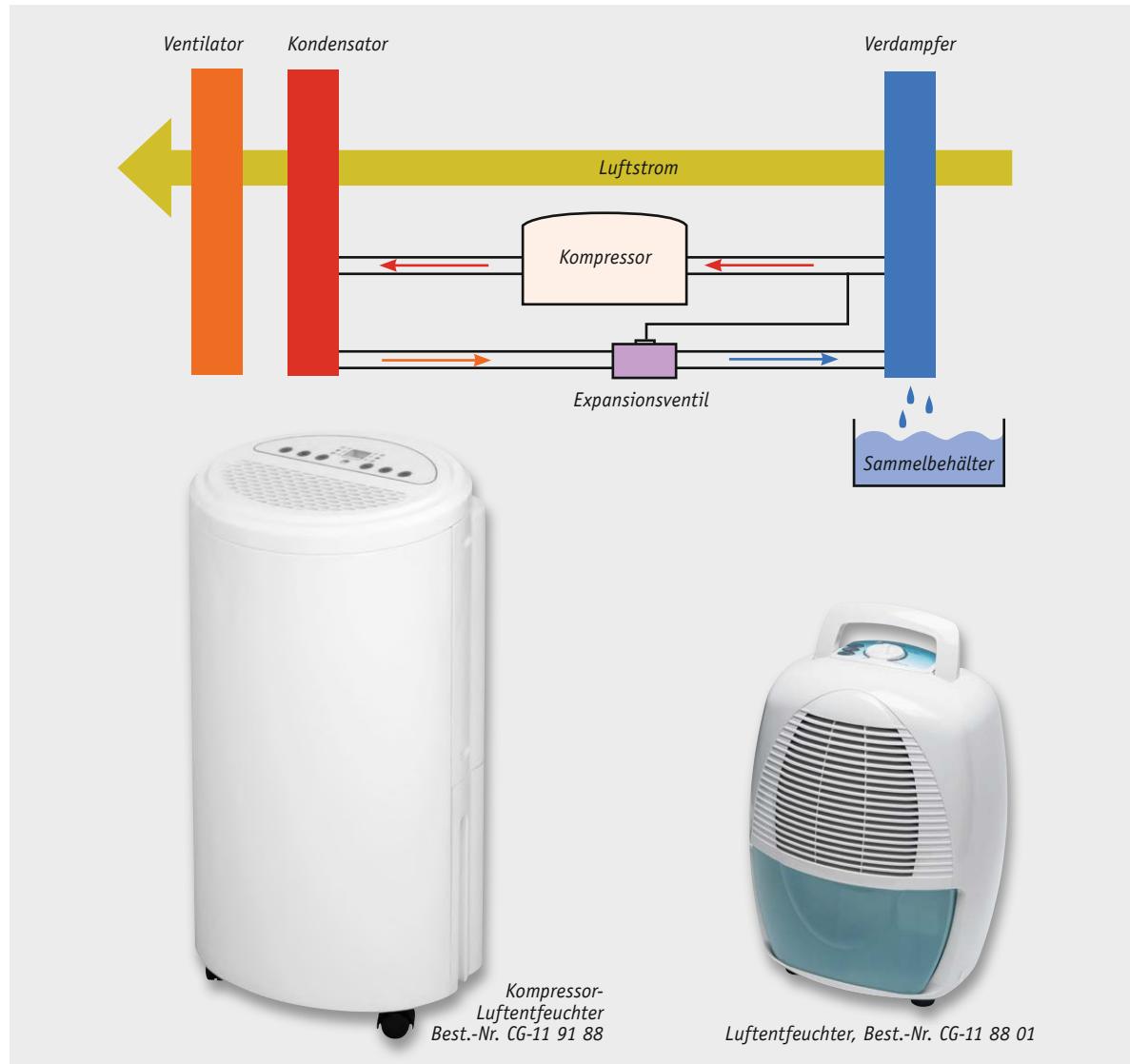


Bild 9: Der Kompressor-Entfeuchter arbeitet ähnlich wie ein Kühlschrank, hier wird das Wasser über einen Verdampfer aus der Luft abgeschieden.

### Granulat-Luftentfeuchter

Granulat-Entfeuchter (Bild 8) enthalten Salze, die aufgrund ihrer hygrokopischen Eigenschaft Wasser aufnehmen und binden. 1 kg Granulat kann bis zu 4 l Wasser aufnehmen. Die Entfeuchtungsleistung eines Granulat-Entfeuchters ist vergleichsweise gering, sein Vorteil ist das lautlose und stromnetzunabhängige Arbeiten, es fallen keine Stromkosten an. So kann man diesen Entfeuchtertyp z. B. im Auto (gegen von innen beschlagene Scheiben, Kofferraum), in Schränken und anderen eher kleinen Arealen einsetzen. So gibt es kleine Entfeuchter in Beutelform, die man sogar in nasse Schuhe einlegen kann. Der Nachteil: Das Granulat muss regelmäßig erneuert werden.

### Kompressor-/Kondensations-Luftentfeuchter

Dies ist die am häufigsten eingesetzte Art von elektrischen Luftentfeuchtern (Bild 9). Hierbei wird die Luft angesaugt und auf einen 0 bis +5 °C kalten Kühlkreislauf, basierend auf einer Kältemaschine (Kühlschrankprinzip aus Kompressor, Verdampfer, Kondensator und Expansionsventil) gelenkt, wo das Wasser am Verdampfer kondensiert und anschlie-

ßend in einem Tank gesammelt wird oder direkt in den Abfluss läuft. Der Kompressor-Luftentfeuchter bietet ab +15 °C Raumtemperatur eine effiziente Technik mit hoher Entfeuchtungsleistung und eignet sich je nach Modell auch für große Räume oder sogar für die Trocknung von Räumen nach Bau- und Sanierungsmaßnahmen. Nachteil: Bei Temperaturen unter +10 °C arbeiten die Geräte nicht sehr effizient, hier ist z. B. der Adsorptions-Luftentfeuchter im Vorteil. Da es aufgrund des Arbeitsprinzips besonders bei niedrigeren Temperaturen zu Vereisungen kommen kann, sind moderne Kompressions-Luftentfeuchter mit einer automatischen Abtauung versehen.

### Luftentfeuchter mit Peltier-Element

Peltier-Luftentfeuchter (Bild 10) arbeiten ebenfalls nach dem Kondensationsprinzip. Die Luft kondensiert jedoch nicht wie bei anderen Technologien über einen Kühlkreislauf, sondern an der kalten Seite von Peltier-Elementen. Diese erzeugen bekanntermaßen bei Stromzufuhr an einer Seite Wärme, auf der anderen Seite hingegen kühlen sie stark ab. Da kein Kühlkreislauf benötigt wird, ist die Herstellung güns-

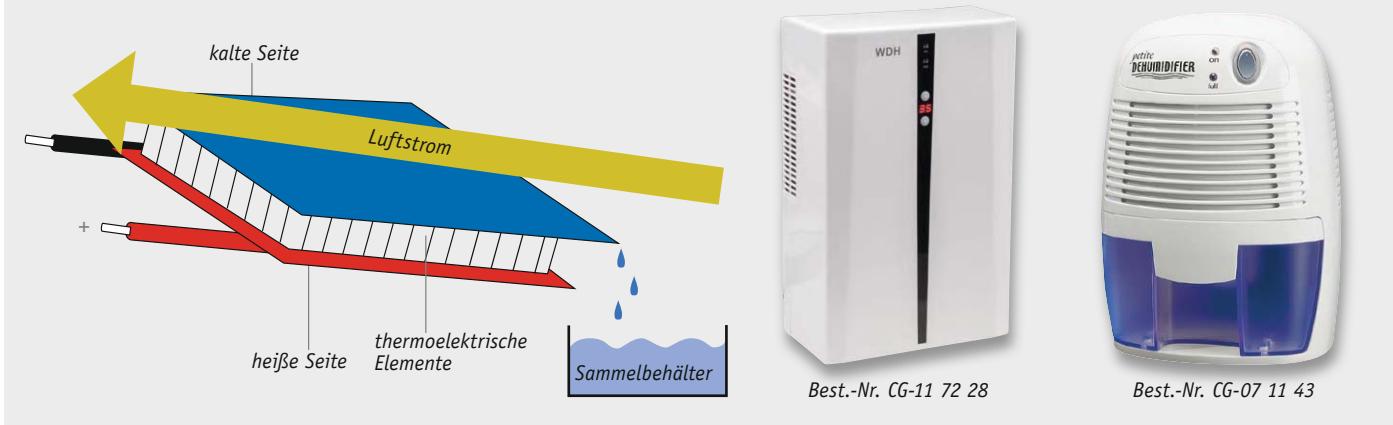


Bild 10: Die Peltier-Technik ist kompakt und kostengünstig, relativ leise, sparsam und für kleine Areale mit geringer benötigter Entfeuchtungsleistung geeignet.

tiger, und die Geräte können sehr kompakt ausfallen. Peltier-Entfeuchter können auch bei Temperaturen unter 10 °C eingesetzt werden. Sie sind allerdings nicht so effizient wie andere Luftentfeuchter-Techniken und eignen sich deshalb hauptsächlich für volumenmäßig eher kleine Anwendungen. Ein Vorteil gegenüber Kompressorgeräten: Peltier-Entfeuchter arbeiten sehr geräuscharm und sind deshalb in den meisten Fällen auch für den Einsatz in ruhigen Räumen geeignet.

#### Adsorptions-Luftentfeuchter

Bei dieser Technik (Bild 11) wird die feuchte Luft per Ventilator durch einen Adsorptionsrotor geleitet. Der Rotor wirkt hygroskopisch und entzieht der angesaugten Luft die Feuchtigkeit. Diese wird durch hohe Temperaturen in einem Sektor des Adsorptionsrotors verdampft und nach Abkühlung und Kondensation in den Wassertank abgeleitet. Die zuvor erwärmte Luft ist dann getrocknet und wird als Warmluft in den Raum abgegeben.

Adsorptions-Luftentfeuchter sind die erste Wahl bei besonders niedrigen Umgebungstemperaturen (+1 bis

+15 °C, z. B. in Lagerräumen) und wenn besonders niedrige Luftfeuchtwerte erzielt werden sollen. Ab +15 °C ist jedoch der Kompressor-Luftentfeuchter effektiver, u. a., da dann der Strombedarf durch die Heizung stark ansteigt und gleichzeitig die Kondensationsleistung des Adsorptionsrotors sinkt. **ELV**



#### Weitere Infos:

- [1] Mollier-h-x-Diagramm: <https://de.wikipedia.org/wiki/Mollier-h-x-Diagramm>
- [2] [www.klima-sucht-schutz.de](http://www.klima-sucht-schutz.de)
- [3] [www.elv.de/mein-elv-projekt-raumklima.html](http://www.elv.de/mein-elv-projekt-raumklima.html)
- [4] Wärmetauscher im Eigenbau (unter: Nützliches und Bequemes): [www.zabex.de](http://www.zabex.de)
- [5] Baustellen-Bautrockner Kauf/Miete <https://de.trotec.com>

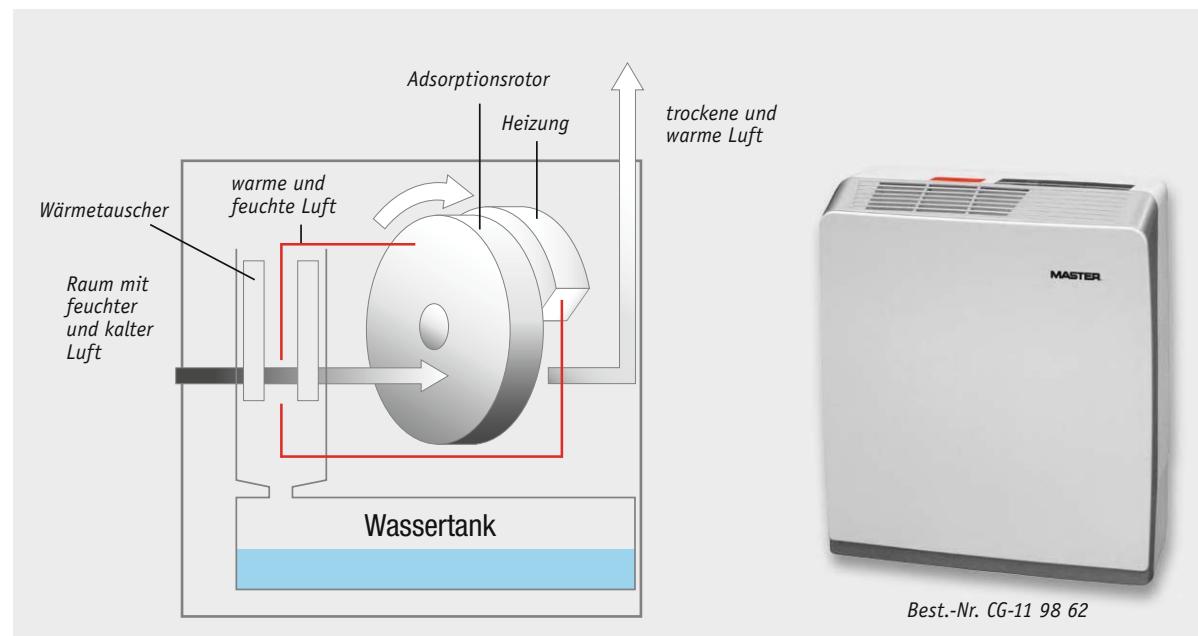


Bild 11: Der Adsorptions-Luftentfeuchter ist der Spezialist z. B. für kühle Lagerräume und für hohe Entfeuchtungsleistungen.



# Wärmebildkamera

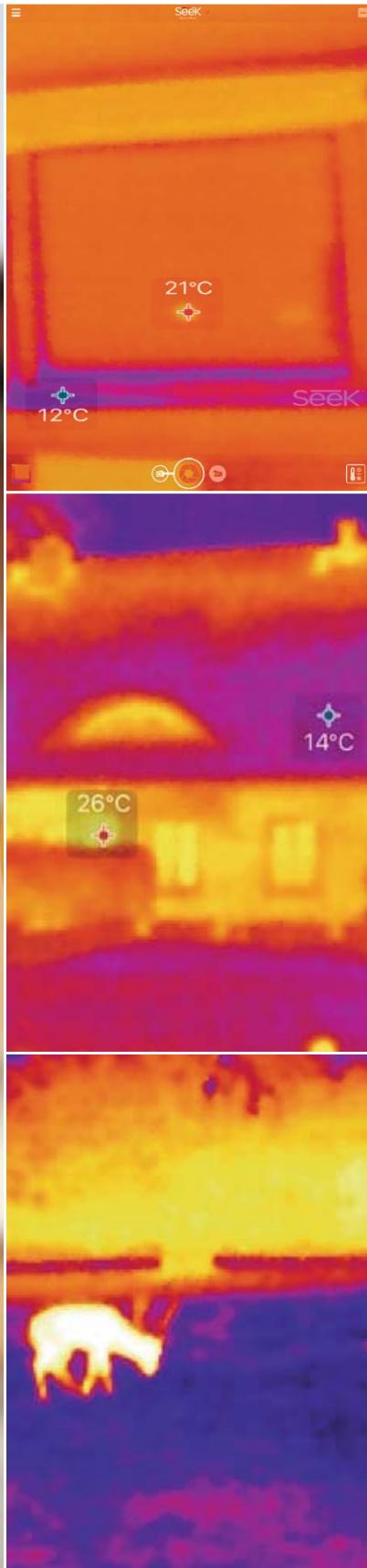
Seek Thermal Compact – Wärmebildkamera für iOS- oder Android-Geräte



Das kalifornische Unternehmen Seek Thermal bietet mit den Produkten „Seek Compact“ und „Seek Compact XR“ sehr kleine, 15 Gramm leichte und preislich attraktive Hardwarezusätze an, mit denen iOS- oder Android-Geräte zu einer leistungsfähigen Wärmebildkamera gemacht werden. Eine Wärmebildkamera stellt die für das menschliche Auge unsichtbare Wärmestrahlung farblich dar. Dadurch lassen sich undichte Stellen an Gebäuden, Hitzeherde in technischen Geräten oder Elektronik-Platinen und auch Lebewesen in dunklen Umgebungen erkennen.



**Weitere Infos:**  
[www.thermal.com](http://www.thermal.com)



## Allgemeines

Das menschliche Auge kann sichtbares Licht im Wellenlängenbereich von 0,4 bis 0,8 µm wahrnehmen. Die von Gegenständen ausgehende Wärmestrahlung liegt im Bereich 3 bis 50 µm und kann daher nur mit technischen Geräten, sogenannten Wärmebildkameras, sichtbar gemacht werden (vgl. „Elektronikwissen“).

Wärmebildkameras waren in der Vergangenheit Profis vorbehalten, da sie teuer und klobig waren. Mit den Wärmebildkamera-Zusätzen von Seek Thermal für iOS- oder Android-Smartphones oder -Tablets ist die Nutzung einer Wärmebildkamera nun auch für kleine Unternehmen und Privatpersonen möglich. Da die Kameras extrem klein und nur 15 g leicht sind, können sie problemlos in der mitgelieferten staub- und wasserdichten Box mitgeführt werden und bei Bedarf schnell an ein Smartphone oder Tablet ansteckt und genutzt werden.

## Anwendungsbereiche

Die Anwendungsbereiche einer Wärmebildkamera erstrecken sich von der Inspektion einer kleinen Platine bis hin zu der Beobachtung eines ganzen Hauses oder eines See-/Waldstückes.

Beispiele für mögliche Anwendungsbereiche sind:

- Gebäudeinnenräume (Wärmebrücken/Energieverluste entdecken, Schimmelrisiko analysieren)
- Gebäudeaußenansicht (Fenster- oder Dachisolierungen prüfen)
- Elektronik-Platinen
- Kfz- bzw. Motorenbereich
- Haustiere/Wildtiere/vermisste Person/„ungebetene Besucher“ suchen/beobachten
- Brandherde finden/analysieren
- Schifffahrt (Schiffe/Personen suchen)
- Überhitzungen analysieren

Durch die vielfältigen Möglichkeiten ist es Bauunternehmern, Gutachtern oder Eigentümern möglich, Gebäudeisolationen oder Installationen (Wasser/Elektro) zu analysieren. Fotografen, Naturliebhaber, Jäger, Landwirte und Rettungskräfte können z. B. Tiere und Menschen im Dickicht, im Feld, bei Dunkelheit oder im Nebel erkennen.

## Lieferumfang

In einer attraktiven und stabilen Box mit Magnetverschluss findet man

- die Wärmebildkamera zum Anschluss an ein iOS- oder Android-Gerät sowie
- eine sehr robuste, kompakte, wasserdichte Transportbox.

Man liest sofort beim Öffnen der Box, dass für die Benutzung der Kamera lediglich zwei Schritte erforderlich sind:

1. Kostenlose App herunterladen
2. Kamerazusatz an Smartphone bzw. Tablet anstecken





## Leistungsumfang

Die Wärmebildkamera hat einen thermischen Sensor mit  $206 \times 156 = 32.136$  Pixel. Der Bildsensor der Kamera kann Wärmestrahlung im mittleren Infrarotbereich von 7,2 bis 13  $\mu\text{m}$  (Mikrometer) empfangen. Der erfasste Temperaturbereich erstreckt sich von -40 bis +330 °C. Der Fokus (Schärfe) ist durch Drehen des Ringes an der Kamera verstellbar.

Sehr nützlich ist die mitgelieferte, sehr robuste und wasserdichte Transportbox.

Es gibt zwei Versionen der Seek-Thermal-Kamera: eine Version mit 36°-Blickwinkel für den eher nahen bis mittleren Entfernungsbereich und eine XR-Versi-on (= extended Range) mit 20°-Blickwinkel für den mittleren bis fernen Entfernungsbereich. Beide Versionen werden mit Lightning-Anschluss für iOS-Geräte und mit Micro-USB-Anschluss für Android-Geräte angeboten, so dass sich insgesamt vier Kameraversio-nen ergeben (Tabelle 1).

## Einrichtung

Die Einrichtung des iOS- oder Android-Gerätes be-schränkt sich darauf, die kostenlose App „Seek Thermal“ aus dem App Store bzw. dem Play Store herunterzuladen. Das Smartphone oder Tablet ist damit bereit, die von der Kamera empfangenen Wärme-strahlen mittels der App auf unterschiedliche Arten darzustellen!

## Benutzung

Die Benutzung der Wärmebildkamera ist kinderleicht.

Zunächst ist die Kamera anzustecken und die App zu starten. Die Navigation innerhalb der App ist sehr übersichtlich und in Bild 1 dargestellt.

Es gibt zwei Hauptfenster. Der eine (genannt „Wärmebild“) stellt bildschirmfüllend das Wärmebild dar (Bild 2). In der linken oberen Ecke gibt es ein kleines Icon, über das man zum Hilfetext und zu Einstellungsmöglichkeiten kommt. Am unteren Bildschirmrand gibt es die Möglichkeit, Fotos oder Videos aufzunehmen. Das Minuszeichen oben rechts schaltet zu einer zweiten Darstellungsart mit der Bezeichnung „Wärmebild+“ um (Bild 3 links). Bei der Darstellung von „Wärmebild+“ wird rechts das Wärmebild angezeigt und links – über die Smartphone-/Tablet-Kame-ra aufgenommen – die normale Ansicht des Objektes.

Die Anteile Normalsicht/Wärmebild lassen sich durch Verschieben einer Trennlinie verändern. Durch Doppelklick auf den Bildschirm bekommt man im Mo-dus „Wärmebild+“ die Möglichkeit, das normale Bild und das Wärmebild durch Zoomen und Verschieben aneinander anzupassen (Bild 3 rechts). Ein weiteres Doppelklicken beendet den Einstellmodus. Durch das Pluszeichen (+) oben rechts kommt man wieder zum normalen, bildschirmfüllenden Wärmebild.

Durch Antippen des Aufnahme-Buttons unten in der Mitte erhält man Foto- bzw. Videoaufnahmen (Bild 4 und Bild 5).

Von jedem dieser zwei Hauptfenster gelangt man durch Antippen des Symbols in der rechten unteren Ecke in einen sogenannten Thermal-Modus. Es gibt vier Thermal-Modi (vgl. Bild 1). Im normalen Ther-

Tabelle 1

### Verschiedene Modelle Seek-Thermal-Wärmebildkamera

	iOS ab iOS 7.0 Lightning-Anschluss	Android ab Android 4.3 (Jelly Bean) Micro-USB Anschluss
<b>36°-Blickwinkel (Gesichtsfeld) 1000 ft = 300 m</b>	Seek Thermal Compact LW-EAA (Best.-Nr. CG-12 23 84)	Seek Thermal Compact UW-EAA (Best.-Nr. CG-12 23 85)
<b>20°-Blickwinkel (Gesichtsfeld) 1800 ft = 500 m</b>	Seek Thermal Compact XR LT-EAA (Best.-Nr. CG-12 23 86)	Seek Thermal Compact XR UT-EAA (Best.-Nr. CG-12 23 87)

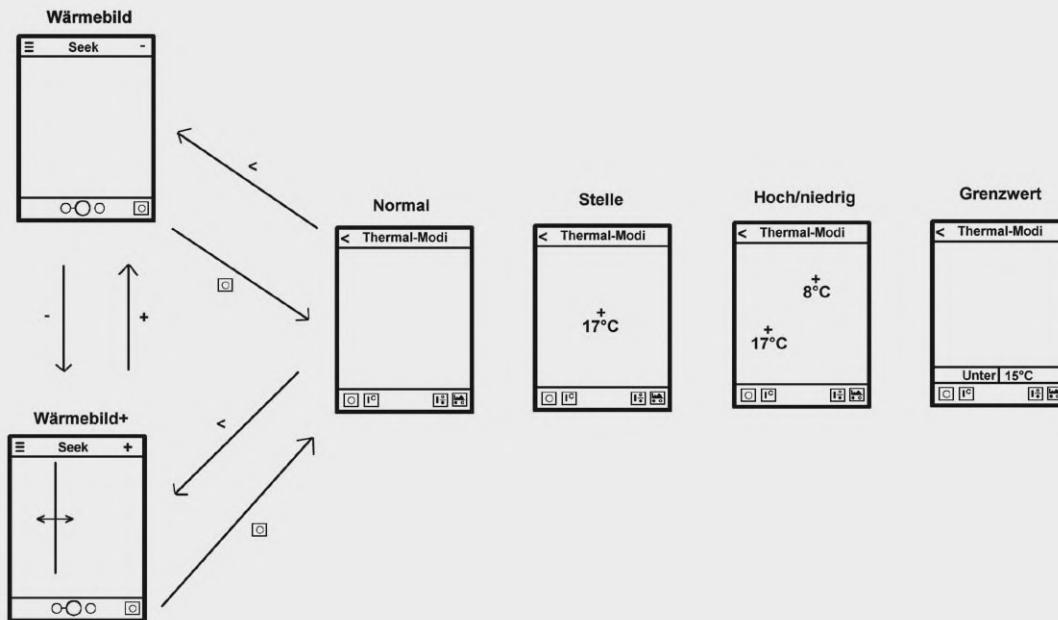


Bild 1: Bildschirme und Navigation der Seek-Thermal-App



Bild 2: Hauptfenster 1 = Wärmebild

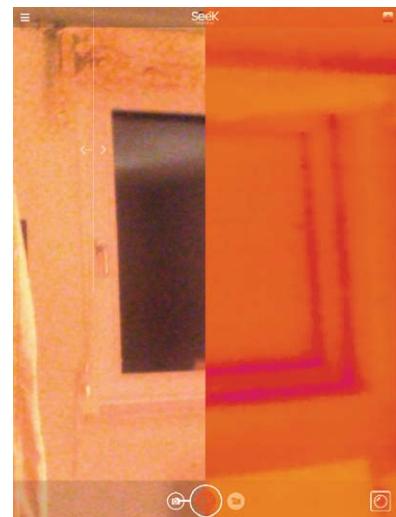


Bild 3: Hauptfenster 2 = Wärmebild +



Bild 4: Aufnahmen Wärmebild (Wildbeobachtung)



Bild 5: Aufnahme Wärmebild (Kfz-Technik)

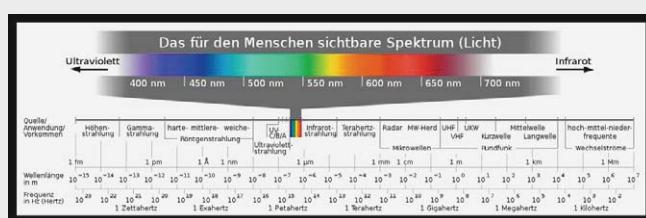
mal-Modus wird nur das Wärmebild als solches dargestellt. Im Spot- bzw. Stelle-Modus wird in der Mitte des Bildschirms die gemessene Temperatur angezeigt (Bild 6 und Bild 9).

Im „Hoch/Niedrig“ oder „Max/Min“-Fenster wird der Punkt mit der höchsten und der niedrigsten Tem-

### Das Spektrum elektromagnetischer Strahlung

Das elektromagnetische Frequenzspektrum umfasst Radiowellen, Mikrowellen, infrarotes, sichtbares und ultraviolettes Licht sowie Röntgen- und Gammastrahlen. Die verschiedenen Sorten der elektromagnetischen Strahlung unterscheiden sich durch ihre Frequenz bzw. ihre Wellenlänge. Die Frequenz steigt und die Wellenlänge sinkt von Radiowellen bis zu Gammastrahlen. Infrarotstrahlung liegt im Frequenzspektrum über den Mikrowellen und unter dem sichtbaren Licht (infra = lateinisch „unter“). Die Hauptquelle von Infrarotstrahlung ist die Wärmestrahlung, die durch die Bewegung von Atomen und Molekülen oberhalb des ab-

soluten Nullpunktes (-273,15 °C) produziert wird. Sogar ein Eiswürfel strahlt Infrarotstrahlung aus. Besser vorstellbar ist die Infrarotstrahlung heißer Grillkohle, die wir als Wärme spüren. Der Bereich der thermischen Infrarotstrahlung (mittleres Infrarot) geht von ca. 3 bis 50 µm. Die menschlichen Augen sind Detektoren für den Frequenzbereich des sichtbaren Lichtes und können den Bereich von ca. 0,38 (380 nm) bis 0,78 µm (780 nm) wahrnehmen. Es gibt Tiere (z. B. manche Schlangen), die auch Strahlung im Infrarotbereich wahrnehmen („sehen“) und dadurch die Körperwärme ihrer Beutetiere erkennen können. Menschen können das nicht und benötigen daher zur Visualisierung der Infrarotstrahlung technische Hilfsmittel. Bei Bienen ist übrigens der Wahrnehmungsbereich mit 0,3 (300 nm) bis 0,65 µm (650 nm) zur anderen Seite in Richtung des ultravioletten Lichtes verschoben (ultra = lateinisch für „jenseits“).



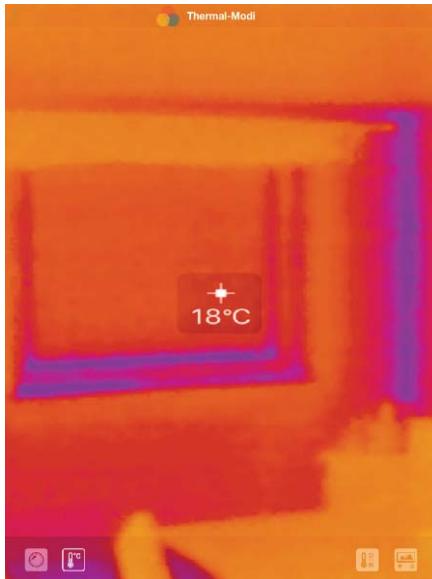


Bild 6: Stelle-/Spot-Anzeige



Bild 7: Hoch-/Niedrig-Anzeige (Gebäude bzw. Raspberry Pi 2)

peratur innerhalb des erfassten Bereiches angezeigt (Bild 7). Im Modus „Grenzwert“ kann man eine bestimmte Temperatur als Grenzwert einstellen und dann je nach Wunsch Bereiche über, unter oder gleich dieser Temperatur farbig darstellen (Bild 8).

Durch den kleinen Pfeil (<) oben links kommt man von jedem dieser Fenster zurück zum jeweiligen Haupfenster. Über die Einstellungsmöglichkeiten (oben links im Hauptfenster) kann man optional Datum, Uhrzeit oder Aufnahmeort (GPS-Koordinaten) einblenden lassen.

## Fazit

Mit wenig Aufwand und geringen Kosten lassen sich mit den Thermal-Seek-Wärmebildkameras iOS- bzw. Android-Smartphones oder Tablets als nützliche Wärmebildkameras einsetzen.

Thermal ergänzt die Möglichkeiten des iOS-/Android-Gerätes durch die perfekte Symbiose aus Hardwarezusatz und App zu einer Gesamtlösung. Die Wärmebildkamera-Zusätze sind sehr klein und leicht und können in der mitgelieferten stabilen Box leicht mitgeführt werden.

Die Wärmebildkamera-Lösung bietet in sehr vielen Anwendungsbereichen hilfreiche Analysemöglichkeiten und kann daher die vorhandenen Messgeräte sinnvoll ergänzen.

ELV

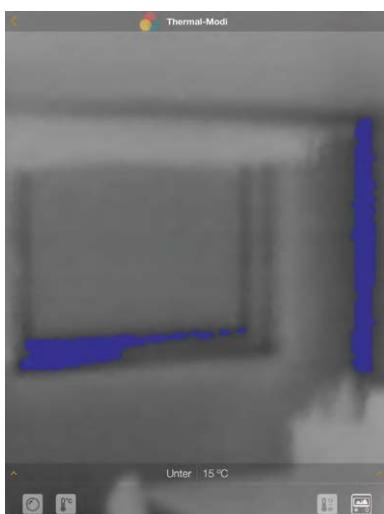


Bild 8: Grenzwert-Anzeige (Wärmebrücken)

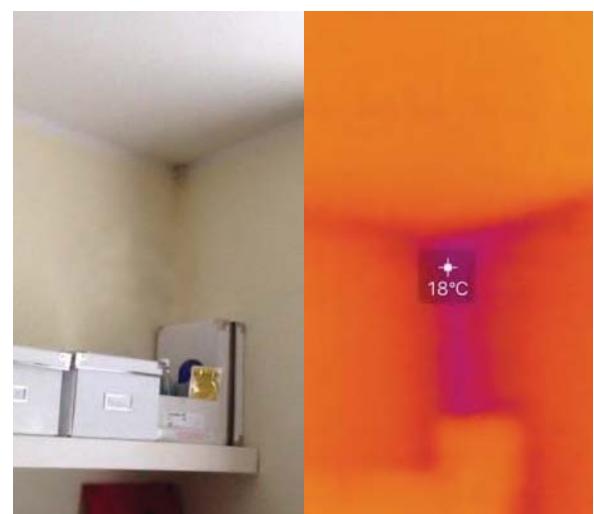


Bild 9: Schimmelpotential analysieren

### Empfohlene Produkte:

	Best.-Nr.	Preis
Seek Thermal Compact Wärmebildkamera mit Lightning-Anschluss für iPhone, iPad, iPod touch LW-EAA	CG-12 23 84	€ 299,-
Seek Thermal Compact Wärmebildkamera mit Micro-USB Anschluss für Android-Geräte UW-EAA	CG-12 23 85	€ 299,-
Seek Thermal Compact XR – Extended Range Wärmebildkamera mit Lightning-Anschluss für iPhone, iPad, iPod touch LT-EAA	CG-12 23 86	€ 349,-
Seek Thermal Compact XR – Extended Range Wärmebildkamera mit Micro-USB-Anschluss für Android-Geräte UT-EAA	CG-12 23 87	€ 349,-

Infos zu den Produkten finden Sie im Web-Shop. Preisstellung Februar 2016 – aktuelle Preise im Web-Shop.



**MITMACHEN  
& GEWINNEN**

# ELVjournal-Leser testen und gewinnen

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

**5x Elektrischer Unterputz-Gurtwickler  
RolloLift Timer mit Zeitschaltuhr**



**SELVE**  
Technik, die bewegt

Schluss mit dem täglichen Hochziehen und Herablassen aller Rollläden im Haus! Denn die lassen sich ganz einfach motorisieren – ohne Bauschmutz, ohne Elektriker, beim Wohnungswechsel spurlos rückbaubar! Für 23-mm-Gurtbänder und Rollläden bis 6 m<sup>2</sup>.

Best.-Nr. CG-11 98 95

Wert € 179,–

**5x Fahrradscheinwerfer mit Akku-  
betrieb LS 560 I-GO CONTROL**



**TRELOCK**  
GERMAN INNOVATION SINCE 1854

Dank integriertem Eco-Control-Display lässt sich die kompakte LED-Akku-Frontleuchte in drei Stufen bis max. 50 Lux regeln. Mit langlebigem Lithium-Ionen-Akku und eingebauter USB-Ladebuchse zum einfachen Wiederaufladen. Best.-Nr. CG-12 20 93

## So werden Sie ELVjournal-Leser-Tester und können gewinnen!\*

ELVjournal verlost unter allen Bewerbern je ein Exemplar von 5 Fahrradscheinwerfern oder 5 Gurtwicklern. Bewerben Sie sich jetzt!



Per E-Mail an [lesertest@elvjournal.de](mailto:lesertest@elvjournal.de) – geben Sie als Betreff bitte den Produktnamen an.



Online auf [www.lesertest.elvjournal.de](http://www.lesertest.elvjournal.de) – wählen Sie einfach Ihr Wunschprodukt aus.

**Einsendeschluss  
20.04.2016**

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 sowie 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 aus dem letzten ELVjournal:

#### 10x DVBLogic TV-Tuner (DVB-C/T/T2)TVButler 100 TC

- Gerhard Späth aus 94351 Feldkirchen
- Philipp Seiler aus 74626 Bretzfeld
- Georg Lingemann aus 36166 Haunetal Holzheim
- Alfred Flach aus 35781 Weilburg
- Daniel Meier aus 85293 Reichertshausen
- Steffen Kraus aus 89547 Gerstetten
- Peter Moertl aus 73614 Schorndorf
- Michael Lufen aus 61169 Friedberg
- Manfred Micheli 82234 Hochstadt
- Jürgen Grundmann 39124 Magdeburg

#### 10x Lötstation LS-80D-II, 80 W, 150–480 °C

- Gerhard Stein aus 69514 Laudenbach
- Michael Strosche aus 65462 Ginsheim-Gustavsburg
- Heinz van der Vin aus 41068 Mönchengladbach
- Thomas Ritter aus 65812 Bad Soden
- Udo Zinke aus 34431 Marsberg
- Andreas Rothe aus 09434 Hohndorf
- Michael Bröhmer aus 35415 Pohlheim
- Reiner Eckloff aus 53562 St. Katharinen
- Gereon Weinz aus 53347 Alfter
- Christian Maier aus A-8600 Bruch an der Mur

\* ELV ist berechtigt, die Testergebnisse unter der Nennung Ihres Namens im ELVjournal und auf [www.elvjournal.de](http://www.elvjournal.de) sowie [www.elv.de](http://www.elv.de) 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 Gewinnspiel-Vereine 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

## Bluetooth-Smart-Elektronik-Heizkörperthermostat

Installation, Montage



App



Betrieb



Anleitung



Unsere Leser bewerteten  
**2,0**  
Durchschnitt

Unsere Leser bewerteten: Durchschnittsnote 2,0

In die Gesamtnote sind weitere Kriterien unseres Fragebogens einbezogen.

**Ist es der Einstieg in die Hausautomation, ein praktisches und energiesparendes Accessoire für die Heizung, die Heizungssteuerung für Technikaffine oder alles gleichzeitig? Letzteres dürfte den Querschnitt der Interessenten treffen, so wie unsere Leser-Tester dieses interessante Produkt bewertet haben, einen per Bluetooth per App steuerbaren Heizkörperthermostat, der neben Komfort auch eine erhebliche Einsparung teurer Heizenergie bringen kann.**

Zehn Leser-Tester wurden gebeten, den Thermostat mit Bluetooth ausführlich zu testen und zu bewerten, alle zehn haben uns geantwortet. Dabei reichte die Gesamtbewertung über nahezu die gesamte Spannweite des Schulnoten-Bewertungssystems – ein Indiz, dass die Tester sich ausführlich mit dem Produkt auseinandergesetzt haben. Der überwiegende Tenor entspricht der vergebenen Gesamtnote, die über alle Bewertungskriterien hinweg ermittelt wurde.

Der erste Eindruck, die Bedienungsanleitung und auch die Montage des Gerätes ernteten gute bis sehr gute Bewertungen, erste Differenzierungen ergaben sich bei der Bewertung der App. Zwei Tester nutzten dabei iOS, alle anderen Android. Acht der zehn Tes-

ter empfanden Einrichtung und Bedienung im Schnitt als „gut“, zwei Tester jedoch nicht. Sie hatten Probleme mit der Datenverbindung, empfanden die App als nicht ausgereift bzw. konnten sie nicht auf einem Tablet-PC installieren. Insbesondere erntete der Umstand, nach Änderungen in der Programmierung immer wieder die Bluetooth-Verbindung neu aufbauen zu müssen, Kritik – wobei dies tatsächlich nur nach Änderungen an den Profilen oder nach Einbindung weiterer Heizkörperthermostate zutrifft.

Als Positiva standen die kompakte Reglerausführung, der leise Betrieb, einfache Inbetriebnahme und Bedienbarkeit, die Möglichkeit, individuelle Profile anzulegen und der angemessene Preis zu Buche. Ein Tester hob auch die hiermit gegebene Möglichkeit des einfachen Einstiegs in die Hausautomation ohne hohen Aufwand, Zentrale usw. hervor. Wobei man natürlich sehen muss, dass das System proprietär, also nicht etwa zu einem kompletten Hausautomationssystem erweiterbar ist.

Kritik gab es vor allem an der Konnektivität der App, siehe oben, ein Tester bemängelte die Haptik. Wünsche gab es natürlich auch: eine Displaybeleuchtung (wenigstens temporär) und eine Ist-Temperaturanzeige am Gerät und in der App waren die meist geäußerten Vorschläge.

**Fazit:** Ein im Preis angemessenes, leicht zu installierendes und zu betreibendes, recht weit ausbaubares Heizungssteuerungs-System mit dem Komfort der Fernsteuerung und -Konfiguration durch das Smartphone. Der Anbieter sollte vor allem die App zugunsten besserer Konnektivität fortentwickeln.



Unsere Leser testeten

## Voice-Bridge, Festnetztelefonie über das Smartphone/Tablet

Installation, Inbetriebnahme Bedienungsanleitung



App



Sprachqualität



swissvoice

**Das Smartphone oder das Tablet kostensparend zu Hause via Festnetz zu benutzen statt eines stationären Telefonapparates ist praktisch und im Smartphone-Zeitalter naheliegend. Genau dies ermöglicht die Voice-Bridge – das Smartphone oder Tablet, welches wir meist eh immer am „Mann“ tragen, dient jetzt auch als Endgerät für den Festnetzanschluss. Zehn Leser haben diese Kombination getestet, lesen Sie hier ihre Bewertung.**

Neun Tester haben sich ausführlich mit der Voice-Bridge beschäftigt und uns geantwortet. Nahezu einhellig mit „gut“ bis „sehr gut“ bewertet wurden der erste Eindruck, das Gesamurteil, die App und die Sprachqualität.

Bis auf zwei Tester wurde auch die Bedienungsanleitung mit „sehr verständlich“ bis „hilfreich“ bewertet, ein Tester empfand sie als zu kurz gefasst. Ein recht entscheidendes Kriterium ist bei solch einem Gerät die Installation und Inbetriebnahme. Drei Tester bewältigten sie auch ohne Anleitung, vier mit Anleitung, zwei bewerteten sie auch mit Anleitung als kompliziert. Die App erhielt ein glattes „Gut“, ebenso die Sprachqualität. Gerade Letztere ist ja entscheidend für die Akzeptanz und angesichts der recht umfangreichen Technik, die sich hinter einem solchen System verbirgt, ein Qualitätsmerkmal des renommierten Herstellers.

Gut angekommen ist auch die Möglichkeit der Benachrichtigung über angekommene Anrufe, solange sich das Endgerät nicht im WLAN-Bereich befindet – so verpasst man keinen Anruf.

Mehrere Tester hoben genau das nochmals hervor, was das System ausmacht – die Unabhängigkeit vom stationären oder eben irgendwo, womöglich in einer anderen Etage, stehenden DECT-Telefon.

Was gefiel außer den bereits genannten Punkten nicht? Dem Gerät fehlt eine Möglichkeit, es wie einen Router oder eine Telefonanlage stationär und sicher aufhängen zu können, es mit einer statischen IP in ein Netzwerk einbinden zu können, und zwei Testern gelang es nicht, die o. a. Option der Benachrichtigung eingehender Anrufe zu nutzen.

**Fazit:** Die gute Note spricht für sich, Swissvoice liefert, was versprochen wird. Eine funktionierende App, gute Sprachqualität, eine durchschnittlich gut zu bewälti-



CG-12 04 46

€ 99,-

**Unsere Leser bewerteten: Durchschnittsnote 1,7**

In die Gesamtnote sind weitere Kriterien unseres Fragebogens einbezogen.

gende Inbetriebnahme und Installation und auch die Option der Anruffallsignalisierung außerhalb des eigenen WLANs führten zu einer insgesamt guten Bewertung. Offen blieben lediglich einige technisch ambitionierte Wünsche, die gern in Weiterentwicklungen einfließen könnten.

ELV

**Sie wollen es genau wissen?** Die Testberichte unserer Leser finden Sie auch unter: [www.lesertesten.elvjournal.de](http://www.lesertesten.elvjournal.de)

## Kontrollierte Wiedergabe – 6-Kanal Audio Spectrum Analyzer ASA6

NEU  
MONTAGE  
VIDEO



Der Audio Spectrum Analyzer erlaubt die Pegeldarstellung von 6 Frequenzbändern auf einer 30-teiligen LED-

Bargraph-Anzeige. So lässt sich die spektrale Frequenzverteilung eines Audiosignals auf einen Blick erkennen.

Der Audio Spectrum Analyzer erlaubt die Auswahl unterschiedlicher Anzeigemodi, und durch die Kombination von zweien dieser Geräte kann die Anzeige auf 12 Kanäle erweitert werden.

- 6-Kanal Audio Spectrum Analyzer, auf 12 Kanäle erweiterbar
- Anzeigebereich -30 bis +5 dB, 60 Hz bis 8/10 kHz (6/12-Kanal)
- Hochauflöste Darstellung mit 30 LEDs je Kanal, LED-Helligkeit einstellbar
- 5 verschiedene Anzeigemodi: Modus 1: normal ohne Peak-Hold; Modus 2: normal mit Peak-Hold; Modus 3: nur Peak-Hold/langsam abfallend; Modus 4: mit Peak-Hold/langsam abfallend/Balken ausgefüllt; Modus 5: Show-Modus (die höheren Frequenzen werden angehoben, damit sich ein schöneres Gesamtbild ergibt)
- Speicherung des zuletzt eingestellten Modus
- Anzeige durch weiße LEDs, verschiedene Anzeigefarben durch Farbfilterfolien frei wählbar
- Einbau in 19"-Gehäuse (3HE) möglich

### Komplettbausatz 6-Kanal Audio Spectrum Analyzer ASA6

inkl. Frontplatte 6-Kanal

CG-14 20 18 € 74,95

ELV

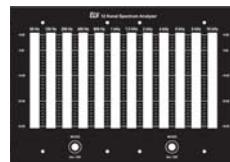


Abbildung für zwei ASA6-Module

Frontplatte für die 12-Kanal-Version des 6-Kanal Audio Spectrum Analyzer ASA6

CG-14 32 71 € 4,95

### Steckernetzteil Eco-Friendly 12 V/1 A, 5,5 x 2,1 mm

Das Netzteil liefert eine Ausgangsspannung von 12 Vdc und maximal 1 A Ausgangsstrom. Verbraucher können über den 5,5x2,1-mm-Hohlstecker (gewinkelt) angeschlossen werden (innen/außen = +/-). Das Netzteil entspricht der EU-Richtlinie zur Verringerung der Stand-by-Leistungen.

CG-09 51 05 € 8,95



### Farbfilterfolien-Set

Lieferumfang 6 Farbfolien (145 x 70 mm) in den Farben Orange/Deep Golden Amber/Bright Rose (Pink)/Gelb/Leafgreen/Lagoonblue



CG-09 86 74 € 3,95

## Schneller als der Chip? Elektronisches Geschicklichkeits- und Reaktionsspiel „Brain Game“

NEU



So einfach kann stundenlanger Spielspaß sein – 4 LEDs, 4 Tasten, und los geht's. Wiederholen Sie die angezeigten Kombinationen so schnell wie möglich, auf 4 Levels unterschiedlich schwierig und schnell!

Dabei ist wählbar, ob das Spiel auch von Quittungsgeräuschen begleitet werden soll. Das batteriebetriebene Spielgerät kann einfach überallhin mitgenommen werden, sehr gut für lange Autofahrten oder Wartezeiten. Eine automatische Abschaltung sorgt für sparsamen Batteriebetrieb.

Abm. (B x H x T): 84 x 67 x 41 mm

Bausatz Brain Game  
Elektronisches Spiel MK159  
CG-10 67 28 € 13,95

Batterien (nicht im Lieferumfang):  
3x Micro (AAA/LR03)  
CG-10 65 01 Stück € 0,35

## Messen per WLAN – 2-Kanal-WLAN-Digital-Speicheroszilloskop für Tablet und PC



Jetzt geht es aufgeräumter auf dem Labortisch zu – das WFS210 braucht kein Verbindungskabel mehr zum anzeigenden PC! Es nimmt per WLAN mit Tablet- und Windows-PCs Verbindung auf, eine App ermöglicht die Bedienung, Anzeige und Auswertung auf dem Bildschirm des Computers.

Weitere Infos erhalten Sie auf Seite 110

2-Kanal-WLAN-Digitalspeicher-Oszilloskop WFS210  
Sie sparen € 70,-

CG-11 59 49 € 199,- € 129,-

## Eine Karte, viele exklusive Vorteile

- Versandkostenfreie Lieferung
- 3 % Preisnachlass
- Extra Jahresbonus

Jetzt bestellen und für ein Jahr lang profitieren. Alle Details unter:  
[www.elv-card.elv.de](http://www.elv-card.elv.de) ...at ...ch

## ELV-Card

Die Karte für Technikbegeisterte!

ELV-Kundennummer: 10-568973 ELV-Card-Kunde seit: 16.08.2004  
Name ELV-Card-Kunde: Max Mustermann

Jahresgebühr: € 20,- € 25,- CHF 40,-  
Best.-Nr. CG-05 93 88

## Können Schimmel verhindern – Luftentfeuchter



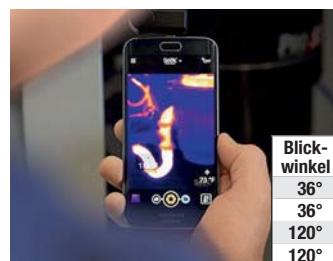
Das kennen sicher viele – man duscht früh ausgiebig, es bleibt aber keine Zeit, das Bad ausreichend zu lüften, wenn es denn überhaupt ein Fenster hat. Die Folge: Beläge und Schimmel in Fugen, Ecken, auf Oberflächen. ELV hat die passenden Lösungen für Ihre Klimaregelung.

Weitere Infos erhalten Sie auf Seite 105

① 72-W-Mini-Peltier-Luftentfeuchter  
CG-11 72 28 € 98,-

② 320-W-Kompressor-Luftentfeuchter  
CG-11 72 29 € 228,-

## Macht das Smartphone zur Wärmebildkamera



Finden Sie auf einfache Weise Wärmelecks, Kältebrücken, überheizte Teile! Mit dem Wärmebildkamera-Zusatz für Smartphones wird dies ganz einfach. Weitere Infos auf Seite 110

Blickwinkel	Wärmeerkennung	Anschluss	Best.-Nr.	Preis
36°	300 m	Lightning	CG-12 23 84	€ 299,-
36°	300 m	Micro-USB	CG-12 23 85	€ 299,-
120°	600 m	Lightning	CG-12 23 86	€ 349,-
120°	600 m	Micro-USB	CG-12 23 87	€ 349,-

## Energieverbrauch im Blick – HomeMatic Energie-Sensor für Smart Meter

Der Energie-Sensor für Smart Meter ergänzt das HomeMatic Energie-Sensor-System um einen weiteren Sensor, der die Daten an der optischen Schnittstelle eines Smart Meters erfasst und über die Zählersensor-Sendeeinheit HM-ES-TX-WM an die Zentrale des HomeMatic Systems ausgibt.

Smart Meter ersetzen als elektronische Stromzähler zunehmend mechanische Stromzähler. Viele elektronische Stromzähler geben die Stromverbrauchsdaten nach einem einheitlichen Protokoll (IEC 62056-21) über eine optische Schnittstelle aus. Diese Daten werden vom Energie-Sensor erfasst, über die Zählersensor-Sendeeinheit aufbereitet und der HomeMatic Zentrale per Funk zur weiteren Verarbeitung übergeben. Hier können die Daten für Anzeige- und Statistikzwecke ebenso verwendet werden wie für eine Gerätesteuerung.

- Optischer Sensor für Anbringung an der Norm-Schnittstelle von Smart Metern
- Magnetfuß für einfache Anbringung auf Metalladapter
- Datenerfassung nach IEC 62056-21 (alt: IEC-1107)
- Unterstützte Protokoll-Modi (durch HM-ES-TX-WM): A, B, C, D
- Spannungsversorgung durch Zählersensor-Sendeeinheit HM-ES-TX-WM

Wichtig: Für die Nutzung des Auslesekopfs ES-IEC in Verbindung mit dem HM-ES-TX-WM ist unbedingt das Aktualisieren mit der Gerätefirmware ab Version 1.1 und eine HM-Zentrale CCU2, Version ab 2.19 (Februar/März 2016) erforderlich. Ob der Zähler im Haus diesem Standard entspricht und welche Einstellungen in

der CCU2 erforderlich sind, lässt sich beim Energieversorger erfragen bzw. über Zählerhersteller und Typenbezeichnung recherchieren.

Alle Informationen zur Zählersensoreinheit HM-ES-TX-WM finden Sie auf Seite 104.



**Komplettbausatz Energie-Sensor für Smart Meter ES-IEC**

Lieferung ohne Tastkopfblech

CG-14 21 48 € 34,95

### Gleich mitbestellen:

#### Tastkopfblech für die EasyMeter

Das Tastkopfblech dient der lagerrichtigen und exakten Befestigung des HomeMatic Energie-Sensors ES-IEC am weit verbreiteten EasyMeter-Stromzähler.

CG-12 07 43 € 4,75



### TECHNISCHE DATEN

HM-Bezeichnung	ES-IEC
Protokoll	IEC 62056-21 (alt: IEC-1107)
Unterstützte Protokoll-Modi	A/B/C/D (durch HM-ES-TX-WM)
Übertragungsgeschwindigkeit	300–19.200 Bd
Serielle Datenübertragung	Halbduplex
Versorgungsspannung	3 und 6 V (über HomeMatic Sendeeinheit HM-ES-TX-WM)
Batterielebensdauer HM-ES-TX-WM mit ES-IEC	2 Jahre (typ.)
Gehäuse	Infrarot-Filterscheibe gegen Fremdlichteinflüsse
Temperaturbereich	5–35 °C
Zuleitung	1,5 m, 6-adrig mit Western-Modular-Stecker 6P6C
Magnetische Haltekraft (bei Nordpol nach außen)	auf Stahlplatte: 13 N, in einer Entfernung von 2 mm zur Stahlplatte: 3 N
Abm. (B x H x T)/Gewicht	32 x 40 x 20 mm/52 g (inkl. Zuleitung)

## HomeMatic Funk-Lichtsensor für Außenbetrieb

Der Lichtsensor erfasst in einem weiten Bereich die Umgebungshelligkeit und sendet den aktuellen Helligkeitswert periodisch an eine HomeMatic Zentrale.

Dieser Helligkeitswert kann für Steuerungsvorgänge in der Hausautomation herangezogen werden. Der Lichtsensor sendet in Abständen von 2 bis 3 min die erfassten Helligkeitswerte (in Lux) als zyklisches Messwerttelegramm an die HomeMatic Zentrale. Letztere ist für den Betrieb des Lichtsensors unbedingt nötig, er ist nur mit der Zentrale verknüpfbar.

- Lichtsensor für einen weiten Lichtstärkebereich von 0,1 lx bis 100 klx
- Stromsparendes Batteriebetrieb, bis 2 Jahre mit einem Batteriesatz
- Sensorkopf schwenk- und neigbar
- Einfache Verknüpfung in Zentralenprogrammen durch Lux-Wert-Auswertung
- Für Außenbetrieb geeignet, spritzwassergeschützt, IP44

**Komplettbausatz Funk-Lichtsensor für Außenbetrieb**

CG-14 27 23 € 49,95

Batterien (nicht im Lieferumfang):  
3x Mignon (AA/LR6)

CG-10 65 02 Stück € 0,35

### Steuert helligkeitsabhängig ...



## HomeMatic

### Technische Fragen? Wir helfen Ihnen gerne!

Für technische Fragen stehen Ihnen unsere Experten – vor und nach dem Kauf – gerne zur Verfügung (Mo.–Fr.: 9:00 – 19:00 Uhr).

E-Mail: [technik@elv.de](mailto:technik@elv.de)

0491/6008-245

0662/ 627-310

061/8310-100



## Wir wollen es wissen! Ihre Anwendungen und Applikationen

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

### Leserwettbewerb



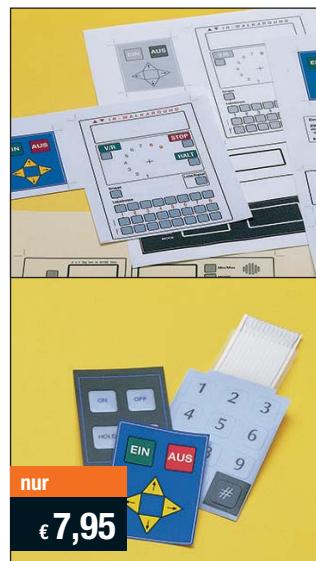
Jede veröffentlichte Anwendung wird mit einem Warenutschein in Höhe von 200 Euro belohnt.

Warengutschein  
€ 200,-

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

ELV Elektronik AG, Leserwettbewerb, 26787 Leer bzw. [leserwettbewerb@elvjournal.de](mailto:leserwettbewerb@elvjournal.de)

## Frontplatten selbst bedrucken – JetCal-Folien für Frontplatten



Selbst gebaute Geräte sind heute auch professionell einzukleiden – mit einer großen Auswahl an industriell gefertigten Gehäusen.

Damit das Outfit perfekt wird, gehört eine ebenso professionelle Frontplattenbeschriftung dazu. Dank moderner Computertechnik und hochwertiger Materialien gelingt dies auch „home-made“ mit Frontplattenfolien, die mit gängigen Tintenstrahldruckern in Profi-Qualität

Typ	Best.-Nr.	Preis
Für HP-Drucker, Basisfolie Silber	CG-04 13 73	€ 7,95
Für HP-Drucker, Basisfolie Weiß	CG-04 13 74	€ 7,95
Für Epson- und Canon-Drucker, Basisfolie Silber	CG-04 13 75	€ 7,95
Für Epson- und Canon-Drucker, Basisfolie Weiß	CG-04 13 76	€ 7,95
Rakel als Laminierhilfe	CG-04 13 77	€ 2,-

bedruckbar sind. JetCal-Folien sind eine Kombination aus einer speziell mit Tintenstrahldruckern bedruckbaren Injet-Druckfolie und einer doppelseitig klebenden weißen oder silberfarbigen Klebefolie. Die transparente Frontplatte wird spiegelbildlich bedruckt und rückwärtig auf die Klebefolie aufgeklebt. Die fertige Kombination ist dann bequem auf die bearbeitete Frontplatte aufzukleben. Für die absolut plane Lage der Frontplattenfolie ohne Luftblasen sorgt ein optional lieferbares Rakel, mit dem die fertige Folienkombination glatt gestrichen und von eventuellen Luftblasen befreit wird.

Einsteigerpaket mit Anleitung und je 1 Druckfolie und 1 Basisfolie, DIN A4.

## Mehr Wissen in Elektronik – Das ELVjournal Online



Laden Sie sich unsere Platinenvorlagen (auch doppelseitige) bequem per Internet herunter! Wir halten alle aktuellen Platinenvorlagen als PDF-File auf unserer Website des ELVjournal für Sie bereit.

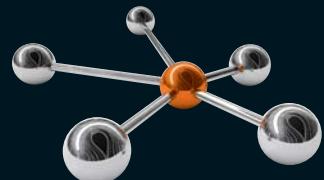
Damit stehen in der Regel alle, auch die übergroßen und doppelseitigen Platinenvorlagen, der aktuellen Ausgaben des ELVjournal zur Verfügung. Sie können gegenüber der herkömmlichen Folie beliebig oft eingesetzt, auf dem von Ihnen gewünschten Medium ausgedruckt und bequem jahrelang im Computer archiviert werden. Die Daten liegen im gebräuchlichen PDF-Format vor, sind also mit jedem „Acrobat Reader“ ab Version 3.0 zu öffnen und auszudrucken. Beste Ergebnisse erreichen Sie beim Ausdruck auf den von uns angebotenen Laser- und Inkjet-Folien. Hiermit sind besonders hohe Maßhaltigkeit und Kantschärfe erreichbar.



[www.elvjournal.de](http://www.elvjournal.de)

## ELV-Technik-Netzwerk – jetzt kostenlos anmelden

Knüpfen Sie wertvolle Kontakte – schon über 46.700 Mitglieder\* im ELV-Technik-Netzwerk. Profitieren Sie von der Kompetenz unserer Kunden und Mitarbeiter! Werden Sie Mitglied und diskutieren Sie interessante Themen und Produkte.



[Kontakte knüpfen!](#)

[Notruffunktion](#)

- Über 38.000 Beiträge zu über 9.200 Themen
- Notruffunktion: Ihr Technik-Notruf ist 24 Stunden an prominentester Stelle sichtbar – so steigt die Wahrscheinlichkeit für schnelle Hilfe
- Mitglieder- und Expertensuche: Finden Sie Mitglieder und Experten mit gleichen Interessen oder dem Fachwissen, das Sie suchen

\*Stand: 10.02.2016



[www.netzwerk.elv.de](http://www.netzwerk.elv.de)

## Aktuelle News und Infos für noch mehr Wissen:



[www.facebook.com/  
elvElektronik](http://www.facebook.com/elvElektronik)



[plus.google.com/  
+ElvDeShop](http://plus.google.com/+ElvDeShop)



[www.twitter.com/  
elvElektronik](http://www.twitter.com/elvElektronik)

Die ausführlichen AGB lesen Sie bitte im Web-Shop unter: [www.agb.elv.de](http://www.agb.elv.de)

### 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 des Vertragsschlusses. 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.htm](http://www.elv.de/widerrufsformular-1.htm) 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 zurück erhalten 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 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 Illustrationen 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

### Muster Widerrufsformular

(Wenn Sie den Vertrag widerrufen wollen, dann füllen Sie bitte dieses Formular aus und senden Sie es zurück.)

- An ELV Elektronik AG, Maiburger Str. 29–36, 26789 Leer, Telefax: 0491/7016, E-Mail: [widerruf@elv.de](mailto:widerruf@elv.de)
- Hiermit widerrufe(n) ich/wir (\*) den von mir/uns(\*) abgeschlossenen Vertrag über den Kauf der folgenden Waren (\*)/die Erbringung der folgenden Dienstleistung (\*)
- Bestellt am (\*)/erhalten am (\*)
- Name des/der Verbraucher(s)
- Anschrift des/der Verbraucher(s)
- Unterschrift des/der Verbraucher(s) (nur bei Mitteilung auf Papier)
- Datum
- (\*) Unzutreffendes streichen

### ■■■ Zahlen ganz bequem

Die Zahlungsoptionen entnehmen Sie bitte der Bestellkarte. Die Katalogpreise sind Endpreise in € inkl. der Zeitpunkt der Erstellung (Februar 2016) gültigen gesetzlichen Mehrwertsteuer (wird auf der Rechnung gesondert ausgewiesen) zzgl. evtl. Versandkosten, Zollgebühren.

■■■ Bei Büchern kommt der auf dem Buch angegebene Euro-Preis für Österreich/Schweiz zur Verrechnung. Mit Erscheinen einer neuen Ausgabe des „ELV-journal“ bzw. des ELV-Kataloges verlieren alle früheren Angebote ihre Gültigkeit. Die gelieferte Ware bleibt bis zur vollständigen Bezahlung Eigentum von ELV.

■■■ Die Rechnungsstellung erfolgt bis auf Weiteres in CHF. Die Umrechnung erfolgt zu einem festen Kurs von CHF 1,15 für € 1, (Stand: 29.02.2016, die aktuellen Schweizer Preise entnehmen Sie bitte unserem Web-Shop [www.elv.ch](http://www.elv.ch)). Ihr Vorteil: Sie beziehen die Ware zu günstigen Konditionen auf Basis der deutschen Preise und können wie gewohnt in Schweizer Franken bezahlen. Bei Büchern kommt der auf dem Buch angegebene Preis in Landeswährung zur Verrechnung. Unsere Angebote sind freigleich. 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.

Vorab können Sie unsere Allgemeinen Geschäftsbedingungen im Internet unter ■■■ [www.agb.elv.de](http://www.agb.elv.de) ■■■ [www.agb.elv.de](http://www.agb.elv.de) einsehen oder telefonisch anfordern.

Wiederverkäufern senden wir gerne unsere Händlerkonditionen: Tel: +49 (0)491/6008-415.

#### ■■■ Bankenzug

Bei Zahlung per Bankenzug (SEPA-Basislastschrift) hat der Kunde bei erstmaliger Bestellung seine Bestellung schriftlich mittels Bestellschein, Bestellkarte, Fax 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 1 Tag verkürzt. Die der ELV Elektronik AG gewährte Einzugsermächtigung ist jederzeit widerrufbar.

#### ■■■ Vorkasse

Bitte senden Sie uns erst Ihren Auftrag und warten Sie auf die Rechnung, bevor Sie den Bezug überweisen. Vergessen Sie nicht, die Rechnungs-Nr. auf dem Überweisungsträger anzugeben.

#### ■■■ Nachnahme

Bei Lieferung per Nachnahme zahlen Sie direkt bei Annahme der Lieferung an den Zusteller. Das Nachnahmegerät wird auf der Rechnung berücksichtigt. Das Übermittlungsentgelt (Deutsche PostAG € 2,–) wird direkt an den Zusteller gezahlt. Die Nachnahmegebühren liegen nicht im Einflussbereich von ELV.

#### ■■■ Kreditkarte

Begleiten Sie Ihre Rechnung einfach mit Ihrer Master-, Visa-Card oder American Express. Bei Ihrer Bestellung geben Sie Ihre Kreditkarten-Nummer, die Gültigkeitsdauer und die Prüfziffer an.

#### ■■■ Liefern schnell und sicher

Ist ein bestellter Artikel nicht sofort lieferbar, informieren wir Sie über den voraussichtlichen Lieftermin. Die Kosten für den Transport übernimmt zum Teil die ELV Elektronik AG. Für Aufträge in Deutschland unter € 150,– (Österreich € 150,–/Schweiz CHF 250,–) berechnen wir eine Versandkostenpauschale in Höhe von € 5,95 (Österreich € 6,95, Schweiz: CHF 9,95).

Ab einem Warenwert von € 150,– in Deutschland (Österreich € 150,–/Schweiz CHF 250,–) trägt die ELV Elektronik AG die Versandkostenpauschale in Höhe von € 5,95 (Österreich € 5,95, Schweiz: CHF 9,95). Bei Lieferung per Nachnahme trägt der Kunde die in diesem Zusammenhang anfallenden Gebühren. Lediglich bei Sonderwünschen (Luftpost, Express, Spedizioni) berechnen wir die anfallenden Mehrkosten. Nachlieferungen erfolgen versandkostenfrei.

### ELV Elektronik weltweit

■■■ Für Belieferungen in die Schweiz und nach Österreich gelten Sonderregelungen, die auf den Bestellkarten ausführlich erläutert sind.

Kunden außerhalb Deutschlands beliefern wir ebenfalls direkt. Hierbei kommen die Preise des deutschen Katalogs zum Ansatz, in denen die jeweils geltende deutsche Mehrwertsteuer bereits enthalten ist.

Für Firmenkunden aus der EU mit UST-ID-Nr. und für Kunden aus allen anderen Ländern ziehen wir die deutsche Mehrwertsteuer automatisch ab. Sie zahlen per Vorauskasse. Wir berechnen die tatsächlichen Transport- und Versicherungskosten und wählen eine kostengünstige Versandart für Sie (Sonderregelung für Österreich und Schweiz, Infos auf Anfrage).

■■■ Bitte beachten Sie, dass einige Produkte aus dem ELV-Programm aufgrund spezieller Normen und Vorschriften sowie vertriebsrechtlichen Gründen in Österreich/der Schweiz nicht ausgeliefert werden können. Dies gilt teilweise für Geräte, die an Postnetz angeschlossen werden sowie Sende- und Empfangsanlagen. Wir benachrichtigen Sie, falls eine Ihrer Bestellungen hier von betroffen sein sollte.

### Auskünfte zu Zahlungsverhalten

Zur Auftragsabwicklung speichern wir die personenbezogenen Daten. Ggf. beziehen wir Informationen zu Ihrem bisherigen Zahlungsverhalten sowie Bonitätsinformationen auf der Basis mathematisch-statistischer Verfahren von der Creditreform Boniversum GmbH, Hellersbergstr. 11, 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.

### Datenschutz

#### Hinweis zu § 28 b Nr. 4 BDSG

Zum Zweck der Entscheidung über die Begründung, Durchführung oder Beendigung des Vertragsverhältnisses erheben oder verwenden wir wahrscheinlich-

keitswerte, in denen Berechnung unter anderem Anschriftdaten einfließen.  
Weitere Infos im ELV-Web-Shop: [www.elv.de](http://www.elv.de).

### Impressum

#### Herausgeber:

ELV Elektronik AG, 26787 Leer, Deutschland  
Telefon 0491/6008-0, Fax 0491/7016  
E-Mail: [redaktion@elv.de](mailto:redaktion@elv.de)

#### Chefredaktion:

Prof. H.-G. Redeker, verantw.

#### Verlagsleitung:

Heinz Wiemers

#### Anzeigen-Redaktion:

Meike von Baur, verantw.

#### Erscheinungsweise:

zweimonatlich, jeweils zu Beginn der Monate Februar, April, Juni, August, Oktober, Dezember

#### Technisches Layout:

Zwischen Hella, Wolfgang Meyer, Annette Schulte, Dipl.-Ing. (FH) Martin Thoben

#### Satz und Layout:

Franziska Giesselmann, Nadine Möhlmann, Andrea Rom

#### Redaktion:

Markus Battermann (M. Eng.), Dipl.-Ing. (FH) Karsten Beck, Dipl.-Ing. Bartholomäus Beute, Dipl.-Ing. (FH) Hans-Jürgen Boekhoff, Wilhelm Brückmann, Thomas Budrat, Dipl.-Ing. (FH) Gerd Busboom, Markus Cramer (M. Sc.), Dipl.-Ing. (FH) Timo Friedrichs, Dipl.-Ing. (FH) Frank Graß, Alfred Grobelnik, Dipl.-Ing. Bernd Grohmann, Dipl.-Ing. (FH) Fredo Hammieders, Lothar Harberts, Volkmar Hellmers, Dipl.-Ing. (FH) Christian Helm, Stefn Körte, Dipl.-Ing. (FH) Karsten Loof, Heiko-Tammo Meyer (M. Eng.), Dipl.-Inf. (FH) Christian Nicolaus, Dipl.-Ing. (FH) Thorsten Reck, Helga Redeker, Dipl.-Ing. (FH) Keno Reiß, Dipl.-Ing. (FH) Ernst Richter, Dipl.-Wi-Inf. (FH) Frank Sanders, Dipl.-Ing. (FH) Lothar Schäfer, Bastian Schmidt (B. Eng.), Udo Schoon (M. Eng.), Dirk Stüber, Dipl.-Ing. (FH) Heiko Thiel, Stefan Weber (M. Sc.), Dipl.-Ing. (FH) Thomas Wiemers, Dipl.-Ing. (FH) Markus Willenborg, Dipl.-Ing. Wolfgang Willinghöfer, Florian Willems (M. Sc.), Sebastian Witt (B. Eng.), Dipl.-Ing. (FH) Matthias Ysker

**Lithografie:** KruseMedien GmbH, 48891 Vreden  
Telefon: 02564-5686110, Fax: 02564-5686198  
Verantwortlicher: Udo Wesseler

**Druck:** Vogel Druck und Mediendienste, 97204 Höchberg

#### Abonnementpreis:

6 Ausgaben Deutschland € 29,95,  
Österreich € 36,70, Schweiz € 37,50  
(inkl. Versandkostenanteil), Ausland € 52,40

#### Bankverbindungen:

Commerzbank Emden, BIC: COBADEFXXX  
IBAN: DE11 2844 0037 0491 3406 00,  
Postbank Hannover, BIC: PBNKDEFF  
IBAN: DE55 2501 0030 0335 8163 08

#### Urheberrechte:

In diesem Magazin veröffentlichten Beiträge einschließlich der Platinen sind urheberrechtlich geschützt. Eine auch auszugsweise 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 warenzeichenmäßig benutzt werden dürfen.

#### Eingesandte Beiträge:

Der Herausgeber ist nicht verpflichtet, unverlangt 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, Herstellung und Inbetriebnahme von Sende- und Empfangseinrichtungen sind zu beachten.

#### Haftungsausschluss:

Der Herausgeber übernimmt keine Haftung für die Richtigkeit der veröffentlichten Schaltungen und sonstigen Anordnungen sowie für die Richtigkeit des technischen Inhalts der veröffentlichten Aufsätze und sonstigen Beiträge.

Bitte nennen Sie uns bei Bestellungen:

► Kundennummer ► Bestell-Nr. ► Zahlungswunsch

Deutschland	Österreich	Schweiz
-------------	------------	---------

**Bestellen** (Montag bis Freitag 8.00–19.00 Uhr)

Telefon	0491/6008-88	0662/624-084	061/9711-344
Fax	0491/7016	0662/624-157	061/9711-341
Internet	<a href="http://www.elv.de">www.elv.de</a>	<a href="http://www.elv.at">www.elv.at</a>	<a href="http://www.elv.ch">www.elv.ch</a>
E-Mail	<a href="mailto:bestellung@elv.de">bestellung@elv.de</a>	<a href="mailto:bestellung@elv.at">bestellung@elv.at</a>	<a href="mailto:bestellung@elv.ch">bestellung@elv.ch</a>
Versandkosten	€ 5,95	€ 5,95	CHF 9,95
Versandkostenfrei*	ab € 150,–	ab € 150,–	ab CHF 250,–

**Technische Beratung** (Montag bis Freitag 9.00–19.00 Uhr)

Telefon	0491/6008-245	0662/627-310	061/8310-100
Fax	0491/6008-457	0662/624-157	061/9711-341
E-Mail	<a href="mailto:technik@elv.de">technik@elv.de</a>	<a href="mailto:technik@elv.at">technik@elv.at</a>	<a href="mailto:technik@elv.ch">technik@elv.ch</a>

**Kundenservice** (Montag bis Freitag 8.00–19.00 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.)

Telefon	0491/6008-455	0662/624-084	061/9711-344
Fax	0491/6008-459	0662/624-157	061/9711-341

**Kontostand**

E-Mail	<a href="mailto:konto@elv.de">konto@elv.de</a>	<a href="mailto:konto@elv.at">konto@elv.at</a>	<a href="mailto:konto@elv.ch">konto@elv.ch</a>
Fax	0491/6008-316	0662/624-157	061/9711-341

\* siehe oben: „Liefern schnell und sicher“



## Batteriebetriebene HomeMatic Statusanzeige mit E-Paper-Display

Die Funk-Statusanzeige mit 1,5"-Electronic-Paper-Display hat neben der Funktion eines elektronisch beschriftbaren 2fach-Funk-Wandsenders die zusätzliche Funktion, u. a. die Zustände von Geräten, die über HomeMatic gesteuert werden, mithilfe von Texten und Icons zu visualisieren.

Über die WebUI-Anbindung an eine HomeMatic-Zentrale ist nicht nur eine Zuordnung der Meldungen, Texte und Icons möglich, sondern auch eine Nutzung, z. B. als „Leaving Home“-Taster.

Der Einsatz eines E-Paper-Displays macht einen besonders stromsparenden Betrieb mit langen Batterielaufzeiten möglich.



## Universell einsetzbare HomeMatic Innensirene

Die für den Wohnbereich konzipierte Sirene bietet vier separate Kanäle für direkt verknüpfbare Sensorgruppen und die Scharfschaltung, sie ergänzt das HomeMatic-System um eine weitere Sicherheitskomponente. Für jede der drei Alarmgruppen kann ein individuelles akustisches Alarmsignal sowie ein LED-Lichtsignal konfiguriert werden.

## Frequenzzähler FC 8000, Teil 3

Nachdem im zweiten Teil des Artikels die einzelnen Schaltungsabschnitte der Spannungsversorgung, des Mikrocontrollers und der Bedien- und Anzeigeneinheit erläutert wurden, beschäftigt sich der dritte Teil mit der restlichen Schaltungsbeschreibung des FC 8000. Es werden die drei einzelnen Messeingänge und das eigentliche Zählwerk erläutert.

Schaltungsbeschreibung des FC 8000. Es werden die drei einzelnen Messeingänge und das eigentliche Zählwerk erläutert.



## 2-Kanal-Temperatur-Datenlogger TDO200

Der 2-Kanal-Temperatur-Datenlogger TDO200 erfasst und speichert für einen Zeitraum von bis zu 180 Tagen die Messdaten von bis zu zwei K-Type-Thermoelementen zur Temperaturmessung.

Durch das farbige OLED-Display ist eine grafische und statistische Analyse der Messwerte direkt am Gerät möglich. Zusätzlich ist ein Auslesen der Daten über die Mini-USB-Schnittstelle und eine Auswertung am PC möglich.



## LED-RGBW-Repeater/Booster

Mit diesem Verstärker kann die Ausgangsleistung von Lichtsteuergeräten mit PWM-Ausgängen gesteigert werden. Durch vier unabhängige Verstärkerstufen ist diese Schaltung auch in RGBW-Installationen einsetzbar. Optokoppler sorgen für die galvanische Trennung der Erweiterungseinheiten voneinander.



## HomeMatic Know-how, Teil 15

Das HomeMatic-System macht den Aufbau einer Rollladensteuerung inklusive Anwesenheitssimulation einfach. Zusätzlich wird hier der neue HomeMatic-Lichtsensor in das System eingebunden.

## Arduino verstehen und anwenden, Teil 15

Nachdem in diesem ELVjournal die Ansteuerung von mehrstelligen 7-Segment-Anzeigen diskutiert wurde, wird im nächsten Teil die LED-Punktmatrix-Displaytechnologie im Vordergrund stehen. Durch Zusammenfügen mehrerer Matrixeinheiten können auch größere Displays aufgebaut werden, bis hin zu den bekannten Mega-Werbeplatten auf öffentlichen Plätzen, Flughäfen oder Bahnhöfen.

## HomeMatic App

So individuell wie das eigene Haustechnik-System wünscht man sich auch die Bedienung dazu. Hier hat jeder andere Ansprüche. Wir zeigen, wie man eine völlig individuelle App für Android, iOS, Windows und OS X erstellt, per Drag & Drop, mit eigenen Bedienelementen, Grafiken und individuellem Look & Feel.

## Smart Home – Hausautomation mit Zukunft

Smart Home ist längst kein Schlagwort für einen Technik-Hype mehr, vielmehr entwickelt sich die intelligente Haustechnik zum Standard wie eine moderne Heizung, die Elektroinstallation im Haus oder die Allgegenwart des Smartphones. Wir diskutieren Sinn und Nutzen der Smart-Home-Technik, zeigen die Systeme und widmen uns auch den Themen Sicherheit und Dokumentation.

## HomeMatic und Medienerziehung

Die eigenverantwortliche Mediennutzung durch Kinder unterstützen und fördern – die Technik hilft dabei, Vereinbarungen einzuhalten, zu kontrollieren und die Mediennutzung zu steuern.

**Das ELVjournal 3/2016 erscheint am 25.05.2016**

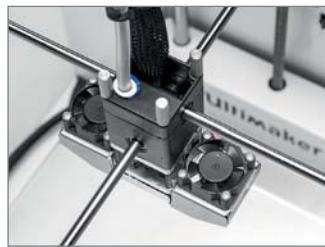
# FERTIGEN SIE IHRE WERKSTÜCKE SELBST!



NEU

VIDEO  
ONLINE

Hohe Druckgeschwindigkeit, extrem kleine Schichthöhe, großes Druckvolumen, USB-Anbindung sowie der computerunabhängige Druck von SD-Karten machen den Ultimaker 2+ zum Spitzengerät unter den 3D-Druckern für den Heimgebrauch.



Optimiertes Kühlen



Verbesserter Feeder



Wechselbare Düse



Kostenlose Software Cura

## Der verbesserte Nachfolger des Ultimaker 2 – 3D-Drucker Ultimaker 2+

Der Ultimaker 2+ wird als Fertigerät geliefert. Ohne zeitaufwendiges Zusammenbauen können Sie sich sofort dem 3D-Druck widmen.

Die schnell austauschbaren Düsen mit den Durchmessern 0,25, 0,4, 0,6 und 0,8 mm ermöglichen eine flexible Nutzung des Druckers. Filigrane Modelle oder Modellteile drucken Sie mit der 0,25-mm-Düse aus. Für den schnellen Ausdruck großer Modelle eignet sich die 0,8-mm-Düse.

### Leistungsstarke Heizpatrone

Der Ultimaker 2+ ist mit einer stärkeren Heizpatrone als der Ultimaker 2 ausgestattet. Die Düse heizt sich schneller auf. Auch bei größeren Düsendurchmessern können Sie nun schnelle Druckgeschwindigkeiten nutzen.

### Kraftvoller und präziser Feeder

Der Feeder des Ultimaker 2+ punktet mit verbesserter Kraftübertragung durch Zahnräder, leichter Anpassung an die unterschiedlichen Filamente und einfacher Wartung.

### Verbessertes Hot End

Das federlose Design des Hot Ends verringert die Belastung des PTFE-Couplers.

**Druckt mit vielen Filament-Materialien**  
Der Ultimaker 2+ verwendet nahezu jedes gängige Filament-Material. Dank beheiztem Druckbett sind auch 3D-Drucke mit ABS-Filamenten möglich.

### Kostenlose 3D-Software

Die Open-Source-3D-Software Cura verarbeitet gängige 3D-Formate wie STL, OBJ, DAÉ und AMF. Sie können die Software direkt von der Hersteller-Website herunterladen. Die Vielzahl der Formate lässt Sie Teil der internationalen Maker-Bewegung werden. Auf Portalen wie [www.youmagine.com](http://www.youmagine.com) stehen die 3D-Daten vieler Gegenstände zum Herunterladen zur Verfügung.

- Sofort verwendbares Fertigerät: kein zeitaufwendiger Zusammenbau nötig
- Bewährtes 3D-Druckverfahren FDM (Fused Deposition Modeling – Schmelzschichtung)
- Druckt 3D-Modelle bis zu einem Format von 230 x 225 x 205 mm
- Verwendet Filamente mit Ø 2,85 mm

aus PLA, ABS, Nylon, Flex, Laywood (recyceltem Holz mit Bindemittel), Laybrick (Sandstein mit Bindemittel) (3-mm-Filament kann auch zum Drucken verwendet werden)

- Leiser 3D-Druck mit rund 49 dB (Betriebslautstärke)
- Beheiztes Druckbett ermöglicht Verwendung von ABS-Filamenten
- Hohe 3D-Druckgeschwindigkeit bis zu 300 mm/s
- Aktiv gekühlte Druckerdüse für präzisen und schnellen Ausdruck
- Gegenüber Ultimaker 2 verbesserte und stärkere Heizpatrone: schnelles Aufheizen der Düse, schnellerer Druck auch mit größeren Düsen-durchmessern
- Gegenüber Ultimaker 2 verbesserte Feeder: Kraftübertragung durch Zahnräder, Einstellmöglichkeiten von leicht (z. B. für flexible Filamente) bis sehr kräftig
- Gegenüber Ultimaker 2 vereinfachte Halterung für die Glasplatte
- Ausdruck von 3D-Modell-Dateien via

SD-Karte oder USB-Verbindung mit PC/Mac

- Gegenüber Ultimaker 2 verbessertes Design des Hot Ends
- Druckt filigrane Gegenstände mit Schichtstärken bis zu 0,02 mm
- LED-beleuchteter Bauraum für einfache Kontrolle des Druckvorgangs
- Kostenlose Open-Source-3D-Software Cura zum Herunterladen
- Systemvoraussetzungen: Windows (ab XP), Mac OS 10.6 oder höher, Ubuntu Linux 12.10 oder höher

### Lieferumfang

- 1x EU-Netzteil und Anschlussleitung
- 1x USB-Kabel für Firmware-Updates
- 1x Gebrauchsanleitung (Englisch)
- 1x Filamentspule PLA (750 g)
- 1x SD-Karte
- 1x Klebestift
- 1x Schmiermittel (für die Z-Achse)
- 1x Inbusschlüssel
- 1x Olsson-Block

Typ	Druckgröße	Abm.(B x H x T)	Gewicht	Best.-Nr.	Preis
Ultimaker 2+	230 x 225 x 205 mm	358 x 389 x 338 mm	11,2 kg	CG-12 29 96	€ 2299,-
Ultimaker 2 Extended+	223 x 223 x 305 mm	357 x 488 x 342 mm	12,3 kg	CG-12 29 97	€ 2999,-

Weitere 3D-Drucker finden Sie unter [www.3D-Drucker.elv.de](http://www.3D-Drucker.elv.de)

# Lichteffekte für Kreative

## Spannendes LED-Selbstbauprojekt mit WS2812B-RGB-LEDs



Mit WS2812B-LED-Streifen und passenden LED-Controllern von ELV können Sie sich mit überschaubarem Aufwand eine preisgünstige LED-Wand bauen, die Sie per kostenloser PC-Software jederzeit individuell mit spannenden Effekten programmieren können.

Bei Verwendung des LED-Players mit microSD-Kartenslot können selbst erstellte Effekte auch ohne PC-Verbindung abgespielt werden. Für das Gehäuse können Sie beliebiges Holz oder Kunststoff verwenden. Eine passende Plexiglas-Frontplatte können Sie sich individuell anfertigen lassen (siehe Tabelle unten).



**Ein kostenlosen Fachbeitrag und eine Bauanleitung finden Sie unter: [www.elvjournal.de!](http://www.elvjournal.de) Einfach Webcode #1407 im Suchfeld eingeben, um dorthin zu gelangen!**



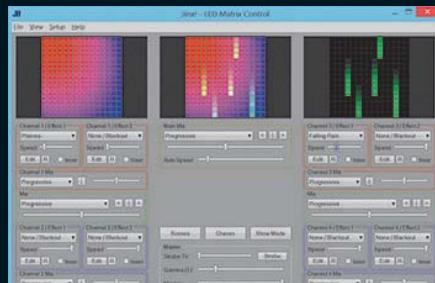
**Programmierung mit kostenloser PC-Software**

**Betrieb auch ohne Anschluss an PC möglich**

**Jede LED einzeln ansteuerbar**



Tolle Arbeit von René Heller: das Matrix-Controller-Programm Glediator. Auch (Lauf-)Texte können in die Effekte eingebunden werden.



Das Programm Jinx! von Sven Karschewski – hier erkennt man gut die Effektmischung der einzelnen Kanäle im Summenkanal (Mitte).



**RGB-LED-Streifen mit WS2812B-LEDs, flexibel**



Jede LED einzeln über die zum System passenden Controller ansteuerbar – für tolle Lichteffekte. Ordnet man z. B. mehrere Teilstücke des LED-Streifens in einer 2D-Matrix an, so kann man über die LED-Controller des Systems Effekte erzeugen.

- RGB-LED-Streifen mit 30 bzw. 60 LEDs/m. (Typ 5050 SMD), jede LED einzeln abtrennbar
- IP-Schutzart: IP20
- Versorgungsspannung: 3,5–5,3 V
- Streifenbreite: 11 mm
- Stromaufnahme: max. 20 mA pro LED
- Hochflexibel

**Mit microSD-Kartenslot – LED-Player für WS2812B-LEDs**



Der LED-Player spielt zuvor am PC erstellte Lichteffekte und Farbmuster für die WS2812B-LED von einer microSD-Karte ab, so kann der Betrieb der Lichteffekte auch unabhängig von einem vorhandenen PC erfolgen.

- 32-Bit-Cortex-M3
- 2-Tasten-Bedienung
- Kartenslot, SDHC-microSD, bis 32 GB
- 512 max. steuerbare LEDs
- Mini-USB-Anschluss
- 5 Vdc Versorgungsspannung Abm. (B x H): 40 x 14 mm

Alle Infos sowie weitere Controller/Player zur Ansteuerung von WS2812B-LEDs finden Sie im ELV-Web-Shop.

**Wasserdicht und kompakt – IP67-Netzteil 5 V/8 A**



Das starke Konstantspannungsnetzteil ist ab Werk mit 100 % Last vorgetestet.

- Weitbereichs-Netzteil (90–264 V/47–63 Hz) mit 5 V Ausgangsspannung bei 8 A Laststrom
- Sehr geringe Restwelligkeit – perfekt für empfindliche Digitalschaltungen
- Zahlreiche Schutzschaltungen: Kurzschluss-, Überlast- und Überspannungsschutz
- Weiter Einsatztemperaturbereich: -30 bis +70 °C
- Wasserfest (IP67), vibrationsfest

Abm. (B x H x T): 162,5 x 42,5 x 32 mm

**Für das WS2812-LED-Selbstbauprojekt benötigen Sie folgende Komponenten:**

Bezeichnung	Kurzbeschreibung	Best.-Nr.	Preis
<b>RGB-LED-Streifen</b>	4 m, 240 LEDs	CG-11 77 43	€ 64,95
<b>LED-Player</b>	spielt Lichteffekte und Farbmuster von einer microSD-Karte ab	CG-11 77 42	€ 24,90
<b>microSD-Speicherkarte 4 GB</b>	Class 10	CG-11 46 12	€ 3,95
<b>60-W-LED-Netzteil 5 VDC</b>	Weitbereichs-Netzteil (90–264 V/47–63 Hz) mit 5 V Ausgangsspannung bei 8 A Laststrom	CG-12 08 66	€ 22,95
<b>Netzkabel</b>	Eurostecker auf abisolierte Kabelenden mit Aderendhülsen 1,5 m, schwarz	CG-10 15 54	€ 1,15
<b>Wagoklemmen Typ 222</b>	wieder lösbar, 3 Klemmstellen, 3 x 0,08–2,5 mm <sup>2</sup> , 10er-Pack	CG-11 71 54	€ 3,95
<b>Laborkarte 710/5</b>	Laborkarten in EC-Karten-Größe (100 x 160 mm), 1,5 mm stark	CG-00 85 54	€ 1,70
<b>USB-Kabel</b>	USB 2.0 Hi-Speed Kabel, USB-Stecker auf Mini-USB-Stecker, schwarz, 3 m	CG-12 00 55	€ 3,95
<b>Kabelscheide für Zugentlastung</b>	zum Unterklemmen von Kabeln	CG-01 44 10	€ 0,10
<b>Frontplatte</b>	Evonik Plexiglas GS, 3 mm, mittelgrau 7C83 auf <a href="http://www.modulor.de">www.modulor.de</a> oder <a href="http://www.plexiglas-shop.com">www.plexiglas-shop.com</a>	–	–
<b>Rahmen</b>	Spezifikation siehe Bauanleitung	–	–