

ELV[®] journal

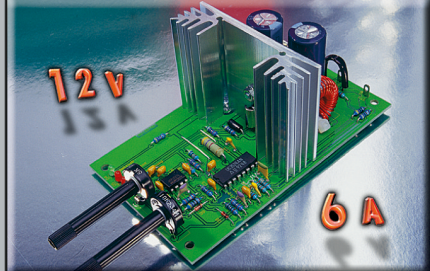


Mini-Schaltungen



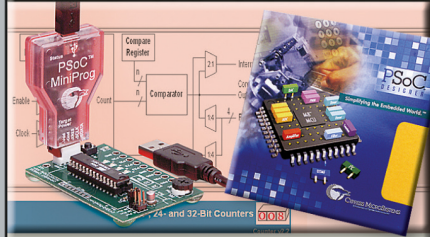
LED-Stripes
Universelle LED-Module für den Einbau in Schränke, Vitrinen oder als Warmbeleuchtung

Stromversorgung



DC/DC-Leistungskonverter
6 A-Step-down-PWM-Schaltregler zum Anschluss an Labornetzgeräte

PC-Technik



PSoC™-Programmable System on Chip
Im Baukasten-Prinzip zur eigenen Applikation auf einem Chip - Mikrocontroller mit konfigurierbaren Analog- und Digitalblöcken

Schimmelpilz-Wächter

Prävention statt Nachsorge



ELV-Taupunktsensor TS 2

Mehr Wissen in Elektronik

- | | | | |
|---|---|--|---|
| Haustechnik | PC-Technik | Stromversorgung | Weitere Highlights |
| <ul style="list-style-type: none"> • Markisensteuerung • Dimmer für LED-Module • Transponder-Schaltmodul | <ul style="list-style-type: none"> • 230-V-USB-Schaltinterface • Java™-Control-Unit | <ul style="list-style-type: none"> • Akku-Ladegerät für alle akt. Akkutechnologien • Einschaltstrombegrenzer | <ul style="list-style-type: none"> • Funk-Audio-/Video-Umschalter • Neue Lichttechnik: LEDs |

Schweiz Sfr 9.20 / Niederlande € 5.90 / Luxemburg € 5.80 / Belgien € 5.80 / Österreich € 5.95

Videotechnik

Audio-Video-Selector AVS 5 38

Haustechnik

- ▶ Taupunktsensor TS 2 6
- Automatische Markisensteuerung 54

Lichttechnik

Leuchtbänder für alle Fälle – LED-Strips ... 10
Dimmer für LED-Module 13

PC-Technik

Computer-Schaltinterface CSI 8, Teil 2 25
PSoC™ – Programmable System-on-Chip ... 31
Java™-Control-Unit mit
JControl-Technologie, Teil 4 64

Sicherheitstechnik

- ▶ Passiv-Transponder-Schaltmodul 76

Stromversorgung

- ▶ DC/DC-Leistungskonverter 34
- Akku-Lade-Center
ALC 8500 Expert/ALC 8000 60

ELV-Serien

So funktioniert's:
Satellitenempfang, Teil 3 16
Das Licht vom Chip – vom „Anzeigelämpchen“
zur Straßenbeleuchtung 47
Digitale Signale – Funktionsdecoder in
der Modellbahntechnik 68
Praktische Schaltungstechnik:
▶ DC-Einschaltstrombegrenzung 72

Rubriken

Die Neuen 82
Bestellhinweise,
Kundendienst, Impressum 113
Vorschau auf die nächste Ausgabe 114

- ▶ besonders leicht nachbaubar

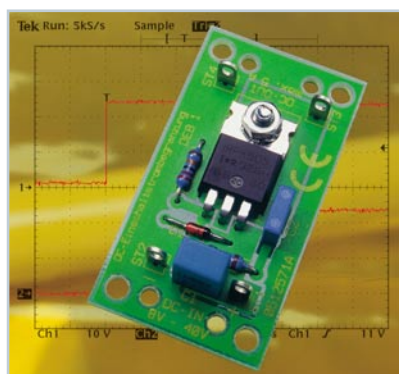


▲ **Akku-Lade-Center ALC 8500 Expert/ALC 8000**
Die neue Top-Ladegeräteserie von ELV – lädt mit 8 Programmen und bis zu 5 A auf bis zu 4 Kanälen alle gängigen Akkutypen, ist updatefähig, mit USB-Schnittstelle, Datenlogger, Ri-Messfunktion ... Seite 60



◀ **DC/DC-Leistungskonverter**
Macht mehr aus Ihrem Netzgerät – generiert z. B. aus 30 V/3 A eines Standard-Netzgerätes 3–12 V mit bis zu 6 A!
Seite 34

▶ **Dimmer für LED-Module**
Leistungsfähiger PWM-Dimmer für das Dimmen von LED-Anordnungen – bis 1,5 A und feineinstellbar
Seite 13



◀ **DC-Einschaltstrombegrenzung**
Wirksame kleine Schutzschaltung gegen zu hohe Einschaltstromimpulse (bis 260 A) von DC-Verbrauchern
Seite 72

▶ **Digitale Signale – Funktionsdecoder in der Modellbahntechnik**
Technik, Funktion und Einsatz von Digitaldecodern in der Modellbahntechnik
Seite 68





▲ Automatische Markisensteuerung
Für das wetter- und raumklimaabhängige Ein- und Ausfahren von Markisen – mit Regen-, Sonnen- und Windsensor, Thermostat- und Funksteuerung
Seite 54



▲ Audio-Video-Selector AVS 5
Der Problemlöser für die heimische Videotechnik – mit automatischer Quellenwahl, RGB- und S-Video-Aufschaltung, Aufnahmeoptionen ...
Seite 38

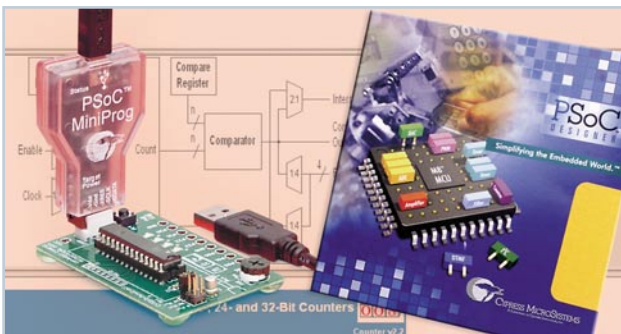


▲ Computer-Schaltinterface CSI 8, Teil 2
Für die PC-gesteuerte Realisierung von Steuer- und Schaltaufgaben per USB – 8 Schalteingänge, 8 Schaltausgänge
Seite 25

Das Licht ▶ vom Chip – vom „Anzeigelämpchen“ zur Straßenbeleuchtung
Unterhaltsamer Exkurs zum Stand der Technik, Anwendung und Zukunftsaussichten des Leuchtmittels LED
Seite 47



◀ Passiv-Transponder-Schaltmodul
Vielseitig einsetzbares Transpondermodul mit Schalt- ausgang
Seite 76

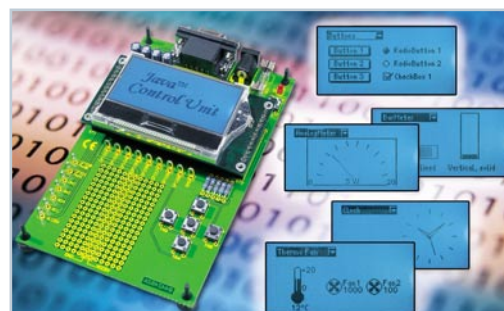


▲ PSoC™ – Programmable System-on-Chip
Im Baukasten-Prinzip zur eigenen Applikation auf einem Chip
Seite 31

Leuchtstreifen ▶ für alle Fälle – LED-Stripes
Individuelle Lichteffekte für den Selbstbau – kürz- und verlängerbare LED-Streifenmodule in verschiedenen Leuchtfarben
Seite 10



◀ Taupunkt- sensor TS 2
Beugt Schimmel im Haus vor durch die exakte Ermittlung des Taupunktes
Seite 6



◀ Java™-Control-Unit mit JControl-Technologie, Teil 4
Universelle Anzeige- und Steuerplatine – einfach für eigene Applikationen programmierbar
Seite 64



Taupunktsensor TS 2

Feuchte-Probleme mit alter, ungepflegter, aber auch neuer, nicht fachmännisch erstellter Bausubstanz sowie Betriebsfehler führen heute immer öfter zur gesundheitsschädigenden Schimmelpilzbelastung in der Wohnung, die oft genug zu spät erkannt wird. Unser Taupunktsensor TS 2 warnt rechtzeitig, noch bevor das berüchtigte Kondenswasser als Hauptursache für Schimmelbildung entstehen kann.

Zu feucht, zu kalt ...

Während der Klimafaktor „Taupunkt“ früher eher Landwirte, Gärtner oder Bauleute interessierte, zieht seine Ermittlung heute immer mehr auch in die Wohnwelt ein. Das Problem heißt feuchte Wand, und es rückt für zunehmend mehr Menschen in den Mittelpunkt ihres Wohnklimas. Denn feuchte Wände führen in den allermeisten Fällen zu einer Bildung von gefährlichen Schimmelpilzen, die sich rasend schnell in der Atemluft ausbreiten, chronische Krankheiten wie Asthma hervorrufen und im

Verdacht stehen, auch Krebs auszulösen. Das Schlimme ist, dass das Wandklima oft lange Zeit unentdeckt bleibt – der Schimmel breitet sich oft zunächst völlig unmerklich in Wänden, Fußböden, Decken, hinter Tapeten und Schränken aus. Es gibt drei Hauptursachen für diese unangenehme und, ist es erst zum Sanierungsfall gekommen, sehr teure Erscheinung. Zum einen ist es eine ungenügende Bauwerksabdichtung besonders älterer Gebäude gegen den Untergrund oder die Umgebung sowie die Vernachlässigung durch den Besitzer. Zum anderen, und das ist bei der heutigen Bauausführung immer öfter zu beobachten, sind es Bau- und Planungsfehler bei Neubauten, die ein Eindringen von Wasser fördern. Mangelhaft ausgeführte Isolierungen sind hier ständiges Thema bei Bauherren. Durch den Temperaturunterschied der feuchten und kalten Wand zur eigentlichen Raumtemperatur kommt es bei einer bestimmten Luftfeuchtekonzentration zur Kondenswasserbildung und in der Folge schnell zum Entstehen von Schimmelpilzen. Die dritte Hauptursache fördert dies auch bei sonst trockenen Wänden – falsches Lüften und Heizen. Hier kommen dann gleich mehrere ungünstige Faktoren zusammen: Eine schlecht isolierte und

damit kalte Wand und eine wegen mangelhafter Frischluftzufuhr zu hohe Luftfeuchtigkeit im Raum führen sehr schnell zur Kondenswasserbildung. Die alte Regel, die im Übrigen auch für das extrem isolierte, aber durch falsche Belüftung umso gefährdetere Niedrig-Energiehaus gilt, dass kurzes, öfteres Lüften und gleichmäßiges Heizen die beste Methode der Schimmelvermeidung ist, ist nach wie vor gültig. Auch zentrale Lüftungsanlagen, in letzter Zeit auch immer öfter im Einfamilienhaus anzutreffen, tun hier gute Dienste.

Und hier, beim Raumklima, setzt unser Taupunktsensor an. Denn er warnt, richtig eingesetzt, rechtzeitig, bevor eine Kondenswasserbildung beginnen kann. Denn diese ist ebenfalls oft genug unsichtbar. Der Einsatz des TS 2 beugt diesem Zustand vor, so dass man rechtzeitig entsprechende Maßnahmen ergreifen kann.

Doch bevor wir uns mit der Technik des praktischen Messgerätes befassen, wollen wir die theoretischen Grundlagen betrachten.

Unsere Atemluft ...

... ist ein Gemisch verschiedenster Gase wie z. B. Stickstoff, Sauerstoff usw., aber auch Wasserdampf. Den Wasserdampfgehalt der Luft gibt die absolute Luftfeuchtigkeit in g/m^3 an, ihr Maximalwert ist abhängig von der Temperatur. Mit höheren Temperaturen wird er größer und bei niedrigeren Temperaturen entsprechend kleiner.

Die relative Luftfeuchtigkeit gibt hingegen das Verhältnis zwischen aktueller absoluter Luftfeuchtigkeit und dem maximalen Dampfgehalt (Sättigungsfeuchte) an, d. h. wie viel Prozent des maximalen Wasserdampfgehaltes in der Luft erreicht sind.

$$RH = 100 \% \cdot \frac{AH}{SAH}$$

AH = absolute Luftfeuchtigkeit
SAH = Sättigungsfeuchte

Die Luft kann also bei niedrigen Temperaturen weniger Wasserdampf aufnehmen als bei hohen Temperaturen. Was passiert aber, wenn die absolute Luftfeuchtigkeit konstant ist und die Temperatur absinkt?

Mit fallender Temperatur verringert sich die Aufnahmekapazität der Luft und somit erhöht sich die relative Luftfeuchtigkeit immer weiter. Erreicht sie einen Wert von 100 %, hat die Luft ihre Kapazitätsgrenze erreicht. Sinkt die Temperatur noch weiter, hat die Luft nicht mehr die Möglichkeit, den vorhandenen Wasserdampf zu speichern, und scheidet ihn ab, er kondensiert. Diesen Punkt nennt man Taupunkt. In dieser Situation würde in der Natur

Technische Daten: TS 2

Spannungsversorgung:
2 x 1,5 V Mignon (LR06/AA)
Messintervall: 30 Sekunden
Stromaufnahme:
Normalbetrieb: ca. 40 μA
Alarmmodus: 6 mA
Abmessungen (B x H x T):
70 x 100 x 24 mm
Luftfeuchtigkeit: 0 bis 99 %,
Auflösung: 1 %
Taupunkt: 0 bis 50 °C,
Auflösung: 0,1 °C

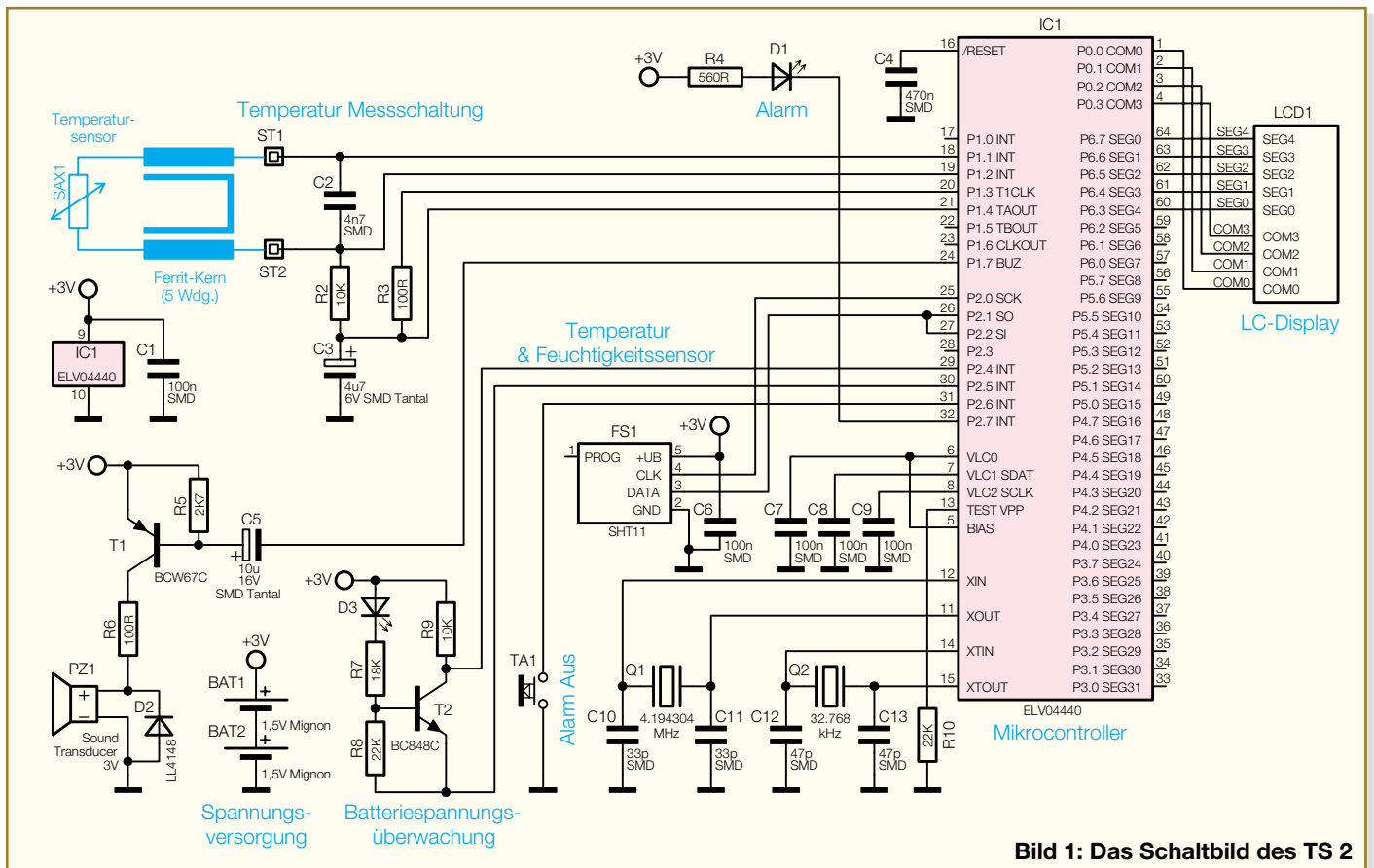


Bild 1: Das Schaltbild des TS 2

jetzt Nebel, Dunst oder Raureif entstehen.

In einem geschlossenen Raum kann es nun passieren, dass wir zunächst eine unkritische Situation haben, in der die relative Luftfeuchtigkeit kleiner als 100 % ist. Wenn sich allerdings ein Gegenstand in diesem Raum befindet, dessen Oberflächentemperatur die Taupunkt-Temperatur unterschreitet, kondensiert der Wasserdampf auf diesem Gegenstand. Einen solchen Effekt kann man sehr leicht nachbilden, indem man etwa einen sehr kalten Gegenstand in einen warmen Raum mit nicht zu niedriger Luftfeuchte holt. Die Luft um den Gegenstand kondensiert aufgrund des Temperaturgefälles sehr schnell – der Gegenstand ist beschlagen. Deshalb soll man elektronische Geräte, die der Postbote bringt, erst nach einer längeren Akklimatisierungszeit einschalten.

Die beschriebene Kondensationserscheinung führt in schlecht isolierten und/oder falsch beheizten/belüfteten Gebäuden oder Räumen zu feuchten Wänden und in der Folge zu Schimmelpilzbildung, die die Gesundheit beeinträchtigt.

Die Funktion des TS 2

Der Taupunktssensor ermittelt die aktuelle Raumtemperatur sowie die relative Luftfeuchtigkeit und berechnet daraus den sich ergebenden Taupunkt. Über einen externen Sensor wird die Temperatur an der Problemstelle ermittelt und mit der Tau-

punkttemperatur verglichen. Falls die Temperatur den Taupunkt erreicht, gibt der TS 2 ein akustisches und optisches Warnsignal aus. Dank dieser Warnung ist es nun möglich, das Auftreten von Kondenswasser, z. B. durch Lüften, zu vermeiden und in der Folge die Schimmelpilzbildung zu verhindern.

Berechnung des Taupunktes

Die Berechnung des Taupunktes wird nach folgender Näherungsformel aus [1] durchgeführt:

$$\begin{aligned} \text{LogEW} &= 0,66077 + \frac{7,5 \cdot T}{237,3 + T} \\ &\quad + \lg(RH) - 2 \\ \text{DP} &= \frac{(0,66077 - \text{LogEW}) \cdot 237,3}{\text{LogEW} - 8,16077} \end{aligned}$$

Für eine genauere Bestimmung des Taupunktes kann man unter anderem diese Formeln benutzen:

1. Sättigungsdampfdruck (Saturation Vapour Pressure). Der Sättigungsdampfdruck gibt den Druck beim Erreichen der Sättigungfeuchte SAH an.

$$\begin{aligned} \text{SVP} &= \text{C1} \cdot e^{\frac{\text{C2} \cdot T}{\text{C3} + T}} \\ T &= \text{Temperatur in } ^\circ\text{C} \end{aligned}$$

	Für T >= 0	Für T < 0
C1	6,10780 hPa	6,10789 hPa
C2	17,09085	17,6
C3	234,175 °C	240,7 °C

2. Taupunkttemperatur (engl. Dewpoint-Temperature, DP)

$$\text{DP} = \frac{234,67 \cdot \lg \frac{\text{SVP} \cdot \text{RH}}{100} - 184,2}{8,233 - \lg \frac{\text{SVP} \cdot \text{RH}}{100}}$$

RH = Relative Feuchte in %

In Tabelle 1 werden die Ergebnisse bei der Taupunktformeln beispielhaft verglichen. Das Fazit aus diesem Vergleich: Die Näherungsformel ist im abgedeckten Temperaturbereich hinreichend genau, da die Temperaturmessungen ja selbst auch fehlerbehaftet sind und daher keine höhere Genauigkeit zulassen.

Schaltung

Durch den Einsatz eines Mikrocontrollers, der sowohl die Auswertung und Berechnung der Messergebnisse als auch die Ausgabe von Daten und Signalen vornimmt, gestaltet sich der Schaltungsaufwand relativ gering, wie in Abbildung 1 zu sehen ist.

Die Schaltung benötigt eine Versorgungsspannung von 3 V, die von zwei 1,5-V-Mignon-Batterien zur Verfügung gestellt wird. Um eine korrekte Funktion der Schaltung sicherzustellen, wird die Batteriespannung mit Hilfe von T 2 überwacht, indem der Mikrocontroller Pin P 2.5 nach Masse schaltet. Bei ausreichend hoher Versorgungsspannung ist die Kollektor-Emitter-Strecke des Transistors T 2 leitend, und der Controller erkennt an Pin P 2.4 einen Low-Pegel. Erkennt er einen High-Pegel, konnte der Transistor aufgrund zu geringer Batteriespannung nicht mehr durchschalten, und es wird ein entsprechendes Symbol im Display angezeigt. Aufgrund der Dimensionierung der Widerstände R 7, R 8 und der Diode D 3 kann der Transistor nicht mehr durchschalten, wenn die Batteriespannung einen Wert von ca. 2,5 V unterschreitet.

Die Messung der Temperatur über den externen Temperatursensor SAX 1 ist mit einer kleinen Messschaltung realisiert. Denn der Widerstand des Sensors wird nur indirekt für die Messwert-Bestimmung herangezogen, indem der Controller den Ladevorgang des Kondensators C 3 auswertet. Dies funktioniert wie folgt: Zuerst werden die Ports P 1.1 bis P 1.4 hochohmig geschaltet, dann C 3 entladen. Dazu zieht der Prozessor Port P 1.3 auf Masse, so dass sich der Elko über R 3 entladen kann. Danach wird P 1.3 wieder hochohmig. Jetzt setzt der Controller P 1.2 auf High-Pegel und C 3 kann sich über R 2 aufladen, bis an P 1.4 ein High-Pegel erkannt wird. Die dazu benötigte Zeit wird im Controller als Referenzwert gespeichert und C 3, wie oben beschrieben, wieder entladen. Als Nächstes wird P 1.1 auf „high“ gelegt und C 3 kann sich über den Sensor SAX 1 und R 2 aufladen. Die dazu benötigte Zeit wird ebenfalls gespeichert. Aus dem Verhältnis dieser beiden Zeiten kann der Mikrocontroller dann die aktuelle Temperatur berechnen. Diese Berechnungsmethode macht einen zusätzlichen externen A/D-Wandler überflüssig und ist somit eine kostengünstige Alternative.

Der Temperatur-Feuchte-Sensor FS1 besteht aus einem präzisen CMOS-Sensor, der sowohl Temperatur als auch die relative Luftfeuchtigkeit erfassen kann.

Der Sensor beherbergt einen 14-Bit-A/D-Wandler, eine serielle Schnittstelle, Speicher und die beiden eigentlichen Sensoren. Die beiden Sensoren sind be-

reits vom Hersteller ausgemessen und die Abgleichdaten im internen Speicher abgelegt. Damit kann sich der Sensor vor der Messung selbst kalibrieren, ein komplizierter Abgleich des Sensors vor der ersten Inbetriebnahme und auch später als Servicemaßnahme ist nicht notwendig. Dank dieser Eigenschaft und dem digitalen seriellen Ausgang besticht dieser digitale Feuchte- und Temperatur-Sensor durch exzellente Langzeitstabilität und einfache Anwendung. Weiterhin bietet der Sensor eine schnelle Ansprechzeit bei der Messung, so dass sich Temperatur- und Feuchteschwankungen schnell im Messergebnis widerspiegeln.

Das zweistellige Display der Schaltung kann der Mikrocontroller IC 1 dank integriertem LCD-Controller und LCD-Speicher direkt ansteuern. Wenn der Mikrocontroller eine Unterschreitung der Taupunkttemperatur erkennt, gibt er über Port P 1.7 ein 2-kHz-Rechtecksignal aus, das der Transistor T 1 verstärkt und der nachfolgende Sound-Transducer PZ 1 ausgibt. Der Elko C 5 entkoppelt dabei die Gleichspannungsanteile vom Pin P 1.7. Zusätzlich wird Pin P 2.7 auf Masse gelegt, und die LED D 1 leuchtet. Der Widerstand R 4 begrenzt die Stromaufnahme der LED. Durch einen Druck auf Taster T 1 kann der Alarm wieder abgestellt werden.

Nachbau

Die Platine ist bereits mit allen SMD-Bauteilen vorbestückt, es brauchen daher nur bedrahtete Bauteile verarbeitet zu werden, die wir anhand der Stückliste und des Bestückungsdruckes einlöten.

Zunächst sind die Batteriekontakte (+, - beachten), der Buzzer PZ 1, die Quarze Q 1 und Q 2 und die Leuchtdiode D 3 in die dazugehörigen Bohrungen von der Bestückungsseite aus zu stecken. Bei den LEDs ist auf die richtige Einbaulage bzw. Polung zu achten, der längere Anschluss kennzeichnet die Anode (+). Sie werden bündig mit der Platine angelötet. Auf der Lötseite sind die entsprechenden Anschlüsse anzulöten und die überstehenden Drahtenden mit einem Seitenschneider abzuschneiden. Die Bestückung aller weiteren Bauteile erfolgt auf der Lötseite. Die nun folgenden 4 Komponenten des Displays werden in folgender Reihenfolge montiert:

Das eigentliche Display wird, wie in Abbildung 2 gezeigt, in den Sichtrahmen

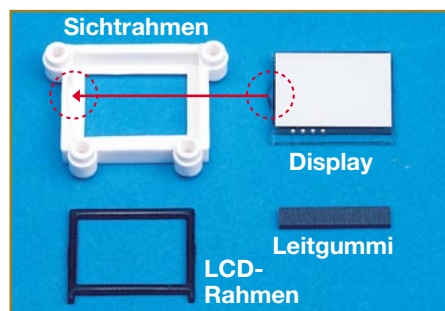


Bild 2: So wird das Display zur Bestückung vormontiert.

gelegt, dann der Streifen Leitgummi mittig in die Aussparung des Displays gesetzt und dieser mit dem zum Schluss einzulegenden LCD-Rahmen fixiert. Danach ist die so vormontierte Einheit in die vorgesehenen Löcher der Platine einzusetzen und von der Bestückungsseite aus mit den 4 mitgelieferten Schrauben zu befestigen. Nun fehlt nur noch der externe Temperatursensor SAX 1. Er wird über die Sensorleitung mit den Lötstiften ST 1 und ST 2 verbunden. Zuvor wird das Sensorleitungsende ca. 16 cm durch den Ferritkern gezogen und dann 5-mal herumgewickelt. Dies wirkt Störungen, die durch die Antennenwirkung der langen Messleitung entstehen können, entgegen und ermöglicht stabilere Messergebnisse.

Jetzt wird die Platine in die Gehäuse-Frontseite eingelegt und mit den beiliegenden Schrauben befestigt.

Die Messleitung des externen Sensors wird im Gehäuse von den Lötstiften aus nach oben und dann komplett links herum zwischen Platine und Gehäuse zur Durchlassöffnung verlegt. Der Ferritkern findet dann direkt oberhalb der Platine seinen Platz. Nun wird die Gehäuserückseite mit der Vorderseite verschraubt. Zuletzt sind die Batterien polrichtig einzulegen, und der Taupunktensensor TS 2 ist betriebsbereit.

Inbetriebnahme

Um die korrekte Arbeitsweise der Schaltung bzw. der Sensoren zu überprüfen, verfügt das Gerät über einen Testmodus, der alle gemessenen Werte darstellt. Diesen aktiviert man, indem der Taster T 1 während des Einlegens der Batterien gedrückt und danach weiter für ca. 3 Sekunden festgehalten wird. Jetzt erscheint die Versionsnummer, und der Taster kann losgelassen werden. Erfolgt die Anzeige der Versionsnummer nicht, ist der Vorgang zu wiederholen. Es erscheint nun die Anzeige „T1“ und dann die aktuelle (Raum-)Temperatur, die vom Feuchte-Temperatur-Sensor FS1 erfasst wird.

Im Testmodus kann durch wiederholtes Drücken der Taste die interne Temperatur (T1), die externe Temperatur (T2), die Luftfeuchtigkeit (HU) und die Taupunkttempe-

Tabelle 1: Vergleich zwischen den beiden Berechnungsmöglichkeiten

	T = 25 °C HU = 40 %	T = -15 °C HU = 25 %	T = 75 °C HU = 90 %
SVP	31,758 hPa	1,896 hPa	385,863 hPa
DP	10,5 °C	-30,416 °C	72,382 °C
Näherung: DP	10,469 °C	-30,55 °C	72,512 °C

ratur (dP) angezeigt sowie die Funktion des akustischen Alarmgebers und der Leuchtdiode geprüft werden. Nach dem Test der Alarmfunktion führt ein weiterer Druck auf die Taste wieder zur Anzeige „T1“. Der Testmodus kann nur durch kurzzeitiges Entfernen der Batterien verlassen werden.

Der TS 2 kann als mobiles Gerät oder an der Wand aufgehängt betrieben werden. Den externen Sensor befestigt man an der feuchten Wand oder einer anderen zu untersuchenden Stelle. Denn der Taupunktsensor ist überall dort einsetzbar, wo es zu starken Temperaturgefällen zwischen Umgebungstemperatur und Gegenständen kommen kann, z. B. in Scheunen, Abstellkammern, anderen schlecht isolierten Räumen, auf Baustellen usw.

Betrieb

Das Gerät schaltet sich mit dem Einlegen der Batterien automatisch ein und arbeitet dann im Dauerbetrieb.

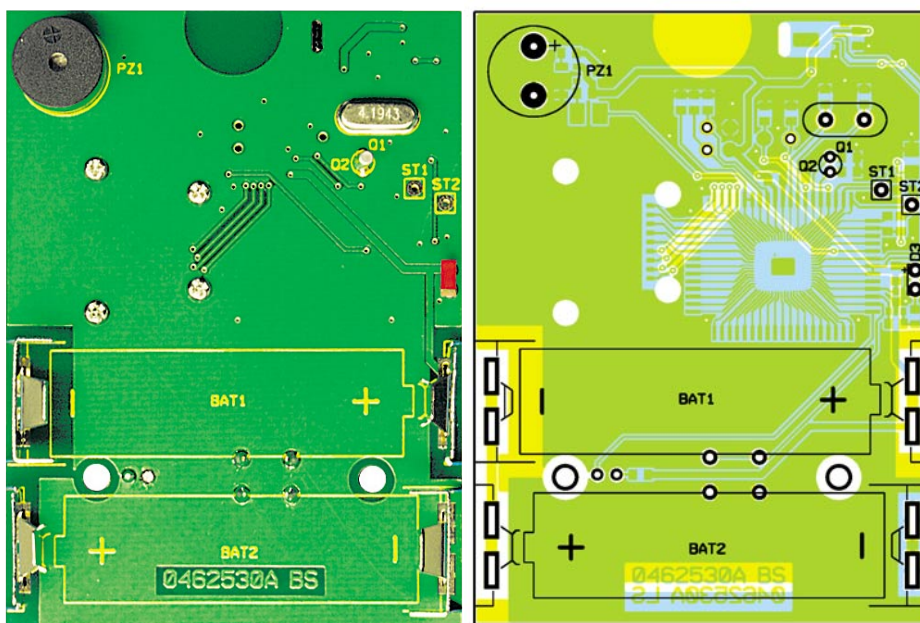
Das Display zeigt dabei die aktuelle relative Luftfeuchtigkeit des Raumes an und, falls die Batteriespannung unter ca. 2,5 V fällt, noch zusätzlich ein Batteriesymbol. Durch den Taster T 1 kann ein ausgelöster Alarm ausgeschaltet werden, daraufhin wird die Alarmfunktion für ca. 30 Min. blockiert. In dieser Zeit kann dann durchgelüftet und/oder die Heizung aufgedreht werden, um die Temperatur- und Feuchteverhältnisse zu verbessern. Falls die Bedingungen danach immer noch kritisch sind, wird erneut Alarm ausgelöst.

Falls Fehler während des Betriebs auftreten, erscheinen folgende Fehlermeldungen:

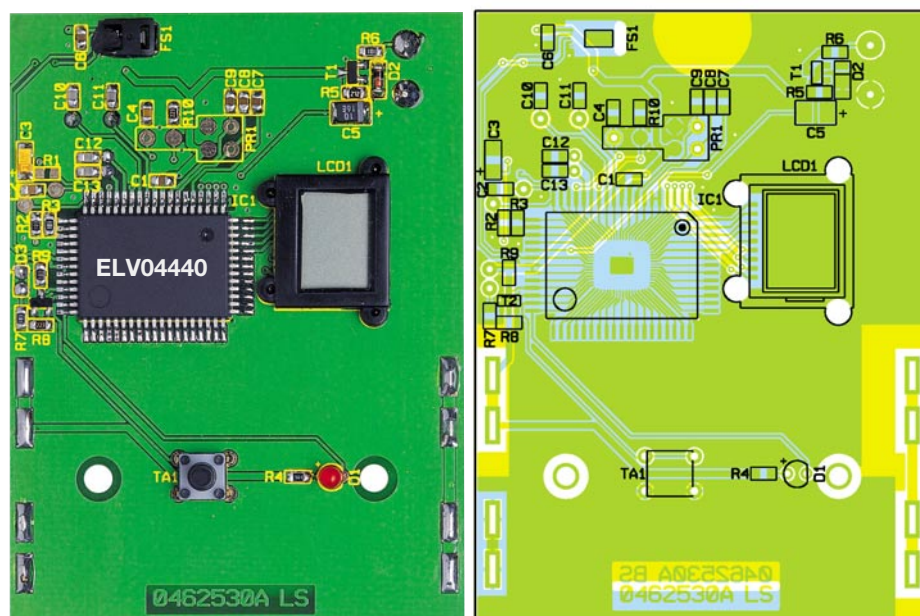
- E1: Fehler des internen Sensors
- E2: Fehler des externen Sensors
- HI: gemessene Temperatur oberhalb des Wertebereichs
- Lo: gemessene Temperatur unterhalb des Wertebereichs

Die mittlere Stromaufnahme des Taupunktsensors ist so gering, dass bei Versorgung durch hochwertige Alkaline-Batterien ein Dauerbetrieb über mehrere Jahre möglich ist. **ELV**

[1] Datenblatt des Feuchtigkeitsensors FS1: <http://www.sensirion.com>



Ansicht der fertig bestückten Platine des TS 2 mit zugehörigem Bestückungsplan, oben von der Bestückungsseite, unten von der Lötseite



Stückliste: Taupunktsensor TS 2

Widerstände:

100 Ω/SMD	R3, R6
560 Ω/SMD	R4
2,7 kΩ/SMD	R5
10 kΩ/SMD	R2, R9
18 kΩ/SMD	R7
22 kΩ/SMD	R8, R10

Kondensatoren:

33 pF/SMD	C10, C11
47 pF/SMD	C12, C13
4,7 nF/SMD	C2
100 nF/SMD	C1, C6-C9
470 nF/SMD	C4
4,7 µF/6 V/tantal/SMD	C3
10 µF/16 V/SMD	C5

Halbleiter:

ELV04440	IC1
BCW65C/SMD	T1
BC848C	T2
LL4148	D2
LED, 3 mm, Rot	D1
LED, Rechteck, rot	D3
LC-Display	LCD1

Sonstiges:

Quarz, 4,194304 MHz, HC49U4 ..	Q1
Quarz, 32,768 kHz	Q2
Temperatur-Feuchte-Sensor	FS1
Mini-Drucktaster, 1 x ein	TA1
Sound-Transducer, 3 V, print	PZ1
Temperatursensor	ST1, ST2
4 Mignon-Batteriekontakte	
1 Ferrit-Ringkern, ø10 (6) x 4 mm	
1 Schutzkappe für Temperatur-Feuchte-Sensor	
1 Leitgummi	
1 LCD-Rahmen	
1 Sichtrahmen, Schwarz	
4 Kunststoffschrauben, 1,8 x 4 mm	
2 Kunststoffschrauben, 2,3 x 5 mm	
4 Kunststoffschrauben, 2,3 x 8 mm	
1 Design-Sensorgehäuse, Weiß	



Leuchtbstreifen für alle Fälle - LED-Stripes

LED-Module erfreuen sich in Form von Streifen, auch LED-Stripes genannt, wachsender Beliebtheit vor allem für Dekorationen oder im Beleuchtungsbereich.

Wir stellen universell einsetzbare LED-Module für den Eigenbau vor, die mit jeweils 24 LEDs bestückt sind. Die Module lassen sich auf Einheiten mit jeweils 8 LEDs kürzen bzw. auf größere Längen erweitern.

Licht individuell

Die in vielen Leuchtfarben erhältlichen LED-Stripes erfreuen sich wachsender Beliebtheit. Sind sie doch sehr universell einsetzbar, z. B. als Dekorationsbeleuchtung in Vitrinen, Schränken usw., als optischer Gimmick oder als Warn- bzw. Sicherheitsbeleuchtung, etwa zur Markierung von Treppenstufen, zur Leitung in dunklen Bereichen oder als Warnmarkierung. Auch im Modellbau, insbesondere in der Modellbahntechnik, sind die vielseitigen Leuchtmodule gut einsetzbar, sei es als Waggon-Innenbeleuchtung oder für die Gebäude- oder Werbebeleuchtung.

Wer die individuelle Lösung gegenüber konfektionierten Fertiglösungen bevorzugt,

der kann zur hier vorgestellten Eigenbauvariante greifen. Sie bietet eine hohe Flexibilität beim Kürzen oder Verlängern der Standardmodule sowie vor allem bei der Bestückung mit Leuchtdioden verschiedener Farben und bei der Spannungsversorgung. Die mit 24 LEDs bestückten Grundmodule mit 240 mm Länge sind um jeweils 8 LEDs kürzbar, so dass als kleinste Einheit ein kompaktes Modul mit den Abmessungen 80 x 10 mm verfügbar ist.

Die notwendigen Vorwiderstände sind mit auf der Platine vorhanden und so angeordnet, dass eine geteilte Platine sofort ohne Neubestückung einsetzbar ist.

Schaltung

Es sind immer vier LEDs und ein Vorwiderstand in Reihe geschaltet. Der LED-Strom beträgt ca. 15 mA und wird jeweils durch den Vorwiderstand (R 1 bis R 6)

Technische Daten: LED-Stripes LDST 1

Spannungsversorgung:	..... 12 V bei LED-Farbe (rot, gelb, orange, grün) 24 V bei LED-Farbe (weiß, blau, rot, gelb, orange, grün)
Stromaufnahme:	..... 100 mA (24 LEDs), 33 mA pro Einheit (8 LEDs)
Abmessungen:	..... 240 x 10 mm (3 Einheiten 80 x 10 mm)
LED-Gehäuse:	..... 1206 (3,2 x 1,6 mm) und TOP (3,5 x 2,7 mm)

Tabelle 1: Zuordnung von Leuchtfarben, Vorwiderständen und Betriebsspannungen

LED-Farbe	R (1-6) bei UB = 12 V	R (1-6) bei UB = 24 V
Rot	270 Ω	1 kΩ
Gelb	270 Ω	1 kΩ
Orange	270 Ω	1 kΩ
Grün (normal)	270 Ω	1 kΩ
Weiß	nicht möglich	680 Ω
Blau	nicht möglich	560 Ω

bestimmt. Die Betriebsspannung richtet sich nach der verwendeten LED-Farbe, da die Flussspannungen der Leuchtdioden unterschiedlicher Emissionsfarben unter-

einer teilbaren Grundplatine mit den Abmessungen 240 x 10 mm in SMD-Technik.

Für das Verlöten der SMD-Bauteile ist ein LötKolben mit sehr schlanker Spitze

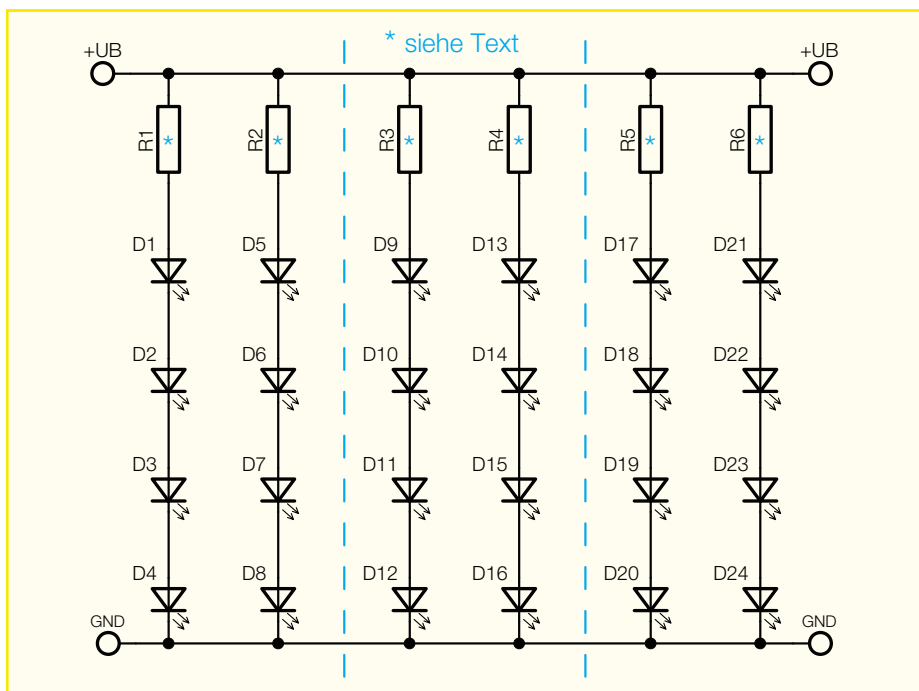


Bild 1: Schaltbild des LED-Streifenmoduls

schiedlich sind. Bei einer Betriebsspannung von 12 V können nur LEDs mit den Farben Rot, Gelb, Orange und Grün eingesetzt werden. Leuchtdioden mit Flussspannungen über 3 V, wie sie etwa blau, weiß oder superhell grün-blau leuchtende Leuchtdioden aufweisen, würden in der Reihenschaltung von vier LEDs nicht leuchten. Dies ist bei der Bestückung der Module mit LEDs und der Wahl der Betriebsspannung zu beachten. Insbesondere bei superhell strahlenden grünen LEDs liegen meist Flussspannungen von ca. 3,6 bis 4,0 V vor, normale grüne LEDs begnügen sich mit ca. 2,2 V.

Bei einer Betriebsspannung von 24 V hingegen können LEDs mit allen Farben eingesetzt werden. In Tabelle 1 sind die Widerstandswerte für die verschiedenen LED-Farben aufgelistet.

Nachbau

Der Aufbau der Schaltung erfolgt auf

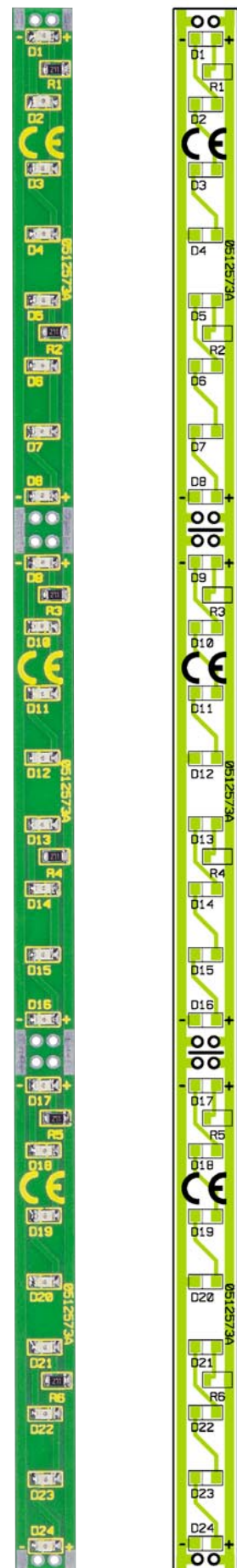
notwendig. Außerdem empfiehlt es sich, SMD-Lötzinn (0,5 mm) zu verwenden. Als Werkzeug ist außerdem eine Pinzette mit sehr feiner Spitze, mit der die SMD-Bauteile gut fixiert werden können, hilfreich.

Die Bestückungsarbeiten sind anhand der Stückliste und des Bestückungsplanes durchzuführen. Man beginnt mit dem Verzinnen eines Löt pads und lötet den Pin am verzinnten Löt pad an. Nach Kontrolle der korrekten Position verlötet man auch den anderen Anschluss unter Zugabe von

Stückliste: LED-Stripes LDST1

Widerstände:

- 270Ω/SMD/Bauform 1206 .. R1-R6*
- 560Ω/SMD/Bauform 1206 .. R1-R6*
- 680Ω/SMD/Bauform 1206 .. R1-R6*
- 1kΩ/SMD/Bauform 1206 R1-R6*
- * = siehe Text



Ansicht der fertig bestückten Platine des LED-Stripes mit zugehörigem Bestückungsplan

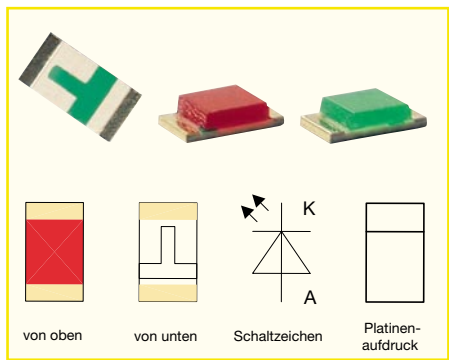


Bild 2: Ansicht und Anschlussbelegung der SMD-LEDs

nicht zu viel Lötzinn. Welcher Widerstandswert für R 1 bis R 6 zu bestücken ist, kann der Tabelle 1 entnommen werden. Die Polung der SMD-LED ist nicht ganz einfach zu erkennen, nicht zuletzt wegen der geringen Abmessungen des Bauelementes. Zudem verwendet jeder Hersteller eine andere Markierung.

Grundsätzlich kann man sagen, dass meist die Kathode, wie auch im Bestückungsdruck, markiert ist. In Abbildung 2 sind zwei verschiedene LED-Typen dargestellt. Wird eine LED versehentlich verpolt eingelötet, tritt kein Schaden ein, die LED ist nur in Sperrrichtung geschaltet und der gesamte zugehörige 4er-Zweig leuchtet damit nicht.

Inbetriebnahme

Als Betriebsspannung für das Modul darf nur eine Spannung entsprechend der gewählten Bestückung der Vorwiderstände

angelegt werden, also 12 oder 24 V. Verwendet man hierzu eine ungestabilisierte Spannungsquelle, so ist darauf zu achten, dass diese bei der relativ geringen Belastung, die das oder die LED-Module darstellen, keine zu hohe Spannung abgibt.



Bild 4: So werden die einzelnen Platinen miteinander verbunden. Wichtig: auf die richtige Polarität achten!

Besonders ungestabilisierte Steckernetzteile geben oft eine sehr hohe Leerlaufspannung ab, die sich bei geringer Belastung nur unwesentlich verringert. Eine zu hohe Be-



Bild 5: Zum Teilen der Platine sind zunächst auf der Leiterseite die Leiterbahnen mit einem scharfen Messer zu durchtrennen.

triebsspannung kann zu einem schnellen Ausfall von Leuchtdioden führen.

In Abbildung 3 sind zwei Möglichkeiten der Zusammenschaltung der einzelnen Platinen dargestellt. Man kann eine Serien- oder Parallelschaltung bzw. eine Kombination aus beiden einsetzen. Abbildung 4 zeigt die Verdrahtung zwischen den einzelnen Platinen. Hier ist auf die richtige Polung zu achten. Soll eine Platine in ihre einzelnen Einheiten (8 LEDs) aufgeteilt

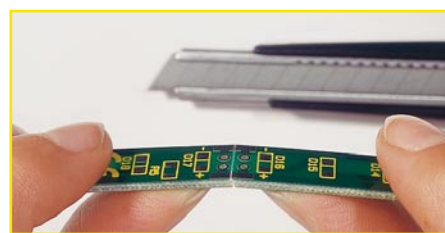


Bild 6: Dann erfolgt das Abbrechen an der perforierten Sollbruchstelle.

bzw. die Platine gekürzt werden, erfolgt dies wie in Abbildung 5 und 6 dargestellt. Auf der Platinenunterseite befindet sich eine Perforation, die als Sollbruchstelle dient. Auf der Platinenoberseite müssen zunächst die Leiterbahnen mit einem scharfen Messer durchtrennt werden (siehe Abbildung 5). Nun lässt sich die Platine, wie in Abbildung 6 dargestellt, leicht durchbrechen. **ELV**

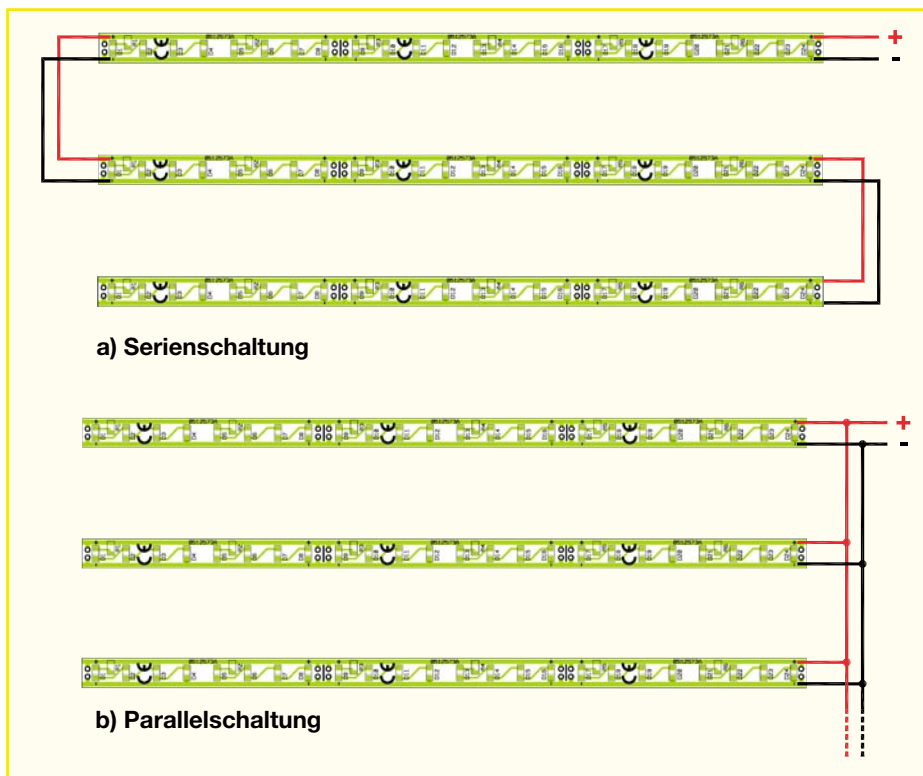


Bild 3: Anschlussplan für die Serien- und Parallelschaltung der LED-Stripes



Dimmer für LED-Module

Mit modernen LED-Anordnungen lassen sich vielerlei Leucht- und Beleuchtungseffekte erzielen. Speziell bei leuchtstarken Konfigurationen wie LED-Cluster oder LED-Stripes stellt sich schnell die Frage nach der Möglichkeit des Dimmens der Helligkeit dieser Anordnungen. Unser kleines Dimmer-Projekt löst genau diese Aufgabe. Durch die Pulsweitenregelung arbeitet die Steuerelektronik fast verlustleistungsfrei. Über einen Klemmanschluss kann zudem ein externes Potentiometer zur Helligkeitseinstellung angeschlossen werden, so dass man die Bedienung örtlich getrennt von der eigentlichen Steuerelektronik vornehmen kann.

Gezähmte Strahlkraft

LEDs erobern immer weitere Anwendungsbereiche, schon können sie zahlreiche Beleuchtungsaufgaben von den Glühlampen übernehmen. Dies gilt natürlich besonders in den Bereichen, wo es weniger auf die Beleuchtung im Sinne hellen Lichts als auf die Erzeugung eines bestimmten Ambientes ankommt. Hier kann man mit wenig Aufwand eine große optische Wirkung erzielen, etwa mit farbigem Licht, mit Spots, Licht-Umrahmungen usw. Und gerade da, wo ein bestimmtes Ambiente

erzeugt werden soll, erscheinen moderne LED-Anordnungen mit ihren hohen Leuchtstärken oft schon zu grell bis hin zur Aufdringlichkeit. Ergo macht ein Dimmer hier Sinn. Der soll natürlich den Vorteilen der LEDs, die u.a. im nahezu kalt erzeugten Licht liegen, entsprechen. Das heißt nicht, überschüssige Leistung durch einen Linearregler einfach vernichten, sprich Wärme erzeugen, sondern möglichst verlustlos. Dies gelingt mit der Pulsweitenregelung, für die ein so genannter Puls-Weiten-Modulator (PWM) eingesetzt wird. Hierbei erfolgt ein periodisches Ein- und Ausschalten des Verbrauchers in schneller

Folge mit einem variierbaren Verhältnis zwischen Einschaltzeit und Ausschaltzeit (Puls-/Pausen-Verhältnis, 0 bis 100 %) der angeschlossenen Last. Dies geschieht mit einer Frequenz, die das menschliche Auge nicht mehr wahrnehmen kann (ca. 150 Hz). Das so getäuschte Auge nimmt die mehr oder weniger langen Einschaltzeiten der Lichtquelle dann als mehr oder minder hohe Helligkeit wahr.

Der wesentliche Vorteil hierbei ist, dass der Schalttransistor nicht im erwähnten Linearbetrieb arbeitet, sondern als Schalter, der die Last (Verbraucher) „nur“ ein- und ausschaltet. Hierdurch bleibt die Verlustleistung am Schalttransistor sehr gering – die Schaltung arbeitet nahezu verlustfrei, erzeugt also fast keine Abwärme.

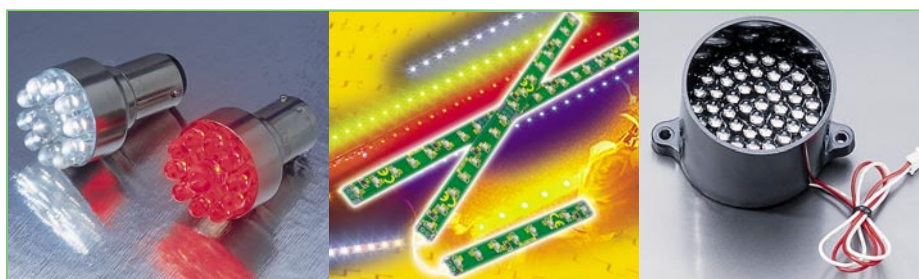


Bild 1: LED-Cluster bestehen aus vielen Einzel-LEDs, die zusammen eine enorme Leuchtkraft entwickeln können. LED-Stripes eignen sich hervorragend zur Dekorationsbeleuchtung und für Markierzwecke

Technische Daten

Spannungsversorgung:	12 V bis 24 V / DC
Stromaufnahme (Leerlauf):	4 mA
Ausgangsstrom:	max. 1,5 A
Sonstiges:	externes Potentiometer (optional)
Abmessungen:	71 x 47 mm

Die damit verbundenen Vorteile liegen auf der Hand – man muss kaum auf Einbaorte Rücksicht nehmen, da die Wärmezeugung der Steuerschaltung vernachlässigbar gering ist.

Unsere LED-Dimmerschaltung basiert auf diesem Schaltungsprinzip. Sie arbeitet mit 12 bis 24 V Gleichspannung und kann LED-Anordnungen mit einer Gesamtstromaufnahme von bis zu 1,5 A ansteuern. Damit sind gleich mehrere der beliebten Cluster (LED-Scheinwerfer aus einer Vielzahl LEDs) oder LED-Streifen (LED-Streifenanordnungen, vorwiegend für dekorative Zwecke) gleichzeitig in der Helligkeit steuerbar, etwa die gesamte Effektbeleuchtung einer Vitrine. Abbildung 1 zeigt einige Beispiele für derartige LED-Anordnungen.

Die Helligkeitseinstellung erfolgt mit einem Potentiometer auf der Steuerplatine. Meist wird man die Schaltung jedoch so installieren wollen, dass sie sich räumlich direkt in die Gesamtverkabelung einfügt. Um dennoch in diesem Falle bequem die Helligkeit einstellen zu können, ist ein externes Potentiometer anschließbar, das man dann bequem erreichbar platzieren kann.

Aufgrund des unkomplizierten Nachbaus ohne Einsatz von SMD-Bauelementen eignet sich das Dimmer-Projekt hervorragend als Einstiegsprojekt.

Schaltung

Die Schaltung des LED-Dimmers ist in Abbildung 2 dargestellt.

Wesentlicher Bestandteil des PWM-Modulators ist der Sägezahn-Oszillator, der mit den beiden OPs IC 3 A und IC 3 B und entsprechender Peripherieschaltung aufgebaut ist. Der Transistor T 2 und der Widerstand R 1 bilden eine einfache Stromquelle, die einen konstanten Ladestrom in den Kondensator C 6 schickt. Durch den konstanten Ladestrom steigt die Spannung am Kondensator linear an.

Der Komparator IC 3 B vergleicht die Spannung am Kondensator C 6 mit der durch den Spannungsteiler R 2 und R 3 vorgegebenen Spannung von 4,5 V (Schwelle) an Pin 5 (IC 3 B). Ist die Spannung an C 6 höher als 4,5 V, schaltet der Ausgang (Pin 7) des Komparators auf Low-Pegel. Hierbei muss gesagt werden, dass dieser Ausgang ein Open-Collector-Ausgang ist und somit nur nach Masse schalten kann. Sobald also der Komparator-Ausgang nach Masse schaltet, wird der Widerstand R 4 parallel zu R 3 geschaltet. Die Schwellenspannung des Komparators IC 3 B ändert sich hierdurch auf etwa 0,4 V.

Das Ausgangssignal (Pin 7) vom ersten Komparator gelangt auf den nachgeschalteten zweiten Komparator IC 3 A. Bei diesem Komparator liegt die Schwellenspanne

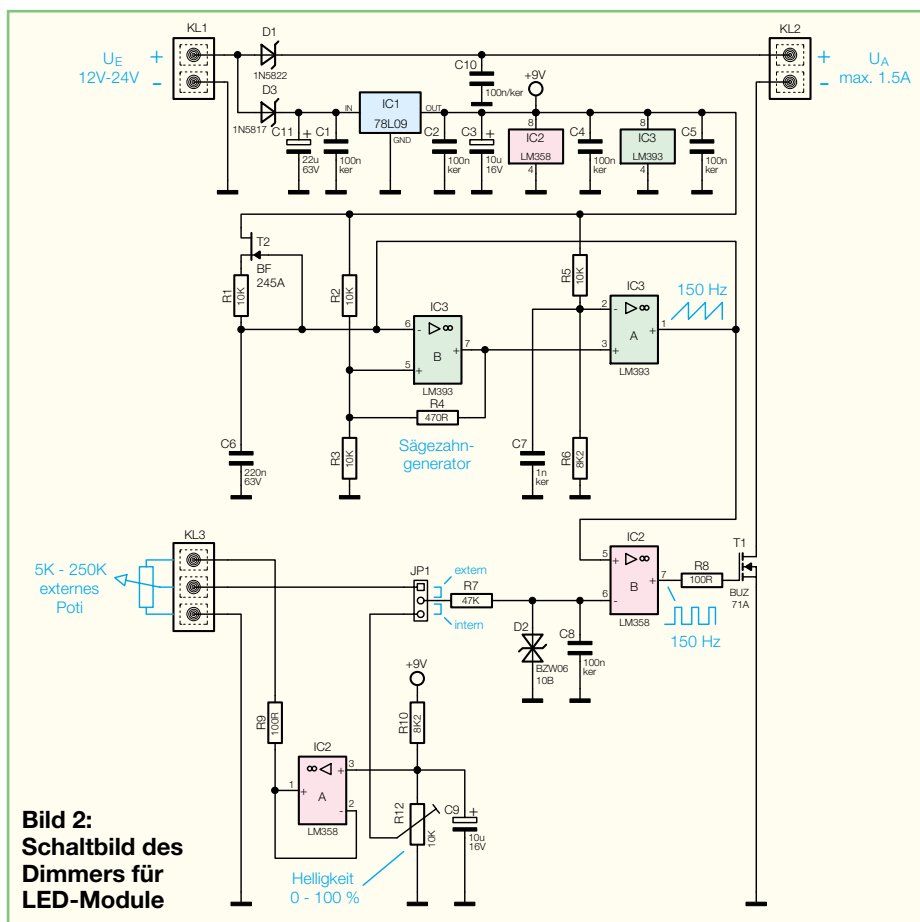


Bild 2:
Schaltbild des Dimmers für LED-Module

bei ca. 4 V, sie wird von R 5 und R 6 bestimmt. Der Ausgang dieses Komparators wechselt praktisch zeitgleich mit IC 3 B auf Low (Masse). Der Kondensator C 6 wird nun schlagartig über den internen Transistor (Open-Collector) an Pin 1 entladen. Die beiden Komparatoren wechseln nun wieder in den am Anfang beschriebenen Zustand zurück, wodurch der Ladevorgang von C 6 wieder von Neuem beginnt.

An Pin 1 von IC 3 A steht damit eine Sägezahnspannung mit einer Frequenz von ca. 150 Hz an, die auf den Komparator IC 2 B geführt wird. Je nach Stellung des Jumpers JP 1 kann nun mittels des Trimmers R 12 oder eines externen Potentiometers die Spannung am Minus-Eingang Pin 6 des Komparators IC 2 B verändert werden. Hierdurch verändert sich, bedingt durch die Sägezahnspannung an Pin 5, das Puls-Pausenverhältnis am Ausgang Pin 7 (IC 2). Über den Widerstand R 8 gelangt das so generierte Schaltsignal auf den Schalttransistor T 1, der dann den angeschlossenen Verbraucher schaltet.

Der als Spannungsfolger geschaltete OP IC 2 A erzeugt eine gepufferte Spannung für das externe Potentiometer, welches über die Anschlussklemme KL 3 angeschlossen wird.

Im oberen Teil des Schaltbildes ist die Spannungsversorgung der Schaltung zu sehen. An KL 1 wird die Betriebsspannung

zugeführt, die je nach LED-Anwendung zwischen 12 V und 24 V DC liegen kann.

Die beiden Dioden D 1 und D 3 schützen die Schaltung bzw. den Transistor T 1 vor Verpolung. Mit dem Spannungsregler IC 1 wird eine stabile Betriebsspannung von 9 V für die Schaltung erzeugt.

Nachbau

Der Aufbau der Schaltung erfolgt auf einer doppelseitigen, jedoch einseitig zu bestückenden Platine mit den Abmessungen 71 x 47 mm. Durch die ausschließliche Bestückung mit bedrahteten Bauelementen ist der Nachbau auch für den Einsteiger einfach zu realisieren.

Die Bestückung erfolgt anhand der Stückliste und des Bestückungsplanes, wobei man mit den niedrigen Bauteilen, also hier den Widerständen und Dioden, beginnt. Deren Anschlussdrähte werden entsprechend dem Rastermaß abgewinkelt, in die dafür vorgesehenen Bohrungen gesteckt und anschließend auf der Platinenunterseite verlötet. Die überstehenden Drahtenden schneidet man mit einem Seitenschneider ab, ohne die Lötstelle selbst zu beschädigen. Bei den Halbleitern und den Elkos ist auf richtige Polung bzw. Einbaulage zu achten: Die Dioden (außer D 2) sind an der Katode mit einem Farbring gekennzeichnet, die Elkos tragen eine Markierung am Minuspol, und die Einbaulage der Transis-

toren ergibt sich aus der Anordnung der Bestückungslöcher und dem Platinendruck.

Bevor der Transistor T 1 bestückt wird, sind seine Anschlüsse im Abstand von 2,5 mm zum Gehäusekörper um 90° nach unten abzuwinkeln (siehe auch Platinenfoto). So vorbereitet, ist T 1 dann liegend zu bestücken und mit einer Schraube M3 x 8 mm, Fächerscheibe und Mutter auf der Platine festzuschrauben, bevor man die Anschlüsse verlötet.

Zum Schluss sind die drei Schraubklemmen, der Trimmer R 12 sowie die 3-polige Stiftleiste einzusetzen.

Damit ist der Aufbau der Schaltung beendet.

Die Stiftleiste ist mit einem Jumper in der Stellung „Intern“ zu bestücken.

Ansicht der fertig bestückten Platine des Dimmers mit zugehörigem Bestückungsplan

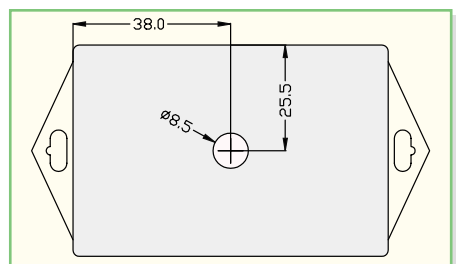
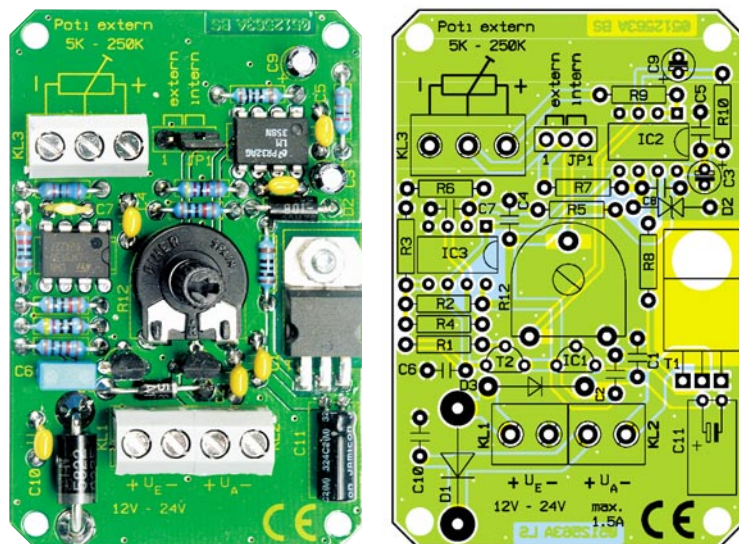


Bild 3: Maßzeichnung für die Gehäusebohrung

Gehäuseeinbau

Für den Gehäuseeinbau steht ein unbearbeitetes Gehäuse zur Verfügung. Hier sind noch die Bohrungen für den Trimmer und die seitlichen Kabelzuführungen einzubringen. Die genaue Position der Bohrung ($\varnothing 8,5$ mm) ist in der Abbildung 3 dargestellt.

Hinweise zur Inbetriebnahme

Die Betriebsspannung der Schaltung richtet sich nach den verwendeten LEDs bzw. LED-Einheiten. LED-Cluster sind in der Regel für 12 Volt ausgelegt, während es LED-Stripes sowohl in 12-V- als auch in 24-V-Ausführungen gibt.

Wichtig!

Einer LED bzw. einer Reihenschaltung aus mehreren LEDs muss immer ein Widerstand zur Strombegrenzung vorgeschaltet sein (Ausnahme: Betrieb an einer Konstantstromquelle). Bei den LED-Stripes befinden sich diese Widerstände in den meisten Fällen bereits auf der Platine, so dass man hier keine Vorkehrungen treffen muss. Anders sieht es bei den LED-Clustern aus. Hier wird fast immer ein Vorwiderstand (R_v) benötigt, dessen Wert im Datenblatt des Clusters angegeben ist.

In der Abbildung 4 ist ein Anschlussplan des Dimmers mit Netzteil und verschiedenen Verbrauchern (inklusive deren Vorwiderständen) dargestellt.

Soll die Helligkeitseinstellung nicht mit dem auf der Platine befindlichen Trimmer, sondern mit einem von der Platine abgesetzten Potentiometer (Trimmer) vorgenommen werden, ist dieses Potentiometer, wie in Abbildung 4 dargestellt, an die Anschlussklemme KL 3 anzuschließen. Die Zuleitung sollte dabei nicht länger als 3 Meter sein. Der Widerstandswert des Potentiometers kann im Bereich von 5 bis 250 k Ω liegen. Der Jumper ist in diesem Fall auf die Position „Extern“ zu stecken.

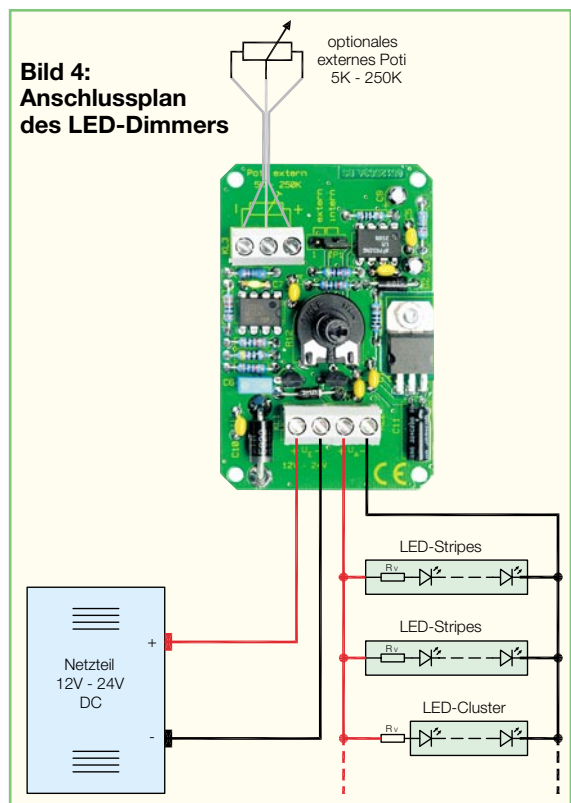


Bild 4: Anschlussplan des LED-Dimmers

Stückliste: Dimmer für LED-Module

Widerstände:

100 Ω	R8, R9
470 Ω	R4
8,2 k Ω	R6, R10
10 k Ω	R1–R3, R5
47 k Ω	R7
PT15, liegend, 10 k Ω	R12

Kondensatoren:

1nF/ker	C7
100 nF/ker	C1, C2, C4, C5, C8, C10
220 nF/63 V/MKT	C6
10 μ F/16 V	C3, C9
22 μ F/63 V	C11

Halbleiter:

78L09	IC1
LM358	IC2
LM393	IC3
BUZ71A	T1
BF245A	T2
1N5822	D1
BZW06-10B	D2
SB120 (1N5817)	D3

Sonstiges:

- Schraubklemmleiste, 2-polig
- KL1, KL2
- Schraubklemmleiste, 3-polig
- KL3
- Stiftleiste, 1 x 3-polig, gerade, print
- JP1
- Jumper
- JP1
- 1 Trimmer-Steckachse, 11,7 mm
- 1 Aufsteckdrehknopf, 16,5 mm, schwarz
- 1 Zylinderkopfschraube, M3 x 8 mm
- 1 Mutter, M3
- 1 Fächerscheibe, M3



Satellitenempfang Teil 3

Die Spektren eines Satelliten sind quasi seine Fingerabdrücke im allgegenwärtigen Wellengewusel. Sie sagen viel über die Art und Qualität der übertragenen Signale aus. Nach einer kurzen Beschreibung der aussterbenden Analogübertragung geht es ausführlich in die Digitaltechnik. Deren Grundlagen und die Anwendungen im MPEG-Verfahren zur bitsparenden Codierung des Quellensignals bilden den Schwerpunkt dieses Teils.

LNC-Exoten

Der Empfang zweier Satelliten mit einer Parabolantenne ist mit gewissen Einschränkungen bei nicht allzu großem Orbitalabstand der Satelliten möglich. Für das Satellitenpaar Astra-Eutelsat ($19,2^\circ$ O- 13° O) mit $6,2^\circ$ Abstand gibt es so genannte Monoblock-LNCs. Darunter versteht man zwei



mechanisch miteinander verbundene LNCs (Abbildung 1), die zusammen mit der Reflektorschüssel eine „schieflende“ Empfangsanordnung bilden. Wir werden uns später eingehend mit einer solchen Lösung beschäftigen. Das Innenleben eines älteren LNCs für ein Frequenzband und eine Polarisationssebene zeigt Abbildung 2. Die Auskoppelsonde ist ein Kupferbahnabschnitt auf der Leiterplatte, der sofort auf die Basis

Bild 1: Bei einem Monoblock-LNB sind zwei LNBs elektrisch und mechanisch in einem gemeinsamen Gehäuse integriert. Durch einen leichten Versatz der Feedachsen „schauen“ die LNBs in unterschiedliche Richtungen. Die meisten Monoblock-LNBs sind für den Empfang von zwei Satelliten mit ca. 6° Abstand im GEO ausgelegt, d. h. in Mitteleuropa bevorzugt für den Empfang von Astra ($19,2^\circ$ Ost) und Eutelsat (13° Ost).

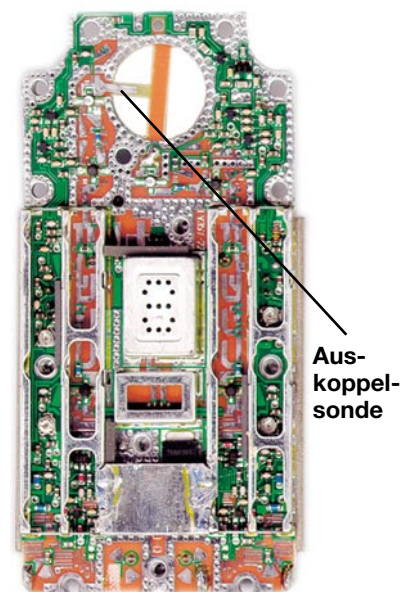


Bild 2: Miniaturisierte Höchstfrequenztechnik in einem LNC. Das Auskoppellement ist ein Stück Leiterbahn.

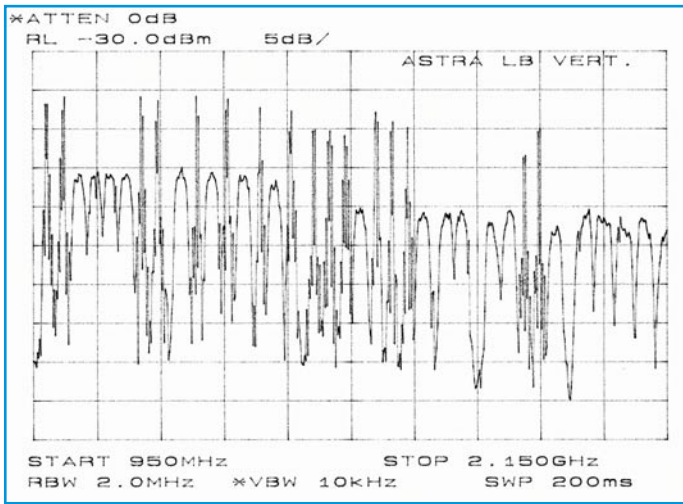


Bild 3: Astra-Spektrum 19,2° Ost: Low-Band-Vertikal

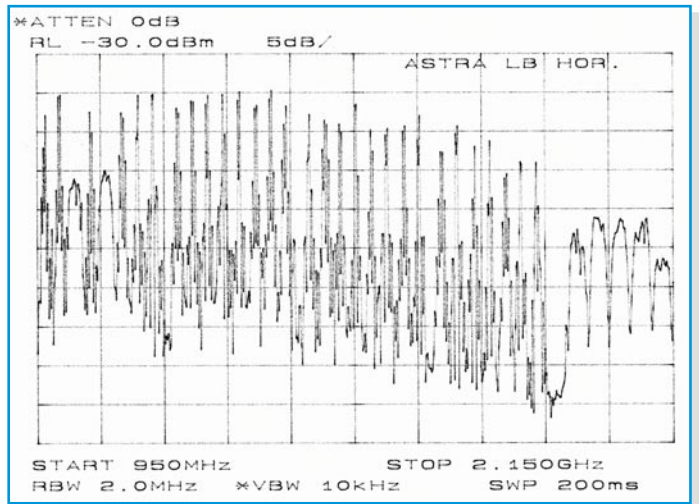


Bild 4: Astra-Spektrum 19,2° Ost: Low-Band-Horizontal

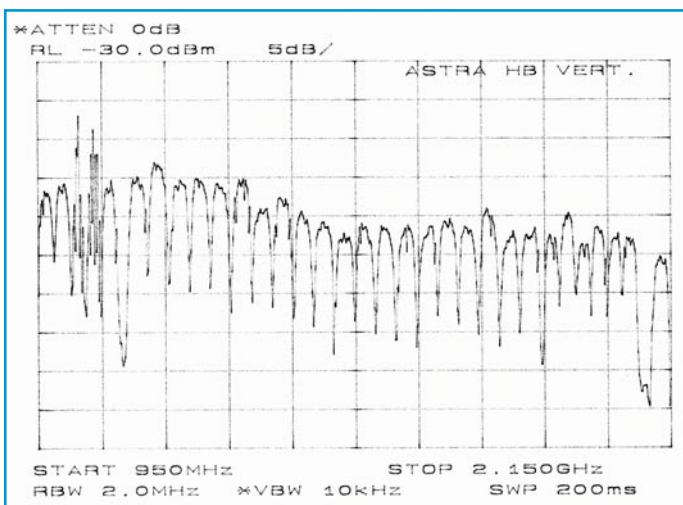


Bild 5: Astra-Spektrum 19,2° Ost: High-Band-Vertikal

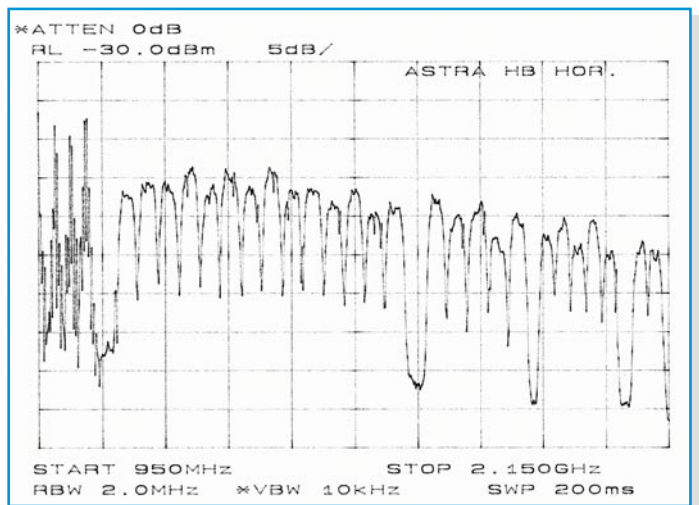


Bild 6: Astra-Spektrum 19,2° Ost: High-Band-Horizontal

des ersten HEMT-Transistors führt. In der Mitte ist der 10-GHz-LO (Local Oscillator) zu sehen.

LNC-Ausgangsspektren

Die Darstellung elektrischer Signale kann als Spannungsverlauf über der Zeit oder der Frequenz erfolgen – so auch die Ausgangssignale eines LNCs. Die erste Darstellungsform im so genannten Zeitbereich ist als wilde Spannungsschwankung wenig aussagekräftig. Dagegen ist die Darstellung im Frequenzbereich, also die Ausgangsamplitude als Funktion der Frequenz – auch Spektrum genannt – sehr informativ. Sie soll anhand aktueller Aufzeichnungen der vier Frequenzbänder von Astra auf der Orbitposition 19,2° zwischen 0,95 und 2,15 GHz – Low-Band-Vertikal (LBV), Low-Band-Horizontal (LBH), High-Band-Vertikal (HBV) und High-Band-Horizontal (HBH) – erläutert werden (Abbildungen 3 bis 6).

An ihrem Spektrum sollt ihr sie erkennen ...

Es fällt auf, dass es zwei unterschiedli-

che, im Low-Band in wechselnder Folge wiederkehrende Bereiche des Spektrums gibt. Abbildung 7 verdeutlicht das an einem ASTRA-High-Band-Spektrum von 1998 über den Frequenzbereich 950 bis 1280 MHz. Weil das High-Band mit einer LOF von 10,6 GHz abgemischt wurde, entspricht dies einem Downlink-Frequenzbereich von 11,55 bis 11,88 GHz. Es ist also das obere Ende des Low-Bands und

das untere Ende des High-Bands zu sehen. Damals herrschte auf ASTRA noch Ordnung! Im Low-Band waren ausschließlich analoge Programme untergebracht, im High-Band nur digitale.

Für die analogen Transponderspektren ist die spitze Form typisch. Zwischen den Spitzen „lugen“ die Spektren der jeweils anderen Polarisationsebene hervor. Diese kreuzpolaren Störungen rühren von der

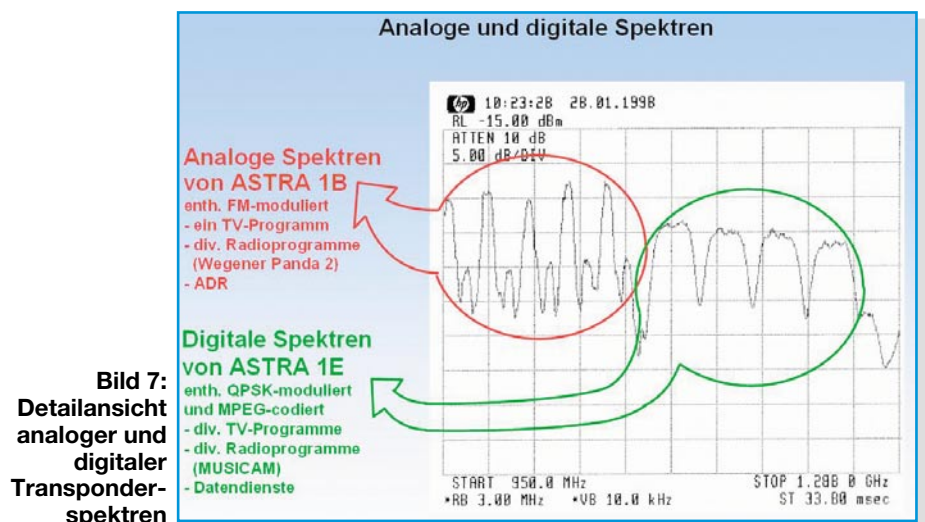


Bild 7: Detailansicht analoger und digitaler Transponder-spektren

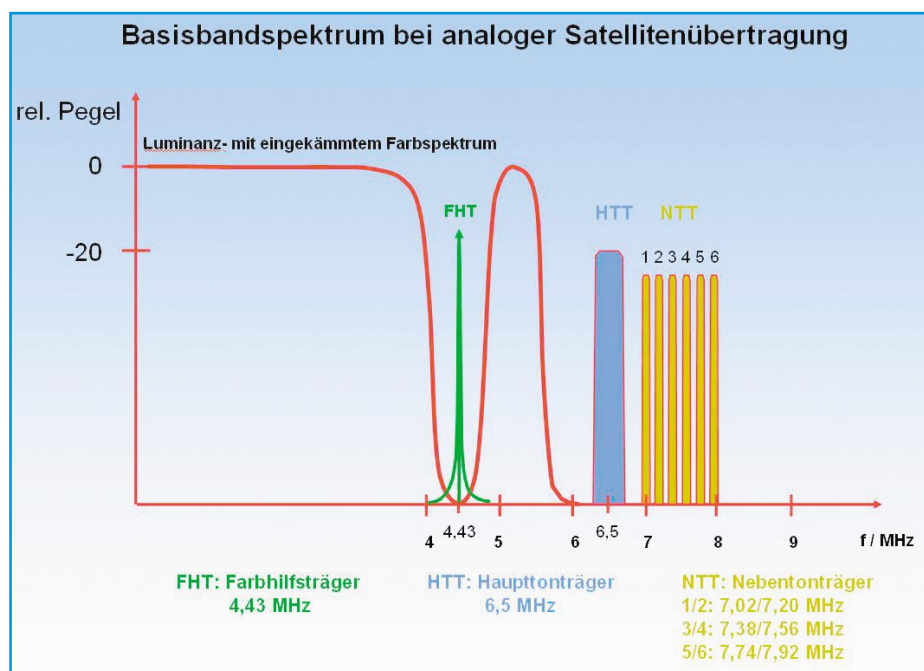


Bild 8: Mit einem solchen Spektrum ist der Träger eines analogen Transponders frequenzmoduliert.

endlichen Polarisationsstreuung der Antenne her. Die digitalen Transponder haben ein trapezförmiges Spektrum mit geringerer Amplitude (back off ca. 6 dB). Mit der ständigen Ausweitung des digitalen Programmangebots, in deren Folge zunehmend analoge Abstrahlungen – meist nach einer Phase analoger und digitaler Parallelausstrahlung (Simulcast) – abgeschaltet wurden, ist es im High-Band zu eng geworden. Deshalb füllen neue digitale Programmpakete nun die Lücken, die durch die verschwundenen analogen Programme im Low-Band entstanden sind, wodurch es dort zu einer Mischbelegung kommt.

Analoge Übertragung

Obwohl die digitale Programmverbreitung via Satellit (Digital Video Broadcast Satellite = DVB-S) im Lauf der nächsten Jahre die analogen verdrängen wird, kann man trotzdem für einige Jahre noch mit analogen Abstrahlungen rechnen. Es ist also sinnvoll, sich kurz mit der zugehörigen Technik zu beschäftigen.

Ein Farbfernsehsignal nach der PAL-Norm (Phase Alternating Line) enthält die Informationen über Helligkeit (Luminanz) und Farbe (Chrominanz) des in Zeilen zerlegten Bildes, den Begleitton und die Synchronanweisungen für den Empfänger in einem Spektrum, wie es Abbildung 8 zeigt (FBAS: Farb-Bild-Austast-Synchron-Signal, CVBS: Color Video Blanking Signal). Die Farbinformationen werden als Chrominanzspektrum um einen Farbhilfsträger bei 4,43 MHz in das in diesem Bereich abgesenkte Luminanzspektrum (0 bis ca. 5,5 MHz) eingefügt. Der Verlust an

Detailinformation im Luminanzsignal zu Gunsten der Farbe ist ein Zugeständnis an die Kompatibilität des PAL-Signals mit den bei der Umstellung ausschließlich vorhandenen Schwarz-Weiß-Fernsehgeräten.

Analoges und digitales Radio auf Tonunterträgern

Spezifisch für die analoge TV-Verteilung via Satellit sind die Tonunterträger (auch Nebentonträger genannt) im Abstand von 180 kHz für den Stereobegleitton zum Fernsehbild (7,02; 7,20 MHz), analoges Satellitenradio und ADR (Astra Digital Radio).

Analog

Für den analogen Ton auf Tonunterträgern wird das Kompressionsverfahren Panda[®] des amerikanischen Kommunikationspezialisten Wegener verwendet (www.Wegener.com). Es beruht sendeseitig auf der pegelabhängigen Anhebung der hohen Audiofrequenzen (dynamische Preemphase), die empfangsseitig wieder „spiegelbildlich“ rückgängig gemacht wird (dynamische Deemphase). Durch den derart verbesserten Rauschabstand in den leisen Passagen kann die Nebentonträgeramplitude abgesenkt werden. Das reduziert den Bedarf an Sendeleistung und Frequenz und damit auch die Kosten für die Kunden des Satellitenbetreibers.

Digital

Ein interessanter technischer Ansatz, digitalen stereofonen Hörfunk auf einem analogen Tonunterträger zu übertragen, ist ADR (Astra Digital Radio). Es wurde zur

Internationalen Funkausstellung in Berlin 1995 offiziell in Betrieb genommen und beruht auf der Datenreduktion im Musicam-Format (MPEG 1, Layer II). Der derart „eingedampfte“ Datenstrom mit 192 kbit/s bei einer Abtastrate von 48 kHz lieferte eine CD-ähnliche Audioqualität. Darin enthalten sind ein Fehlerschutz (256 kbit/s) und programmspezifische Zusatzdaten wie RDS (Radio Data System), CA (Conditional Access – Zugangskontrolle für zu bezahlende Inhalte, 9,6 kbit/s) und weitere Steuerdaten. Ein linealglatte Frequenzgang des Audiospektrums von 20 Hz bis 20 kHz, eine Signaldynamik von >90 dB und ein erstklassiger Rauschabstand sprechen für sich. Deshalb wurde ADR auch vielfach für die Signalführung zu Sendeanlagen und Kabelkopfstationen eingesetzt.

Anfang 2003 hatte ADR mit über 80 Programmen seine größte Verbreitung. Mittlerweile stellen vorwiegend die privaten Programmanbieter ihre ADR-Aussendungen immer mehr ein. Mit einer endgültigen Abschaltung der ADR-Übertragung öffentlich-rechtlicher Hörfunkprogramme wird erst mit dem gesetzlich beschlossenen Ende der analogen TV-Ausstrahlungen gegen 2010 gerechnet. Damit hätte ADR das gleiche Schicksal wie sein Vorgänger DSR (Digital Satellite Radio) erlitten, der, obwohl qualitativ hochwertiger (keine verlustbehaftete Datenkompression!), wegen mangelnder Wirtschaftlichkeit nach nur wenigen Jahren wieder beendet wurde.

Das in Abbildung 8 gezeigte Basisbandspektrum wird nun im Ganzen auf einen Träger für den Uplink frequenzmoduliert und im Satelliten vor der Abstrahlung ins Zielgebiet auf die niedrigere Downlinkfrequenz umgesetzt. Das Resultat sind die „spitzen“ Spektren in den Abbildungen 3 bis 7.

Störeinflüsse bei der analogen Übertragung

Bei einer Verschlechterung der Übertragungsparameter (Pegel, Signal-Rausch-Abstand, Intermodulationen, Übersteuerungen ...) reagiert ein analoger Receiver relativ proportional – „gutes Empfangssignal = gutes Bild und guter Ton“ und umgekehrt. Dadurch unterscheidet sich der analoge Satellitenempfang fundamental vom digitalen, bei dem unterhalb einer gewissen Signalqualität Bild und Ton schlagartig ausbleiben, bis dahin aber perfekt sind. Die Eigenschaft analoger Empfänger, aus der Bildqualität Rückschlüsse auf die Signalqualität zuzulassen, wird im Angelsächsischen als „graceful degradation“ bezeichnet. Der Begriff beschreibt die durchaus positive Eigenschaft eines Sys-



Bild 9: Weiße Spikes = Receiver zu tief abgestimmt



Bild 10: Weiße und schwarze Spikes = Empfangssignal verrauscht, zu schwach oder zu stark



Bild 11: Schwarze Spikes = Receiver zu hoch abgestimmt

tems, seinen Betrieb unter sich verschlechternden Rahmenbedingungen mit eingeschränkten Leistungsparametern fortzusetzen, anstatt ohne Vorankündigung vollständig auszufallen.

Die häufigsten Bildfehler sind so genannte Spikes (im Deutschen auch Fischchen genannt). Das sind kleine, horizontale weiße oder schwarze Sprengel im Bild, die dadurch entstehen, dass kurze Zeilenabschnitte weiß oder schwarz getastet sind. Aus der Art und Häufigkeit der Spikes sind Rückschlüsse möglich:

- Nur weiße Spikes = Receiver zu tief abgestimmt
- Nur schwarze Spikes = Receiver zu hoch abgestimmt
- Weiße und schwarze Spikes = zu hoher oder zu niedriger Empfangspegel, schlechtes Träger-Rausch-Verhältnis (C/N).

Je ausgeprägter die Fehlerursache, desto zahlreicher treten die damit verbundenen

Bild 12: Gleichfrequente Störung von n-tv in der 1. Sat-ZF durch DECT-Schnurlostelefon



Spikes auf, bis hin zum Untergang des Bildes in einem Meer von Spikes (Abbildungen 9 bis 11).

Eine weitere Ursache für Bildfehler sind Fremdeinstrahlungen aus HF-Störquellen in das Sat-ZF-Signal, z.B. durch Schnurlostelefone nach dem DECT-Standard im Frequenzbereich von 1880 bis 1900 MHz. Voll davon betroffen ist n-tv auf Astra-Transponder 29, 11,641 GHz vertikal, was in der 1. Sat-ZF 11,6412 GHz – 9,75 GHz = 1891 MHz entspricht (Abbildung 12).

Digitale Übertragung

Weil der digitalen Programmübertragung die Zukunft gehört, wollen wir ihren technischen Hintergrund eingehender beleuchten.

Grundlagen der Digitaltechnik

In der Digitaltechnik sind alle Inhalte, gleich ob Sprache, Bilder oder Daten, kurz Informationen aller Art, Folgen von zwei elektrischen Zuständen – null oder eins,

die Bits (b). Acht Bits werden zu einem Byte (B) zusammengefasst. Diese Ketten aus Bits oder Bytes enthalten also, zweiwertig (dual, binär) codiert, eine numerische Beschreibung der realen Größen. Dabei wird nicht wie bei der vertrauten analogen Signalverarbeitung mit einer unendlich fein aufgelösten Darstellung der Signalamplitude gearbeitet, sondern es werden regelmäßig genommene Signalproben (zeitdiskret) mit einer endlichen Auflösung (wertediskret) nach mathematischen Verfahren verarbeitet.

Abbildung 13 beschreibt die Funktionsgruppen, die bei jeder digitalen Signalverarbeitung erforderlich sind. Zunächst wird durch einen Tiefpass das Eingangssignal bandbegrenzt (TP_{Ein}). Das Gewinnen von Proben nennt man Abtastung. Sie erfolgt durch ein Abtast-Halteglied (engl.: Sample and Hold, S/H). Ihre Übersetzung in digitale Zahlen mit endlicher Genauigkeit wird durch Analog-Digitalwandlung (A/D-Wandlung) und Quantisierung vorgenommen. Die Umsetzung in eine das Aus-

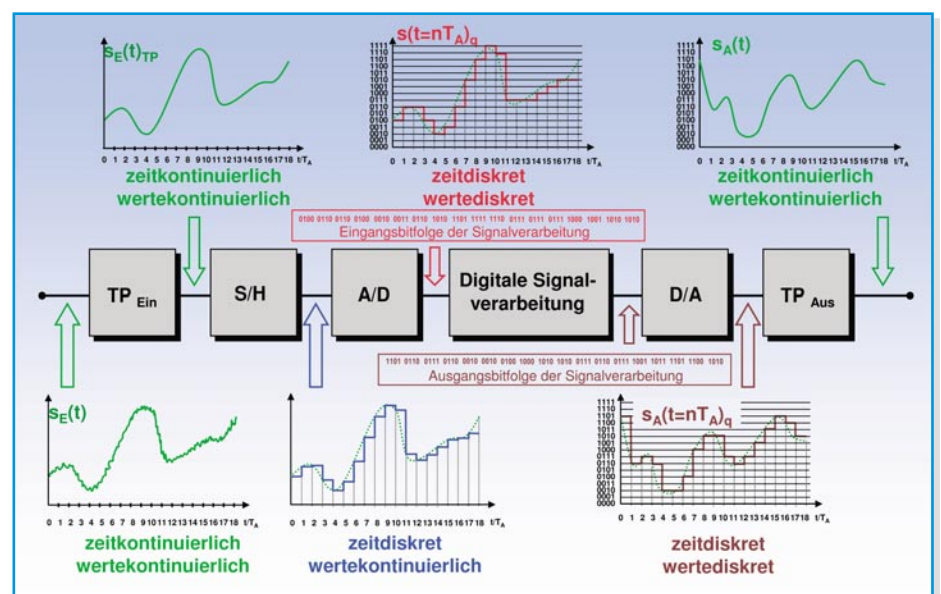


Bild 13: Digitale Verarbeitung eines analogen Signals im Überblick

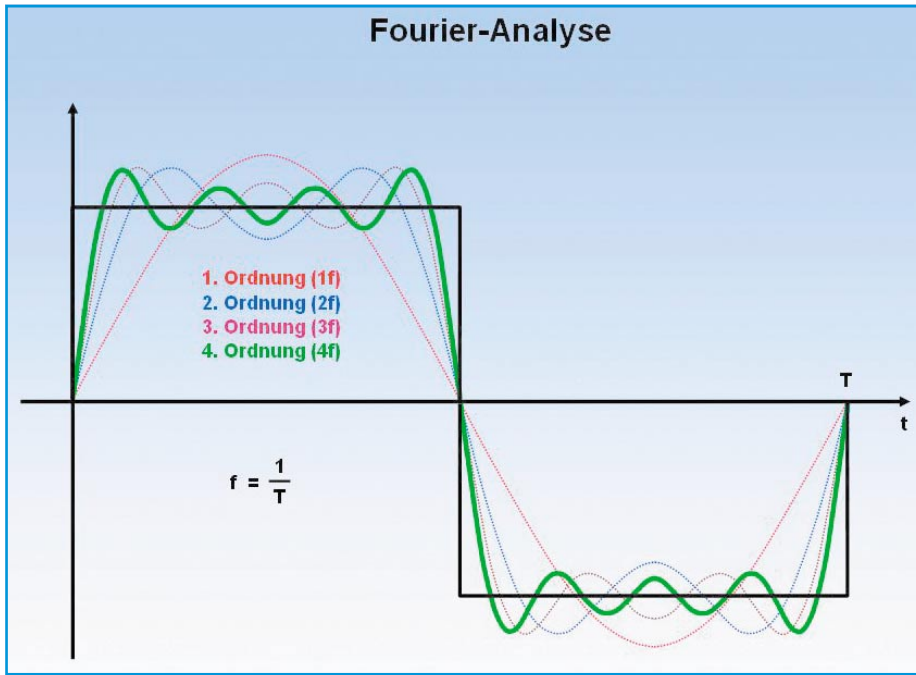


Bild 14: Die Rechteckschwingung entsteht nach Fourier durch Überlagerung unendlich vieler Harmonischer einer Grundfrequenz. Im Bild wurde die Approximation nach der 4. Harmonischen abgebildet.

gangssignal repräsentierende Bitfolge ist Aufgabe eines Algorithmus (mathematische Rechenvorschrift) – darin liegt die eigentliche digitale Signalverarbeitung. Ihre Ausgangsbitfolge wird wieder in ein analoges Signal zurückgewandelt (D/A-Wandlung) und die Stufigkeit infolge der Diskretisierung von Zeit und Wert durch einen Rekonstruktionstiefpass (TP_{Aus}) verschliffen.

Von grundlegender Bedeutung für die digitale Signalverarbeitung ist das Abtasttheorem von Claude Shannon. Um es zu verstehen, erinnern wir uns, dass der französische Mathematiker Jean-Baptiste Fourier (1768–1830) entdeckte, wie jeder beliebige periodische zeitliche Funktionsverlauf als unendliche Summe von harmonischen Sinus- und Cosinus-Schwingun-

gen beschrieben werden kann. Mit seiner „Harmonischen Analyse“ stellte er damit den Zusammenhang zwischen der Darstellung eines Signals über der Zeit (Zeitbereich, Spektrum) her.

$$s(t) = \frac{A_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} A_n \cos n\omega t + \sum_{n=1}^{\infty} B_n \sin n\omega t$$

mit $\omega = 2\pi f$ *Fourierreihe*

Die periodische Zeitfunktion $s(t)$ mit der Periode $T=1/f$ wird also abgebildet durch einen Gleichanteil $A_0/2$ und die Überlagerung unendlich vieler gewichteter Sinus- und Cosinusschwingungen, deren Frequenz ein Vielfaches der Grundschwingung $f=1/T$ ist. Die Gewichtungsfaktoren A_n und B_n (Fourierkoeffizienten) ergeben sich aus:

$$A_n = \frac{2}{T} \int_{t=-T/2}^{T/2} s(t) \cos n\omega t dt$$

Fourierkoeffizient der nten cos-Harmonischen

$$B_n = \frac{2}{T} \int_{t=-T/2}^{T/2} s(t) \sin n\omega t dt$$

Fourierkoeffizient der nten sin-Harmonischen

Das Ergebnis für eine Rechteckfolge zeigt Abbildung 14, die durch die Überlagerung von Sinusschwingungen bis zur 4. Ordnung approximiert wurde (grüne Linie). Je mehr Schwingungen höherer Ordnung hinzukommen, umso genauer wird die Rechteckfolge abgebildet.

Damit wird das Abtasttheorem von Shannon anschaulich verständlich. Es besagt, dass der höchsten Frequenzkomponente des Signals mindestens zwei Proben (Abtastwerte) pro Periode entnommen werden müssen, um das Signal wieder verlustfrei aus der Abtastwertefolge rekonstruieren zu können. Anders ausgedrückt: Die höchste Frequenzkomponente muss kleiner sein als die halbe Abtastfrequenz.

$$f_A \geq 2f_{\max}$$

Abtasttheorem

Für nicht-periodische Zeitfunktionen (unendliche Periodendauer) lassen sich die Fourierintegrale ableiten, die der nichtperiodischen Zeitfunktion (z. B. ein einzelner Impuls) eine spektrale Dichteverteilung zuordnen und umgekehrt.

Lieber zu viel als zu wenig

Wenn die Abtastbedingung nicht eingehalten wird – man nennt dies Unterabtastung – kommt es zu schlimmen Verfälschungen des Abtastergebnisses. Es entsteht der Eindruck, als ob die höherfrequenten unterabgetasteten Harmonischen von einer niederfrequenten (Alias-)Frequenzkomponente stammen (Abbildung 15). Man kennt diesen Effekt aus alten Westernfilmen, wo sich die Speichen der Planwagen scheinbar langsam vorwärts oder rückwärts drehen. Hier nahm die Kamera nicht genügend Einzelbilder von den schnell rotierenden Speichen auf, um die wirkliche Drehung richtig wiederzugeben.

Auch im Frequenzbereich ist der Einfluss der Abtastfrequenz anschaulich zu erkennen. Abtastspektren haben die Eigenschaft, periodisch auf der Frequenzachse wiederzukehren. Bei Verletzung der Shannon-Forderung, also Unterabtastung, überlappen sich die periodischen Spektren, wodurch sich Verfälschungen des Grundspektrums ergeben. Bei großzügi-

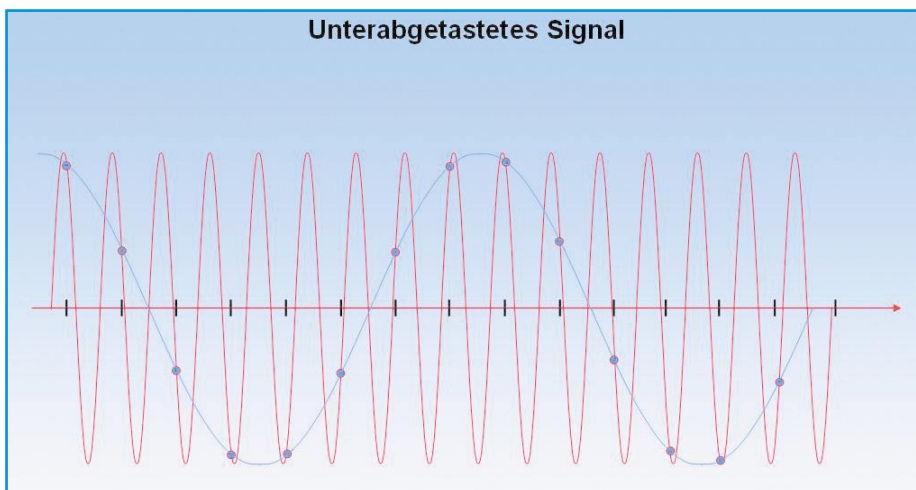


Bild 15: Vorspiegelung falscher Tatsachen! Durch Unterabtastung (Verletzung des Nyquistkriteriums) wird das Bild einer tieferen Alias-Frequenz gezeichnet (Aliasing).

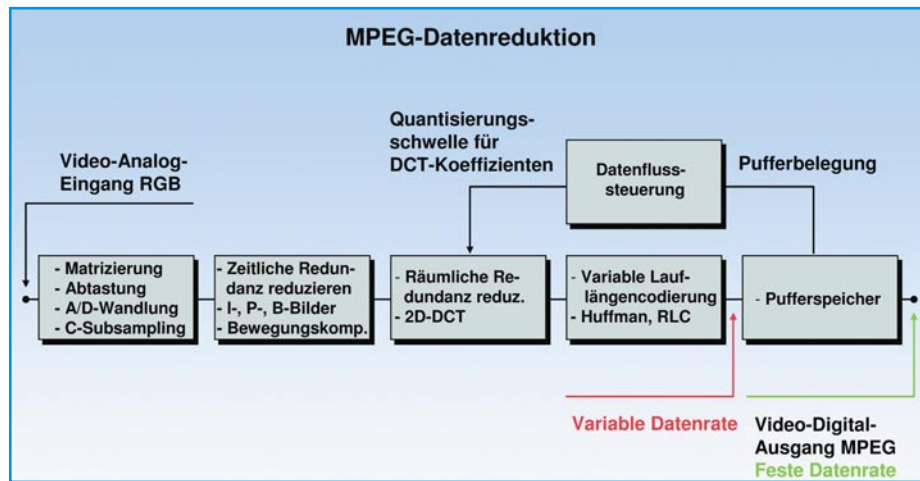


Bild 16: Die Schritte des MPEG-Videoprozesses vom analogen Eingangssignal bis zum komprimierten Datenstrom fester Datenrate.

ger Überabtastung haben die periodischen Spektren höherer Ordnung ausreichend Abstand zum Grundspektrum und können leicht weggefiltert werden.

Idealerweise sollten also dem Signal so häufig wie möglich Proben entnommen werden (hohe Abtastfrequenz), die dann so genau wie möglich zu digitalisieren und zu verarbeiten sind (große Wortlänge). In der Praxis muss ein Kompromiss zwischen Kosten und Leistungsfähigkeit der realen Hardware und den idealen Signalparametern geschlossen werden. Das bedingt, Signalverfälschungen durch Abschneideeffekte (Rundungsrauschen) und knappe Abtastfrequenzen (Alias-Störungen) in Kauf zu nehmen. Hinzu kommen Signalverluste beim Bemühen um eine Verminderung der Datenrate (Verlust an Detailinformation).

Kompression tut not

Ein Beispiel erläutert die Notwendigkeit einer Reduzierung der Bitrate eines unkomprimierten Videobildes. Angenommen, ein Videobild soll in der vom PC bekannten Standard-VGA-Auflösung digitalisiert werden. Dazu sind 640x480 Bildpunkte (picture element: Pixel) in den drei Farben Rot, Grün und Blau (RGB) zu je 8 Bit (256 Intensitätsabstufungen) zu codieren. Durch die Überlagerung dreier benachbarter Farbpunkte entsteht die Mischfarbe und -intensität eines Pixels. Bei einer angenommenen Bildwechselfrequenz von 50 Hz folgt für die Bitrate:

$$\text{Bitrate} = 640 \cdot 480 \frac{\text{Pixel}}{\text{Bild}} \cdot 3 \frac{\text{Farben}}{\text{Pixel}} \cdot 8 \frac{\text{bit}}{\text{Farbe}}$$

$$50 \frac{\text{Bilder}}{\text{s}} = 368.640.000 \frac{\text{bit}}{\text{s}}$$

Nur wenige Programme würden so die Kapazität eines Satelliten ausschöpfen! Auf einem GByte Festplattenkapazität wären gerade einmal ca. 16 s Film abzuspeichern. Bei dem hochauflösenden Fernsehen der Zukunft (High Definition TV: HDTV) sieht

die Lage noch dramatischer aus. Die Devise muss also lauten: Bit sparen! Als Standard hat sich dafür ein Verfahren der Motion Pictures Experts Group (MPEG) etabliert. Es zeichnet sich durch einen drastischen Bitraten-Spareffekt bei akzeptabler, nur in Extremsituationen wahrnehmbarer Minderung der Bildqualität aus. Die prinzipiellen Funktionsblöcke zeigt Abbildung

16. Sie werden nachfolgend der Reihe nach besprochen.

Vom analogen Kamerasignal zum MPEG-Datenstrom

Die menschlichen Sinnesorgane sind für eine analoge Umwelt ausgelegt. Hören und Sehen sind demnach analoge Vorgänge, bei denen Schall und Licht (akustische und elektromagnetische Wellen) von Ohren und Augen aufgenommen und vom Gehirn verarbeitet werden. Entsprechend hat die Nachrichtentechnik in der Vergangenheit analoge Signalwerte direkt und kontinuierlich verarbeitet.

Die Zukunft liegt jedoch – bis auf ganz wenige Ausnahmen – in der digitalen Signalverarbeitung. Je nach Leistungsfähigkeit des digitalen Signalprozessors sowie der Speicher- und Übertragungsmedien, ausgedrückt in Rechengeschwindigkeit und -genauigkeit, Speichervolumen und -geschwindigkeit und der Übertragungskapazität, sind dem zulässigen Datenvolumen bestimmte Grenzen gesetzt. Nur eine hocheffiziente Datenkompression ermöglicht hier die wirtschaftliche Lösung der anste-

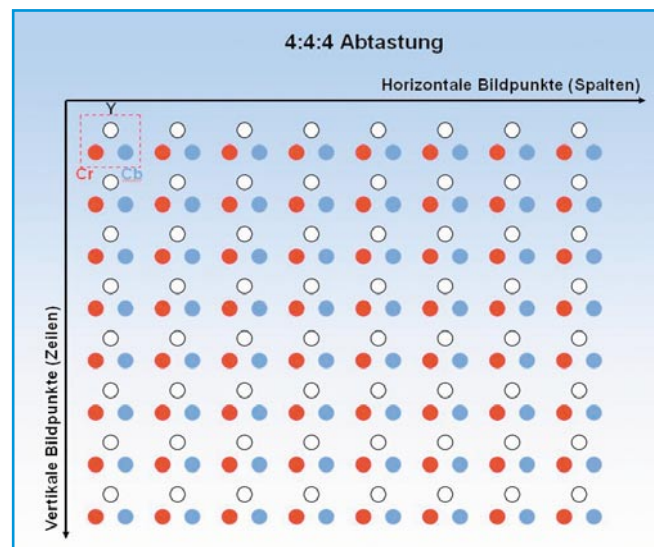


Bild 17: Bei der Vollabtastung 4:4:4 werden der Luminanzwert und die beiden Chrominanzwerte eines jeden Bildpunkts abgetastet.

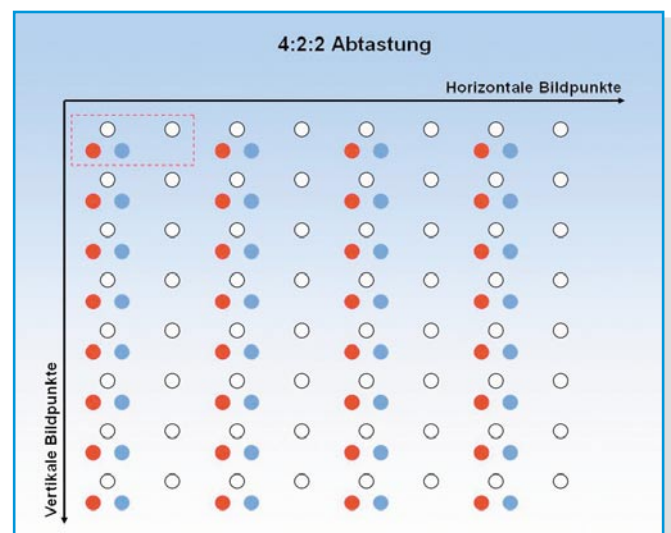


Bild 18: Durch Unterabtastung 4:2:2 werden die Luminanz aller Bildpunkte und die Chrominanz jedes zweiten Bildpunkts abgetastet. Die Unterabtastung der Farbinformation entspricht der geringeren Farbauflösung des menschlichen Auges.

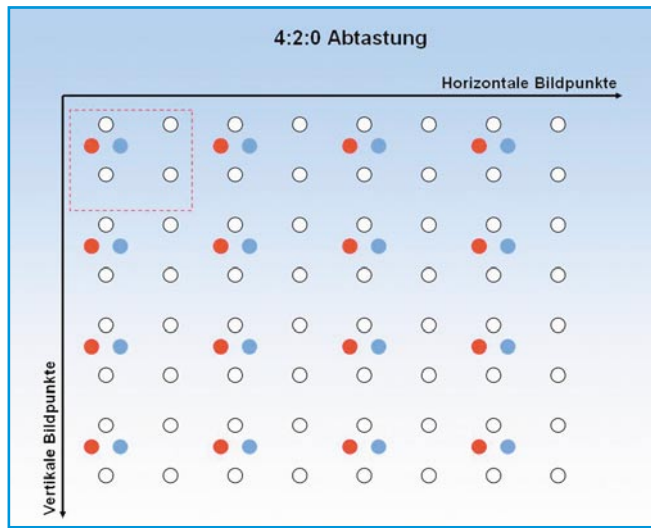


Bild 19: Wegen des geringeren Auflösungsvermögens des Auges in vertikaler Richtung kann in jeder zweiten Zeile das Farbsignal völlig unabgetastet bleiben. Es wird also zeilenweise abwechselnd mit 4:2:2 und 4:0:0 abgetastet, was auch als 4:2:0-Abtastung bezeichnet wird.

henden Übertragungs- und Speicheraufgaben.

Bei der Kompression lautet das Motto: So viel wie möglich einsparen, damit so wenig wie nötig bleibt. Grundsätzlich unterscheidet man zwischen verlustbehafteter (lossy) und verlustfreier (lossless) Datenkompression. Bei der verlustbehafteten Kompression (Irrelevanzreduktion) macht man sich zunutze, dass nicht alle Teile einer Nachricht gleich wichtig für ihr Verständnis sind. Durch Weglassen reduziert man die irrelevanten Anteile. Z. B. benötigt man beim Telefonieren nicht die volle Bandbreite des menschlichen Gehörs. Die Nachricht wird mit 300 bis 3000 Hz genau so gut verstanden wie mit 16 bis 20.000 Hz. Verringert man nur die Weitschweifigkeit in einer Nachricht (z. B. durch knappe Formulierung), ohne die Aussage zu verändern, spricht man von Redundanzreduktion. Sie ist in Bezug auf die Vollständigkeit der Nachricht verlustlos. Ein Beispiel ist das Telegramm. Es enthält in knapper Formulierung, was auch ausschweifender auszudrücken möglich wäre. „Ankomme 14h Gleis 7“ sagt nicht weniger als „Um 14 Uhr werde ich mit dem Zug auf Gleis 7 eintreffen“.

Abtasten des Fernsehbildes

Fernsehbilder werden nicht im RGB-Format, wie es eine Fernsehkamera mit drei Aufnahmeröhren für Rot, Grün und Blau liefert, sondern zu einer Leuchtdichte Y (Luminanz) und den zwei Farbdifferenzkomponenten U und V (Chrominanz) aufbereitet. Dies geschieht gemäß den unterschiedlichen Farbempfindlichkeiten des menschlichen Auges durch Bewerten und Zusammenführen der RGB-Signale (matrizieren) nach den folgenden Beziehungen (CCIR-601):

$$Y = +0,299R + 0,587G + 0,114B$$

$$U = -0,169R - 0,331G + 0,500B = 0,564(B - Y) = C_b$$

$$V = +0,500R - 0,419G - 0,081B = 0,713(R - Y) = C_r$$

Häufig ist statt YUV auch die Bezeichnung $Y C_r C_b$ anzutreffen. Theoretisch besteht ein analoges Bild aus unendlich vielen Bildpunkten, aus denen für die Digitalisierung eine endliche Anzahl ausgewählt werden muss. Bei einem Fernsehbild mit dem Seitenverhältnis 4:3 hat man sich auf 864x625 Punkte festgelegt, davon sind 720x576 sichtbar, der Rest enthält Synchronsignale und Zusatzinformationen. Würde man jeden sichtbaren Bildpunkt mit seinen Werten für Y, U und V abtasten und mit 10 Bit als Zahlenwert darstellen, ergäbe sich bei einer Bildwiederholungs-

frequenz von 25 Hz ein Datenstrom von 311,040 Mbit/s. Diese Vollabtastung (Abbildung 17) wird übrigens auch als 4:4:4-Abtastung bezeichnet. Das rührt daher, dass die Luminanz mit 13,5 MHz ($4 \cdot 3,375$ MHz) und die beiden Farbdifferenzsignale auch jeweils mit 13,5 MHz ($4 \cdot 3,375$ MHz) abgetastet werden. Unter Ausnutzung der psychovisuellen Eigenheiten unseres Gesichtssinns, hier die geringere Detailauflösung des Sehens von Farben und vertikalen Strukturen, kann die Datenrate bereits an der Quelle verringert werden.

Weil das Unterscheidungsvermögen des Auges für Details (Auflösung) von Schwarz-Weiß-Bildern (Y) aber höher ist als für farbige (U, V), genügt es, nur bei jedem zweiten Pixel die Chrominanz abzutasten (Abbildung 18 / horizontale Chrominanz-Unterabtastung 4:2:2, entsprechend $4 \cdot 3,375$ MHz = 13,5 MHz Luminanzabtastfrequenz und je $2 \cdot 3,375$ MHz = 6,75 MHz Farbdifferenzabtastfrequenz). Gegenüber der Vollabtastung (4:4:4) ergibt sich alleine mit dieser Maßnahme eine Bitratenreduktion von 3:2. Dieses Abtastverhältnis entspricht der Norm CCIR-601.

Wenn man jetzt zusätzlich noch das geringere Auflösungsvermögen des Auges in vertikaler Richtung ausnutzt und in jeder zweiten Zeile die Chrominanz statt mit 4:2:2 mit 4:0:0 (vertikale Chrominanz-Unterabtastung), also überhaupt nicht ab-

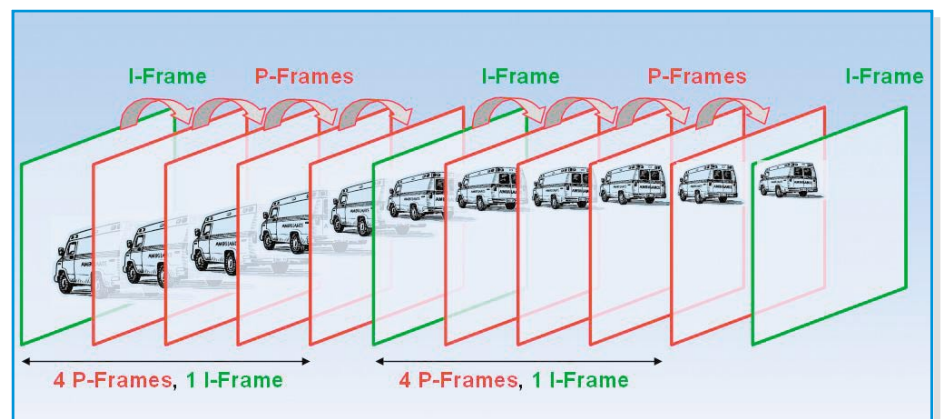


Bild 20: Nur Vollbilder (I-Frames) enthalten die ganze Bildinformation. Aus ihnen werden Zwischenbilder (P-Frames) mithilfe von Prädiktionsdaten des Senders gewonnen.

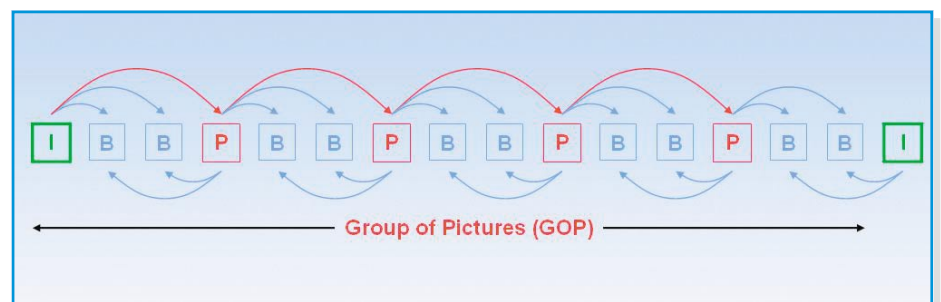
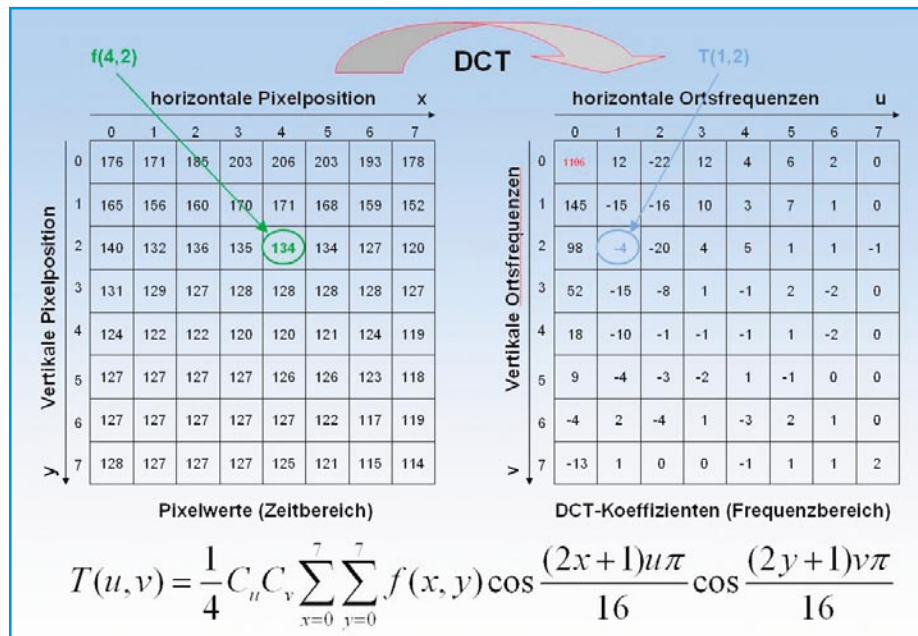


Bild 21: Das Prädiktionsverfahren wird durch Einfügen von B-Frames verfeinert. Dazu werden Informationen aus vorhergehenden und nachfolgenden I- und P-Frames verarbeitet.



tastet, spricht man von einer 4:2:0-Abtastung (Abbildung 19). Mit ihr reduziert sich die Bitrate sogar auf 2:1. Dies wird bei der am häufigsten verwendeten MPEG2-Implementation Main Profile@Main Level (MP@ML) mit 720x576 Pixel/Bild und 25 Bildern/s getan, so dass sich eine Videobitrate von 155,520 Mbit/s ergibt, die auf 6 bis 15 Mbit/s weiter „ausgedünnt“ werden muss. Es bleibt also noch viel zu tun!

Differenzcodierung und Bewegungsabschätzung

Aufeinanderfolgende Fernsehbilder ändern sich meistens nur wenig und dann in bestimmten Regionen, es sei denn vor und nach einem harten Szenenwechsel (Schnitt). Man denke an den Kopf eines

Sprechers vor einem festen Hintergrund. Anstatt jedes einzelne Bild vollständig zu übertragen, genügt es völlig, dies nur für die Unterschiede (Differenzen) zum vorhergehenden Bild zu tun. Mit dieser Differenzcodierung lassen sich sehr große, vom Bildmaterial abhängige Einsparungen an der Bitrate erzielen.

Durch die Analyse kleiner Bildpartien (Makroblöcke), stellt man fest, dass sich diese von Bild zu Bild oft nur geringfügig verschieben, ohne dabei ihren Inhalt relevant zu verändern. Es genügt dann, Richtung und Weite der Verschiebung abzuschätzen und dem Empfänger die Schätzung (Prädiktion) in Form eines Verschiebungsvektors zu übermitteln, damit dieser den ihm bereits bekannten Makroblock entsprechend versetzt. Um ein allmähli-

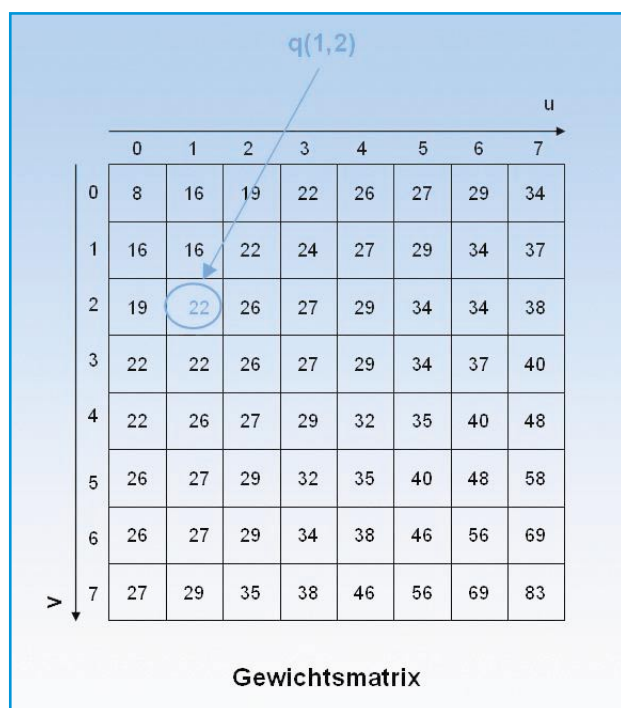


Bild 23: Die Gewichtsmatrix bewertet die Ortsfrequenzen nach ihrer Wahrnehmung durch das Auge. Unauffällige Feinstrukturen (hohe Ortsfrequenzen) werden gegenüber auffälligen Grobstrukturen (niedrige Ortsfrequenzen) abgeschwächt

Bild 22: Die diskrete Fourier-Transformation analysiert das Auftreten horizontaler und vertikaler Ortsfrequenzen in einem kleinen Bildbereich von 8x8 Bildpunkten

ches Auseinanderdriften zwischen den Folgen realer und geschätzter Bilder (predicted Frames, P-Frames) zu vermeiden, wird in regelmäßigen Abständen ein von den Inhalten vorhergehender und nachfolgender Frames unabhängiges Vollbild (Intra-Frame, I-Frame) übertragen, das für den Decoder als Ausgangspunkt einer neuen geschätzten Bildfolge dient (Abbildung 20). Die Vorhersage von Frames wird noch durch einen dritten Frametyp, den B-Frame, ergänzt. B-Frames werden zwischen I- und P-Frames eingeschoben und orientieren sich durch bidirektionale Interpolation an diesen. Dabei werden also Informationen aus beiden Zeitrichtungen, nämlich dem vorhergehenden I- oder P-Frame und dem nachfolgenden P- oder I-Frame verarbeitet, worauf der Begriff Bidirectional-Frame (B-Frame) hinweist. Die zeitliche Abfolge der I- und P-Bilder bei der Übertragung muss dies entsprechend berücksichtigen. Eine typische vollständige MPEG-Frame-Sequenz, bestehend aus 15 Frames, ist in Abbildung 21 dargestellt.

Diese Methoden zur Beseitigung entbehrlicher Informationen aus der zeitlichen Abfolge von Bildern wird auch als „Reduktion der zeitlichen Redundanz“ (temporal redundancy) bezeichnet.

Diskrete Cosinus-Transformation

Beim zeilenweisen Abtasten eines Bildes ergeben sich in waagerechter Richtung Helligkeitsschwankungen mit einer bestimmten Frequenz, ebenso in senkrechter Richtung. Man spricht von horizontalen und vertikalen Ortsfrequenzen. Ein senkrechtes Streifenmuster hat nur horizontale, ein waagerechtes nur vertikale Ortsfrequenzen. Ein gleichmäßig graues Bild hat nur einen Gleichanteil, die Ortsfrequenzen sind null. Ein durchschnittliches Bild weist sowohl einen Gleichanteil als auch beide Ortsfrequenzen auf. Je höher die Ortsfrequenzen sind, umso weniger empfindlich ist das Auge dafür. Feine Details sind eben unauffälliger als großflächige Bildelemente. Mit der diskreten Cosinus-Transformation, einer Variante der Fourier-Transformation, kann man gezielt die horizontalen und vertikalen Feinstrukturen mindern.

Dies wird als „Reduktion der räumlichen Redundanz“ (spatial redundancy) bezeichnet. Dazu wird das Bild in 8x8 Pixel große Bereiche zerlegt, die mit der DCT analysiert werden. Weil die Transformation sich über eine Fläche erstreckt, wird sie auch 2D-DCT genannt (zweidimensionale DCT). Das Ergebnis ist wiederum eine 8x8-Matrix, deren Zahlenwerte die vertikalen und horizontalen Ortsfrequenzen repräsentieren. Die 2D-DCT spielt auch bei der Kompression von unbewegten Bildern nach dem JPEG-Standard (Joint Photographic Experts Group) eine entscheidende Rolle.

$$T(u,v) = \frac{1}{4} C_u C_v \sum_{x=0}^7 \sum_{y=0}^7 f(x,y) \cos \frac{(2x+1)u\pi}{16} \cos \frac{(2y+1)v\pi}{16}$$

Diskrete Cosinus-Transformation (DCT)

- u, v = 0, 1, ... 7
Koordinaten im transformierten Bereich
- T(u,v)
Transformierte DCT-Koeffizienten
- x, y = 0, 1, ... 7
Koordinaten der Pixel im 8x8-Block
- f(x,y)
Luminanz- bzw. Chrominanzwerte
- C_u, C_v = 1,414 für u, v = 0
= 1 für u, v ≠ 0

Die Transformationsmatrix ist bei exakter Ausführung der Rechenvorschrift verlustfrei (Abbildung 22). Führt man sie der Inversen Diskreten Cosinus-Transformation (iDCT) zu, erhält man exakt die Pixelwert-Ausgangsmatrix. In der Praxis wer-

Bild 24: Die DCT-Koeffizientenmatrix nach Wichtung und Quantisierung.

		quantisierte hor. Ortsfrequenzen u							
		0	1	2	3	4	5	6	7
quant. vert. Ortsfrequenzen v	0	138	1	-1	1	0	0	0	0
	1	8	-1	-1	0	0	0	0	0
	2	5	0	-1	0	0	0	0	0
	3	2	-1	0	0	0	0	0	0
	4	1	0	0	0	0	0	0	0
	5	0	0	0	0	0	0	0	0
	6	0	0	0	0	0	0	0	0
	7	0	0	0	0	0	0	0	0

Quant. DCT-Koeffizienten

den aber oft nach Multiplikationen die doppelt langen Ergebnisse wieder gekürzt, was zu leichten Abschneide- und Rundungsfehlern führt.

$$f(x,y) = \frac{1}{4} \sum_{u=0}^7 \sum_{v=0}^7 C_u C_v F(u,v) \cos \frac{(2x+1)u\pi}{16} \cos \frac{(2y+1)v\pi}{16}$$

Inverse Diskrete Cosinus-Transformation (iDCT)

Die DCT-Koeffizientenmatrix (rechte Seite von Abbildung 22) repräsentiert nach rechts ansteigend die Amplitude der horizontalen Ortsfrequenzen und nach unten ansteigend die Amplitude der vertikalen Ortsfrequenzen. Das Element in der oberen linken Ecke T(0,0) beschreibt den

Gleichanteil im 8x8-Pixel-Element. Man sieht, dass die Amplitude der höheren Ortsfrequenzen abnimmt. Weil die Wahrnehmung höherer Ortsfrequenzen immer kleiner wird, kann man die Koeffizienten nach Maßgabe einer Gewichtsmatrix (Abbildung 23) so quantisieren, dass die meisten Koeffizienten der höherfrequenten Ortsfrequenzen null werden. Dazu wird jedes T(u,v) durch ein entsprechendes q(u,v) geteilt und das Teilungsergebnis auf die nächstliegende ganze Zahl gerundet. Hier ergeben sich Verluste, die bei der inversen DCT zu einem vom Original abweichenden 8x8-Pixel-Element führen. Z. B. ergibt sich der quantisierte DCT-Koeffizient 0 am Kreuzungspunkt von Spalte Nr. 1 mit Zeile Nr. 2 als T(1,2)/q(1,2) = -4/22 = -0,18, was zu 0 gerundet wird. Die Gewichtsmatrix (Abbildung 23), auch Quantisierungstabelle genannt, wurde aus umfangreichen experimentellen Untersuchungsreihen zur Bewertung des menschlichen optischen Wahrnehmungsvermögens gewonnen.

Das menschliche Auge hat mit der größeren Quantisierung höherfrequentere Koeffizienten keine Probleme, weil es in Bezug auf Darstellungsfehler bei höheren Ortsfrequenzen sehr tolerant ist. Durch geeignete Wahl der Quantisierungsmatrix kann der Datenfluss gesteuert werden. Davon wird Gebrauch gemacht, wenn der Pufferspeicher in Abbildung 16 überzulaufen droht.

Die Matrix der quantisierten DCT-Koeffizienten wird nun zickzackweise von oben links beginnend ausgelesen (Zig Zag Scan). Daraus ergibt sich eine Koeffizientenfolge, die an ihrem Anfang die wichtigsten niederfrequenten Werte (Grobstruktur) enthält und gegen Ende nur Nullen (unterdrückte Feinstruktur). Abbildung 25 demonstriert dies. Damit ist die Grundlage einer bitsparenden Lauflängencodierung gelegt. **ELV**

		quantisierte hor. Ortsfrequenzen u							
		0	1	2	3	4	5	6	7
quant. vert. Ortsfrequenzen v	0	138	1	-1	1	0	0	0	0
	1	8	-1	-1	0	0	0	0	0
	2	5	0	-1	0	0	0	0	0
	3	2	-1	0	0	0	0	0	0
	4	1	0	0	0	0	0	0	0
	5	0	0	0	0	0	0	0	0
	6	0	0	0	0	0	0	0	0
	7	0	0	0	0	0	0	0	0

Zig-Zag-Scanning der quantisierten DCT-Koeffizienten =>
 138, 1, 8, 5, -1, -1, 1, -1, 0, 2, 1, -1, -1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, ... , 0

51x0

Bild 25: Das zickzackweise Auslesen der quantisierten DCT-Matrix führt zu einer Wertefolge, die nur am Anfang von null verschiedene Werte enthält.



Computer-Schaltinterface CSI 8

Teil 2

Nachdem im ersten Teil des Artikels die Funktionsweise des Computer-Schaltinterfaces CSI 8 sowie die Schaltung vorgestellt wurden, wollen wir im zweiten Teil mit der Beschreibung des Nachbaus fortfahren.

Nachbau

Das CSI 8 besteht aus zwei Platinen, zum einen aus einer großen Basisplatine und zum anderen aus der USB-Modul-Platine UM 100. Der Aufbau dieser Platine wird ausführlich im „ELVjournal“ 2/2003 beschrieben und soll hier aus diesem Grund nicht weiter vertieft werden. Im Folgenden wollen wir den Aufbau der Basisplatine, die Verbindung mit der USB-Modul-Platine sowie den Einbau in das Labor-Tischgehäuse beschreiben.

Der Aufbau der Basisplatine gestaltet sich recht einfach, da es sich bei den Bau-

teilen fast ausschließlich um bedrahtete Bauelemente handelt und nur auf der Lötseite der Platine einige wenige SMD-Widerstände aufzulöten sind. Arbeitsgrundlage für die Bestückung sind die Stückliste, der Bestückungsplan, der Bestückungsdruck auf der Platine sowie die Platinenfotos.

Als Erstes sind die SMD-Widerstände R 12 bis R 82 und R 13 bis R 83 auf die Rückseite der Basisplatine aufzulöten. Dazu wird jeweils ein Lötpad mit wenig Lötzinn vorverzinnt, das Bauteil aufgesetzt, ein Anschluss am vorverzinnten Löt-pad verlötet und dann der zweite Anschluss verlötet. Danach kann die Platine umgedreht und mit der Bestückung der Vorderseite begonnen werden. Hier sind zunächst die acht Optokoppler IC 10 bis IC 80 zu bestücken. Um den für die Netztrennung erforderlichen Mindestabstand von Ein-



Achtung:

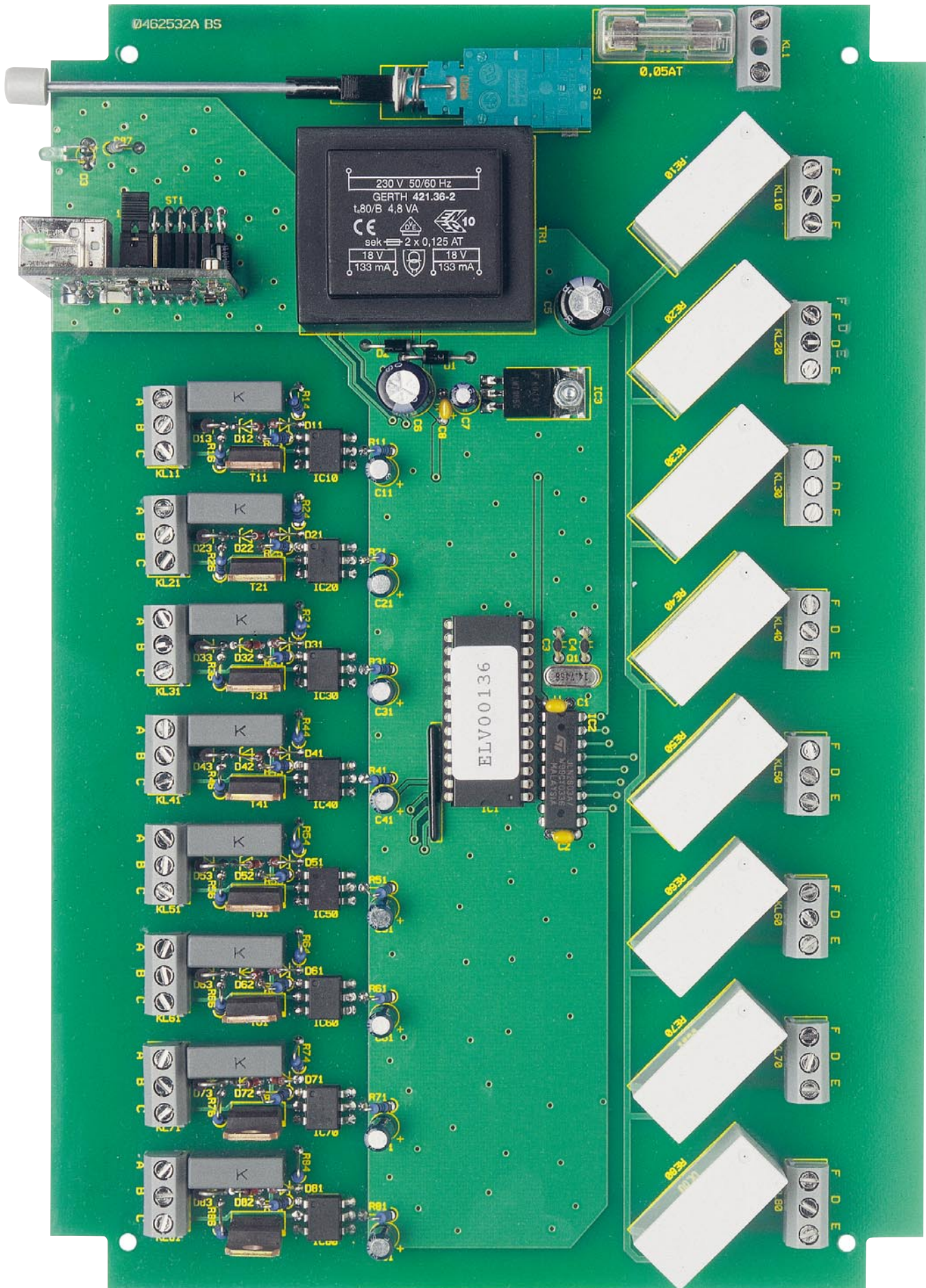
Aufgrund der im Gerät frei geführten Netzspannung dürfen Aufbau und Inbetriebnahme ausschließlich von Fachkräften durchgeführt werden, die aufgrund ihrer Ausbildung dazu befugt sind. Die einschlägigen Sicherheits- und VDE-Bestimmungen sind unbedingt zu beachten. Insbesondere ist es bei der Inbetriebnahme zwingend erforderlich, zur sicheren galvanischen Trennung einen entsprechenden Netz-Trenntransformator vorzuschalten.

und Ausgang zu erhalten, sind deren Pins zuvor nach Abbildung 4 vorzubereiten.

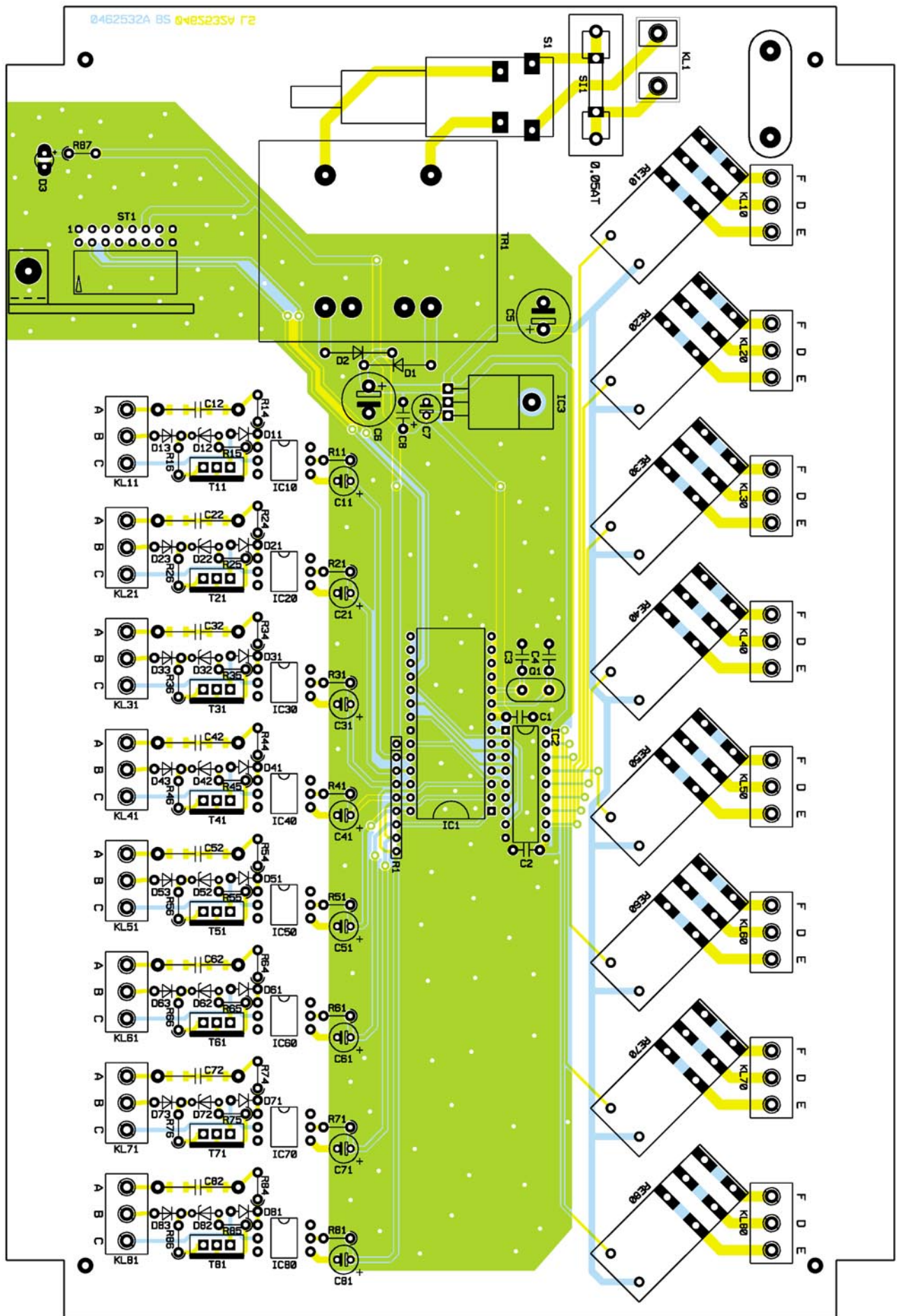
Anschließend setzt sich die Bestückung mit den Dioden D 1, D 2 und D 11/D 13 bis D 81/D 83 sowie den Z-Dioden D 12 bis



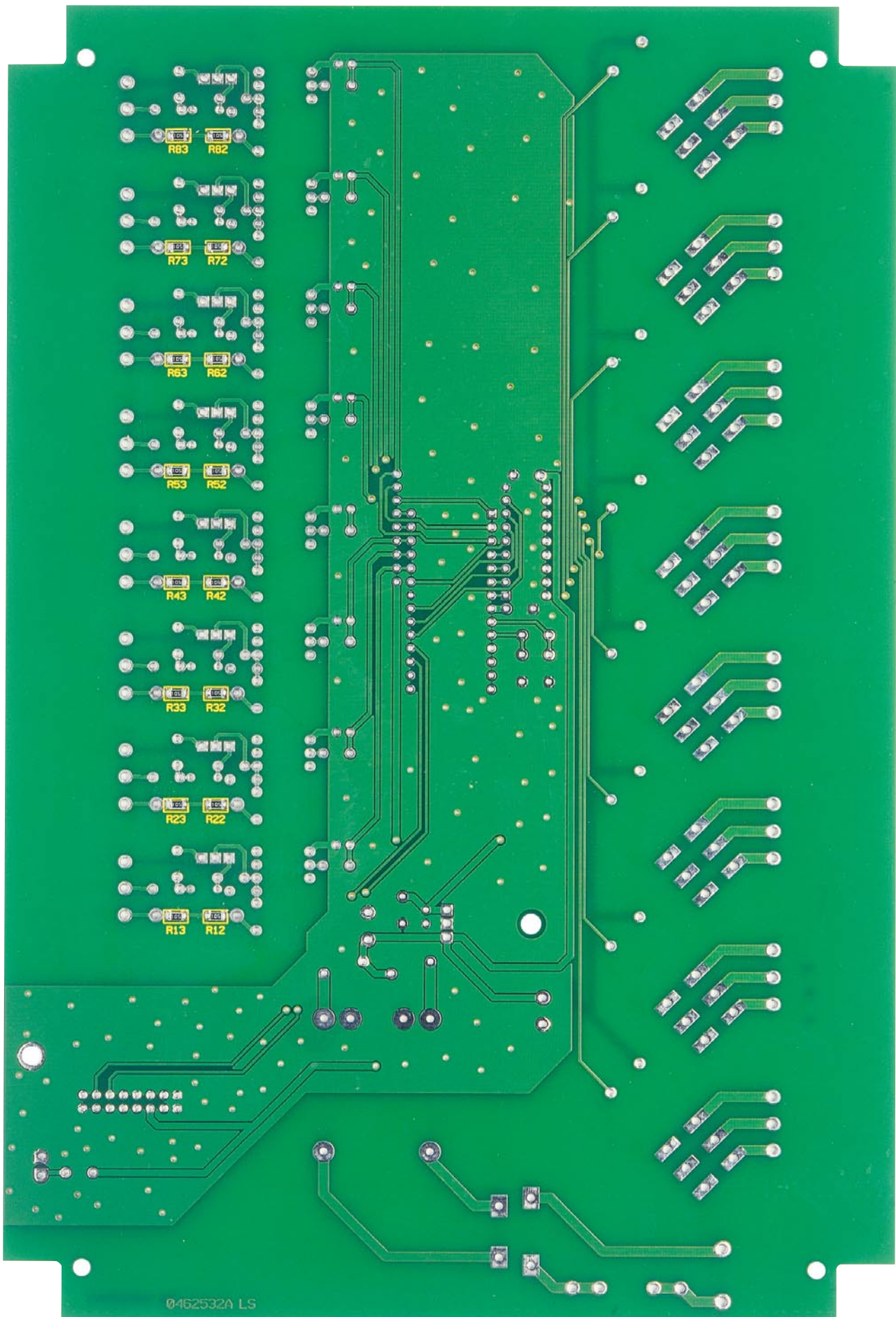
Bild 4:
Vorbereitung der
Optokoppler



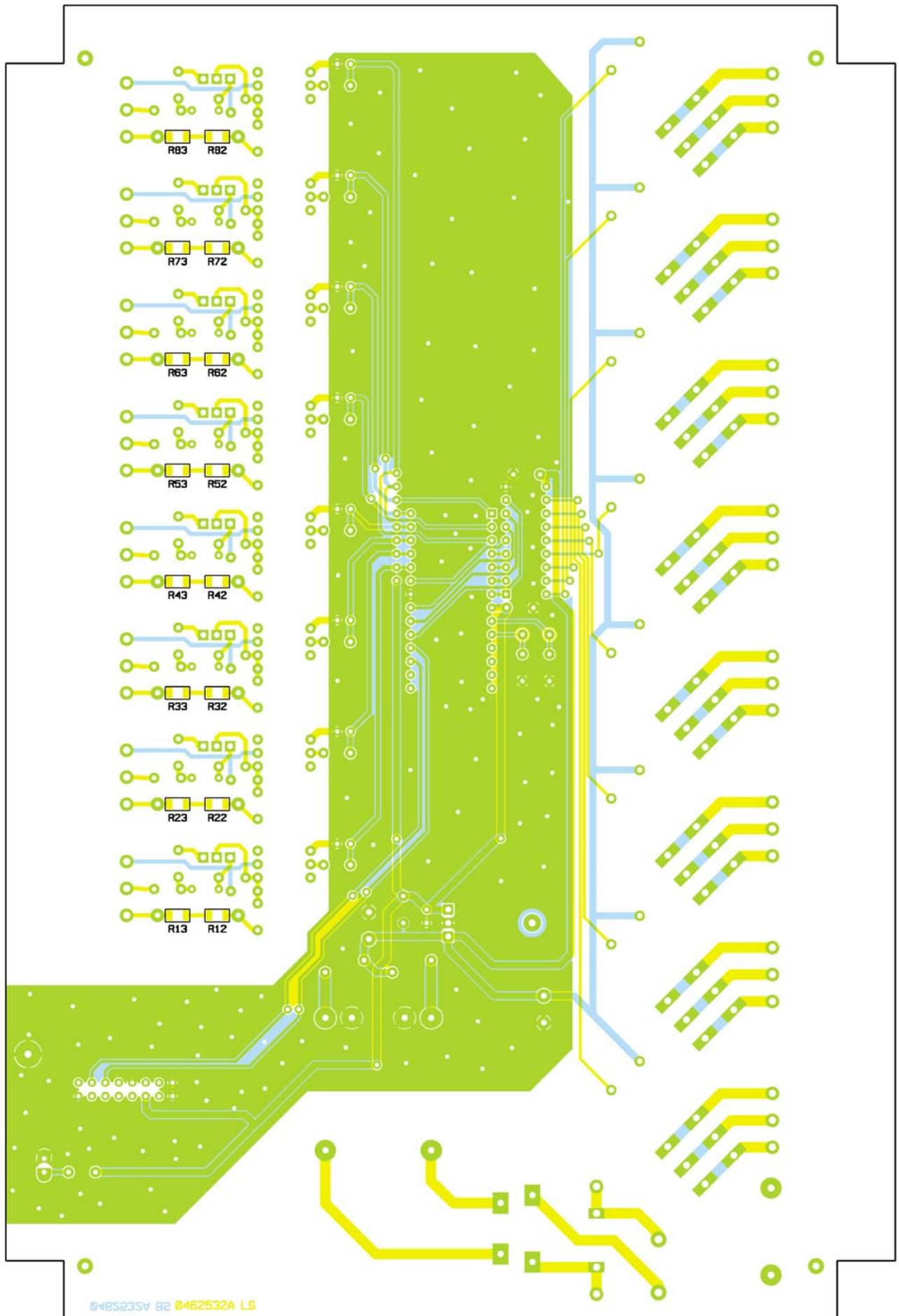
Ansicht der fertig bestückten Basisplatine des CSI 8 von der Bestückungsseite



Bestückungsplan der Basisplatine des CSI 8 von der Bestückungsseite



Ansicht der fertig bestückten Basisplatine des CSI 8 von der Lötseite



Bestückungsplan der Basisplatine des CSI 8 von der Lötseite

Stückliste: Computer-Schaltinterface CSI 8

Widerstände:

100Ω	R11, R16, R21, R26, R31, R36, R41, R46, R51, R56, R61, R66, R71, R76, R81, R86
270Ω	R87
1kΩ	R14, R24, R34, R44, R54, R64, R74, R84
10kΩ	R15, R25, R35, R45, R55, R65, R75, R85
1MΩ/SMD/Bauform 1206	R12, R13, R22, R23, R32, R33, R42, R43, R52, R53, R62, R63, R72, R73, R82, R83
Array, 10kΩ	R1

Kondensatoren:

22pF/ker	C3, C4
100nF/ker	C1, C2, C8
100nF/250V~/X2	C12, C22, C32, C42, C52, C62, C72, C82
10μF/25V	C7
22μF/16V	C11, C21, C31, C41, C51, C61, C71, C81
100μF/63V	C6
470μF/50V	C5

Halbleiter:

ELV00136	IC1
----------	-----

ULN2803	IC2
7805	IC3
CNY17-2	IC10, IC20, IC30, IC40, IC50, IC60, IC70, IC80
BD242C	T11, T21, T31, T41, T51, T61, T71, T81
1N4001	D1, D2, D13, D23, D33, D43, D53, D63, D73, D83
1N4148	D11, D21, D31, D41, D51, D61, D71, D81
ZPD2,7V/0,4W	D12, D22, D32, D42, D52, D62, D72, D82
LED, 3 mm, grün	D3

Sonstiges:

Quarz, 14,745 MHz, HC49U4	Q1
Netzanschlussklemme, 2-polig	KL1
Schraubklemmleiste, 3-polig	KL10, KL11, KL20, KL21, KL30, KL31, KL40, KL41, KL50, KL51, KL60, KL61, KL70, KL71, KL80, KL81
Leistungsrelais, 24 V, 1 x um, 16 A	RE10, RE20, RE30, RE40, RE50, RE60, RE70, RE80
Trafo, 2 x 18 V/133 mA, print	TR1
Buchsenleiste, 2 x 8-polig, winkelprint	ST1

Shadow-Netzschalter, print	S1
Adapterstück	S1
Verlängerungsachse, 60 mm	S1
Druckknopf, ø 7,2 mm	S1
Sicherung, 50 mA, träge	SI1
Platinensicherungshalter (2 Hälften), print	SI1
Sicherungsabdeckhaube	SI1
8 Kabeldurchführungen, ST-M12 x 1,5 mm, silbergrau	
8 Kunststoffmuttern, M12 x 1,5 mm	
8 Kabeldurchführungen, ST-M16 x 1,5 mm, silbergrau	
8 Kunststoffmuttern, M16 x 1,5 mm	
1 Zylinderkopfschraube, M3 x 8 mm	
2 Zylinderkopfschrauben, M3 x 14 mm	
4 Kunststoffschrauben, 3 x 5 mm	
3 Muttern, M3	
3 Fächerscheiben, M3	
1 Zugentlastungsbügel	
1 Netzkabeldurchführung mit Knick-schutztülle, grau, M12	
1 Netzkabel, 2-adrig, grau, rund	
1 Gehäuse G758A, bearbeitet und bedruckt, komplett	
1 3,5" Treiberdiskette CSI8	
1 3,5" Programm-Diskette CSI8	

D 82 fort. Hierbei ist entscheidend, dass der Aufbau der Bauelemente aus Platzgründen stehend vorgesehen ist und außerdem beim Einbau auf die richtige Polarität zu achten ist. Die Katodenseite der Dioden ist dabei jeweils durch einen Ring gekennzeichnet.

Nun folgen die Widerstände R 11/R 14/R 15/R 16 bis R 81/R 84/R 85/R 86, wobei auch diese stehend einzubauen sind. Nachdem diese Bauelemente auf der Rückseite verlötet sind, kann mit den Kondensatoren und dem Quarz Q 1 fortgefahren werden. Beim Einbau der Elektrolytkondensatoren C 5, C 6, C 7 und C 11 bis C 81 ist dabei wieder besonders auf die Polarität zu achten, damit diese beim Einschalten der Betriebsspannung nicht zerstört werden oder sogar explodieren. Im Anschluss daran sind die beiden ICs 1 und 2 lagerichtig (Gehäuserkerbe an Pin 1 muss mit der entsprechenden Markierung im Bestückungsdruck übereinstimmen) zu bestücken und zu verlöten.

Nachdem nun alle kleineren Bauteile eingebaut und verlötet sind, kann mit den größeren Teilen wie den Leistungstransistoren, dem Spannungsregler, den Leistungsrelais, den Anschlussklemmen, der Stiftleiste, dem Sicherungshalter und dem Netzschalter fortgefahren werden. Ist der Sicherungshalter eingebaut, ist dieser mit einer 50-mAT-Sicherung auszustatten und mit der transparenten Abdeckkappe für den Berührungsschutz abzudecken. Als Letztes folgt das Einsetzen und Verlöten des Transformators auf die Platine. Hier ist besonders darauf zu achten, dass der Trans-

formator plan auf die Platine aufgesetzt wird und die Anschlüsse reichlich mit Löt-zinn versehen werden, damit das Bauteil stabil auf der Platine befestigt ist. Dies gilt insbesondere auch für den Netzschalter, die Schraubklemmen und die Relais. Als abschließender Schritt ist das USB-Modul UM 100 auf die Stiftleiste zu stecken und mittels des Befestigungswinkels, einer Zylinderkopfschraube (M3 x 6 mm) mit Mutter und passender Fächerscheibe auf der Platine zu fixieren.

Bevor der Einbau in das Gehäuse erfolgen kann, ist zunächst noch das Netzkabel an die Anschlussklemme KL 1 anzuschließen. Dazu sind zunächst sämtliche Kabel-durchführungen in die Gehäuserückwand einzusetzen und mit den Kunststoffmuttern zu verschrauben.

Anschließend erfolgt die Verschraubung der Netzkabeldurchführung. Nun kann die Anschlussleitung durch die Kabeldurchführung geführt werden. Die äußere Isolierung der Leitung ist auf 20 mm zu entfernen, und die Adern sind auf 6 mm abzuisolieren. Diese sind anschließend mit Aderendhülsen zu versehen.

Dann erfolgt das Verschrauben der Adern in der Netzanschlussklemme KL 1. Um eine sichere Zugentlastung zu gewährleisten, ist die Netzzuleitung abschließend mit dem Zugentlastungsbügel an der Basisplatine zu befestigen.

Danach kann der Einbau in das Gehäuse erfolgen. Dazu wird die Platine in die Gehäusehälfte gelegt, die keine Durchbohrungen hat, und mit vier Schrauben (M3 x

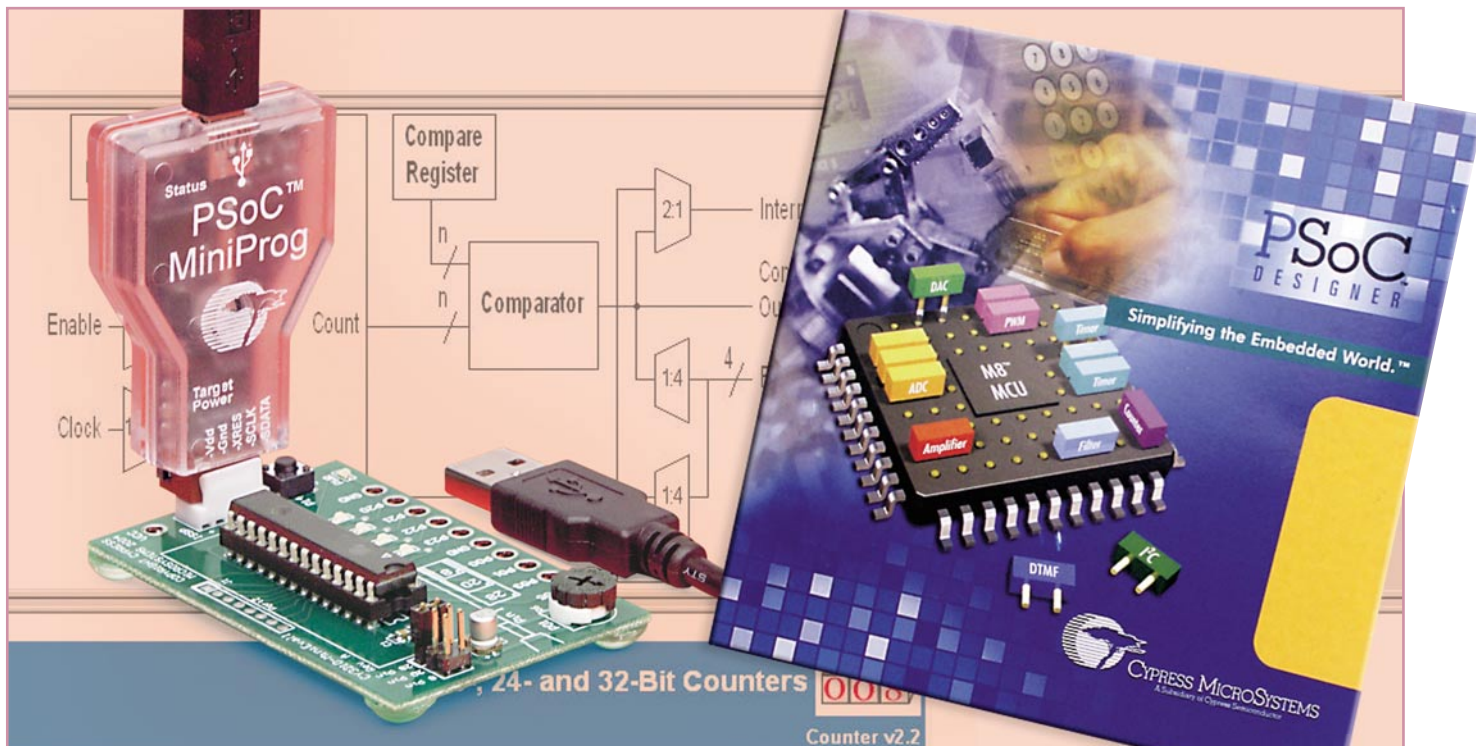
5 mm) am Gehäuseboden befestigt. Anschließend können Front- und Rückplatte in die entsprechenden Nuten des Gehäuses eingesetzt werden, wobei die Frontplatte zuvor noch mit den Kabelverschraubungen auszustatten ist.

Um den Netzschalter von außen bedienen zu können, ist dieser mit einem Adapterstück und einer Schubstange zu komplettieren. Das Adapterstück mit der Schubstange wird durch die Frontplatte geführt und auf den Netzschalter aufgeschoben. Anschließend wird der Tastknopf auf das andere Ende der Schubstange gesteckt.

Damit ist der Aufbau abgeschlossen und das CSI 8 kann mit Ein- und Ausgangsleitungen bestückt werden. Diese sind wie die Netzzuleitung vorzubereiten, bevor sie an die gewünschten Klemmen angeschlossen werden.

Vor dem Durchführen des Kabels durch die Kabelverschraubung ist der Deckel der jeweiligen Kabelverschraubung zu lösen, dann das Kabel durch die zugehörige Kabelverschraubung zu führen und in den entsprechenden Klemmenanschlüssen zu verschrauben. Zur Fixierung (Zugentlastung) des Kabels zieht man nun die zuvor gelöste Kabelverschraubung wieder fest an.

Befestigt wird der Gehäusedeckel mit vier Senkkopfschrauben, die von oben durch den Gehäusedeckel zu führen sind. Um die Standfestigkeit des Gehäuses zu verbessern, können optional die vier beiliegenden abgerundeten Kunststofffüße an den Gehäuseunterboden geklebt werden. **ELV**



PSoC™ – Programmable System-on-Chip

Teil 2

Die PSoC™-Familie von Cypress MicroSystems ist an Flexibilität und Einsatzbreite kaum zu überbieten, befindet sich doch hier ein komplettes System auf einem Chip. Neben einem leistungsfähigen Prozessor und den allgemein aus Mikrocontroller-Konfigurationen bekannten Peripherie-Komponenten wie Watchdog-Timer und Oszillator bietet der PSoC™-Baustein programmierbare analoge und digitale Schaltungsblöcke, so dass der Elektronik-Entwickler hier individuelle A/D-Wandler, Filter usw. erstellen kann. Nach der Systembeschreibung und der eines ersten Projektes gehen wir mit dem zweiten Teil in die Praxis und stellen ein passendes Programmiergerät vor, das den Einstieg in die Welt des PSoC™ vereinfacht.

Bequem programmieren

Die PSoC™-Bausteine der Fa. Cypress MicroSystems bieten sowohl dem professionellen Schaltungsentwickler als auch dem ambitionierten Hobby-Elektroniker eine sehr große Anwendungsbandbreite und viele Möglichkeiten zur schnellen Erstellung einer funktionierenden Schaltung auf einem Chip.

Die Besonderheit des Cypress PSoC™ stellen die konfigurierbaren Analog- und Digitalblöcke dar, mit denen der Mikro-

controller um Funktionsblöcke wie Timer, Zähler, Filter, A/D-, D/A-Umsetzer usw. erweitert werden kann. Diese Eigenschaften und Funktionen haben wir im ersten Teil dieses Artikels ausführlich vorgestellt. Obwohl die Programmierung, wie wir sie an unserem ganz einfachen Beispielprojekt gezeigt haben, eine umsichtige Fleißarbeit erfordert, lohnt der Aufwand, denn es entsteht ein besonders kompaktes Schaltungsdesign, das sich von herkömmlichen Lösungen durch den geringen Hardware-Aufwand abhebt. Gerade komplexe und vom Anwender im ultrakompakten Design

geforderte Lösungen sind nur über einen solchen Weg realisierbar. Man denke hier nur an Mini-Messwertaufnehmer mit eigener Intelligenz, die Transpondertechnik, künftige RFID-Anwendungen usw.

Aber ohne ein passendes Programmiergerät ist ein einfacher Einstieg natürlich nicht möglich. Das „PSoC™ MiniProg“ von Cypress MicroSystems ist solch ein einfaches und günstiges Programmiergerät, mit dem die PSoC™-Mikrocontroller direkt in der Zielschaltung programmiert werden können. Dieses Programmiergerät, das mit einer kleinen Entwicklungs-

Tabelle 2:
ISSP-Programmierschnittstelle

SDAT	Serieller Datenein-/ausgang
SCLK	Übertragungstakt
X _{Res}	Reset
V _{SS}	Masse
V _{DD}	Betriebsspannung

platine für die ersten Versuche und Experimentierschaltungen mit dem PSoC™-Controller geliefert wird, ist Mittelpunkt unserer Praxisbetrachtungen.

In-System Serial Programming

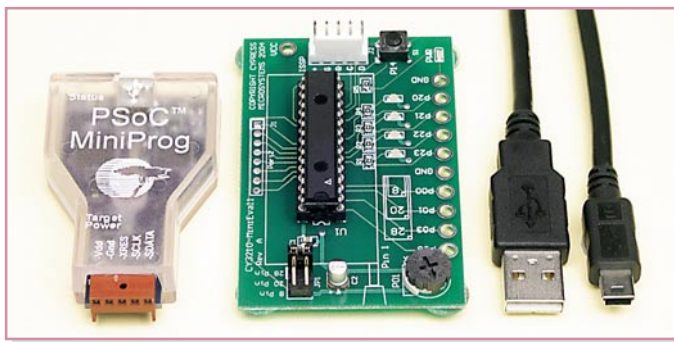
Die Daten werden über eine 5-polige Schnittstelle, deren Belegung in Tabelle 2 aufgeführt ist, vom PC aus in den Baustein übertragen. An dieser Stelle kommt das ISSP™(In-System Serial Programming)-Protokoll [1] zum Einsatz. Das bedeutet, dass die Daten über die Datenleitung (SDAT) zwischen dem Programmiergerät und dem PSoC™-Baustein seriell übertragen werden. Die Übertragungsrichtung dieser Verbindung kann sich im Programmierverlauf auf Anforderung des Programmiers ändern, d. h., es handelt sich beim SDAT-Anschluss um einen Ein-/Ausgang. Den Takt für diese Kommunikation stellt ausschließlich das Programmiergerät über die SCLK-Leitung zur Verfügung.

Die Einleitung des eigentlichen Programmiervorgangs kann hier auf zwei unterschiedliche Arten erfolgen, entweder über den „Power-on-Mode“ oder durch eine vorgegebene Reset-Sequenz über den X_{Res}-Pin (Reset-Mode).

Im „Power-on-Mode“ wird zunächst die Betriebsspannung durch das Programmiergerät eingeschaltet. Danach wartet es so lange, bis die Spannung stabil ist und auf der SDAT-Leitung eine negative Flanke auftritt. Dann kann der PSoC™-Baustein initialisiert werden. Da aber das SDAT-Signal nach dem Anlegen der Betriebsspannung sehr verrauscht sein kann, sind Fehler möglich. Daher sollte man zur Initialisierung den „Reset-Mode“ bevorzugen. Hier wird nach der Stabilisierung der Betriebsspannung vom Programmierer ein kurzer Reset-Impuls erzeugt, nach dem der Initialisierungsbefehl an den Mikrocontroller gesendet werden kann. Zu beachten ist hier allerdings, dass einige 8-polige Bausteine nicht über einen Reset-Pin verfügen – sie sind somit allein über den Power-on-Mode programmierbar.

Vorbereitung der Zielschaltung

Die Zielschaltung mit dem PSoC™-Baustein muss für die Verbindung mit dem Programmiergerät so ausgelegt sein, dass die ISSP™-Schnittstelle frei zugänglich ist.



Ansicht des Lieferumfangs

Im besten Fall sieht man eine Stiftleiste vor, auf die der „MiniProg“ direkt aufgesteckt werden kann.

Für erfolgreiche Datenübertragungen sind bei den Verbindungen mit der Programmierschnittstelle einige wichtige Konventionen zu beachten [2], die im Folgenden zusammengefasst sind. Die Datenleitung wird mit P1(0) und die Taktleitung mit P1(1) des PSoC™-Bausteins verbunden. Dies sind Portpins, die im normalen Betrieb der Schaltung als Ein- oder Ausgang (z. B. zum Einschalten einer LED oder Abfragen eines Tasters) zum Einsatz kommen. Die Verbindung dieser Portpins nach Masse darf minimal einen Widerstand von 1 kOhm und maximal eine Kapazität von 120 pF haben (siehe Abbildung 8). Besteht keine Möglichkeit, diese Werte einzuhalten, leistet eine steckbare Unterbrechung (Jumper o. Ä.) gute Dienste.

Das Reset-Signal (X_{Res}) sollte direkt mit der Programmierschnittstelle verbunden werden, um zu gewährleisten, dass der Programmiermodus verlässlich aktiviert werden kann. Oftmals erfolgt der Reset im Normalbetrieb von einem speziellen Reset-Baustein oder durch einen System-Reset. In einem solchen Fall müssen diese Reset-Quellen über einen Widerstand (1 kOhm) entkoppelt werden (siehe Abbil-

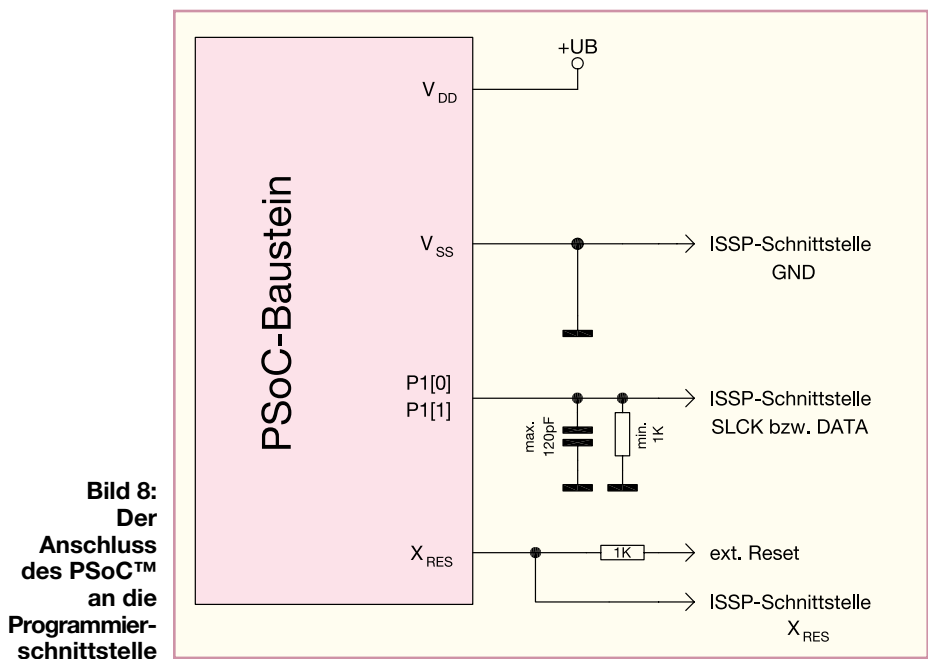
- Lieferumfang des Programmiergerätes:**
- MiniEvaluation Board, das auch als Programmieradapter benutzt werden kann!
 - MiniProgrammer „PSoC™ MiniProg“
 - CY8C29466-24PXI 28pin DIP Sample
 - PSoC™ Designer CD
 - USB-Kabel
 - User Guide

dung 8). Das X_{Res}-Signal bleibt aber trotzdem direkt mit dem entsprechenden Pin des PSoC™-Bausteins verbunden.

Der V_{DD}-Pin sollte nur in dem Fall an die Betriebsspannung des PSoC™ angeschlossen werden, wenn der „Power-on-Mode“ verwendet wird. Der GND-Pin ist in jedem Fall direkt mit der Masse der Zielschaltung zu verbinden.

Das Programmiergerät

Das Programmiergerät „PSoC™ MiniProg“ ist sehr klein und kompakt und unkompliziert in der Anwendung. Bevor man es jedoch einsetzen kann, sind die Entwicklungsumgebung „PSoC™ Designer“ und der „PSoC™ Programmer“ auf dem PC zu installieren. Erst dann wird das Programmiergerät über das mitgelieferte



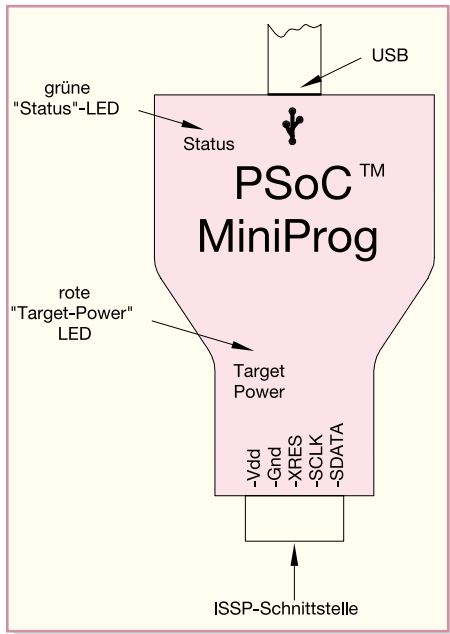


Bild 9: Der PSoC™ MiniProg in der Übersicht. Die Lage der Anzeigen und der Schnittstellen ist hier gut zu sehen.

Jetzt kann man das erstellte Programm über den „Program“-Button in den PSoC™-Baustein des Zielsystems übertragen und direkt testen.

Flexibles System

Die Bausteine sind bis zu 50.000-mal wiederbeschreibbar, so dass man auch kleine Änderungen schnell ausprobieren kann, ohne jedes Mal einen neuen Controller einsetzen zu müssen. So kann man aber auch etwa mit einem „Laborcontroller“ das Programm selbst, aber besonders spätere Änderungen daran, ausgiebig testen, bevor das fertige Programm bzw. dessen Update auf das vielleicht nicht immer für den Entwickler verfügbare Zielsystem übertragen wird. Und jeder Entwickler wird die Möglichkeit schätzen, auf diese Weise sehr schnell Modifikationen und neue Ideen/Features realisieren zu können. Besonders bei der kommerziellen Nutzung bringt dies große Vorteile, kann man doch schnell auf neue Anforderungen reagieren, ohne dass jedes Mal neue Hardware-Kosten entstehen.

Ein mitgeliefertes Testboard, das „MiniEvaluation Board“, vereinfacht den Einstieg in die PSoC™-Welt noch weiter. Auf

dieser kleinen Leiterplatte befinden sich LEDs, ein Potentiometer, ein Taster, eine Stiftleiste zum Aufstecken des MiniProg und ein Sockel für einen PSoC™-Controller. Man kann also einfache Programmierversuche ohne jegliches Löten sofort in einer Schaltung ausführen.

Außerdem kann man dieses Testboard in Verbindung mit dem „MiniProg“ als „Stand-alone“-Programmiergerät für PSoC™-Bausteine verwenden, um diese im o. g. Sinne ohne die entsprechende Zielschaltung beschreiben zu können.

Insgesamt hält der Schaltungsentwickler mit dem PSoC™-System also ein äußerst universell einsetzbares und effizientes Entwicklungswerkzeug in der Hand, das den rein softwaremäßigen Entwurf extrem kompakter Schaltungsdesigns mit implementierter Intelligenz gestattet und dabei eine hohe Flexibilität an den Tag legt. **ELV**

Kabel an einen freien USB-Port des PCs angeschlossen. Ist diese Verbindung in Ordnung, beginnt die grüne „Status“-LED neben der USB-Buchse des MiniProg zu blinken. Sollte der USB-Treiber im Zuge der Installation der Programmer-Software nicht korrekt installiert worden sein, so bleibt diese LED dunkel.

Eine weitere LED („Target Power“) zeigt an, ob am V_{DD}-Ausgang des Programmiergerätes eine Spannung ausgegeben wird, die das Zielsystem vom Programmiergerät aus versorgt.

Jetzt kann die ISSP™-Schnittstelle des MiniProg an die vorbereitete Zielschaltung angeschlossen werden.

Die Lage der LEDs und der Schnittstellen sind aus Abbildung 9 entnehmbar.

Mit der zugehörigen Entwicklungsumgebung, dem „PSoC™ Designer“, werden jetzt die gewünschten Konfigurationen der programmierbaren Analog- und Digitalblöcke vorgenommen sowie das Programm in „Assembler“ oder der Programmiersprache „C“ (optional) erstellt, um somit die Funktionen der Zielschaltung zu definieren. Die Vorgehensweise hierbei ist im ersten Teil dieses Artikels bereits ausführlich erläutert worden.

Die Programmiersoftware (Abbildung 10) ist jetzt aus dem „PSoC™ Designer“ heraus über das Menü „Program → Program Part“ zu starten, dann werden die notwendigen Konfigurationen vorgenommen:

- Port → Programmiergerät auswählen (hier: MiniProg1)
- Device Family → Baustein-Familie (z. B. 27x43)
- Device → Baustein (z. B. CY8C27443)
- Programming mode → Programmiermodus (s. o.)
- Power Device → Spannungsversorgung am V_{DD}-Pin ein-/aus-schalten

Internet:

- [1] In-System Serial Programming (ISSP)™ Protocol
[http://www.cypress.com/
Application note „AN2026a“](http://www.cypress.com/Application_note_„AN2026a“)
- [2] Design for In-System Serial Programming (ISSP)™
[http://www.cypress.com/
Application note „AN2014“](http://www.cypress.com/Application_note_„AN2014“)

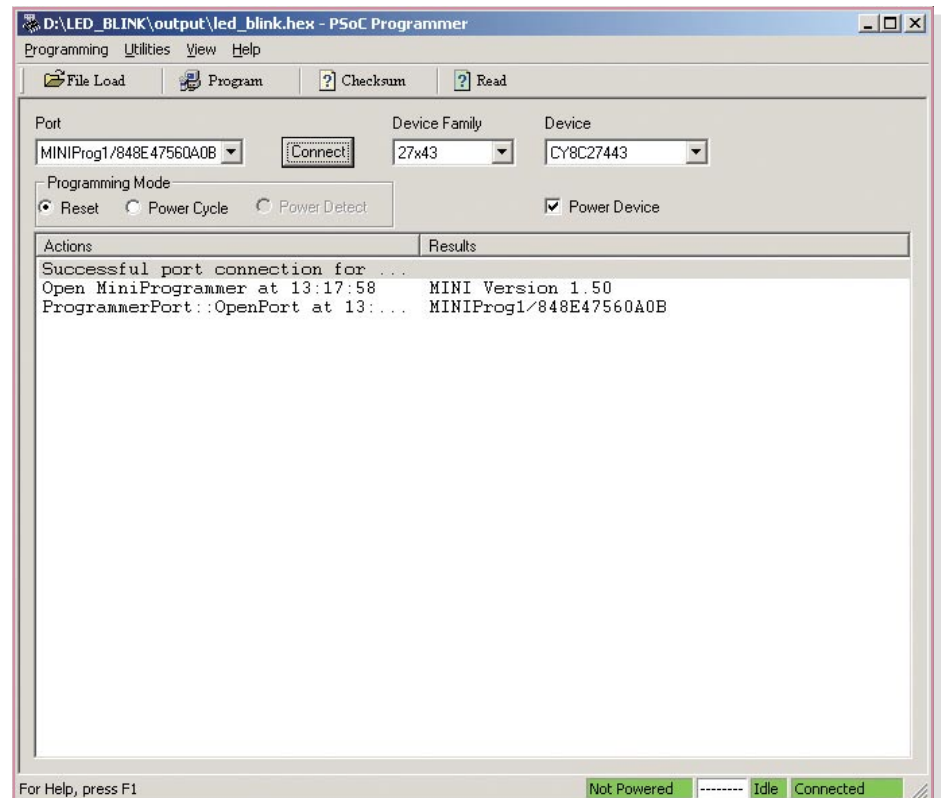
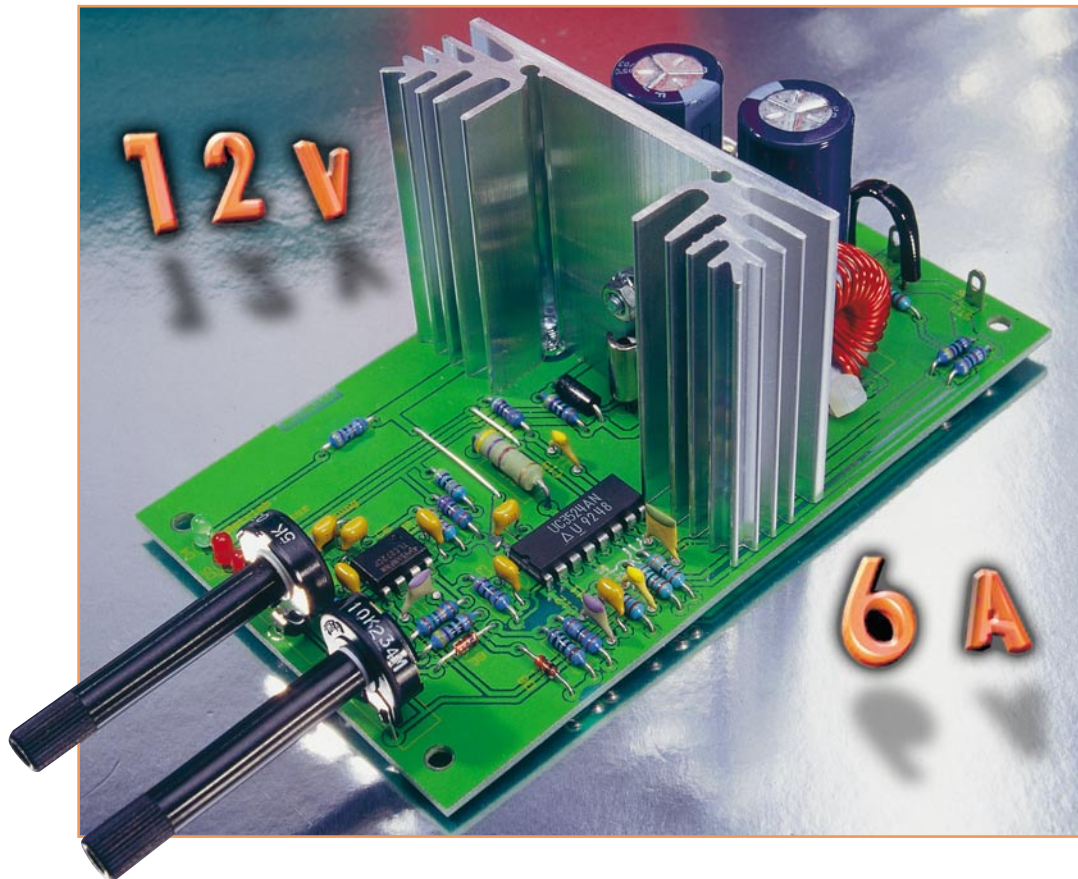


Bild 10: Das Hauptfenster der PSoC™-Programmiersoftware



DC/DC- Leistungskonverter

Der DC/DC-Leistungskonverter dient zum Anschluss an Labor-Netzgeräte und ermöglicht Ausgangsströme, die das Netzgerät normalerweise nicht liefern kann, sofern nicht gleichzeitig eine hohe Ausgangsspannung gefordert ist.

Allgemeines

Die meisten Labor-Netzgeräte liefern maximale Ausgangsströme von 2 A bis 3 A (je nach Modell), während die Ausgangsspannungen in der Regel bis zu 20 V oder mehr einstellbar sind. Wird z. B. bei 6 V ein Strom von 4 A benötigt, ist das Netzteil nicht mehr in der Lage, diesen zu liefern, obwohl die geforderte Leistung weit unterhalb der maximalen Ausgangsleistung des Netzteils liegt.

Für Abhilfe sorgt der hier vorgestellte DC/DC-Leistungskonverter, der einfach zwischen das Netzgerät und den Verbraucher mit hoher Stromaufnahme zu schalten ist. Die Schaltung arbeitet auf Basis eines Step-down-PWM-Schaltreglers und kann bis zu 6 A Ausgangsstrom liefern.

Am Labor-Netzgerät wird eine möglichst hohe Ausgangsspannung (20 V bis

35 V) eingestellt, und die Strombegrenzung ist auf den maximalen Wert zu stellen. Die erforderliche Ausgangsspannung wird am DC/DC-Leistungskonverter eingestellt, wobei ein Einstellbereich von ca. 3 V bis 12 V zur Verfügung steht. Neben einer Überstrom-Schutzschaltung verfügt der Leistungskonverter auch über eine einstellbare Strombegrenzung von ca. 1,5 A bis 6 A. Solange die Strombegrenzung aktiv ist, wird dieser Zustand mit Hilfe der zugehörigen LED angezeigt.

Die Überlastung des DC/DC-Leistungskonverters verhindert eine integrierte Temperatur-Schutzschaltung, deren Ansprechen durch eine rote LED signalisiert wird. In diesem Fall wird die Ausgangsspannung abgeschaltet und automatisch wieder zugeschaltet, sobald die Temperatur entsprechend abgesunken ist.

Schaltung

Die Schaltung des DC/DC-Leistungs-

Technische Daten: DC/DC-Leistungskonverter DCL 100

Eingangsspannung:	20 V bis 35 V DC
Ausgangsspannung:	einstellbar von ca. 3 V bis 12 V
Ausgangsstrom:	einstellbar von ca. 1,5 A bis 6 A
Anzeigen:	Betrieb, Strombegrenzung, Übertemperatur
Platinenabmessungen:	119 mm x 67 mm

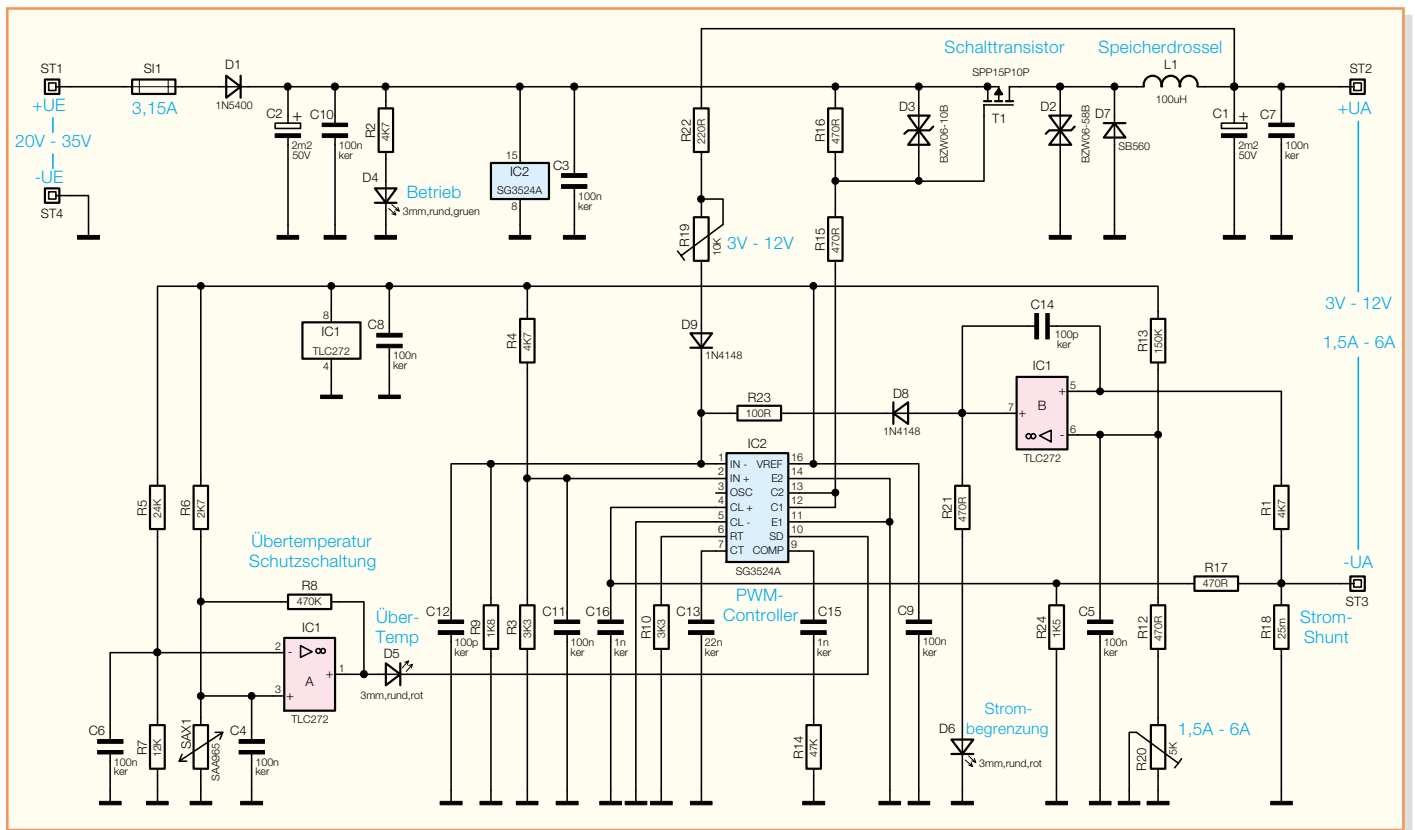


Bild 1: Schaltbild des DC/DC-Leistungskonverters

konverters (Abbildung 1) konnte mit recht wenig Aufwand realisiert werden. Zentrales Bauelement ist der bereits in vielen ELV-Schaltungen eingesetzte PWM-Schaltregler-Baustein SG3524. Dieses IC ist sehr flexibel einsetzbar, und alle Stufen zum Aufbau eines PWM-Step-down-Reglers sind integriert. Die im SG3524 integrierten Stufen sind im Blockschaltbild (Abbildung 2) zu sehen, wodurch die Funktionsweise der Schaltung verdeutlicht wird.

Zunächst wird aus der Eingangsspannung, die an Pin 15 anliegt, eine Referenzspannung von 5 V gewonnen, die an Pin 16 extern zugänglich ist. Diese stabilisierte Spannung wird zur Speisung des Operationsverstärkers IC 1 mit externer Beschaltung genutzt und auf den mit R 3, R 4 aufgebauten Spannungsteiler gegeben. Der hiermit erzeugte Sollwert von ca. 2 V gelangt direkt auf den nicht invertierenden Eingang des in IC 2 integrierten Fehlerverstärkers.

Betrachten wir zuerst die Spannungsreglung, wo der Istwert vom Ausgang (ST 2) über R 22, R 19 und D 9 auf den invertierenden Eingang (Pin 1) des Fehlerverstärkers gelangt. Der Fehlerverstärker vergleicht ständig die Eingangsgrößen miteinander und steuert über seinen an Pin 9 mit einer RC-Kombination beschalteten Ausgang den integrierten Komparator und somit das Puls-Pausen-Verhältnis des Ausgangssignals. Durch Veränderung des

Widerstandes R 19 ist die Ausgangsspannung zwischen ca. 3 V und 12 V stufenlos einstellbar.

Die Taktfrequenz des Schaltreglers wird von der Beschaltung des integrierten Os-

zillators an Pin 6 mit einem Widerstand (R 10) und an Pin 7 mit einem Kondensator (C 13) bestimmt.

Über die im Baustein integrierten Treibertransistoren (an Pin 11 bis Pin 14) wird

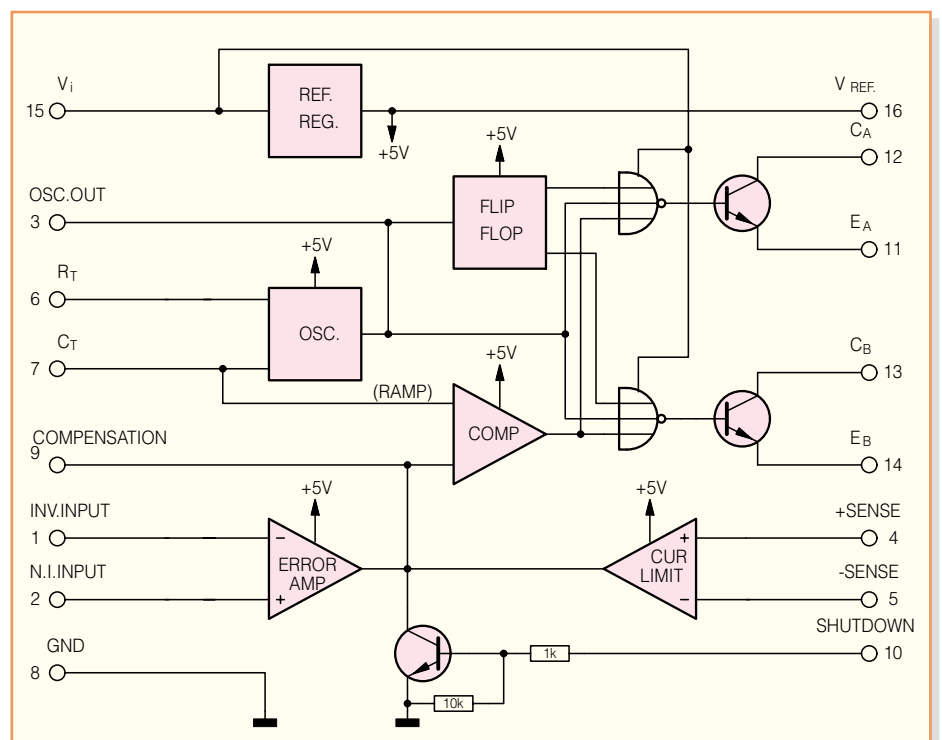
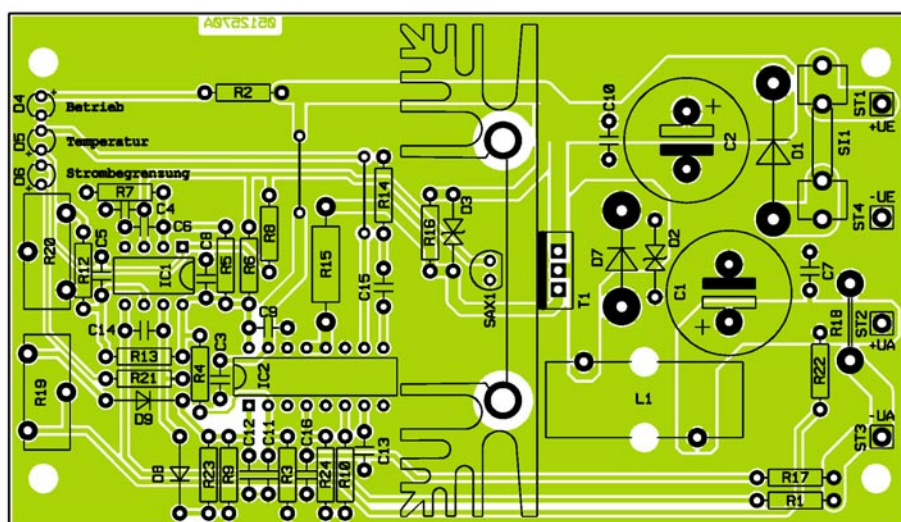
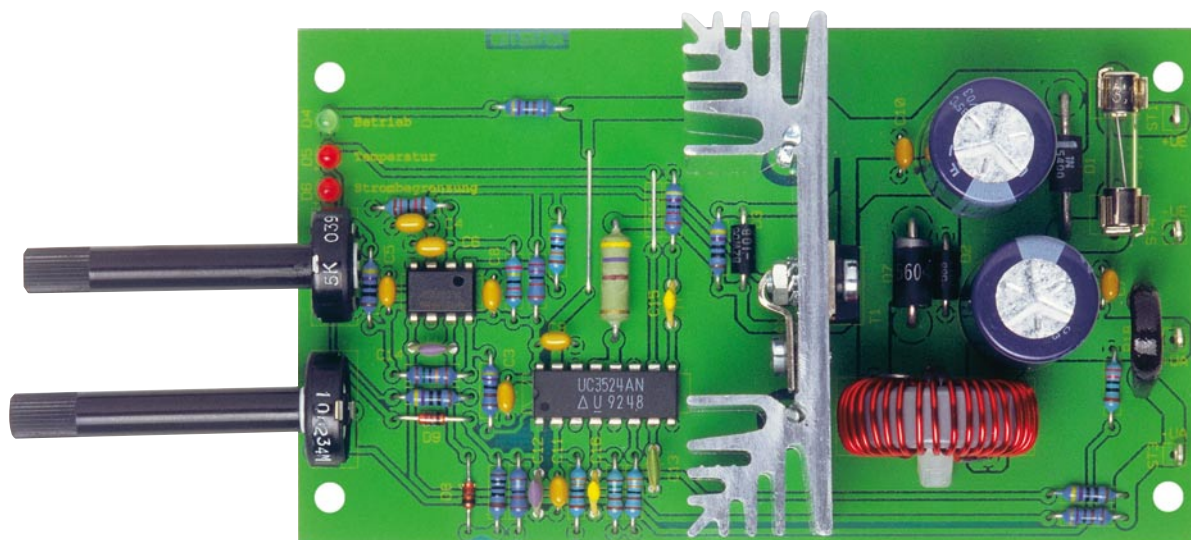


Bild 2: Interner Aufbau des SG3524



Ansicht der fertig bestückten Platine des DC/DC-Leistungsconverters mit zugehörigem Bestückungsplan

der FET-Schalttransistor T 1 mit dem PWM-Signal gesteuert. Hierbei handelt es sich um einen selbstsperrenden P-Kanal-Leistungs-FET.

Solange der Transistor durchgesteuert ist, fließt der Strom über T 1 und die Speicherdrossel L 1 zum Verbraucher sowie in den Pufferelko C 1 und über den Shunt-Widerstand R 18 zurück.

In der darauf folgenden Phase wird der FET gesperrt, wobei aufgrund der in L 1 gespeicherten Energie der Stromfluss über die Schottky-Diode D 7 aufrechterhalten bleibt (Gegeninduktion).

Die Spannung am Shunt-Widerstand R 18 ist direkt proportional zum Ausgangsstrom. Dieser Spannungsabfall wird über R 1 auf den nicht invertierenden Eingang des mit IC 1B aufgebauten Komparators gegeben. Hier erfolgt nun ein ständiger Vergleich mit der am invertierenden Eingang anliegenden Komparatorschwelle, die mit R 20 veränderbar ist. Das Ausgangssignal des Komparators gelangt über D 8 und

R 23 direkt auf den invertierenden Eingang des in IC 2 integrierten Fehlverstärkers.

Die chipinterne Strombegrenzung (an Pin 4, Pin 5) des SG3524 wird als schnelle Überstrom-Schutzschaltung genutzt. Sobald die Spannungsdifferenz zwischen Pin 4 und Pin 5 (Schaltungsmasse) 200 mV übersteigt, wird der Ausgangsstrom des Reglers begrenzt.

Mit IC 1A und externen Komponenten wurde eine Übertemperatur-Schutzschaltung realisiert. IC 1A arbeitet als Komparator, dessen Komparatorschwelle durch die Widerstände R 5 und R 7 bestimmt wird. Der Temperatursensor SAX 1 ist direkt am Kühlkörper des Schalttransistors T 1 montiert und wird mit steigender Temperatur hochohmiger.

Sobald die Spannung an Pin 3 die Komparatorschwelle übersteigt, wechselt der Pegel am Ausgang (Pin 1) von „Low“ nach „High“. Über die Leuchtdiode D 5 zur Über-temperaturanzeige wird der Schaltregler am Shutdown-Eingang (Pin 10) gesperrt.

Die vom Labornetzteil kommende Eingangsspannung wird an ST 1 gegenüber Schaltungsmasse (ST 4) zugeführt. Über die Sicherung SI 1 und die Verpolungs-Schutzdiode D 1 gelangt die Spannung auf den Pufferelko C 2, den Schaltregler-Baustein IC 2 und direkt zur Endstufe (T 1). Die über R 2 mit Spannung versorgte Leuchtdiode D 4 zeigt die Betriebsbereitschaft an.

Nachbau

Der praktische Aufbau des DC/DC-Leistungsconverters ist einfach, da ausschließlich konventionelle bedrahtete Bauelemente zum Einsatz kommen. Alle Bauelemente finden auf einer einseitigen Leiterplatte mit den Abmessungen 119 x 67 mm Platz.

Trotz der einseitigen Leiterbahnführung ist nur eine Drahtbrücke erforderlich, die zuerst zu bestücken ist.

Vier Lötstifte mit Öse (ST 1 bis ST 4) sind stramm in die zugehörigen Platinen-

Stückliste: DC/DC-Leistungskonverter DCL 100

Widerstände:

5cm Manganindraht, 0,659 Ω/m ..	R18
100 Ω	R23
220 Ω	R22
470 Ω	R12, R16, R17, R21
470 Ω/2W	R15
1,5 kΩ	R24
1,8 kΩ	R9
2,7 kΩ	R6
3,3 kΩ	R3, R10
4,7 kΩ	R1, R2, R4
12 kΩ	R7
24 kΩ	R5
47 kΩ	R14
150 kΩ	R13
470 kΩ	R8
PT15, stehend, 5 kΩ	R20
PT15, stehend, 10 kΩ	R19

Kondensatoren:

100 pF/ker	C12, C14
------------------	----------

1 nF/ker	C15, C16
22 nF/ker	C13
100 nF/ker	C3–C11
2200 µF/50 V/105 °C	C1, C2

Halbleiter:

TLC272	IC1
SG3524	IC2
SPP15P10P	T1
1N5400	D1
BZW06-58B	D2
BZW06-10B	D3
SB560	D7
1N4148	D8, D9
LED, 3 mm, Grün	D4
LED, 3 mm, Rot	D5, D6

Sonstiges:

Speicherdrossel, 100 µH, offene Version	L1
--	----

Temperatursensor, KTY81-121 (SAA965)	SAX1
4 Lötstifte mit Lötöse	ST1–ST4
Sicherung, 3,15 A, träge	SI1
1 Platinsicherungshalter, print ...	SI1
2 Kunststoff-Steckachsen 6 mm ø x 16,8 mm	
1 Glimmerscheibe	TO-220
1 Isolierbuchse	TO-220
1 Zylinderkopfschraube, selbstschneidend, M3 x 5 mm	
1 Zylinderkopfschraube, M3 x 10 mm	
2 Zylinderkopfschrauben, M3 x 16 mm	
1 Mutter, M3	
1 Fächerscheibe, M3	
1 Sensorschelle	
1 Kabelbinder, 90 x 2,5 mm, 105 °C	
1 Kühlkörper SK185, bearbeitet	
1 Tube Wärmeleitpaste	
4 cm Gewebeisolierschlauch, ø 2 mm	
6 cm Schaltdraht, blank, versilbert	

bohrungen zu pressen und mit viel Lötzinn sorgfältig zu verlöten.

Danach werden die Anschlüsse der 1%igen Metallfilmwiderstände auf Rastermaß abgewinkelt, von oben durch die zugehörigen Platinenbohrungen gesteckt und an der Platinenunterseite leicht angewinkelt. Nach dem Umdrehen der Leiterplatte werden dann alle Widerstände in einem Arbeitsgang verlötet und die überstehenden Drahtenden mit einem scharfen Seitenschneider direkt oberhalb der Lötstellen abgeschnitten.

Mit möglichst kurzen Anschlüssen sind danach die Keramik Kondensatoren zu bestücken. Auch hier werden, wie bei allen bedrahteten Bauteilen, die überstehenden Drahtenden direkt nach dem Verlöten abgeschnitten.

Es folgen die Dioden, deren Polarität (mit Ausnahme der beiden Transildioden) an der Katodenseite (Pfeilspitze) durch einen Ring gekennzeichnet ist. Die Transilschutzdioden D 2 und D 3 dürfen mit beliebiger Polarität bestückt werden, und bei D 1 und D 7 ist ein Abstand von 1 mm zur Leiterplattenoberfläche erforderlich.

Im nächsten Arbeitsschritt werden die beiden Hälften des Platinen-Sicherungshalters eingelötet und gleich im Anschluss hieran mit der zugehörigen Feinsicherung bestückt.

Die beiden integrierten Schaltkreise sind an der Pin 1 zugeordneten Gehäuseseite durch eine Gehäusekerbe oder durch eine

Punktmarkierung gekennzeichnet. Diese Kennzeichnung muss mit der Markierung im Bestückungsdruck übereinstimmen.

Besonders wichtig ist auch die korrekte Polarität bei den als Nächstes zu bestückenden Elektrolytkondensatoren, da falsch gepolte Elkos sogar explodieren können. Elkos sind üblicherweise am Minuspol gekennzeichnet.

Die Anschlüsse der Speicherdrossel L 1 werden so weit wie möglich durch die zugehörigen Platinenbohrungen geführt, und danach ist die Drossel mit einem Kabelbinder auf der Leiterplatte zu befestigen. Nach dem Verlöten sind auch hier die überstehenden Drahtenden abzuschneiden.

Danach werden die beiden Einstellpotis bestückt, wobei beim Verlöten eine zu große Hitzeeinwirkung auf die Bauteile zu vermeiden ist.

Im nächsten Arbeitsschritt erfolgt die Montage des Leistungs-FET T 1 und des Temperatursensors SAX 1 am Kühlkörper, wobei beide Komponenten zur Verringerung des Wärmeübergangswiderstandes mit etwas Wärmeleitpaste zu bestreichen sind. Beim Temperatursensor ist dabei zu beachten, dass die abgeflachte Seite am Kühlkörper anliegen muss. Die Montage erfolgt dann mit der zugehörigen Schelle und einer selbstschneidenden Zylinderkopfschraube.

Der Transistor wird mit einer Schraube M3 x 8 mm, Isolierbuchse, Glimmerscheibe, Zahnscheibe und Mutter am Kühlkörper


befestigt. Die Glimmerscheibe ist beidseitig dünn mit Wärmeleitpaste zu bestreichen.

Nachdem die Komponenten montiert sind, wird der Kühlkörper mit 2 Schrauben M3 x 10 mm auf die Leiterplatte montiert, wobei darauf zu achten ist, dass die Anschlüsse der am Kühlkörper montierten Bauelemente durch die zugehörigen Platinenbohrungen geführt werden. Danach sind die Bauteilanschlüsse sorgfältig zu verlöten.

Kommen wir nun zum Shunt-Widerstand R 18, der aus einem Manganindrahtabschnitt von 40 mm Länge herzustellen ist. Bei einem Widerstandswert von 0,659 Ω/m müssen nach dem Einlöten 38 mm wirksame Drahtlänge bleiben. Wie auf dem Platinenfoto zu sehen, ist der Draht mit einem Gewebe-Schutzschlauch zu überziehen.

Die zuletzt einzulötenden Bauelemente sind die 3 Leuchtdioden, deren Anschlüsse ca. 5 mm hinter dem Gehäuseaustritt im rechten Winkel abzuwinkeln sind. Zur Polaritätskennzeichnung ist die Anodenseite (+) durch einen längeren Anschluss gekennzeichnet. Die erforderliche Einbauhöhe beträgt 11 mm.

Nach dem Einpressen der zugehörigen Achsen in die Poti-Öffnungen ist vor der ersten Inbetriebnahme eine gründliche Überprüfung hinsichtlich Löt- und Bestückungsfehlern durchzuführen.

Danach erfolgt ein erster Funktionstest. Ist dieser Test zur Zufriedenheit ausgefallen, steht dem bestimmungsgemäßen Einsatz nichts mehr entgegen. 

Anschlussfreudig –



Audio-Video-Selector AVS 5

Wenn mehr als der obligatorische Fernsehempfänger und der anhängende Videorecorder im Wohnzimmer stehen, gibt es oft genug Anschlussprobleme – der Satellitenreceiver verlangt sein Anschlussrecht ebenso wie der DVD-Player/Recorder, die Spielkonsole oder neuerdings die digitale Abspielmaschine für die Urlaubsfotos. Wenn dann das Fernsehgerät oder der Beamer über zu wenige Video-/Audio-Eingänge verfügt, wird es schnell eng, und lästiges Umstecken ist angesagt. Der AVS 5 beseitigt das Problem – er erlaubt den Anschluss von bis zu 4 verschiedenen Video-/Audiogeräten, die automatische Umschaltung des Wiedergabegerätes auf eine gerade aktive Videoquelle, programmierbare Geräte-Prioritäten und optional sogar die bequeme Fernsteuerung per FS20-Fernbedienung.

Multimedialer Alleskönner

Er zielt genau in diese Richtung – der AVS 5. Außer VGA verarbeitet er alle gängigen Video-Signale wie FBAS, RGB, S-Video. Denn heute bevölkern Geräte mit unterschiedlichsten Ausgabeformaten das „Hi-Fi-Rack“. DVDs und digitale Sat-/DVB-T-Signale möchten – will man sie in

voller Qualität genießen – in höchster Qualität, also RGB oder S-Video, auf den oft genug einzigen Scart-Eingang des Fernsehgerätes gelangen. Gleichzeitig wollen Videorecorder, Spielkonsole, dann und wann die Digitalkamera oder der Camcorder, der neue DVD-Recorder und, und ... Anschluss an das Fernsehgerät finden. Genau das ermöglicht der AVS 5.

Er ist der moderne Nachfolger des er-

folgreichen AVS 4, der ja bereits 4 Scart-Eingänge und einen Scart-Ausgang in sinnvoller Weise miteinander verbunden hat.

Der neue AVS 5 geht noch einige Schritte weiter. Er verfügt zunächst über zwei RGB-fähige Eingänge und einen RGB-Ausgang für eben jene hochqualitative Wiedergabe/Aufnahme von modernen Medien. Da viele modernen Geräte nicht mehr über eine Scart-Buchse verfügen (Geräte mit Cinch- oder

Technische Daten:

Spannungsversorgung:	12 V bis 18 V _{DC}
Stromaufnahme:	max. 150 mA
Eingänge:	1 x Video/Audio (Cinch), 1 x (S-)Video/Audio (Scart) 2 x (S-)Video/RGB/Audio (Scart)
Ausgänge:	1 x Video/Audio (Cinch), 1 x (S-)Video/RGB/Audio (Scart)
Video-Signalweg	
Verstärkung:	6 dB
Übersprechdämpfung:	>50 dB
Videobandbreite (-3dB):	15 MHz
Ein-/Ausgangswiderstände:	75 Ω
Audio-Signalweg	
Frequenzgang (-3dB):	2 Hz – 100 kHz (RL = 10 kΩ)
Übersprechdämpfung:	
Eingang ↔ Eingang:	>80 dB (typ. 90 dB)
Links ↔ Rechts:	>70 dB (typ. 74 dB)
Signal-Rauschabstand:	> 70 dB
Klirrfaktor:	typ. 0,01 %
Sonstiges:	automatische Video-Erkennung; optionales HF-Modul (FS20)
Abmessungen (Gehäuse):	185 x 123 x 27 mm

z. B. eine Spielkonsole, die Digitalkamera, der Camcorder, der Ausgang des Überwachungs-/Babykamera-Empfängers oder ein ähnliches Gerät angeschlossen werden, das nicht über einen Scart-Ausgang verfügt. Im Automatik-Mode ist dieser Eingang auf eine hohe Priorität einstellbar, so dass dieser Eingang sofort aktiviert wird, sobald das hier angeschlossene Gerät ein Video-Signal ausgibt.

Video IN 2 (VCR) – Ein-/Ausgang

Dieser Kanal kann sowohl als „normaler“ Video-Ein-/Ausgang oder auch als S-Video-Ein-/Ausgang genutzt werden und eignet sich speziell für Geräte mit Aufnahmefunktion (Videorecorder oder DVD-Recorder).

Video IN 3 (DVD) und 4 (SAT) – Ein-/Ausgang

Diese beiden Kanäle sind von ihrer Funktionalität her identisch. Das Besondere an diesen Eingängen ist die Möglichkeit der Einspeisung von RGB-Signalen. Hiermit wird eine bessere Bildqualität erreicht als bei einem „normalen“ Video-Signal. Geräte, die ein RGB-Ausgangssignal liefern, sind z. B. DVD-Player oder digitale SAT-Receiver. Es sind aber auch S-Video-Signale speisbar. Mit Hilfe eines entsprechenden Adapters (siehe Abbildung 1) können auch die für S-Video üblichen Mini-DIN-Stecker angeschlossen werden.

Video Out 1/2 – Ausgänge

Beide Ausgänge sind gleichzeitig nutzbar, wobei am Ausgang „Out 1“ sowohl ein FBAS- als auch S-Video- und RGB-Signale ausgegeben werden können. Hier schließt man vorzugsweise ein Fernsehgerät oder einen Monitor (oder Beamer) an. Bei RGB-Betrieb muss das Scart-Anschlusskabel voll belegt sein (21-polig). Ein spezieller Modus erlaubt die Ausgabe von eingespeisten S-Video-Signalen auch als FBAS-Signal, falls das angeschlossene Wiedergabegerät keine S-Video-Signale per Scart-Buchse verarbeiten kann.

Der zweite Ausgang, „Video Out 2“, kann z. B. auch zum Anschluss an die Stereoanlage genutzt werden, wobei dann nur die Audio-Leitungen genutzt werden. Aber auch die modernen, tragbaren digitalen Mini-Multimediacorder, die zum Teil auch Videos für unterwegs über einen internen MPEG-Encoder aufnehmen, finden hier ihren Anschluss, verfügen sie doch fast immer nur über einen Cinch(RCA)-Video-Eingang. Und schließlich verfügen auch die meisten Überwachungs-Video-recorder ausschließlich über BNC-Eingänge, die einfach mit entsprechenden Cinch-BNC-Adaptoren angepasst werden.

Wie man diese Anschlussmöglichkeiten effizient im automatischen bzw. program-

S-Video-Ausgang sowieso nicht), haben wir zusätzlich eine automatische Video-Signal-Erkennung eingebaut. Hierzu scannt ein Videodetektor alle Eingänge und erkennt automatisch das Vorhandensein eines Video-Signals. Man muss also nicht immer per Hand auf den gewünschten Eingang umschalten. So erkennt der AVS 5 etwa automatisch, dass am Video-Eingang die Videokonsole eingeschaltet wurde. Das befreit selbst an Fernsehgeräten mit mehreren Video-Eingängen von der lästigen und manchmal schon verwirrenden Suche („wo ist denn nun Video 3 ...?“) nach dem richtigen Video-Eingang. Zumal viele Geräte auch noch die Unart haben, danach manuell auf das Fernsehen oder den Eingang, der vom Sat-Receiver belegt ist, zurückgeschaltet werden zu müssen – Irritationen im Mehr-Generationen-Haushalt sind hier programmiert.

Und wenn der Filius die Spielkonsole einfach angeschaltet gelassen hat, sorgt neben der Möglichkeit der manuellen Eingangskanalwahl eine programmierbare Vorrang-Erkennung (Priorität) im AVS 5 dafür, dass die vielleicht weniger technikbegeisterte „Chefin“ des Hauses auch ohne Gefährdung des Hausfriedens wieder ganz schnell zum Fernsehprogramm von Sat-/DVB-T-Receiver findet. Denn im Automatikbetrieb kann eine bestimmte Priorität

der Eingänge festgelegt werden. Hat z. B. der Eingang 3 die höchste Priorität (1), so wird dieser Eingang automatisch aktiviert, sobald ein Video-Signal oder die Schaltspannung an der Scart-Buchse anliegt. Fehlt dieses Signal bzw. wird das Gerät an diesem Eingang abgeschaltet, dann hätte der Eingang mit der Priorität (2) Vorrang usw. So kann man die automatische und die manuelle Quellenwahl geschickt miteinander verbinden und sich eine Einstellung programmieren, die den persönlichen Gewohnheiten entspricht.

Der Clou des Ganzen ist die Option, den AVS 5 zusätzlich mit einem Empfänger des FS20-Funkschaltsystems auszurüsten und dann das Gerät komplett bequem via Funk-Fernbedienung steuern zu können. Damit kann dieses dann auch hinter oder im Rack verschwinden – eine besonders ordentliche und verkabelungsfreundliche Lösung.

Wollen wir uns im Folgenden einmal genauer die umfangreichen Anschlussmöglichkeiten des Gerätes verdeutlichen.

Anschlussmöglichkeiten

Video IN 1 (AUX) – Eingang

Dieser Eingang bietet drei Cinch-Eingänge für Video, Audio L/R. Hier kann



Bild 1: Adapter Cinch/S-Video auf Scart

mierten Betrieb nutzen kann, zeigen die folgenden Ausführungen zur Programmierung des Gerätes auf.

Bedienung und Programmierung

Das Gerät ist sowohl manuell über die vier Eingangskanalwahltasten bzw. eine optional einsetzbare FS20-Fernbedienung bedienbar als auch für einen automatischen Modus programmierbar. Die Auswahl erfolgt mit dem Schalter „Mode“.

Die Programmierung erfolgt durch die Tasten 1 bis 4, die, wenn das Gerät auf manuellen Betrieb geschaltet ist, auch zur manuellen Aufschaltung eines Eingangs auf die Ausgänge verwendet werden.

Folgende Funktionen können programmiert werden:

Prioritäten

In diesem Programmiermodus legt man die Prioritäten der Eingänge im Automatikmodus fest. Damit können zwar alle angeschlossenen Geräte theoretisch eingeschaltet sein, es erfolgt aber nur eine Durchschaltung des Gerätes mit der jeweils höchsten festgelegten Priorität zum Ausgang.

Um in diesen Programmiermodus zu gelangen, sind die Tasten 1 und 2 gleichzeitig für mindestens 5 Sekunden zu drücken, bis alle LEDs aufleuchten. Jetzt wird die Taste für den Eingang betätigt, der die höchste Priorität haben soll, wodurch die dazugehörige LED erlischt. Als Nächstes folgt der Eingang mit der nächst höheren Priorität usw., bis alle Kanäle zugewiesen sind. Sobald alle LEDs erloschen sind, wird der Programmiermodus automatisch beendet. Dieser Modus ist u. a. auch praktisch, um durch bloßes Abschalten aller nicht benötigten Geräte einfach den gewünschten Eingang aufzuschalten – interessant etwa für Technik-Muffel, die nichts umschalten, suchen oder programmieren wollen. Sie schalten dann einfach nur das Gerät ein, das sie gerade benutzen möchten. Die Aufnahmefunktionen an den erwähnten kombinierten Ein- und Ausgängen bleiben davon unberührt, es kann also beispielsweise, wenn man per Prioritätsschaltung den Sat-Receiver gewählt hat, eine gleichzeitige Aufnahme auf dem Videorecorder erfolgen.

Video-Mode für die Ausgänge OUT 1 und OUT 2

Bei S-Video-Betrieb werden die eingespeisten S-Video-Signale auf den Scart-Ausgang „OUT 1“ weitergeleitet. Voraussetzung ist, dass das angeschlossene Wiedergabegerät die S-Video-Funktion (landläufig auch nach dem Bandaufzeichnungsverfahren als S-VHS bezeichnet) über „Scart“ unterstützt. Dabei kann man sich den Blick in die Bedienungsanleitung des

Fernsehgerätes oft sparen, denn diese Funktion ist selten oder oft nur sehr versteckt dokumentiert. Einfacher ist da ein Test (natürlich mit voll belegtem Scart-Kabel!). Erscheint beim Einspeisen des S-Video-Signals kein oder nur ein Schwarz-Weiß-Bild, verarbeitet das Gerät kein S-Video per Scart.

Der AVS 5 ist aber ebenfalls in der Lage, die beiden S-Video-Signale Video (Y) und Chroma (C) wieder zu mischen (addieren), so dass ein FBAS-Signal entsteht, das, wenn auch mit geringerer Qualität, von jedem Gerät mit einem Standard-FBAS-Eingang wiedergegeben werden kann.

Dieser Mode wird wie folgt einprogrammiert:

Man drückt die Tasten 1 und 3 gleichzeitig (länger als 5 Sekunden), bis LED 1 und LED 3 blinken. Durch anschließendes Drücken der Taste 1 wird der Mode (Y+C) aktiviert. Mit Taste 3 kann der Mode wieder deaktiviert werden (dies ist die Grundeinstellung).

Durch erneutes Drücken der Tasten 1 und 3 (länger als 5 Sekunden) wird der Programmiermodus beendet. Die Rückführung der S-Video-Signale auf den Eingang 2 (VCR) bleibt hiervon unbeeinflusst.

FS20-HF-Modul

Beim optional möglichen Fernbedienbetrieb mit einem FS20-HF-Empfangsmodul sind, wie im gesamten FS20-System üblich, für die einzelnen Tasten (Eingänge) die Codes der dazugehörigen Sender zu programmieren. Als Fernbedienung können z. B. eine FS20-Fernbedienung mit mehreren Tasten wie die FS20 S8 oder FS20 S20 für alle vier Kanäle (Eingänge) des AVS 5 oder auch vier unterschiedliche FS20-Fernbedienungen verwendet werden (Abbildung 2). Der Hauscode der einzelnen Fernbedienungen kann unterschiedlich sein, da jeder Code im AVS 5 komplett gespeichert wird. Damit ist dann der AVS 5 z. B. auch in das PC-Homeserver-System FHZ 1000 PC einbindbar, und der Bewegungsmelder an der Haustürkamera kann die Zwangsumschaltung auf den mit der Haustürkamera belegten Eingang des AVS 5 auslösen.

Die Programmierung erfolgt zunächst durch gleichzeitiges Drücken der beiden Tasten 1 und 4, bis alle LEDs blinken. Dann wählt man den Eingang aus, für den man einen Fernbedienungscode speichern möchte. Die zugehörige LED leuchtet jetzt dauernd. Wird nun eine Taste auf der Fernbedienung betätigt, beginnt die LED wieder zu blinken. Dies signalisiert, dass der FS20-Code für diesen Kanal gespeichert ist. In gleicher Weise können die anderen Kanäle programmiert werden. Um den Programmiermodus zu verlassen,



Bild 2: Die Fernbedienungen FS20 S8 und FS20 S20, die für den AVS 5 verwendet werden können.

drückt man die Tastenkombination 1 und 4 erneut länger als 5 Sekunden, bis die LEDs verlöschen.

Reset

Möchte man alle gespeicherten Werte (inklusive Fernbedienecodes) löschen, ist ein Reset durchzuführen. Hierzu werden die Tasten 1, 2 und 3 gleichzeitig länger gedrückt (>5 Sekunden), bis alle LEDs kurz aufleuchten (ca. 1 Sekunde). Danach ist der Speicher gelöscht.

Wichtiger Bedienhinweis

Beim Anschluss eines Videorecorders an den dafür vorgesehenen Eingang 2 kann es zu einer Rückkopplung kommen. Dies ist durch rhythmisches Rauschen im Bild und durch ein Pfeifen im Ton erkennbar. Der Grund hierfür ist, dass die am Videorecorder befindliche Scart-Buchse (z. B. AV1), die zum Anschluss an den AVS 5 genutzt wird, gleichzeitig Ein- bzw. Ausgang ist. Im Stand-by-Modus gibt der Videorecorder sein Aufnahme-Kontrollbild über einen Ein-/Ausgang (AV1) aus. Dieses Signal gelangt über den AVS 5, bedingt durch die Signalführung auf die Eingänge, wieder auf den Eingang (AV1) zurück, wodurch die genannte Rückkopplung entsteht. Aus diesem Grund kann die Video-Rückführung zu den anderen Eingängen und zum „eigenen“ Eingang 2 unterbunden werden.

Dies geschieht wie folgt: Bei aktiviertem Eingang 2 (VCR) wird die Taste 2 für ca. 2 Sekunden gedrückt, bis die LED 2 (VCR) blinkt. Jetzt ist die Rückführung auf den eigenen Eingang des Videorecorders unterbrochen – und damit der Weg für die Rückkopplung. Das Wiedergabebild des am Ausgang OUT 1 oder OUT 2 angeschlossenen Fernsehgerätes bleibt erhalten. Lediglich die Rückführung auf die Eingänge wird hiermit verhindert. Wechselt man auf einen anderen Eingang, ist dieser Modus wieder deaktiviert.

Schaltung

Zentrales Element der Signalschaltung (Abbildung 3) ist die Umschaltmatrix IC 4

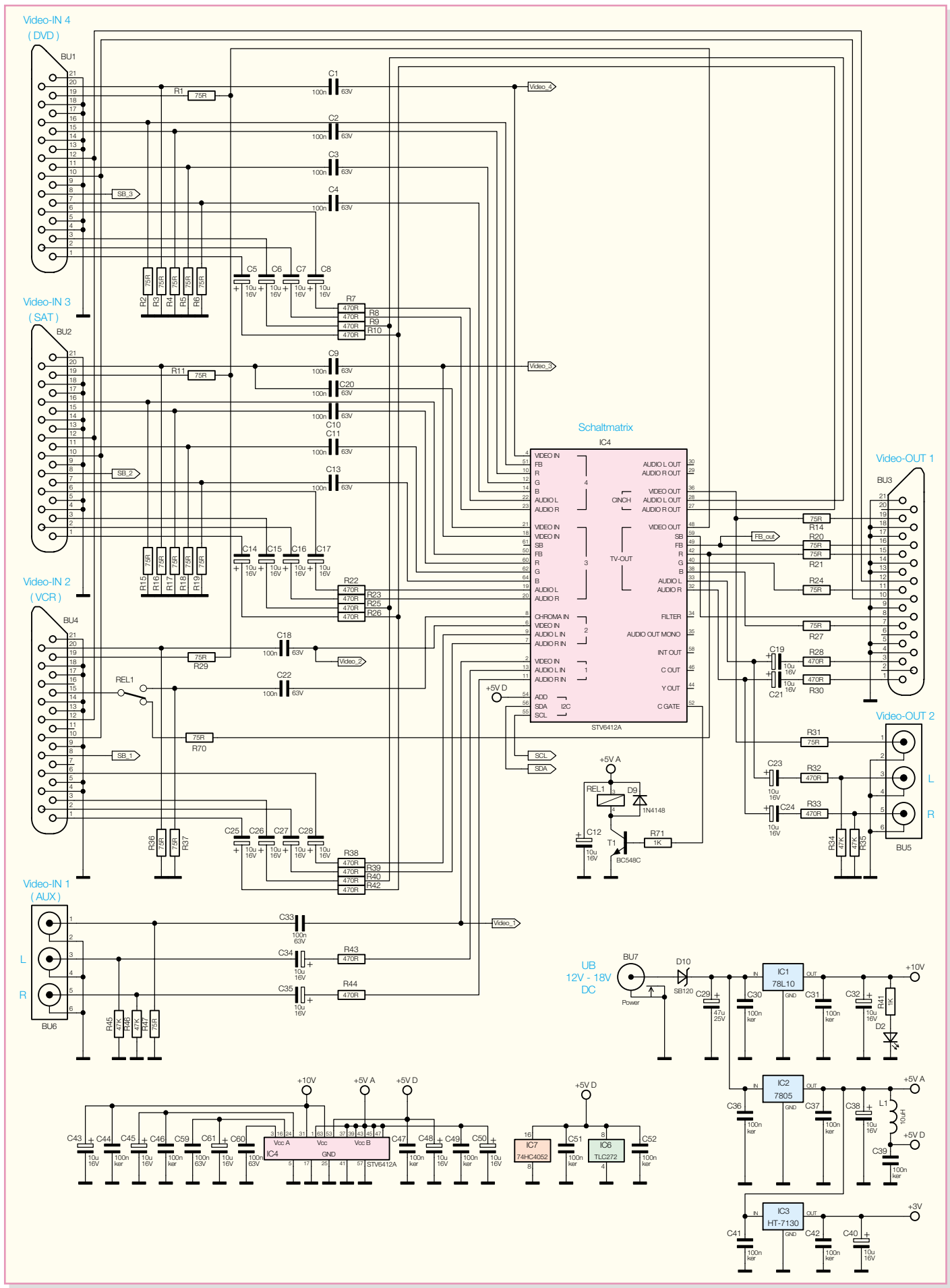


Bild 3: Die Schaltung von Videoteil und Netzteil

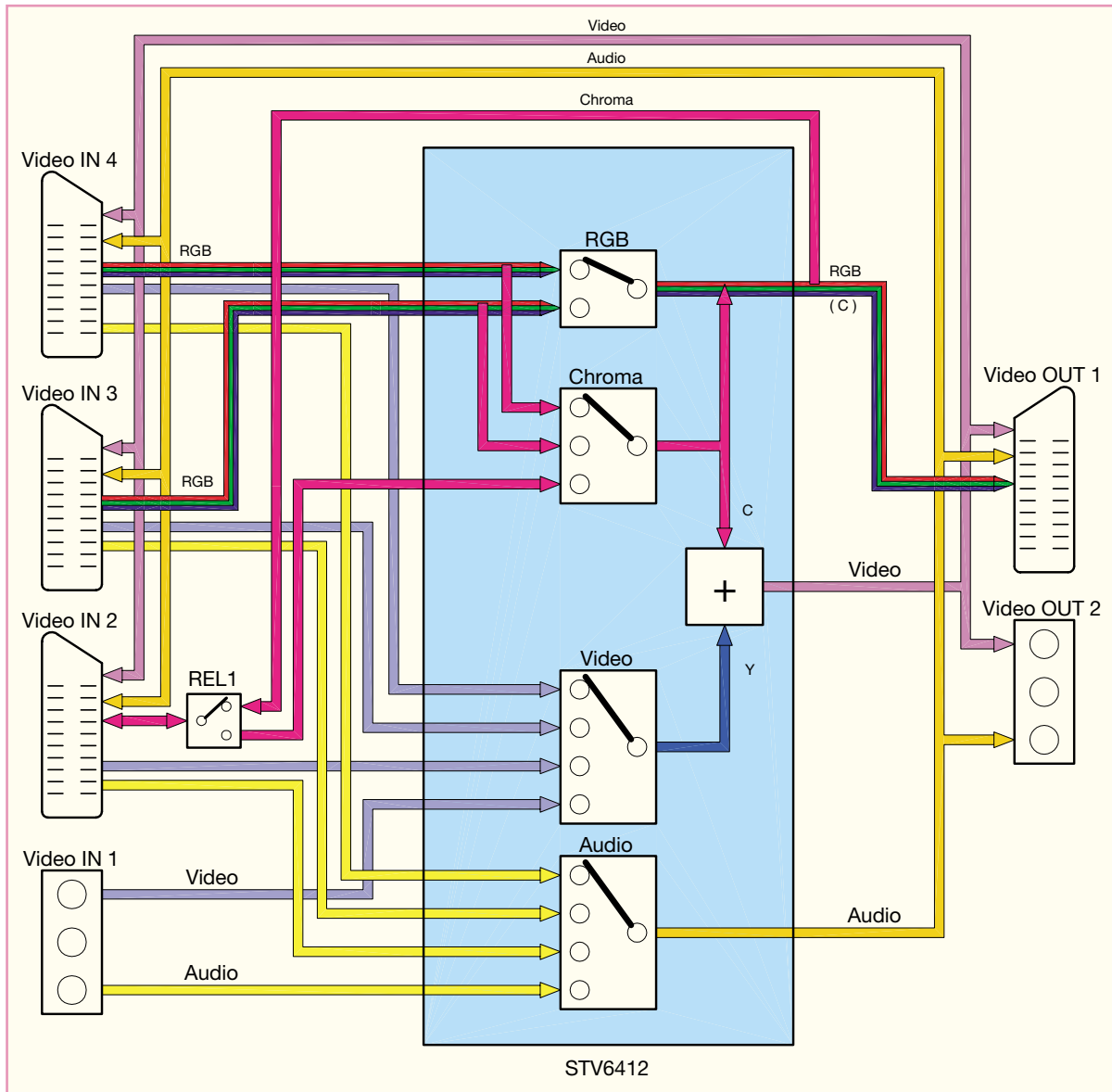


Bild 4: Das Blockschaltbild gibt einen schnellen Überblick über alle Signalverläufe.

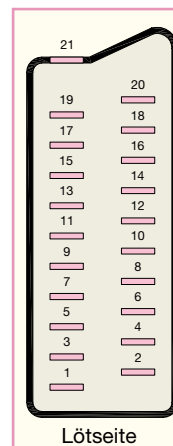
vom Typ STV6412A. Dieses IC wurde speziell für digitale Set-Top-Boxen (Sat-Receiver) entwickelt und ist in der Lage, RGB- bzw. S-Video-Signale zu verarbeiten. Die hohe Integration des ICs spart nicht nur Platz auf der Platine, sondern wirkt sich auch positiv auf die Signalqualität aus. Um die Funktionsweise bzw. die Signalwege besser erkennen zu können, ist

in Abbildung 4 zusätzlich das Blockschaltbild des Signalteils dargestellt.

Links sind die Video-Eingänge, Buchse BU 1, BU 2, BU 4 und BU 6, zu sehen. Die Video- und RGB-Signale werden mit einem 75-Ω-Widerstand abgeschlossen und gelangen über Koppelkondensatoren (47 nF) auf die Eingänge der Schaltmatrix IC 4. Die Koppelkondensatoren sind wichtig für

die interne Klemmschaltung von IC 4. Durch die Klemmung wird der verloren gegangene DC-Anteil der Video-Signale zurückgewonnen. Bei den Audio-Signalen sind die Werte für die Koppelkondensatoren größer (10 µF), da hier keine Klemmung stattfindet bzw. benötigt wird und somit die untere Grenzfrequenz entscheidend für die Dimensionierung ist.

Bild 5: Die Belegung der Scart-Buchse



Pin	Beschreibung	Pin	Beschreibung
1	Audio Ausgang R	12	Data 1 (I2C-Bus)
2	Audio Eingang R	13	RGB / Rot Masse
3	Audio Ausgang L / Mono	14	Data Masse
4	Audio Masse	15	RGB / Rot Eingang /S-VHS
5	RGB / Blau Masse	16	Schaltspannung RGB (FB)
6	Audio Eingang L / Mono	17	Video Masse
7	RGB / Blau Eingang	18	Schaltspannung Masse
8	Schaltspannung (SB)	19	Video Ausgang
9	RGB / Grün Masse	20	Video Eingang
10	Data 2 (I2C-Bus)	21	Gehäuse Masse
11	RGB / Grün Eingang		

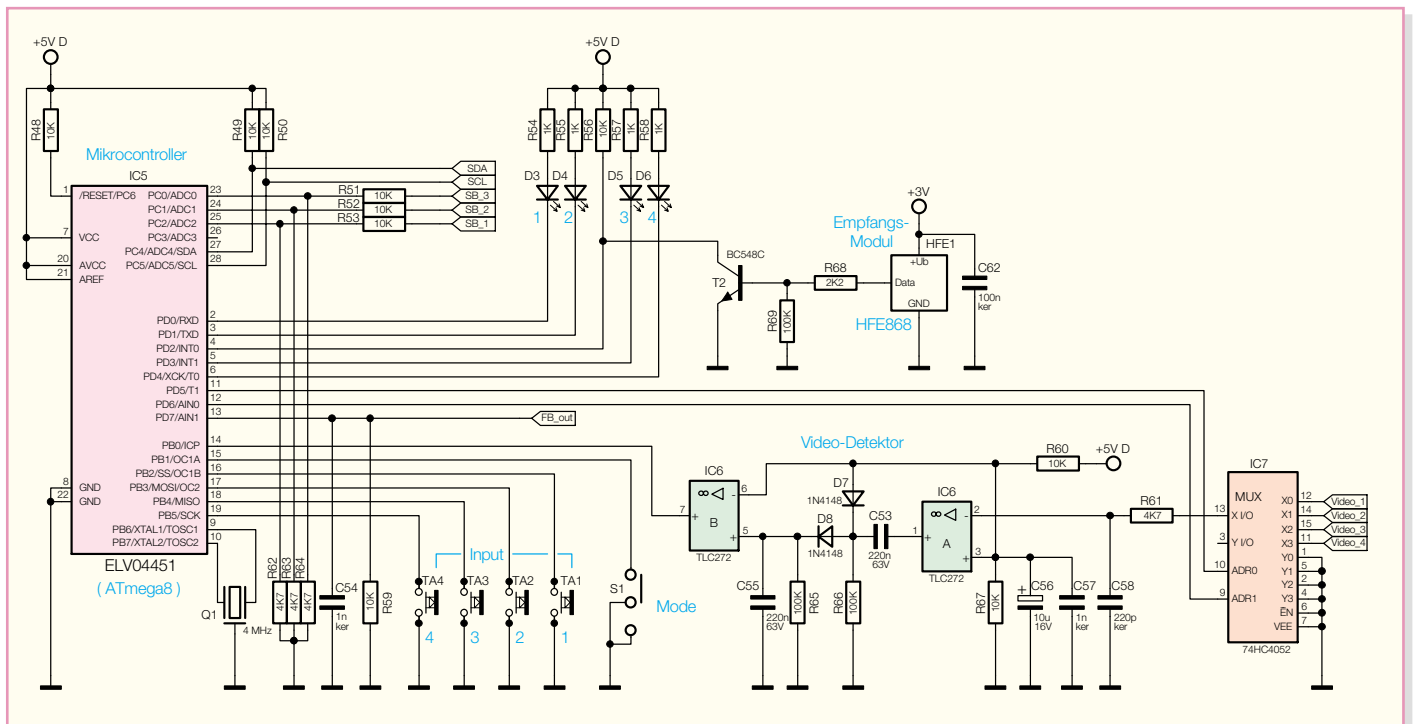


Bild 6: Die Schaltung des Steuerteils

Welche Signalleitung welchem Pin an der Scart-Buchse zugeordnet ist, zeigt die Abbildung 5.

Wie man im Blockschaltbild auf einen Blick erkennt, können insgesamt vier verschiedene Video-Signalquellen ausgewählt werden. Das Ausgangssignal vom internen Umschalter IC 4 gelangt zum einen auf die beiden Ausgangsbuchsen OUT 1 (Scart) und OUT 2 (Cinch), und zum anderen wird dieses Signal auch auf die Eingangsbuchsen zurückgeführt. Hierdurch kann das Ausgangssignal auch den Scart-Eingängen entnommen werden, wodurch z. B. ein DVD-Recorder das momentane Ausgangssignal mit aufnehmen kann. Es ist aber auch möglich, einen nicht benötigten Eingang als Ausgang zu nutzen, allerdings ohne RGB-Funktion.

Über die beiden Eingänge IN 3 (BU 3) und IN 4 (BU 4) ist auch ein RGB-Signal einspeisbar. Für die RGB-Signale steht im IC 4 ein separater Umschalter zur Verfügung, der wiederum alle drei Signale „Rot“, „Grün“, „Blau“ gleichzeitig umschaltet. Das RGB-Ausgangssignal steht nur an der Scart-Buchse OUT 1 zur Verfügung und wird nicht, wie das FBAS-Signal, auf die Eingänge zurückgeführt. Ein RGB-Eingangssignal wird vom AVS 5 durch das Anliegen der RGB-Schaltspannung (FB = Fast Blank) erkannt, wodurch automatisch bestimmte Einstellungen in der Schaltmatrix IC 4 erfolgen.

S-Video-Signale können über die Eingänge IN 2 bis IN 4 zugeführt werden. Beim S-Video-Signal erfolgt die Übertragung des Video-Signals (Schwarz-Weiß) und des reinen Farbsignals (Chroma) ge-

trennt. Ein Scart-Ein- bzw. -Ausgang kann entweder für RGB- oder S-Video-Signale genutzt werden, da sich das Rot-Signal und das Chroma-Signal eine Leitung teilen müssen. Für die Umschaltung von S-Video-Signalen ist in IC 4 ein zusätzlicher Umschalter (Chroma) vorgesehen. Durch eine spezielle Addier-Schaltung kann das S-Video-Signal wieder zu einem FBAS-Signal „zusammengefügt“ werden.

Dies ist, wie gesagt, von Vorteil, wenn der angeschlossene Fernseher keine S-Video-Signale verarbeiten kann. Die Addierfunktion wird über die Programmierung des AVS 5 aktiviert (siehe „Programmierung“). Im Normalfall werden die S-Video-Signale getrennt über die Ausgangsbuchse OUT 1 (BU 3) ausgegeben. Zusätzlich gelangt dieses Ausgangssignal auf die Eingangsbuchse IN 2 (BU 4). Dieser Eingang ist speziell für den Anschluss eines Videorecorders oder eines DVD-Recorders vorgesehen. Man kann also über diese Ein- und Ausgänge ein S-Video-Signal aufzeichnen.

Das Relais REL1 schaltet zwischen Wiedergabe und Aufnahme um, da Ein- und Ausgang für das Chroma-Signal bei einer Scart-Buchse auf demselben Pin liegen (siehe Abbildung 4).

Wenn das Relais umzuschalten hat, wird an der Schaltspannung (SB = Slow Blank) erkannt. Dieses Schaltsignal wird vom Video- oder DVD-Recorder nur bei der Wiedergabe generiert.

Die Umschaltung der Audio-Signale erfolgt in gleicher Weise wie die der Video-Signale mit einem Vierfach-Umschalter. Das Audio-Ausgangssignal steht an allen

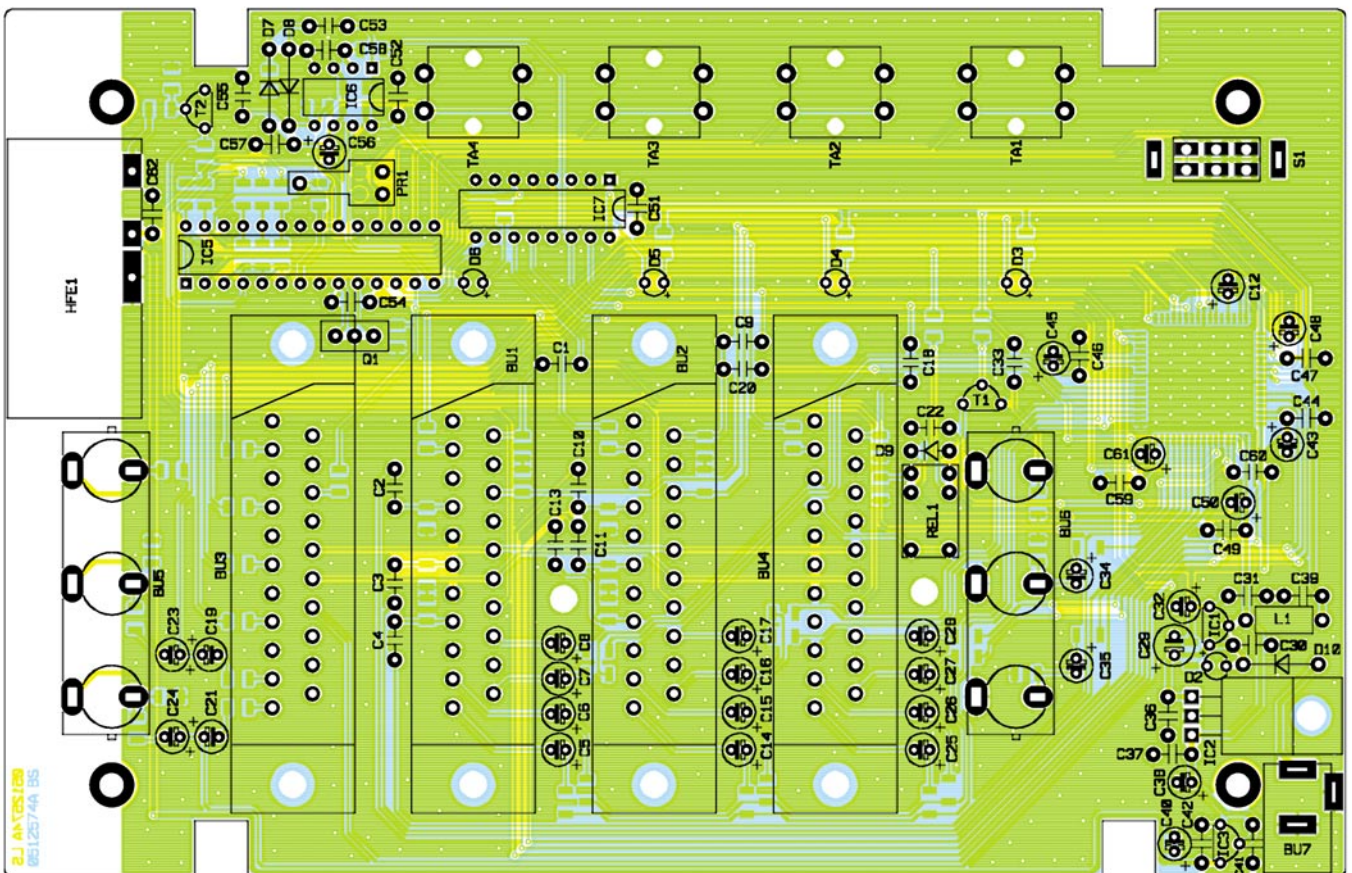
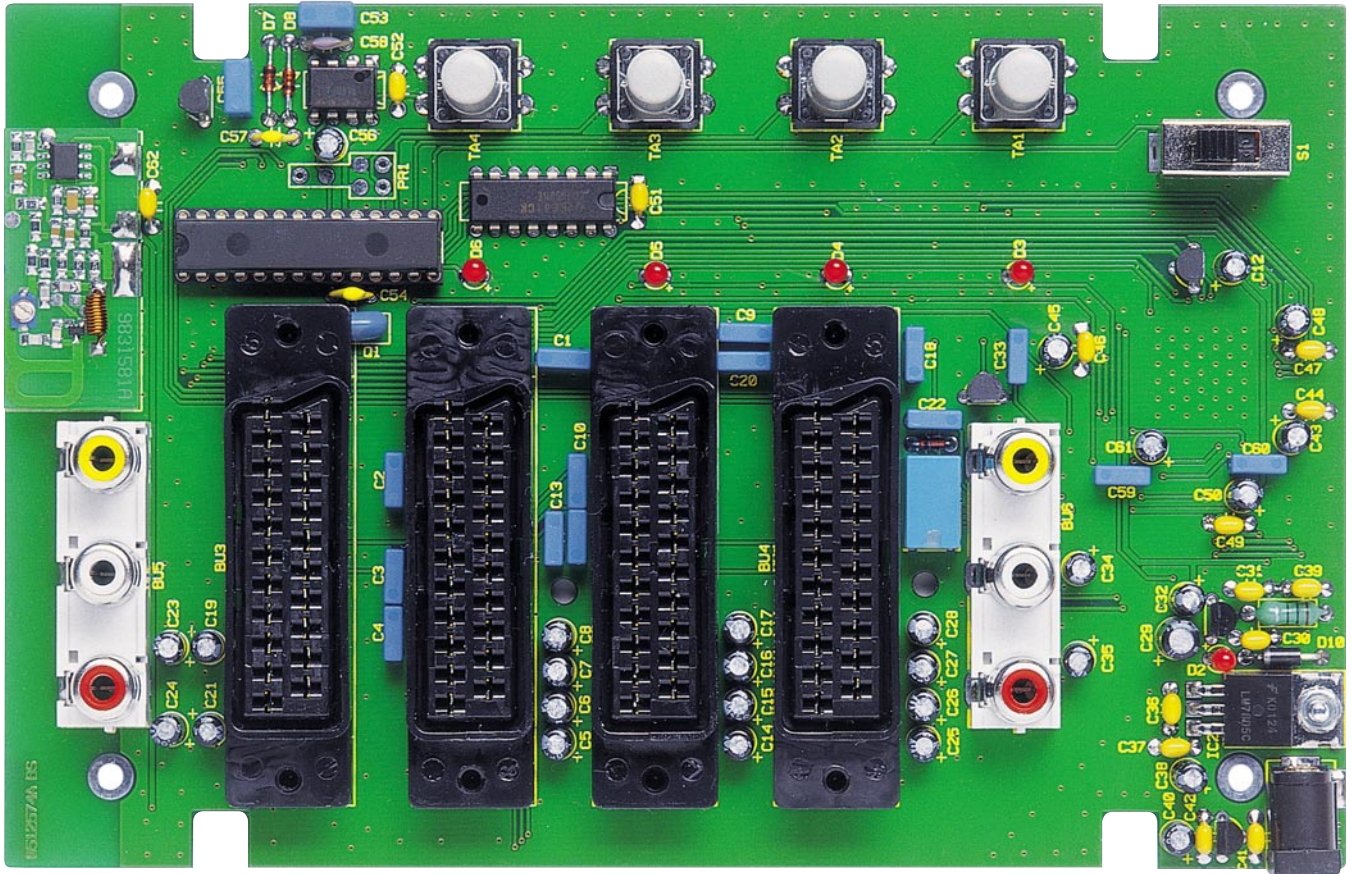
Eingangs-Buchsen, mit Ausnahme von IN 1, zur Verfügung.

Im unteren Teil des Schaltbildes ist die Spannungsversorgung dargestellt. Über die Buchse BU 7 wird eine Gleichspannung im Bereich von 12 V bis 15 V zugeführt, die z. B. von einem Steckernetzteil stammen kann. Die Diode D 10 schützt die Elektronik vor falscher Polung der Eingangsspannung. Die drei Spannungsregler IC 1 bis IC 3 erzeugen aus der Eingangsspannung die in der Schaltung benötigten stabilisierten Spannungen von 10 V, 5 V und 3 V. Für digitale Schaltungsteile ist die Spannung 5 V vorgesehen. Diese ist über die Spule L 1 von der analogen 5-VA-Spannung entkoppelt, damit sich keine Störungen auf die Eingangs-Signale übertragen können.

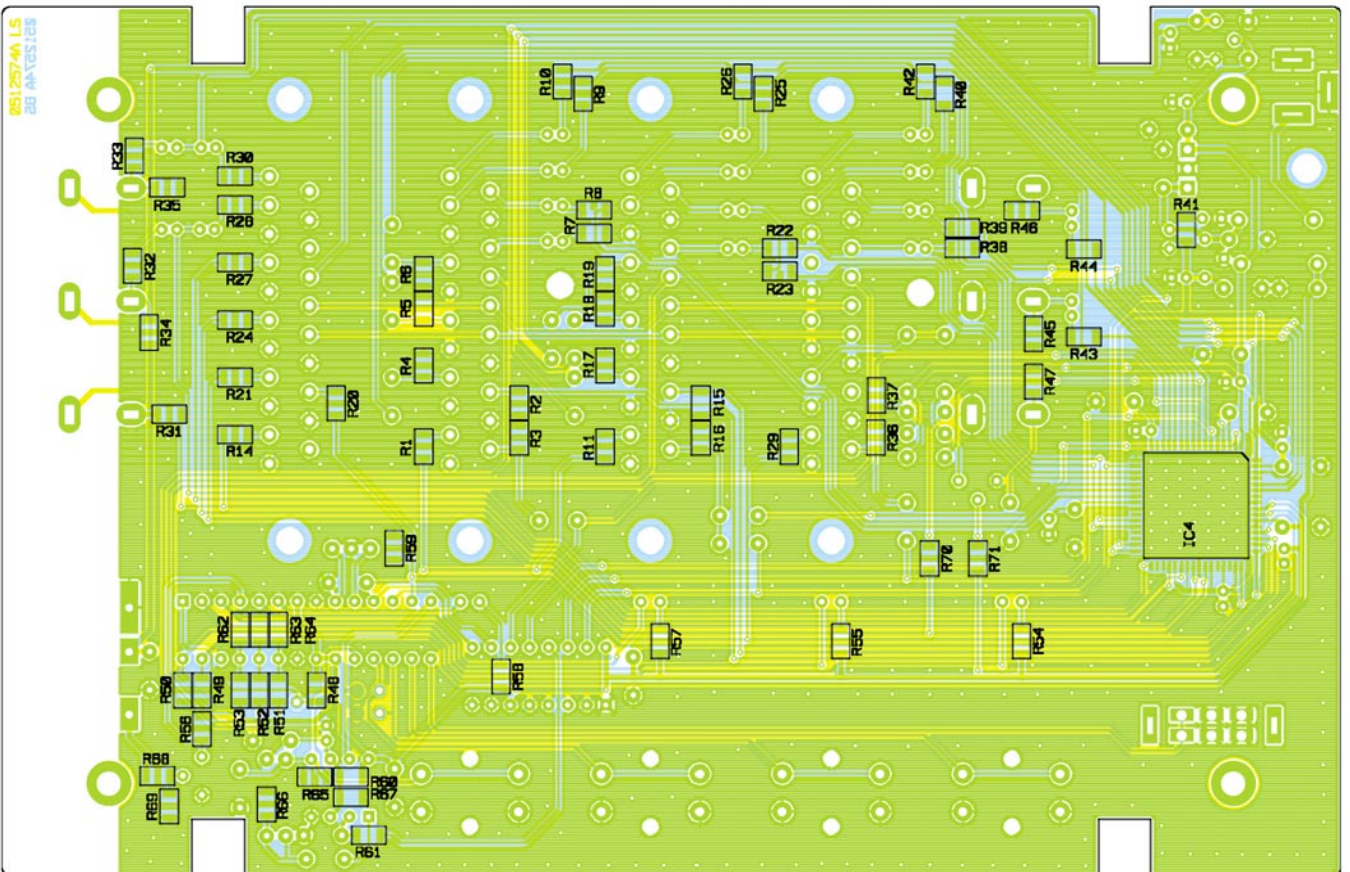
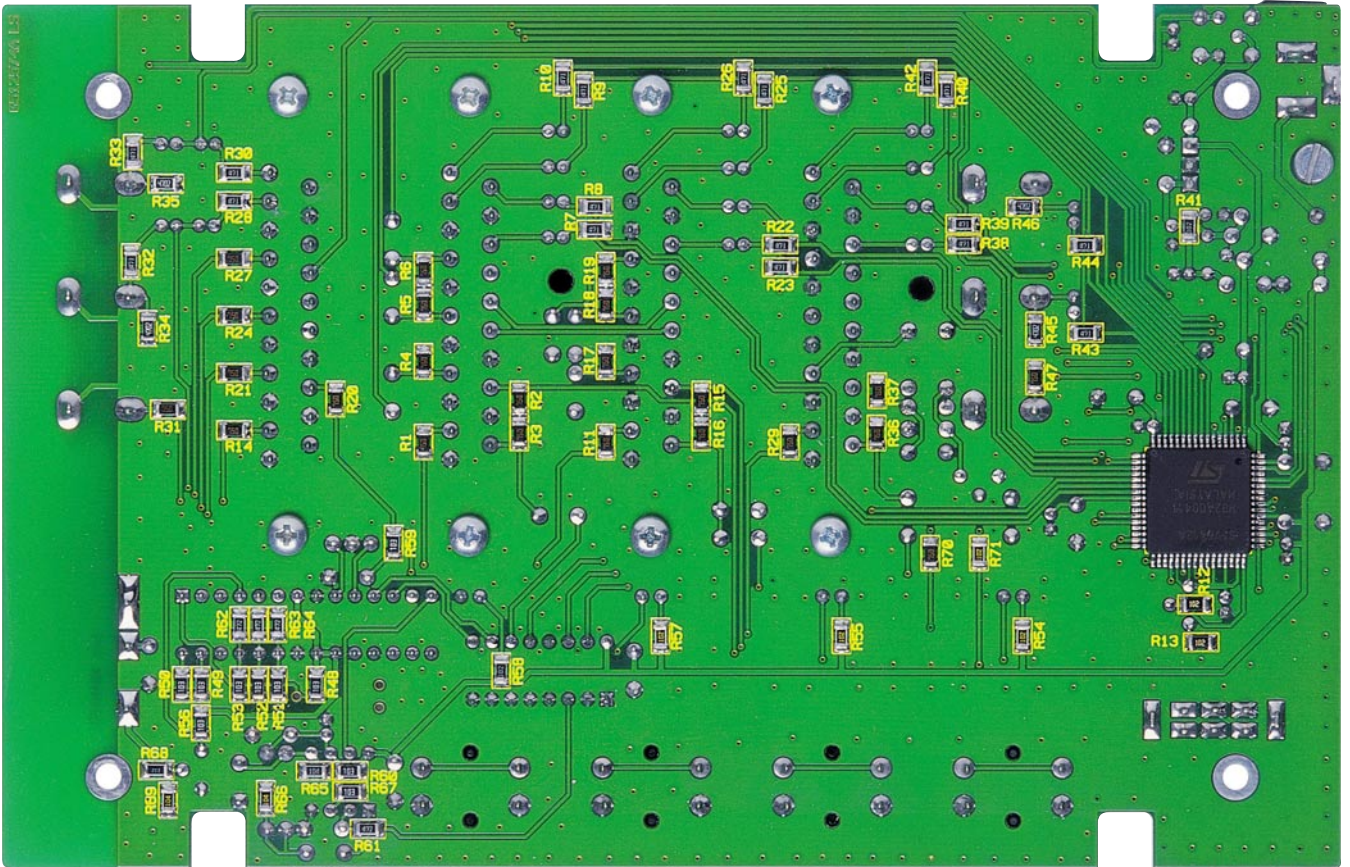
Kommen wir nun zum zweiten Schaltbild (Abbildung 6), das die Steuerelektronik zeigt. Der Controller IC 5 vom Typ Atmega8 ist über einen I²C-Bus (SCL und SDA) mit der Schaltmatrix IC 4 verbunden. Hierüber werden alle internen Register von IC 4 angesprochen. Mit den Tastern TA 1 bis TA 4 erfolgt die manuelle Auswahl des Eingangskanals, aber auch die Programmierung. Mittels des Schalters S1 stellt man den Betriebs-Mode ein (automatische oder manuelle Kanalwahl).

Der momentan aktive Eingangskanal wird mit den Leuchtdioden D 3 bis D 6 angezeigt. Diese dienen auch als Indikatoren bei der Programmierung.

Die für die automatische Umschaltung erforderliche Information, ob und an welchem Eingang ein Video-Signal anliegt, wird über einen Videodetektor erzeugt.



Ansicht der fertig bestückten Platine des AVS 5 mit zugehörigem Bestückungsplan von der Bestückungsseite



Ansicht der fertig bestückten Platine des AVS 5 mit zugehörigem Bestückungsplan von der Lötseite

Stückliste: Audio-Video-Selector AVS 5

Widerstände:

75 Ω/SMD1206	R1–R6, R11, R14–R21, R24, R27, R29, R31, R36, R37, R47, R70
470 Ω/SMD1206	R7–R10, R22, R23, R25, R26, R28, R30, R32, R33, R38–R40, R42–R44
1 kΩ/SMD/1206	R41, R54, R55, R57, R58, R71
2,2 kΩ/SMD/1206	R68
4,7 kΩ/SMD/1206	R61–R64
10 kΩ/SMD/1206	R48–R53, R56, R59, R60, R67
47 kΩ/SMD/1206	R34, R35, R45, R46
100 kΩ/SMD/1206	R65, R66, R69

Kondensatoren:

220 pF/ker	C58
1 nF/ker	C54, C57
100 nF/ker	C30, C31, C36, C37, C39, C41, C42, C44, C46, C47, C49, C51, C52, C62
100 nF/63 V/MKT ..	C1–C4, C9–C11, C13, C18, C20, C22, C33, C59, C60
220 nF/63 V/MKT	C53, C55
10 µF/16 V	C5–C8, C12, C14–C17, C19, C21, C23–C28, C32, C34, C35, C38, C40, C43, C45, C48, C50, C56, C61
47 µF/25 V	C29

Halbleiter:

78L10	IC1
7805	IC2

HT7130	IC3
STV6412A/SMD	IC4
ELV04451	IC5
TLC272	IC6
74HC4052	IC7
BC548C	T1, T2
1N4148	D7–D9
SB120 (1N5817)	D10
LED, 3 mm, Grün	D2
LED, 3 mm, Rot	D3–D6

Sonstiges:

Keramikschwinger, 4 MHz	Q1
Festinduktivität, 10 µH	L1
Scart-Buchse, 21-polig, print, gerade	BU1–BU4
Cinch-Buchse, 3fach	BU5, BU6
Hohlsteckerbuchse, 2,1 mm, print	BU7
Schiebeschalter, 2 x um, print	S1
Minatur-Relais, 5 V/1 A, print . REL1	
Mini-Drucktaster, B3F-4050, 1 x ein	TA1–TA4
Tastknopf, 18 mm	TA1–TA4
Präzisions-IC-Fassung, 28-polig . IC5	
3 x Stiftleiste, 1-polig, gerade, print	HFE1
8 Kunststoffschrauben, 2,5 x 8 mm	
4 Kunststoffschrauben, 3 x 5 mm	
1 Zylinderkopfschraube, M3 x 8 mm	
1 Mutter, M3	
1 Fächerscheibe, M3	
1 Platinenabstandshalter, 5 mm	
4 Gehäusefüße, selbstklebend, transparent	
1 Gehäuse Typ 2010, komplett, bearbeitet und bedruckt, Grau	

Hierzu werden mit dem Multiplexer IC 7 alle Eingänge (Video 1 bis Video 4) abgefragt. Über R 61 und C 58 gelangt das Signal auf den Eingang Pin 2 von IC 6 A. Dieser OP ist als Komparator geschaltet und trennt bei einem vorhandenen Video-Signal die Synchronimpulse ab, die dann am Ausgang Pin 1 anliegen. Ist kein Video-Signal vorhanden, liegt der Ausgang Pin 1 auf Low-Pegel. Über die nachfolgenden Dioden D 7 und D 8 und den Kondensator C 55 werden die Synchronimpulse gleichgerichtet, die so entstandene Gleichspannung gelangt auf den Eingang des zweiten Komparators IC 6 B. Am Ausgang Pin 7 dieses Komparators liegt ein High-Pegel an, sobald ein Video-Signal erkannt wurde. Diese Information gelangt über Pin 14 zum Controller IC 5. Zusätzlich werden auch die Schaltspannungen (SB 1 bis SB 3) der Scart-Buchsen mit Hilfe des internen A/D-Wandlers von IC 5 abgefragt.

Aus diesen Informationen heraus aktiviert der Prozessor den entsprechenden Eingang.

Die Empfangsdaten des optional nachrüstbaren HF-Empfängers HFE 868 gelangen über den Transistor T 2 auf Eingang Pin 4 von IC 5, der auch die Signalauswertung der Funksteuerung übernimmt.

Nachbau

Der Nachbau der Schaltung erfolgt auf einer doppelseitigen Platine, bei der beide Seiten mit Bauteilen bestückt sind. Auf der Platinenunterseite befinden sich ausschließlich SMD-Bauteile (alle Widerstände und IC 4), die beim Bausatz schon vorbestückt sind. Dies erleichtert den Aufbau erheblich, schließlich ist das Einlöten eines ICs im 44-poligen TQFP-Gehäuse auch für einen erfahrenen Elektroniker kein leichtes Unterfangen.

Aus diesem Grund beschränkt sich der

Nachbau auf die konventionell bedrahteten Bauteile.

Mit Hilfe der Stückliste und des Bestückungsplans werden die Bauteile in die dafür vorgesehenen Bohrungen eingesetzt und ihre Anschlüsse auf der Platinenunterseite verlötet. Überstehende Drahtenden werden mit einem Seitenschneider abgeschnitten.

Die Bestückung sollte mit den flachen Bauteilen wie z. B. Dioden begonnen, in dicht bestückten Bereichen von innen nach außen vorgenommen und mit den großen Bauteilen abgeschlossen werden. Bei den Halbleitern und den Elkos ist unbedingt auf die richtige Einbaulage zu achten.

Die Katode der Dioden ist durch eine Strichmarkierung erkennbar, die Elkos sind am Minuspol markiert. Bei den ICs und Transistoren ergibt sich die Einbaulage automatisch durch den Platinenaufdruck (siehe auch Platinenfoto).

Für die Bestückung des Controllers IC 5 ist ein 28-poliger IC-Sockel einzulöten.


Die Anschlussbeine des Spannungsreglers IC 2 sind vor der Montage im Abstand von 2,5 mm zum Gehäusekörper um 90° nach hinten abzuwinkeln (siehe auch Platinenfoto). Der Spannungsregler wird liegend montiert und mit einer Schraube M3 x 8 mm, Fächerscheibe und Mutter auf der Platine festgeschraubt, bevor man die Anschlüsse verlötet.

Die LEDs müssen eine Einbauhöhe (gemessen zwischen Platine und LED-Oberkante) von 18 mm aufweisen. Die Anode (+) der LED ist durch den etwas längeren Anschlussdraht zu erkennen.

Die Scart-Buchsen sind vor dem Verlöten ihrer Anschlüsse jeweils mit zwei Kunststoffschrauben 2,5 x 8 mm auf der Platine zu befestigen.

Das optional zu bestückende HF-Empfangsmodul HFE 868 wird unter Zuhilfenahme dreier Stiftleistenkontakte auf der Platine bestückt und verlötet.

Nachdem alle Bauteile bestückt sind, erfolgt der Einbau der Platine in das Gehäuse. Hierzu ist zunächst ein 5-mm-Platinenabstandshalter zu montieren, der von der Platinenunterseite her in die Bohrung zwischen BU 1 und BU 2 gesteckt wird. Hierdurch wird ein Durchbiegen der Platine beim Einstecken der Scart-Stecker vermieden. Dann legt man die Platine in die Gehäuseunterschale und verschraubt sie über vier Kunststoffschrauben 3 x 5 mm mit dem Gehäuse. Nun kann die Gehäuseoberschale aufgesetzt und verschraubt werden. Zum Abschluss sind die vier Gehäusefüße auf die Unterseite der Gehäuseunterschale aufzukleben.

Nach dem Anschluss eines externen Netzteils (12–18 V_{DC}) kann das äußerst universell einsetzbare Gerät in Betrieb genommen werden. 

Das Licht vom Chip –



vom „Anzeigelämpchen“ zur Straßenbeleuchtung

Leuchtdioden sind längst aus dem Status des „Anzeigelämpchens“ herausgetreten – sie erobern immer mehr klassische Einsatzbereiche herkömmlicher Beleuchtungsmittel bis hin zur Raum- und Außenbeleuchtung. Hohe Lichtleistungen, raffinierte Reflektoroptiken, ausgeklügelte Ansteuerschaltungen – wir zeigen in unserem Streifzug durch die Welt des LED-Lichts den Stand dieser Technik sowie aktuelle und kommende Anwendungen.

Licht auf den Punkt gebracht

Seit dem Erscheinen der LED fasziniert die kleine Halbleiterlichtquelle Techniker wie Anwender, weist sie doch gegenüber der bisher dominierenden Glühlampe enorme Vorteile auf, die eine vielfältige Anwendung erlauben.

Da ist zunächst die Lichterzeugung auf einer Fläche von weniger als einem Quadratmillimeter – das bedeutet echtes Punkt-

licht und eröffnet damit die einfache Möglichkeit, tatsächlich, ohne großen optischen Aufwand, extrem gerichtetes Licht zu erzeugen. Diese Lösung ist bei konventionellen Lichtquellen nur unter großem technischen Aufwand herbeizuführen. Welche Vor- und Nachteile diese Eigenschaft in sich birgt, werden wir noch diskutieren.

Die weiteren Vorteile werden vor allem in der Werbung meist in einem Atemzug genannt, wir wollen sie kurz einzeln beleuchten.

Da wäre zunächst die hohe Energieeffizienz. Gemessen an dem, was eine Leuchtdiode an Leistung aufnimmt, liegt sie in der Reihe der Leuchtmittel weit vorn, aber erstaunlicherweise nicht an der Spitze. Denn noch energieeffizienter sind die Fluoreszenzlampen. Und setzt man den Gesamt-Leistungsumsatz als Maßstab an, rangieren Leuchtdioden tatsächlich nur knapp vor der Halogenlampe. Das entgeht dem LED-Nutzer weitgehend, solange er sich mit den normalen Kleinleistungs-LEDs befasst. Die wenige Wärmeenergie, die die LED bei der Lichterzeugung produziert, wird über den relativ großen Gehäusekörper schnell an die Umgebung abgegeben, so dass die Wärmeerzeugung vernachlässigbar ist. Aber schon eine der modernen „einfachen“ Leuchtdioden, die mit Strömen bis 50 mA betrieben werden, erwärmen sich im Betrieb fühlbar. Und die derzeit leistungsfähigsten Leuchtdioden mit Leistungsaufnahmen bis 5 W bedürfen schon ausgeklügelter Kühlmaßnahmen, um die entstehende Abwärme abzuführen (Abbildung 1, zeigt gleichzeitig auch den prinzipiellen Aufbau dieser Leistungshalbleiter). Physik bleibt also doch Physik.

Dennoch ist die Leuchtdiode, die ja ihre besten Zeiten noch vor sich hat, derzeit in der Summe ihrer Eigenschaften unschlagbar. Dazu trägt die (bei richtiger Behandlung) sehr lange Lebensdauer von 50.000 bis 100.000 Betriebsstunden ebenso bei wie die weitgehende Unempfindlichkeit gegenüber Umwelteinflüssen wie etwa Vibrationen, wechselnde Temperaturen und natürlich die enorme Flexibilität für den Einsatz. Die Lebensdauer wird übrigens von den Herstellern als die Zeitdauer angegeben, bei der die LED noch eine Lichtausgangsleistung von 50 % erreicht – auch LEDs altern.

Farbig und lichtstark

Einer der größten Vorteile der LED ist auch die „natürliche“ Farberzeugung durch die verschiedenen Materialien und Emis-

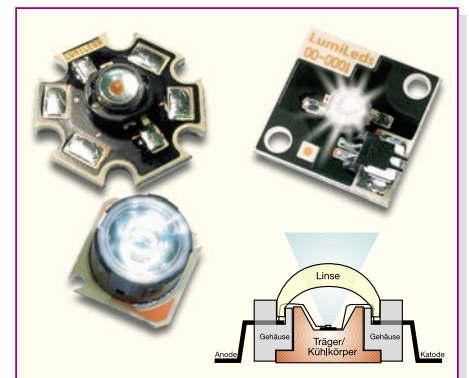


Bild 1: Modernste LED-Leistungsmodulare mit ihren Träger-, Kühl- und Linsenzusätzen sind Hightech-Produkte erster Güte. Fotos: LUXEON



Bild 2:
Erzeugt warm-
weißes Licht für
angenehmes
Ambiente –
„OSRAM
Dragon ww“,
Foto: OSRAM

sionsverfahren. Man benötigt hier gegenüber der konventionellen Lampe, die grundsätzlich weiß strahlt, keine dämpfenden Filter – wieder eine Effizienzsteigerung und ein Glücksfall für Leuchtendesigner, wie wir noch sehen werden. Lediglich bei der so wichtigen Leucht-„Farbe“ Weiß tun sich Leuchtdioden schwer. Denn die wird nun mal von keinem bisher bekannten Halbleitermaterial erzeugt. So behilft man sich hier mit einer Mischfarbenerzeugung nach dem RGB-Schema bzw. speziellen Beschichtungsmaterialien, z. B. Phosphor, was aus Blau Weiß macht. Letztere haben allerdings den Vorteil, dass man recht einfach verschiedene Farbtemperaturen einstellen kann. So gibt es inzwischen z. B. den in Abbildung 2 gezeigten OSRAM-Chip mit der Lichtfarbe Warmweiß, die insbesondere im Wohn-Ambiente besonders geschätzt ist. Während normale weiße LEDs wie die im Titelbild gezeigte „Dragon“ von OSRAM eine Farbtemperatur von 6500 bis 8000 K bei einem Lichtstrom von 40 lm aufweisen, erzeugt die „Golden Dragon“ eine Farbtemperatur von 3200 K, was dem Warmweiß von Halogen- und Leuchtstofflampen entspricht. Und mit einem Lichtstrom von 23 lm reiht sich die „Golden Dragon“ mit vorn ein in der Leistungsfähigkeit moderner Leuchtdioden.

Womit wir beim Thema Lichtstärke wären, eines der bedeutendsten Kriterien für den Anwender. Dazu ist vorab der wichtige Vergleichswert von ca. 25 lm/W zu nennen, der zur Halogenlampe gehört. Wenn man nun die Daten der derzeit leistungsfähigsten Leuchtdioden betrachtet,

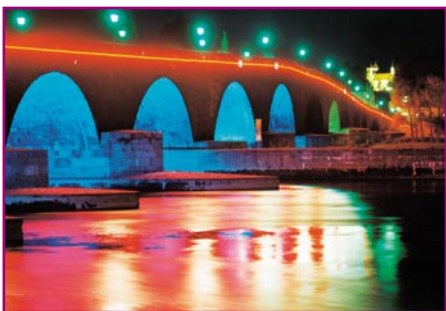
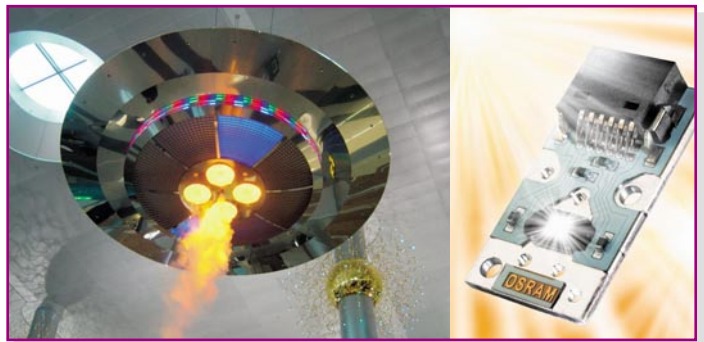


Bild 3: Überzeugende Demonstration der LED-Technik – Donaubrücke in Regensburg, u. a. mit fast 22.000 LEDs.
Foto: OSRAM

Bild 4:
Lichtstark und
besonders für
effektvolle
Projektionen
geeignet – RGB-
LED-Modul
„OSTAR“.
Foto: OSRAM



findet man bereits jetzt einen Wert von bis zu 50 lm/W. Allerdings muss man dann auch mehrere dieser LEDs einsetzen, um z. B. eine einzige 50-W-Halogenlampe zu ersetzen. Das ist derzeit noch sehr teuer und benötigt viel Platz. Deshalb u. a. werden wir diese LEDs auch vorerst nicht in Frontscheinwerfern von Autos finden, obwohl die ersten Schritte dazu schon gemacht sind.

Was modernste Leuchtdioden leisten können, demonstriert z. B. OSRAM in spektakulären Lichtinstallationen. Abbildung 3 zeigt die Donaubrücke in Regensburg, die u. a. von fast 22.000 Hochleistungs-LEDs erleuchtet wurde. Und in Abbildung 4 ist eine Lichtinstallation im Flughafen von Dubai zu sehen, die u. a. auch mit RGB-Flagschiff „OSTAR“ aufgebaut ist, das mit Ansteuerung und Kühlung 30 x 10 mm misst und starke 120 lm Lichtstrom erreicht. „OSTAR“ ist aufgrund des enormen Lichtstroms besonders gut für Projektionsanwendungen, etwa im Show-Bereich, geeignet.

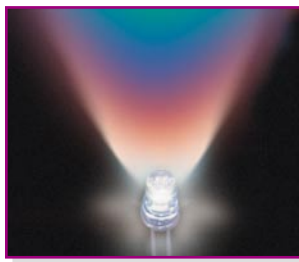


Bild 5: RGB-LEDs erzeugen das gesamte RGB-Farbspektrum inkl. Weiß.

Und LUXEON, Hersteller von weit verbreiteten Leistungs-LEDs, wie sie z. B. in Abbildung 1 zu sehen sind, wirbt u. a. mit dem Einsatz seiner Power-LEDs als Blitzlicht beim Fotografieren.

Apropos RGB. Da es technologisch inzwischen keine Herausforderung mehr darstellt, LEDs herzustellen, die je nach Ansteuerung die Grundfarben Rot, Grün und Blau sowie alle ihre Mischfarben (siehe Abbildung 5) abgeben können, dominieren diese nicht nur die ursprünglich angepeilte Anwendung „Videowand“, sondern werden für alle denkbaren Effektanwendungen eingesetzt. So kann man sehr

einfach Farbwechsel erzeugen, Raumstimmungen herstellen oder durch unterschiedliche Farben entsprechende Signalwirkungen generieren. Derartige RGB-LED-Anordnungen findet man entweder als Einzel-elemente oder als Arrays aus vielen Leuchtdioden (Abbildung 6) auf dem Markt.

Und letztlich sorgen schließlich ausge-



Bild 6: Auf LED-Arrays findet man eine Vielzahl von einfarbigen oder RGB-LEDs, die sich hervorragend für eigene Applikationen einsetzen lassen.

klügelte Lichtführungen, Projektions- und Reflektoroptiken zusätzlich zu den integrierten Reflektoren für die gewünschte Lichtführung. Dabei kommt es auch stark auf die eigentliche Abstrahlcharakteristik der Leuchtdiode an, die je nach Typ mehr oder weniger breit ausfällt.

Will man als Anwender diese leistungsstarken Bauelemente in eigenen Applikationen einsetzen, sollte man sich im Übrigen strikt an die Herstellervorschriften zu Spannungs- bzw. Stromversorgung, Umgebungstemperatur und Kühlbedingungen halten, um lange Freude am bis zu 50 Euro teuren Bauteil zu haben. Insbesondere der Kühlung ist großes Augenmerk zu schenken, denn LED-Temperaturen bis 120 °C wollen sicher abgeführt sein. Renommier-te Hersteller wie OSRAM, PHILIPS oder LUXEON geben hier vor allem über ihre Internet-Seiten jede fachliche Unterstützung, um die nominelle Lebensdauer der LEDs auch zu erreichen.

LEDs auf Rädern

Recht unauffällig ziehen leistungsfähige LEDs seit einigen Jahren in das Exterieur unserer Autos ein. Nachdem BMW



Bild 7: Bei einigen Herstellern schon Stand der Technik – LED-Heckleuchten.
Fotos: DaimlerChrysler, HELLA, Peugeot, BMW



Bild 8: Bringt Sicherheit – dritte Bremsleuchte in LED-Technik

mit dem Z8 (dem „Bond-Auto“) den Anfang gemacht hatte, statten nach und nach immer mehr Hersteller bestimmte Fahrzeuge ihrer Modellpalette mit LED-Heckleuchten aus (Abbildung 7). Konsequenz

gehen z. B. VW beim Phaeton oder BMW beim 7er und einigen 3er-Modellen zu Werke. Hier agieren nämlich nur noch Leuchtdioden in der Heckleuchte, während sich andere Hersteller auf die Bremsleuchte oder gar nur die dritte Bremsleuchte beschränken. Immerhin macht das gegenüber der Glühlampe bereits Sinn. Denn mit einer Ansprechzeit von 15 bis 20 ms gegenüber der von Glühlampen, die bis zu 0,3 s erreichen kann, ergibt sich ein deutlicher Sicherheitsgewinn für den Nachfah-

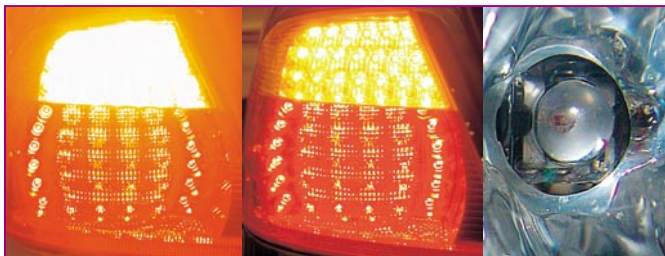


Bild 9: Überzeugend und nicht zu übersehen – LED-Blinklicht

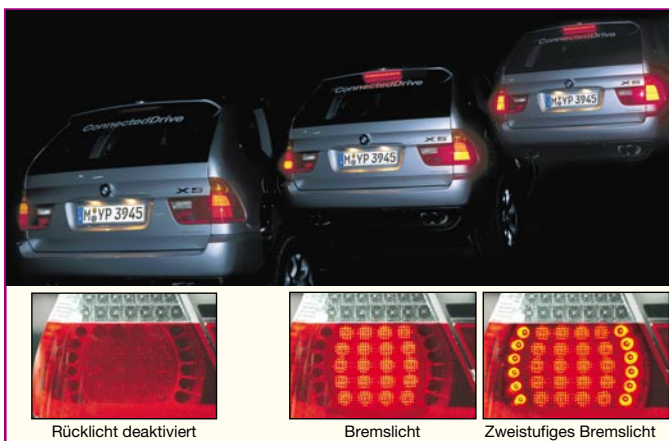


Bild 10: Stufenweise warnen – LED-Heckleuchten signalisieren, wie stark der Vordermann bremst, und machen aufmerksam. Fotos: BMW

renden – erfährt dieser doch deutlich eher vom eingeleiteten Bremsvorgang des vorn Fahrenen. So ergibt etwa eine viertel Sekunde bei 100 km/h einen Bremsweggewinn von immerhin ca. 7 m, bei 150 km/h sind das schon 10 m und bei 200 km/h fast 14 m, also gut drei Fahrzeuglängen! Das kann mehr als entscheidend sein. Beobachten Sie einmal im Stop-and-go-Verkehr die Fahrzeuge vor Ihnen. Wer ein drittes Bremslicht (Abbildung 8) mit LED-Technik hat, dessen eigentliche Bremsleuchten leuchten sichtbar später als die dritte Bremsleuchte. Und man vergleiche das Blinken einer LED-Blinkleuchte, beispielsweise am 3er-BMW (Cou-

pé/Cabrio) mit dem einer mit Glühlampen bestückten Leuchte. Blitzschnell schalten die LEDs, während die Glühlampe auf- und ab leuchtet.

Und dass diese Art der Blinkleuchte lichttechnisch up to date ist, sieht man in Abbildung 9 wohl überdeutlich. Wir haben das Ganze fototechnisch noch einmal anders aufgenommen (Mitte), und siehe da, hier arbeiten allein in der Blinkleuchte tatsächlich 28 Hochleistungs-LEDs, in der Vergrößerung noch einmal deutlich zu sehen.

Dass man mit derartiger Technik noch mehr anstellen kann, zeigt wiederum BMW. Zuerst nur in den USA zugelassen und nach langem Sträuben der Behörden nun auch in Deutschland, lassen X5, 7er und die erwähnten 3er unterschiedliche Signalbilder bei unterschiedlicher Bremsintensität aufleuchten (Abbildung 10). BMW nennt dies „Brake Force Display“, es erhöht die Sicherheit weiter, wird der Nachfolgende doch noch intensiver aufmerksam gemacht, je schärfer vor ihm gebremst wird. Auch einige japanische Hersteller, die ja traditionell stark auf den amerikanischen Markt – immer Vorreiter im Ausprobieren technischer Neuerungen – ausgerichtet sind, haben solche Lösungen im Programm.

Inzwischen haben auch zahlreiche Nachrüster reagiert und bieten für viele Fahrzeuge, etwa von VW, Opel, Ford, BMW, Nachrüstleuchten in Teil- oder Voll-LED-Bestückung an. Vorsicht – auf die ABE achten, sonst gibt's Ärger mit TÜV und Versicherung! BMW bietet u. a. für den 3er selbst Nachrüstätze an, die zwar teuer sind, aber den neuesten Stand der Technik an Bord holen.



Bild 11: LED-Rück- und Signal- leuchten lösen zahlreiche Beleuchtungsprobleme. Foto: HELLA



Bild 12: LED-Power im Frontscheinwerfer – Positions-/Tagfahrlicht im Audi A8. Foto: HELLA

Einer der Vorreiter der rollenden LED-Technik ist traditionell Ausrüster und Erstausstatter HELLA. Die Firma bietet nicht nur für verschiedene Fahrzeuge, u. a. für den in Abbildung 7 zu sehenden VW Lupo, Erst- und Nachrüstlösungen an, sondern hat auch ein umfangreiches Zusatzleuchtersortiment im Programm. So auch Anhänger- und Trailer-Heckleuchten, Warn- und Orientierungsleuchten (Abbildung 11) und Stand-/Tagfahrleuchten in LED-Technik. Besonders Letztere läuten eine Wende an der Fahrzeugfront ein. Nach den bekannten Standlicht-Ringen von BMW bietet HELLA jetzt eine aus 5 Hochleistungs-LEDs bestehende Tagfahr-/Orientierungsleuchte im normalen Frontscheinwerfer des Audi A8 an, die ein sehr markantes und weithin sichtbares Erkennungsmerkmal darstellt (Abbildung 12).

Mit ihrer zur letzten IAA vorgestellten Studie eines vollständig mit LED-Modulen bestückten Frontscheinwerfers (Abbildung 13) klopft HELLA (wie übrigens auch weitere Zulieferer, z. B. VALEO) bereits recht deutlich an die Tür zum LED-Scheinwerfer. Der Scheinwerfer ist mit zahlreichen Hochleistungsmodulen bestückt, denen verschiedene Aufgaben wie Abblend- und Fernlicht, Tagfahrlicht, Blinken und Orientierungs-/Standlicht zugeordnet sind. Leider geben die Bilder die tatsächlich beeindruckende Wirkung nur unzureichend wieder – hier ist der Schritt zum leistungsfähigen LED-Scheinwerfer und damit auch zu neuen Designmöglichkeiten nicht mehr weit. Insider sprechen von Markteinführungen nicht vor 2010, zumal auch noch Gesetzeshürden der EG beseitigt werden müssen, die die Zusam-



Bild 13: Als Studie funktioniert er schon – Frontscheinwerfer komplett in LED-Technik. Fotos: HELLA

mensetzung von Scheinwerfern aus mehreren Teilen verbieten. Denn noch sind selbst mit den heute leistungsfähigsten LED-Modulen mit ihren 40 lm/W die erforderlichen Lichtströme nur in einer Anordnung von großen LED-Gruppen erreichbar.

Auf den Hecks unserer Fahrzeuge darf das Thema allerdings als „durch“ gelten, in den nächsten Jahren werden sich nach und nach wohl weitere Hersteller dem Trend der Premiumhersteller anschließen – eines der Hauptprobleme ist dem Vernehmen nach auch das der Lieferfähigkeit der Halbleiterhersteller. Erst wenn diese in Mengen liefern können, sinken auch die Preise und eine LED-Heckleuchte kostet dann nicht mehr über 400 Euro wie derzeit.



Bild 15: Besser sichtbar, zuverlässiger, wartungsarm und kostengünstig – die Umrüstung deutscher Städte auf LED-Ampeln beginnt. Foto: SIEMENS

Die Vorteile für den Fahrer liegen auf der Hand – mehr Sicherheit und nie mehr Glühlampenwechsel! Nicht umsonst prangt auf meiner fest verklebten LED-Heckleuchte die Meinung des Herstellers dazu: Lifetime Part – nach seiner Auffassung so zuverlässig, dass es nichts auszutauschen gibt.

Aber nicht nur dem Autofahrer bringen die LEDs mehr Sicherheit, auch die Motorradfahrer, für die erkannt zu werden eine Lebensversicherung ist, profitieren davon. Neben den gegenüber den Serien-„Funzeln“ mancher Hersteller deutlich helleren und schnelleren Heckleuchten macht LED-Technik Accessoires wie z. B. das Funk-Helmbremslicht (Abbildung 14) möglich. Hier wird in die Heckleuchte eine LED-Leuchte mit integriertem Funksender eingesetzt, der das Bremssignal blitzschnell an die für viele Autofahrer deutlich besser sichtbare Helm-LED-Leuchte überträgt.



Bild 14: Sicherheit dank blitzschneller LED am richtigen Platz – Funk-Helmbremsleuchte für Motorradfahrer.

Auch die arbeitet mit Hochleistungs-LEDs und wird wohl kaum übersehen.

LEDs auf der Straße

Ja, man findet sie mehr und mehr auch im öffentlichen Verkehrsraum – auch hier übernehmen sie immer öfter die Parts der Glühlampe. Allgegenwärtig sind sie als Anzeigen in modernen Busbahnhöfen und



Bild 16: Das PHILIPS-DRM-System soll den Verkehr sicherer und flexibler regelbar machen. Foto: PHILIPS

Bussen, als Wechselverkehrszeichen und zunehmend als Verkehrsampeln (Abbildung 15). Skandinavien-Touristen sind sie lange bekannt, in deutschen Städten rollt derzeit die Umrüstungswelle an, denn erst jetzt haben sich die Argumente der geringeren laufenden Kosten (weniger Wartung und bis zu 75 % Energieeinsparung) und der höheren Zuverlässigkeit bei den deutschen Verkehrsplanern durchgesetzt. Für den Verkehrsteilnehmer bieten die Neuen weitere unschätzbare Vorteile. Denn die LED-Technik macht eine weitgehend blendfreie Konstruktion möglich, so werden durch dunkle Innenbeschichtungen und Freiform-Flächen außen Reflexionen weitgehend vermieden und man erkennt das Ampellicht auch bei tief stehender (Thema Phantomlicht: Ist jetzt Rot oder nicht?) oder voll strahlender Sonne auch

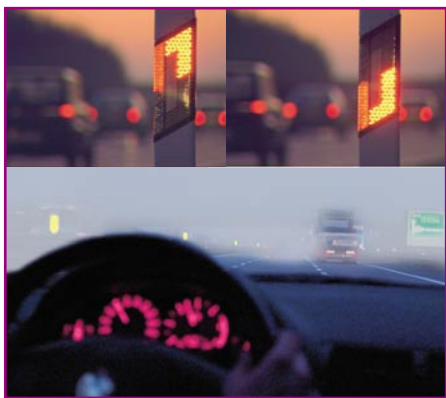


Bild 17: Das COMPANION-System warnt mit LED-Signalen rechtzeitig vor Gefahren. Foto: BMW

dann, wenn man als Erster vor der Ampel steht – das Hupkonzert der hinten Anstehenden entfällt hier ...

Dazu kommt die hohe Redundanz durch die bis zu 200 Leuchtdioden in den Ampeln. Fallen hier ein paar aus, gibt die Ampel immer noch ihr eindeutiges Signal aus. Eigentlich könnte man dank der Vielfarb-Fähigkeit der LEDs auch die Ampeln auf eine Anzeige statt der üblichen drei oder zwei reduzieren – dem steht allein die dann fehlende Signalbildererkennung durch Farb-Fehlsichtige entgegen.

Dass LEDs aber auch zur besseren Verkehrlenkung und zu erhöhter Sicherheit beitragen können, beweisen viel versprechende Projekte etwa von PHILIPS oder BMW. Fährt man im Eindhovener Raum, kann es schon einmal passieren, dass bei Stau die Fahrbahnmarkierungen anfangen zu blinken und eine neue Spur eröffnet wird. Das wurde dann von der Verkehrsleitzentrale ausgelöst, um den Stau zu entzerren. Das PHILIPS-Straßenprojekt DRM (Dynamic Road Module) ermöglicht durch flexibel einsetzbare, überfahr- und belastbare LED-Einheiten auch die Lösung anderer Probleme, etwa, wie in Abbildung 16



Bild 18: Beleuchtet 25 m Gehweg – LED-Straßenlaterne „Millennio“. Foto: Hess Form+Licht

gezeigt, eine verbesserte Warnung vor gefährlichen Situationen, Kreuzungen, Fußgängerüberwegen usw.

Schon lange im Münchner Raum und in Oberitalien im Einsatz ist das System COMPANION (Abbildung 17). Hier warnen mit Leuchtdioden bestückte Baken links und rechts vor gefährlichen Situationen auf der folgenden Strecke. So hat man z. B. erfolgreich Stauunfälle nach Kurven bekämpfen können. Wenn die Baken, z. B. auch im Nebel, aufblinken, nimmt jeder den Fuß vom Gas. Auch hier kommen Hochleistungs-LEDs zum Einsatz, die auch fast jeden Nebel wirkungsvoll überwinden. Denn aufgrund der spektralen Lage der LEDs und ihrer punktförmigen Abstrahlung sind diese weiter sichtbar als die zusätzlich durch Streuscheiben gedämpften Glühlampen. Nutzen Sie einmal die



Bild 19: LEDs ersetzen Leuchtstoffröhren in der Werbung. Foto: Messe Frankfurt, Petra Welzel

Gelegenheit, bei leichtem Nebel auf der Autobahn ein Fahrzeug mit LED-Heckleuchten im Vergleich zu einem mit normalen Leuchten zu beobachten. Die LEDs sind länger zu sehen und schneller identifizierbar.

Und da wir gerade auf der Straße sind, sehen Sie da mal gelegentlich hoch, vielleicht hat auch Ihre Stadt damit angefangen, auf strom- und wartungsarme LED-Straßenlaternen umzurüsten?

Gibt's nicht? Gibt es! Die mit mehreren Innovations- und Designpreisen ausgezeichnete Straßenlaterne „Millennio“ von „Hess Form+Licht“ (Abbildung 18) ist tatsächlich mit LEDs bestückt und liefert so viel Licht, dass ein Mastabstand von 25 m erreicht werden kann. Sie verteilt



Bild 21: LED-Orientierungsbeleuchtung: Diskret, praktisch, wasserdicht und wegweisend – RGB-LED-Module im Drainagesystem. Fotos: ACO Drain/Insta



Bild 20: Traumkombination: Hightech-Plexiglas und LEDs als Werbeträger. Foto: Röhm GmbH

warmweißes Licht aus 4,5 m Höhe gleichmäßig und breit strahlend ohne Blendung auf die Nutzfläche. Das erledigen 450 Hochleistungs-LEDs und eine Speziallinse. Was eine Stadt hier bei einer Neuanschaffung oder Umrüstung im Betrieb sparen kann, liegt auf der Hand, vergegenwärtigt man sich nochmals die genannten Werte der Verkehrsampel.

Beleuchtet, beworben und geleitet

Für den Betrachter unsichtbar, haben auch im Inneren von Werbetafeln, Leucht-reklamen usw. die LEDs vielfach das Regiment übernommen. Wie das konstruktiv aussieht, illustriert ein in Abbildung 19 gezeigtes Exponat der Frankfurter Messe „Light+Building“ 2004.

Was sich aus der perfekten Kombination aus LED-Technik und Plexiglas machen lässt, kann man in Abbildung 20 sehen. Selbst so großflächige Werbetafeln lassen sich durch eine geeignete Material-Technik-Kombination so beleuchten, dass man eher die bekannten Leuchtstoff- oder Neonröhren darin vermutet.

Auch die Orientierung in der Dunkelheit ist ein Betätigungsfeld für LED-Leuchten-Designer. Abbildung 21 zeigt mehrere hervorragende Beispiele von ACO Drain/



Bild 22: Robuste Wandeinbau-Leuchten für die Weg- und Treppenbeleuchtung. Foto: www.erco.com

Insta, wie man mit in Standard-Entwässerungsanlagen eingebrachten, wasserdichten und überfahrbaren RGB-LED-Modulen wechselnde Leit- und Lichtwirkungen hervorrufen kann. Was RGB hier kann, illustriert insbesondere das Bild des Messtests.

Dem Thema Leiten hat sich auch ERCO verschrieben. Mit der „Axis Walklight“ (Abbildung 22) hat man eine wartungsfreie LED-Wandeinbauleuchte zur wirtschaftlichen und sicheren Beleuchtung von Bereichen wie Treppen, Rampen, Podesten, Fluren oder Wegen entwickelt. Der flache, breite Lichtkegel beleuchtet Fußwege oder Treppenstufen gleichmäßig bis zur Vorderkante. Das Reflektorsystem schirmt das LED-Modul dabei vollständig ab und sorgt so für optimalen Sehkomfort.

Aber längst erobern sich die LEDs ebenfalls den Sektor der Orientierungs- und Dekobeleuchtung im Außenbereich. Abbildung 23 zeigt einige Beispiele dazu. Dabei kommen leistungsfähige LED-Cluster, weiß oder farbig, zum Einsatz, die ein angenehmes Ambiente zaubern.

Leben mit LEDs

Apropos Ambiente, leistungsfähige LED-Module erlauben eine Gestaltungsvielfalt für Lichtdesigner wie kein anderes Leuchtmittel, was Abbildung 24 anschaulich belegt. Je nach Stimmung kann man die RGB-Module so ansteuern, dass das entsprechende Ambiente entsteht.



Bild 23: Dekorativ, orientierend und modern – LED-Boden- und -Pflasterleuchten.



Bild 24: Ambiente mit Licht zaubern – die richtige Aufgabe für RGB-Power-LEDs wie z. B. „OSTAR“. Foto: OSRAM

Und längst sind die LEDs ja auch ins Haus eingezogen, hier vorwiegend als Effekt- und eben Ambiente-Beleuchtung. Was hier möglich ist, zeigen Beispiele wie die mit LED-Punkten bestückte Dusche „Sprinter S.Light“ von SPRINZ (Abbildung 25) oder die LED-Leuchterserie „PIN“ von BRUCK (Abbildung 26).

Ein angenehmes Ambiente vermitteln auch Wandeinbau- und Bodenstrahler in LED-Technik, wie in Abbildung 27 zu sehen, oder gleich das LED-Licht auf dem Tisch. Das kann der RGB-Wechsler in der Kerze ebenso sein (Abbildung 28) wie Designobjekte, etwa die Serie „e-motion“ von WMF (Abbildung 29).

Auch wer hier selbst tätig werden will, findet reichlich LED-Technik für die direkte Umrüstung von Halogen- oder Glühlampenleuchten, für die Beleuchtung in Vitrinen, etwa durch LED-Stripes (siehe hierzu auch die Artikel „LED-Stripes“ und „LED-Dimmer“ in diesem Heft) oder LED-Module (Abbildung 30).

Und wer für den Einstieg nur eine stromsparende Orientierungsbeleuchtung benö-

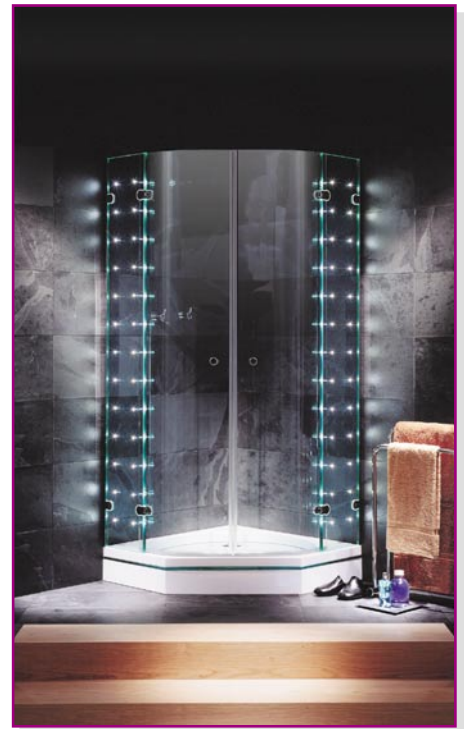


Bild 25: Wohn- und Duschkultur pur – SPRINZ-Dusche mit LED-Punkten. Foto: SPRINZ

tigt, wird hier ebenfalls fündig, z. B. mit der Funk-Orientierungsbeleuchtung von ELV. Die lässt sich in verschiedene Rich-

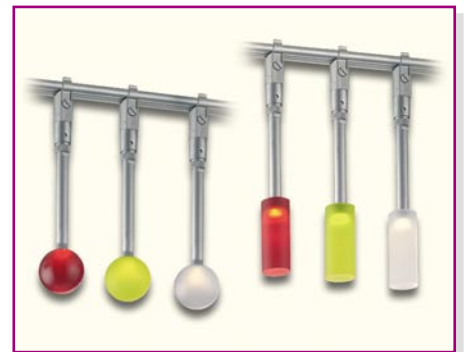


Bild 26: Akzente setzen mit Pin-LED-Leuchten. Foto: BRUCK

tungen in die Steckdose stecken, damit sind durch die weißen Leistungs-LEDs verschiedene Lichteffekte erzeugbar, und sie ist sogar über einen Funksender des FS20-Systems ansteuerbar.

Mobil mit LED-Beleuchtung

Der geringe Stromverbrauch der LEDs brachte die Techniker natürlich schnell auf die Idee, dass diese sich ja ideal für den Batteriebetrieb eignen könnten. Denn eine Taschenlampe, die beispielsweise nur halb so viel Energie verbraucht, bedeutet weniger Batterieverbrauch, weniger Gewicht bei der Gebirgstour und letztendlich billigeren Betrieb der Leuchte. So wundert es nicht, dass heute Unmengen an LED-Ta-



Bild 27: Elegantes Ambiente mit LED-Einbauleuchten

schenlampenversionen den Markt bevölkern (Abbildung 31). Das Licht dieser Lampen ist für die meisten Einsatzfälle ausreichend, wer gelegentlich „Flutlicht“ benötigt, greift zur Kombilampe mit integriertem Krypton-Strahler. Auch die bei vielen Aktivitäten beliebten Kopfleuchten erscheinen heute nicht mehr ohne LED-Bestückung auf dem Markt. Denn gerade hier, auf kurzen Distanzen und begrenztem Leuchtfeld, können die leistungsstarken weißen



Bild 28: Hier treffen sich LED-Technologie und traditionelles, anheimelndes Kerzenlicht zu einem tollen Lifestyle-Ambiente.

LEDs ihre Stärken ausspielen und stehen den Glühlampen in nichts mehr nach.

Das haben sich wohl auch die Produzenten von Fahrradbeleuchtung gesagt und



Bild 29: Blickfang – mit LEDs illuminierte Schalen aus der e-motion-Reihe von WMF. Foto: WMF



Bild 30: Material für eigene LED-Applikationen gibt es genug – LED-Clusterleuchten, Stripes, Module ... Rechts im Bild die ELV-LED-Funk-Orientierungsleuchte.



Bild 31: LED-Taschen- und -Kopflampen laufen der Glühlampen-Leuchte den Rang ab.

nun sogar nach den bereits länger auf dem Markt befindlichen LED-Rückstrahlern auch den ersten LED-Frontscheinwerfer auf den Markt gebracht (Abbildung 32). Der erfüllt alle Normen des Straßenverkehrs, ist also tatsächlich leuchtstark genug, um zugelassen zu werden. Damit bekommt selbst auf längeren Touren der Dynamo wohl nur noch im äußersten Notfall Arbeit, ansonsten fährt man entspannt mit Akkus oder Batterien und taghellem Frontlicht. Und dass die strahlend hellen LED-Rückleuchten ein absoluter Sicherheitsgewinn gegenüber den alten Glühlampen-Rückstrahlern sind, hat sich sicher schon allgemein herumgesprochen.

Fazit unseres Streifzugs durch die Welt der LED-Anwendungen: Die kleine Halbleiterleuchte beginnt gerade jetzt einen Siegeszug, an dessen Ende wohl die meisten traditionellen Leuchtmittel, allen voran die Glühlampe, reif für das Technik-Museum sein werden. **ELV**



Bild 32: Hier ist selbst der Frontscheinwerfer in LED-Technik ausgeführt – stromsparende und sichere Fahrradbeleuchtung.



Automatische Markisensteuerung

Die Markisensteuerung FS20 AMS ermöglicht die vollständig automatisierte Steuerung einer Markise für nahezu jede auftretende Wettersituation. Dabei wird durch Messsensoren ein plötzlich einsetzender Regenschauer oder ein unerwartet aufkommender Wind genauso erkannt wie die Sonnenintensität – die Steuerung leitet die erforderliche Maßnahme ein, und die Markise wird der aktuellen Wetterlage entsprechend aus- oder eingefahren. Zusätzlich ist sowohl die Einbindung eines Funk-Thermostaten zur Raumklimaregelung als auch die alternative manuelle Bedienung per Funk-Fernbedienung möglich.

Reaktion zur rechten Zeit

Eine Markise über der Terrasse, dem Balkon oder dem Wintergarten bietet im Sommer bei heißem Wetter einen angenehmen Schattenplatz. Durch das rechtzeitige Ausfahren der Markise kann in vielen Fällen auch die Raumtemperatur in einem Wohnraum, ganz besonders natürlich im Wintergarten, in einem angenehmen Rahmen gehalten werden.

Ist das Wetter beständig, ist das Aus- oder Einfahren der Markise natürlich auch

leicht von Hand durchführbar, wobei auch dies schon mit einer gewissen Arbeit verbunden ist und außerdem voraussetzt, dass daran gedacht wird und zur Steuerung jemand zu Hause ist. Denn nur dann herrschen im Wintergarten am Nachmittag keine Sauna-Temperaturen.

Bei unbeständigem Wetter ist beim Verlassen des Hauses die Markise aber in jedem Fall einzufahren, da ein plötzlich einsetzender Regenschauer oder ein aufkommender starker Wind die Markise leicht beschädigen oder im schlimmsten Fall sogar zerstören könnte. Wird das Wetter dann

Technische Daten: FS20 AMS

Betriebsspannung:	..... 230 V/50 Hz
Stromaufnahme:	
Stand-by:	..... 10 mA
Relais ein:	..... 20 mA
Schaltleistung:	..... max. 3680 VA (230 V/16 A)
Zugehörige Sensoren:	..... KS200 FS20 Regensensor SRM
Wind-Grenzwerte:	... 5 km/h, 10 km/h, 15 km/h, 20km/h, 25 km/h

aber wider Erwarten besser, wartet bei der Heimkehr eine entsprechend aufgeheizte Raumluft.

Um diese Probleme zu umgehen, bietet die Markisensteuerung FS20 AMS eine maßgeschneiderte Lösung. Durch die Regen-, Wind- und Sonnensensoren, die in einer abgesetzten, per Kabel mit der Steuer- und Anzeigeeinheit verbundenen Messstation untergebracht sind, werden die Daten, die zur Wetterbestimmung erforderlich sind, ermittelt und an die Steuereinheit weitergeleitet. Durch den Mikrocontroller der Steuereinheit werden diese Wetterdaten ausgewertet und aufbereitet und bei Bedarf der Markisenmotor zum Aus- oder Einfahren angesteuert.

Um auch wirklich jeden Komfortwunsch erfüllen zu können, wird zusätzlich die Option geboten, den Funk-Thermostaten FS20 STR in die Markisensteuerung zu integrieren. Der Thermostat ermittelt die aktuelle Raumtemperatur und überträgt deren Wert anschließend per Funk zur Markisensteuerung. Damit kann als zusätzlicher Faktor auch die Temperatur des abzuschattenden Raums das Aus- bzw. Einfahren der Markise beeinflussen.

Und wer weitere Szenarien, etwa das Einfahren bei einbrechender Dämmerung oder heranziehendem Gewitter oder anderen Faktoren, einbinden will, dem steht die ganze Reihe der FS20-Steuersender zur Verfügung, bis hin zur Hauszentrale oder der PC-Steuerung. Denn bei Bedarf ist die Steuerung durch jeden FS20-Sender, von der einfachen Handfernbedienung bis zur Funk-Hauszentrale, ansteuerbar. In der folgenden Beschreibung des Systems gehen wir allerdings allein von einer manuell möglichen Ansteuerung durch eine FS20-Handfernbedienung aus.

Einstellbare und feste Funktionen

Um den Anforderungen jedes Benutzers gerecht zu werden, erlaubt die Markisensteuerung eine individuelle Einstellung. Damit ist gewährleistet, dass jeder seinen Bedürfnissen entsprechend optimale Steuerungsabläufe realisiert bekommt.

Bei der Auslegung der Steuerung wurde darauf geachtet, dass die Markise automatisch gegen eine Beschädigung oder eine Zerstörung durch eine plötzliche Wetteränderung geschützt ist. Das bedeutet, dass in den Betriebsmodi 2 bis 6 die Markise bei Erkennung von Regen oder zu starkem Wind (5 Stufen: 5 km/h, 10 km/h, 15 km/h, 20 km/h, 25 km/h) in jedem Falle, unabhängig von weiteren Faktoren, einfährt. Dem Benutzer bleibt allerdings die Wahl, nach welcher Intervallzeit (1–59 Minuten) die Markise frühestens wieder automatisch arbeiten darf, falls es sich bei der Regenmessung nur um einzelne Tropfen (etwa

Tabelle 1: „Auswahl der verschiedenen Funktionsmodi“

Modus	Funktion
1	- nur manuelle Steuerung
2	- manuelle Steuerung - automatisches Einfahren bei Regen und zu starkem Wind
3	- manuelle Steuerung - automatisches Einfahren bei Regen und zu starkem Wind - automatisches Ausfahren bei einer eingestellten Sonnenintensität
4	- manuelle Steuerung - automatisches Einfahren bei Regen und zu starkem Wind - Zeitschaltuhr für automatisches Aus- und Einfahren
5 (optional)	- manuelle Steuerung - automatisches Einfahren bei Regen und zu starkem Wind - automatisches Aus- und Einfahren bei Über- oder Unterschreiten eingestellter Temperaturgrenzwerte
6 (optional)	- manuelle Steuerung - automatisches Einfahren bei Regen und zu starkem Wind - automatisches Aus- und Einfahren bei Über- oder Unterschreiten eingestellter Temperaturgrenzwerte und einer eingestellten Sonnenintensität

dem berühmten „Sonnenschauer“) oder bei der Windmessung nur um eine Windböe gehandelt hat und somit die Sensoren nach kurzer Zeit wieder „gutes“ Wetter melden.

Die Einstellungen der Markisensteuerung erfolgen über die beiden Taster, die sich im Gehäuse der Steuereinheit befinden. Nach der Programmierung der gewünschten Einstellungen und der Montage kann die Markise mit diesen Tastern manuell aus- und eingefahren werden. Durch die Anmeldung einer FS20-Handfernbedienung ist zusätzlich eine bequeme drahtlose Bedienung aus einer Entfernung von bis zu 100 m (Freifeld) möglich.

Bei der Wahl der Einstellung stehen, zunächst ohne zusätzliche Temperatureinheit, 4 Modi zur Auswahl (vgl. dazu Tabelle 1):

In Modus „1“ kann man die Markise ausschließlich durch die Fernbedienung oder direkt mit den Tastern im Gehäuse aus- oder einfahren lassen.

Modus „2“ aktiviert die Wind-Regen-Steuerung, wodurch die Markise bei widrigen Wetterverhältnissen automatisch eingefahren wird.

In Modus „3“ wird zusätzlich zur Wind-Regen-Steuerung die Sonnenintensitäts-Steuerung aktiviert. In diesem Modus besteht die Möglichkeit, durch den Potentiometer im Gehäuse der Steuereinheit einzustellen, ab welcher Stärke der Sonneneinstrahlung die Markise ausfahren soll.

Zu guter Letzt erlaubt Modus „4“ die Einstellung einer festen Aus- und Einfahrzeit für die Markise. Damit diese hier auch vor zu starkem Wind und Regen geschützt ist, aktiviert die Automatik gleichzeitig die Wind-Regen-Steuerung.

Ist der Funk-Thermostat FS20 STR integriert, stehen zwei weitere Betriebsmodi zur Verfügung:

Im Modus „5“ kann man, neben der Aktivierung der Wind-Regen-Steuerung, eine obere und untere Temperaturgrenze am FS20 STR eingeben, bei der die Markise aus- bzw. einfahren soll.

Modus „6“ entspricht im Wesentlichen dem Modus „5“, wobei hier als zusätzliche Bedingung zur oberen Temperaturgrenze eine eingestellte Sonnenintensität überschritten sein muss.

Damit die Markise jederzeit manuell bedienbar bleibt, haben die Fernbedienung sowie die Taster im Gehäuse der Markisensteuerung eine Vorrang-Stellung.

Bedienung und Einstellung

Nach der Montage der Steuereinheit, der Messsensoren und des eventuell eingesetzten Funk-Thermostats, kann die individuelle Einstellung der Markisensteuerung durch die Taster im Gehäuse erfolgen.

Die folgende Aufzählung zeigt, welche Kriterien an der Steuereinheit programmiert werden können. In der Klammer steht jeweils die zugehörige Display-Anzeige:

- Modus (MOD)
- Uhrzeit (UHR)
- automatische Ausfahrzeit der Markise (AUS)
- automatische Einfahrzeit der Markise (EIN)
- Wind-/Regen-Sperrintervallzeit (WRI)
- Sonnen-Sperrintervallzeit (SOI)
- manuelle Sperrintervallzeit (SPI)
- Windgeschwindigkeit (WGS)
- Motorlaufzeit, um die Markise vollständig auszufahren (MLZ)

Nach der Inbetriebnahme zeigt das Display im normalen Betriebsmodus, wie in Abbildung 1 dargestellt, die Uhrzeit und



Bild 1: Displayanzeige im normalen Betriebszustand

am rechten unteren Rand den eingestellten Betriebsmodus an.

Modus-Auswahl

Um eine oder mehrere Einstellungen verändern zu können, ist der Ein-Taster für mindestens 3 Sek. zu betätigen. Nach ca. 3 Sek. erscheint im Display der aktuell eingestellte Modus. Lässt man den Ein-Taster nun los, kann der gewünschte Modus mit dem Aus-Taster angewählt werden. Die Auswahl ist durch eine kurze Betätigung des Ein-Tasters zu bestätigen. Nach der Bestätigung ist wieder der normale Betriebsmodus aktiv und es werden die Uhrzeit und der ausgewählte Modus angezeigt.

Bei allen Einstellungen ist zu beachten, dass die Steuerung nach einer Minute zurück in den Betriebsmodus wechselt, wenn inzwischen keine Tastenbetätigung stattfindet.

Zeiteinstellungen

Um die Uhrzeit, die Ausfahrzeit und die Einfahrzeit einstellen zu können, ist der Ein-Taster für ca. 5 Sek. zu betätigen. Wie bei der Modus-Auswahl schon erwähnt, wird nach einem Drücken von ca. 3 Sek. im Display der aktuell eingestellte Modus angezeigt. Hält man den Taster nun weitere 2 Sek. fest, wechselt die Displayanzeige zur Uhrzeit. Nach dem Loslassen des Tasters blinkt im Display die Stundenanzeige auf und ist nun mit dem Aus-Taster einstellbar. Durch ein erneutes Betätigen des Ein-Tasters wechselt das Display zur Minutenanzeige, die Einstellung erfolgt nun wiederum mit dem Aus-Taster.

Nach Eingabe der Uhrzeit führt ein weiteres Drücken des Ein-Tasters zur Anzeige der Ausfahrzeit. Diese lässt sich genauso wie die Uhrzeit einstellen. Es folgt schließlich der Aufruf der Einfahrzeit mit dem Ein-Taster. Auch hier erfolgt die Einstellung wie bereits beschrieben. Die Anzeige wechselt nach der Bestätigung der Zeit mit dem Ein-Taster zurück in den normalen Betriebsmodus.

Intervall-Sperrzeiten

Weitere wichtige Einstellungen sind die Intervallsperrzeiten. Diese legen fest, nach welcher Zeit die Automatik nach einer

ausgeführten Aktion wieder aktiv werden darf. Die Wind-/Regen- und Sonnen-Sperrintervallzeit verhindert ein ständiges Aus- und Einfahren bei wechselhaften Wetterbedingungen. Die jeweilige Sperrzeit wird durch den zugeordneten Sensor aktiviert.

Die manuelle Sperrintervallzeit hat die höchste Priorität und wird nach einem manuellen Eingriff in die Steuerung durch einen der beiden Taster oder die Funk-Handfernbedienung ausgelöst.

Um die Sperrzeiten einzustellen, ist der Ein-Taster für ca. 7 Sek. zu betätigen. Sobald im Display „WRI“ erscheint, lässt man den Taster los. Jetzt erfolgt über den Aus-Taster die Eingabe der gewünschten Wind-/Regen-Sperrintervallzeit (1–59 min.). Die erneute Betätigung des Ein-Tasters führt zur Sonnen-Sperrintervallzeit „SOI“. Auch hier erfolgt die Einstellung über den Aus-Taster. Als Letztes wird mittels des Ein-Tasters zur manuellen Sperrintervallzeit gewechselt. Nach deren Einstellung mit dem Aus-Taster und Bestätigung mit dem Ein-Taster geht das Gerät wieder in den normalen Betriebsmodus.

Windgeschwindigkeit

Je nach Bauart, Anbringung und Größe der Markise ist eine maximal auftretende Windgeschwindigkeit auszuwählen. Der zugehörige Einstellmodus wird durch Drücken des Ein-Tasters für ca. 9 Sek. mit dem Erscheinen von „WGS“ im Display aufgerufen. Jetzt ist der Taster loszulassen. Mit dem Aus-Taster stellt man nun die Windstärke in Stufen von 5 km/h zwischen 5 km/h und 25 km/h ein. Nach der Einstellung wird wiederum durch ein kurzes Drücken des Ein-Tasters zum normalen Betriebsmodus zurückgewechselt.

Motorlaufzeit

Abschließend erfolgt die Einstellung der Motorlaufzeit. Dazu ist die Markise zunächst ganz einzufahren. Nach einer Betätigung des Ein-Tasters für ca. 11 Sek. erscheint im Display „MLZ“. Betätigt man nun den Aus-Taster, fängt die Markise an auszufahren. Im Display wird die Ausfahrzeit in Sekunden mitgezählt. Sobald der interne Motor-Endschalter den Markisenmotor abgeschaltet hat, ist der Aus-Taster erneut zu betätigen, die Motorlaufzeit wird abgespeichert und es erfolgt wieder der Übergang zum normalen Betriebsmodus.

FS20-Fernbedienung anmelden

Nachdem nun alle Einstellungen vorgenommen worden sind, ist die Markisensteuerung betriebsbereit. Um jedoch eine Steuerung mittels einer FS20-Funk-Handfernbedienung vornehmen zu können, ist diese zunächst gemäß den FS20-Konventionen an der Steuerung anzumelden.

Die Anmeldeprozedur startet, indem

man die Taster „Ein“ und „Aus“ der Steuereinheit gemeinsam für ca. 3 Sek. gedrückt hält. Als Zeichen dafür, dass die Steuereinheit nun die Anmeldung der Fernbedienung erlaubt, wird im Display „COD“ angezeigt.

Die Markisensteuerung erlaubt die Anmeldung von bis zu vier Fernbedienungen (einschließlich des Funk-Thermostats FS20 STR).

Die Anwahl eines der vier zur Verfügung stehenden Speicherplätze erfolgt über den Aus-Taster. Ist ein Speicherplatz ausgewählt, kann man nun die Fernbedienung entsprechend ihrer jeweiligen Beschreibung anmelden. Bei der Handfernbedienung ist dazu z. B. lediglich eine der beiden Tasten des gewünschten Tasterpaares zu betätigen. Ein Codespeicherplatz kann jederzeit neu überschrieben oder durch ein Drücken des Aus-Tasters für ca. 2 Sek. gelöscht werden. Nach einer neuen Anmeldung oder einer Löschung erfolgt wiederum der Wechsel zurück in den normalen Betriebsmodus.

Sonnenintensität

Als letzte Einstellung ist das „Sonnenpotenziometer“ abzugleichen. Dabei ist zu beachten, dass dieser Abgleich nur möglich ist, wenn die Sonneneinstrahlung die gewünschte Intensität, sprich Helligkeit, erreicht hat, also z. B., wenn der Sonnenstand so ist, dass die Sonne voll auf den abzuschattenden Bereich einstrahlt (oder einzustrahlen beginnt).

Zunächst ist für die Einstellung das Potentiometer bis an den rechten Anschlag zu drehen. In diesem Falle ist die Empfindlichkeit für die Erkennung der Sonnenintensität am geringsten, und die Steuerung wird auch bei Sonneneinstrahlung zunächst keine Reaktion zeigen. Nun ist die Markise, falls sie ausgefahren ist, einzufahren. Dreht man nun das Potentiometer langsam gegen den Uhrzeigersinn, beginnt bei Erreichen eines bestimmten Punktes das Ausfahren der Markise – der Schwellwert der aktuellen Sonneneinstrahlung (Grenzwert) ist erreicht. In dieser Stellung ist das Potentiometer stehen zu lassen. Damit ist der Grenzwert eingestellt, und in Zukunft wird die Markise bei Überschreitung dieses Grenzwertes ausgefahren.

Bei der Einstellung ist darauf zu achten, dass, wenn man die Markise kurz vorher manuell eingefahren hat, erst nach Ablauf der Sonnen-Steuerungsintervallzeit ein automatisches Ausfahren möglich ist, d. h., die Einstellung der Sonnensteuerung kann in diesem Falle erst dann erfolgen, wenn die Intervallzeit abgelaufen ist.

Zur grundsätzlichen Bedienung der Markisensteuerung ist noch Folgendes zu sagen: Mit den Tastern „Ein“ und „Aus“ bzw. der Fernbedienungstasten kann der

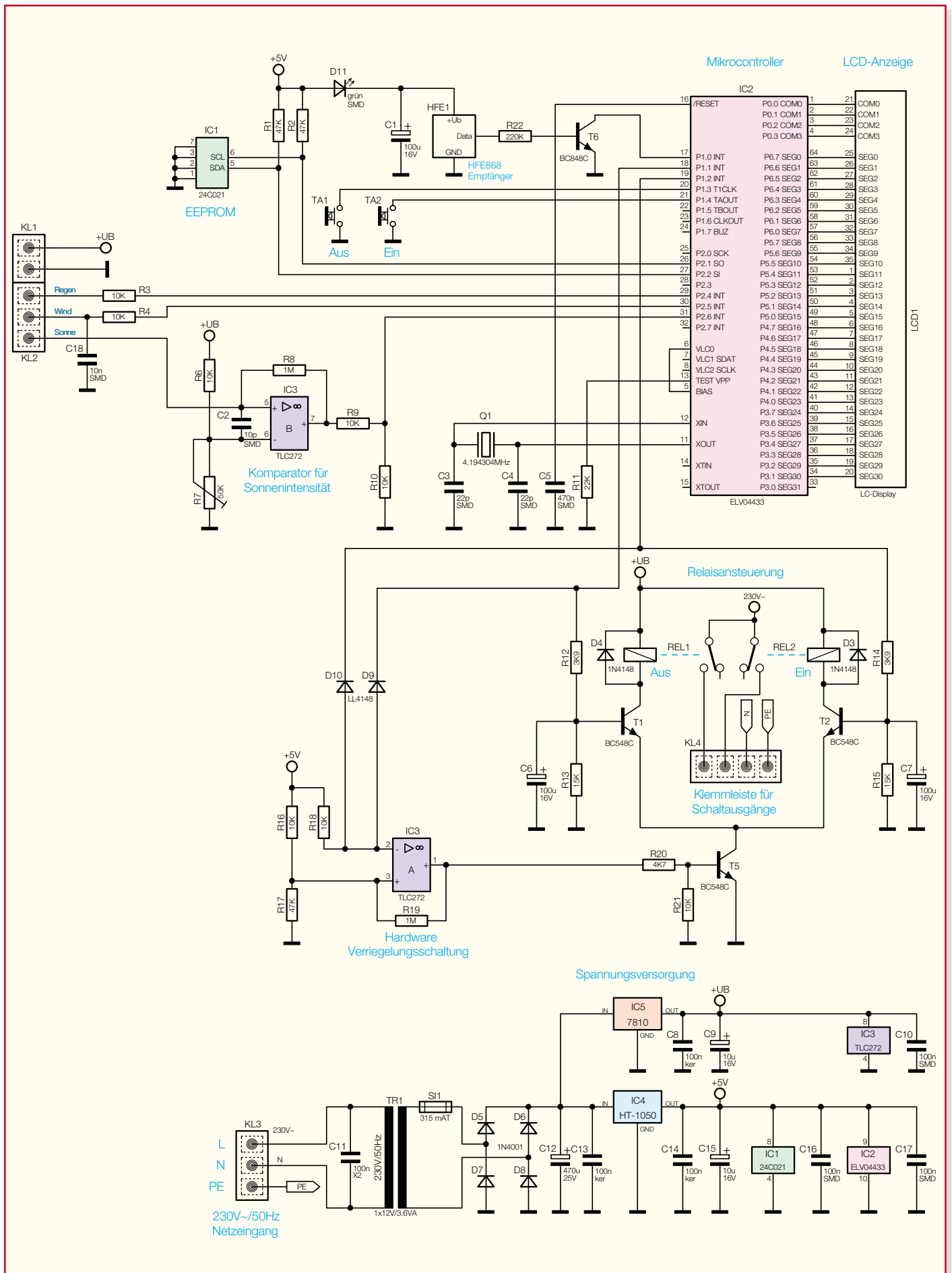


Bild 2: Schaltbild der Steuereinheit

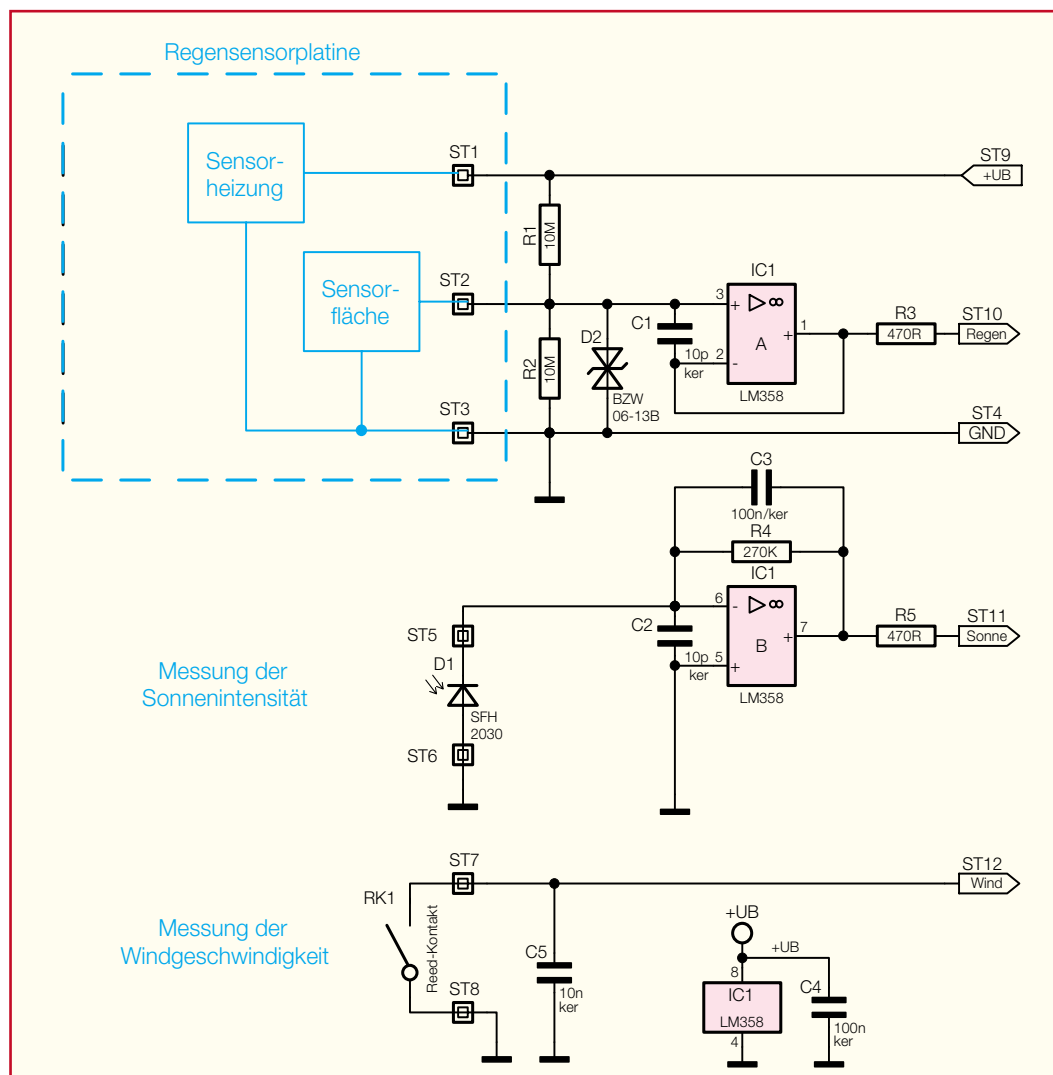


Bild 3: Schaltbild der Messstation

Markisenmotor jederzeit aktiviert werden. Ein erneutes Drücken eines Tasters führt dazu, dass der Motor anhält. Anschließend kann man den Motor erneut in beide Richtungen durch entsprechenden Tastendruck ansteuern. Änderungen sind grundsätzlich durch die Taster der Steuereinheit vorzunehmen, eine Ausnahme gilt allerdings für den Modus. Dieser kann auch mit der Fernbedienung verändert werden, dabei ist analog zur Tasteneinstellung an der Steuerung zu verfahren.

Schaltung

Die Schaltung der Markisensteuerung ist in Abbildung 2 (Steuereinheit), 3 (Messstation für Wind und Sonne) und 4 (Regensensor) dargestellt. Zunächst wollen wir die Steuereinheit betrachten, danach die Schaltung der Messstation.

Spannungsversorgung

Die benötigte Betriebsspannung für die Steuereinheit und die Messstation wird aus der 230-V-Netzspannung mit dem Transformator TR 1, der Dioden D 5 bis D 8, der Spannungsregler IC 4 und IC 5 und der Kondensatoren C 8, C 9 und C 11 bis

C 15 erzeugt. Der Transformator erzeugt aus der 230-V-Netzspannung eine Wechselspannung, die je nach Belastung des Trafos im Bereich von 12 bis 20 V~ liegt. Die Dioden D 5 bis D 8 arbeiten als Brückengleichrichter und erzeugen mit dem nachgeschalteten Kondensator C 12 eine Gleichspannung, wobei der Spannungswert wiederum von der Belastung des Trafos abhängt. Stör-Spannungsspitzen werden zum einen vom Kondensator C 11 an der Primärseite des Trafos und zum anderen nach dem Brückengleichrichter durch den Kondensator C 13 abgefangen. Die 315-mAT-Sicherung im Sekundärkreis des Transformators verhindert eine Überlastung des Transformators.

Zur Stabilisierung der benötigten Betriebsspannungen sind die Spannungsregler IC 4 und IC 5 vorhanden. IC 4 erzeugt eine 5-V-Spannung, womit der Mikrocontroller IC 2, das EEPROM IC 1 und der Empfänger HFE1 versorgt werden. Zur Spannungsstabilisierung und zur Unterdrückung von Störspitzen sind die Kondensatoren C 15 sowie C 14, C 16 und C 17 nachgeschaltet. Da das Empfangsmodul eine Betriebsspannung von ca. 3 V benötigt, ist dieses in Reihe zur Diode D 11 angeschlossen worden. An der

Diode fallen etwa 2 V ab, und für die anschließende Stabilisierung der Betriebsspannung für das Modul sorgt der Kondensator C 1.

Der Spannungsregler IC 5 erzeugt die 10-V-Spannung U_B , die zur Versorgung des Operationsverstärkers IC 3 und für die Messstation benötigt wird. Eine Stabilisierung dieser Spannung wird durch den Kondensator C 9 und eine Unterdrückung der Störspitzen durch die Kondensatoren C 8 und C 10 erreicht.

Steuereinheit

Der Mikrocontroller IC2 ist das Herz der Steuereinheit. Er steuert die Anzeige des Displays LCD1 und gibt die Befehle zum Aus- oder Einfahren der Markise aus. Es werden hier außerdem die Wetterdaten sowie, falls vorhanden, die Raumtemperatur ausgewertet und mit den im EEPROM hinterlegten, programmierten Einstellungen verknüpft.

Um den internen Hauptoszillator des Controllers zu stabilisieren, ist der Quarz Q 1 in Verbindung mit den Kondensatoren C 3 und C 4 an den Ports XIN und XOUT angeschlossen. Damit der Controller nach einem Spannungsausfall in einen definier-

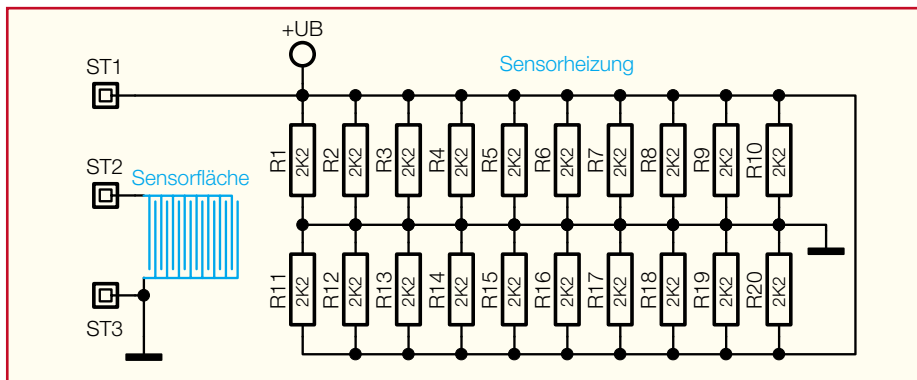


Bild 4: Schaltbild der Regensensorplatine

ten Startzustand versetzt wird, leitet der Kondensator C 5 einen Reset ein.

Im EEPROM IC 1 sind die Einstelldaten abgelegt, damit gehen diese nach einem Spannungsausfall nicht verloren.

Die Taster „AUS“ und „EIN“ dienen sowohl dem manuellen Ein- und Ausfahren der Markise als auch der Einstellung der Steuerung.

Um eine Fehlsteuerung des Markisenmotors (z. B. gleichzeitiger Befehl zum Ein- und Ausfahren) zu verhindern, müssen die Relais REL 1 und REL 2, die den Motor ansteuern, soft- und hardwaremäßig gegeneinander verriegelt werden. Die hardwaremäßige Verriegelung wird über den Komparator IC 3 A und die Dioden D 9 und D 10 erreicht. Solange nicht beide Relaisausgänge angesteuert werden, fällt über einer der beiden Dioden eine Spannung von 0,7 V ab. Dadurch ist sicher gestellt, dass in diesen Fällen die Spannung am positiven Eingang des Komparators größer ist als am negativen Eingang und dadurch am Ausgang ein High-Signal anliegt. Das High-Signal bewirkt nun wiederum über die Widerstände R 20 und R 21 ein Durchschalten des Transistors T 5. Solange T 5 leitend ist, kann der Markisenmotor angesteuert werden. Falls es nun zu einem Fehler in der Ansteuerung kommt und beide Relaisausgänge gleichzeitig durchsteuern sollten, sperren beide Dioden, und am negativen Eingang des Komparators liegen 5 V. Da diese Pegel die Spannung am positiven Eingang übersteigt, wird der Komparator an seinem Ausgang ein Low-Signal ausgeben, wodurch der Transistor T 5 sperrt. Durch diese Maßnahme wird ein Ansteuern beider Relais verhindert und der Motor ist nicht in beide Laufrichtungen gleichzeitig ansteuerbar. Um eine leicht zeitverzögerte Ansteuerung der Transistoren T 1 und T 2 gegenüber von T 5 zu erreichen, sind die Kondensatoren C 6 und C 7 parallel zu den Basis-Emitter-Widerständen R 13 und R 15 geschaltet. Zur Unterdrückung von Spannungsspitzen durch Induktion beim Abschalten der Relaispulen sind die Dioden D 3 und D 4 in Sperrrichtung parallel zu den Relais einge-

setzt. Das Relais REL 1 sorgt dabei für das Ausfahren der Markise und das Relais REL 2 für das Einfahren.

An Klemme KL 1 und KL 2 wird die Messstation für Sonne, Regen und Wind angeschlossen. Das Regen- und Windsignal kann direkt über die Vorwiderstände R 3 und R 4 an den Controllerports geführt werden. Der Kondensator C 18 dient dabei zur Unterdrückung hochfrequenter Störimpulse. Das Sonnensignal wird auf den Komparatoreingang IC 3 B geführt. Dieser gibt an seinem Ausgang immer dann ein High-Signal, wenn das Sonnensignal den Pegel überschreitet, der durch den Spannungsteiler R 6 und R 7 am invertierten Eingang des Komparators anliegt. Diese Spannung ist durch das Potentiometer R 7 einstellbar und ermöglicht dadurch eine individuelle Einstellung. Um die Spannung am Ausgang des Komparators auf den Mikrocontroller abzustimmen, ist der Spannungsteiler R 9 und R 10 nachgeschaltet. Ein ständiges Umschalten des Komparators im Bereich seiner Schwellenschwelle wird vermieden, indem der Widerstand R 8 zur definierten Hysterese im Mitkoppelzweig eingefügt ist. Um Störspitzen abzufangen, ist der Kondensator C 2 parallel zum Eingang des Komparators geschaltet.

Damit endet die Schaltungsbeschreibung der Steuereinheit, und wir kommen zur Beschreibung der Schaltung der Messstation bzw. der Sensorplatinen.

Messstation

Die Versorgungsspannung für die Messeinheit wird von der Steuereinheit geliefert. Diese wird direkt an die Sensorheizung der Regensensorplatine (Abbildung 4) gelegt. Die Heizung besteht dabei aus 20 parallel geschalteten Widerständen (R 1 bis R 20), die die elektrische Energie in Wärmeenergie umsetzen und somit dafür sorgen, dass durch Nebel oder Tau kein Regenalarm ausgelöst wird. Außerdem kann so nach einem Regenschauer die Sensorfläche schnell wieder abtrocknen.

Die Regensensorplatine besteht aus zwei „Sensorrücken“, die eine niederohmige

Verbindung darstellen, wenn sie durch einen Wassertropfen miteinander verbunden werden. Der eine „Sensorrücken“ befindet sich auf Masse-Potenzial, und der andere ist auf den nicht invertierenden Eingang des Impedanzwandlers IC 1 A geführt, der sich auf der Basismessplatine befindet. Der Eingang IC 1 A ist über den Spannungsteiler R 1 und R 2 an die Betriebsspannung gekoppelt und somit vorgespannt. Der Impedanzwandler liefert an seinem Ausgang ein High-Signal, solange die Sensorfläche trocken ist. Erfolgt ein Kurzschließen der Sensorfläche durch Benetzung mit Wasser, wird der Eingang des Impedanzwandlers gegen Masse gezogen und am Ausgang stellt sich ein Low-Signal ein. Um Störspitzen am Eingang des Impedanzwandlers zu unterdrücken, ist der Kondensator C 1 parallel zu den Eingängen geschaltet.

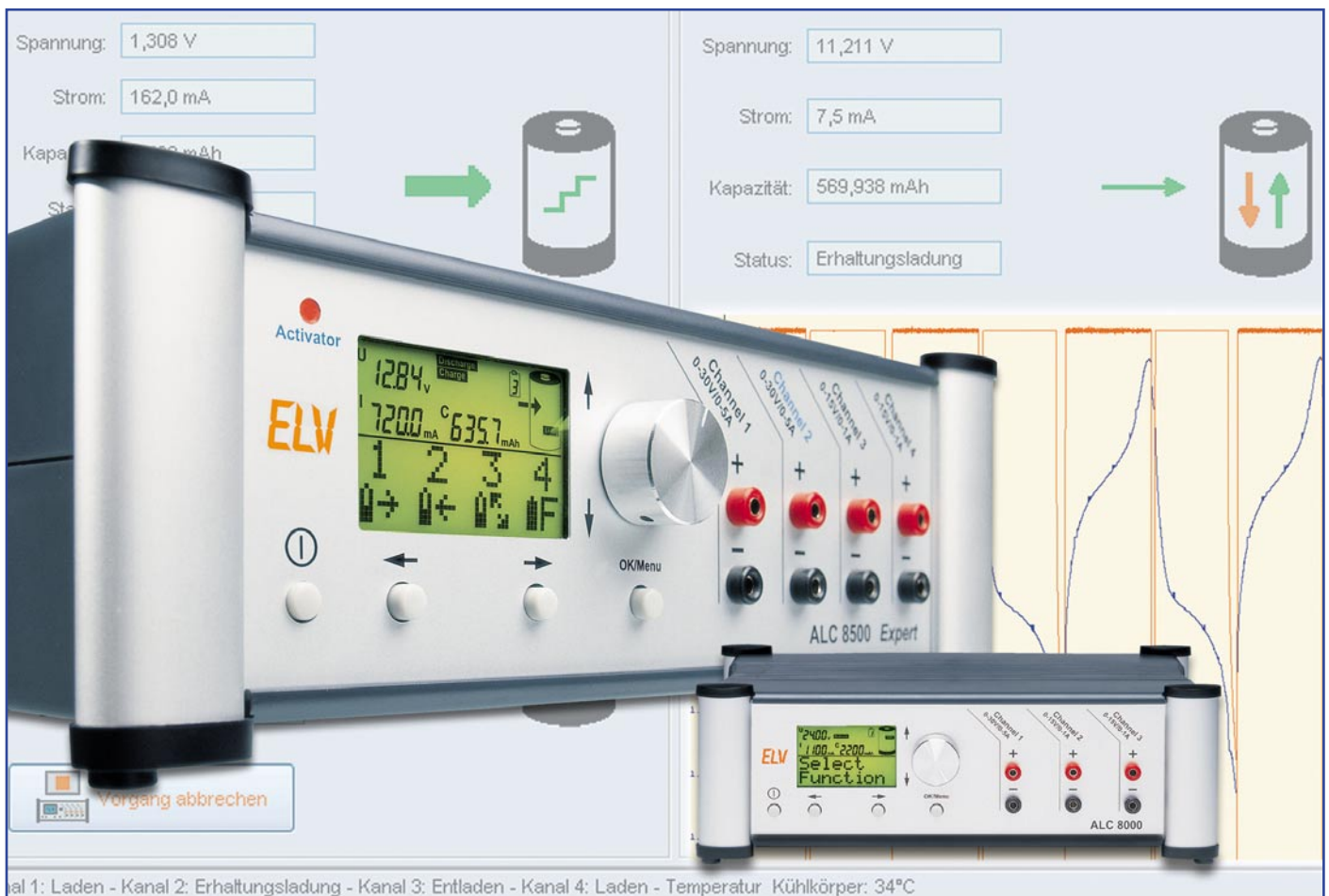
Die Windsensorik besteht aus einem Reed-Kontakt, der durch einen am kugelgelagerten Schalenkreuz-Anemometer angebrachten Magneten ausgelöst wird.

Er schließt und öffnet entsprechend der Windgeschwindigkeit. Beim Schließen wird der Eingang des Mikrocontrollers der Steuereinheit auf Masse-Potential gelegt, und der Controller kann entsprechend der Taktung die Windgeschwindigkeit berechnen. Für die Vermeidung hochfrequenter Störeinkopplungen sorgt der parallel zum Reed-Kontakt angeschlossene Kondensator C 5.

Die Detektion der Sonnenintensität wird mit der Fotodiode D1 vorgenommen. Diese fungiert als Stromquelle und erzeugt einen Stromfluss sowie entsprechend einen Spannungsabfall am Widerstand R 4. Da sich der Spannungsabfall proportional zum Strom verhält und dieser wiederum von der Belichtung der Fotodiode abhängt, ist der Spannungsabfall ein direktes Maß für die Erfassung der Sonnenintensität. Am Ausgang des Operationsverstärkers stellt sich entsprechend des Spannungsabfalls am Widerstand R 4 die Gleichspannung zur Ansteuerung des Komparators IC 3 in der Steuereinheit ein. Die Kondensatoren C 2 und C 3 dienen der Vermeidung von Schwingungen und Störspitzen.

Die Ausgänge des Impedanzwandlers IC 1 A und des Operationsverstärkers IC 1 B sind empfindlich gegen kapazitive Lasten. Da die Zuleitung zur Steuereinheit bis zu 10 m lang sein darf, stellt diese quasi eine solche Last dar. Um Störungen oder Übertragungsfehler zu vermeiden, sind aus diesem Grund an den Ausgängen der ICs die Widerstände R 3 und R 5 angeschlossen und reduzieren dadurch die kapazitive Last an den Schaltungsausgängen.

In der nächsten Ausgabe gehen wir auf den Nachbau der drei Komponenten des Systems ein.



Kanal 1: Laden - Kanal 2: Erhaltungsladung - Kanal 3: Entladen - Kanal 4: Laden - Temperatur Kühlkörper: 34°C

Akku-Lade-Center

ALC 8500 Expert/ALC 8000

Teil 1

Die Ladetechnik für alle aktuellen Akku-Technologien (NC, NiMH, Li-Ion, LiPol, Pb), die kaum noch Wünsche offen lässt. Verpackt in ein hochwertiges Gehäuse in hoher Verarbeitungsqualität, setzen diese Ladegeräte im Bereich der Ladetechnik neue Maßstäbe. Unterstützt werden Ladeströme bis 5 A, und durch Flash-Speicher-Technologie sind die Geräte absolut zukunftssicher.

Allgemeines

Für mobile Geräte sind Akkus und Akku-Packs die Grundvoraussetzung, wobei die Lebensdauer der z. T. recht teuren Energiespeicher wesentlich von der Ladetechnologie abhängig ist. Insbesondere die recht neuen Lithium-Ionen- und Lithium-Polymer-Akkus verkräften keine schlechte Behandlung. Unter Berücksichtigung dieser Aspekte macht sich ein gutes Ladegerät oft schnell bezahlt.

Die neuen Ladegeräte sind in 2 Ausstattungsvarianten lieferbar, wobei das ALC 8000 mit 3 Lade-/Entladekanälen und das ALC 8500 Expert mit 4 voneinander unabhängigen Lade-/Entladekanälen ausgestattet ist. Des Weiteren verfügt das ALC 8500 Expert über eine USB-Schnittstelle, eine Blei-Akku-Aktivator-Funktion, einen Datenlogger, der die kompletten

Messdaten eines Bearbeitungsvorgangs speichern kann, und eine Funktion zur Messung des Akku-Innenwiderstandes. Beide

Geräte basieren auf der gleichen Ladetechnologie und die Programme zur Akkupflege sind identisch. Alle Lade-/Entlade-

Technische Daten: ALC 8500 Expert

Anzahl der Ladekanäle: 4 (2 x 0–30 V max. 5 A, 2 x 0–15 V max. 1 A gesamt)
 Akku-Nennspannung: Kanal 1 + 2 max. 24 V, Kanal 3 + 4 max. 12 V
 Ladestrom: Kanal 1 + 2 max. 5 A (Ladeleistung max. 40 VA gesamt),
 Kanal 3 + 4 max. 1 A Gesamtlaststrom
 Entladestrom: Kanal 1 + 2 max. 5 A, Kanal 3 + 4 max. 1 A
 Unterstützte Akku-Technologien: NiCd, NiMH, Pb, Li-Ion, LiPol
 Lade-Enderkennung: negative Spannungsdifferenz bei NiCd und NiMH,
 Strom-/Spannungskurve bei Blei, Blei-Gel, Li-Ion und LiPol
 Anzeigen: Grafikdisplay
 Bedienelemente: Tasten, Drehimpulsgeber
 Sonderfunktionen: Akku-Ri-Messung, Blei-Akku-Aktivator,
 Anschluss für externen Temperatursensor, integrierter Datenlogger
 Schnittstelle: USB
 Software: update- und upgradefähig durch Flash-Speicher über USB
 Versorgungsspannung: 230 V/50 Hz
 Abmessungen (B x H x T): 315 x 204 x 109 mm

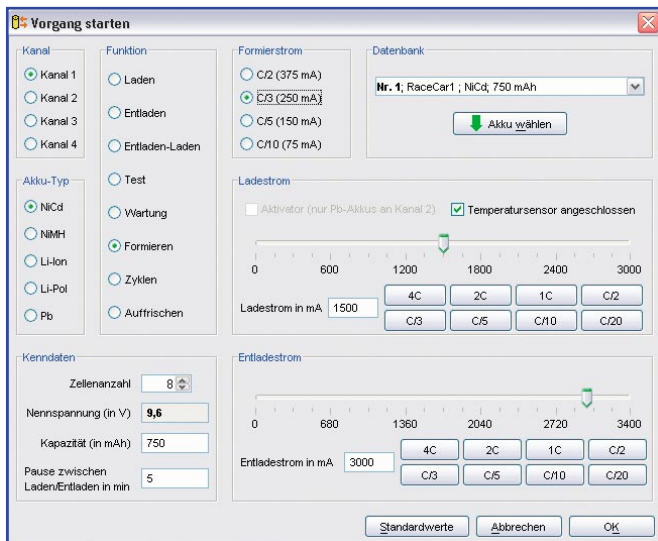


Bild 1: Über die Software ist eine komfortable Eingabe aller wichtigen Parameter möglich.

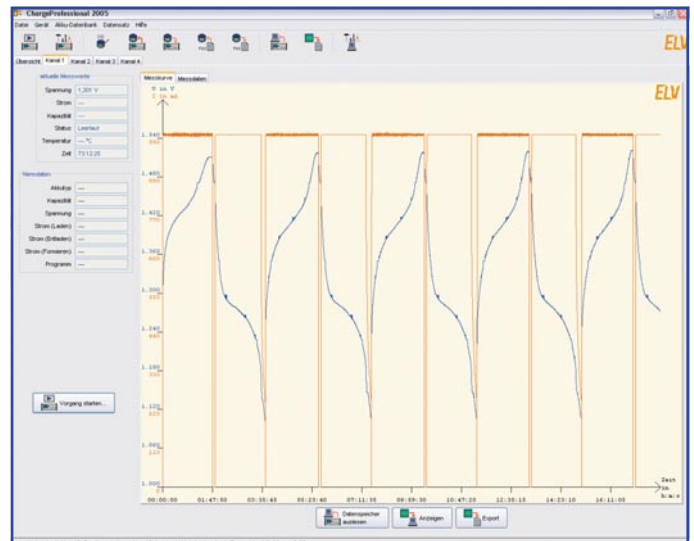


Bild 2: Lade- und Entladeverlauf über mehrere Zyklen

kanäle können gleichzeitig unterschiedliche Funktionen ausführen. Die Nutzung der umfangreichen Funktionen und Programmabläufe wird durch ein großes, hinterleuchtetes Grafikdisplay und eine komfortable Bedienung mit einem Drehimpulsgeber und Menüführung unterstützt.

Unterstützt werden alle wichtigen Akku-Technologien wie Nickel-Cadmium (NC), Nickel-Metall-Hydrid (NiMH), Blei-Gel, Blei-Säure, Lithium-Ionen (Li-Ion) und Lithium-Polymer (LiPo).

Dank Flash-Speicher und zukunftsweiser Technologie kann beim ALC 8500 Expert ein Firmware-Update oder Upgrade direkt über die USB-Schnittstelle erfolgen. Beim ALC 8000 sind Updates und Upgrades durch den ELV-Service möglich. Durch diese Technologie ist jederzeit eine Software-Erweiterung möglich, oder neue Akku-Technologien können angepasst bzw. implementiert werden.

Das ALC 8500 Expert verfügt über 4 getrennte Ladeausgänge, an denen die Akkus bzw. Akku-Packs gleichzeitig anschließbar sind und dank eines großzügig dimen-

sionierten Netzteils auch gleichzeitig geladen werden können.

Die Ladekanäle 1 und 2 beim ALC 8500 Expert bzw. Ladekanal 1 beim ALC 8000 sind für Akku-Packs mit bis zu 20 in Reihe geschaltete Zellen ausgelegt und können Ladeströme bis zu 5 A (abhängig von der Zellenzahl, siehe Tabelle 1 und 2) liefern. Zur Verringerung der Verlustleistung kommen hier sekundär getaktete Schaltregler zum Einsatz.

Die Ladekanäle 2 und 3 beim ALC 8000 bzw. 3 und 4 beim ALC 8500 Expert sind für Akku-Nennspannungen bis zu 12 V (10 Zellen) ausgelegt, wobei ein Gesamt-Ladestrom von 1 A beliebig auf diese Kanäle aufzuteilen ist.

Die Ladeparameter von einzelnen Akkusätzen können in einer Akku-Datenbank abgelegt werden und stehen dann jederzeit wieder zur Verfügung. Bei bereits erfassten Akkus bzw. Akku-Packs sind keine umfangreichen Eingaben erforderlich, da auf die Daten der Datenbank zurückgegriffen werden kann.

Mit einem integrierten Datenlogger kön-

nen beim ALC 8500 Expert komplette Lade-/Entladekurven-Verläufe aufgezeichnet werden, ohne dass dazu ständig ein PC angeschlossen sein muss.

Neben der Steuerung des Ladegerätes erfolgt über die USB-Schnittstelle auch das Auslesen des integrierten Datenloggers. Mit einer zugehörigen PC-Software sind die Akku-Daten dann weiterzuverarbeiten (Abbildung 1 und 2).

Wenn es um die Qualitätsbeurteilung von Akkus und Batterien geht, ist die Spannungslage unter Lastbedingungen ein wichtiges Kriterium. Für eine hohe Spannungslage unter Lastbedingungen ist daher ein möglichst geringer Akku-Innenwiderstand erforderlich. Zur Bestimmung des Akku-Innenwiderstandes ist im ALC 8500 Expert ein Akku-Ri-Messgerät integriert.

Eine weitere Besonderheit des ALC 8500 Expert ist die integrierte Blei-Akku-Aktivator-Funktion, die zur Verhinderung von kristallisierten Sulfat-Ablagerungen an den Bleiplatten dient. Kristallisierte Sulfat-Ablagerungen entstehen besonders bei Blei-Akkus, die über längere Zeit gelagert, nur selten genutzt oder mit geringen Strömen entladen werden. Die Lebensdauer dieser Akkus kann durch die Aktivator-Funktion erheblich verlängert werden.

Ladeverfahren, Ladeausgänge

Während des Ladevorgangs überwacht der Mikrocontroller den Spannungsverlauf an jedem einzelnen Ladeanschluss. Zur Auswertung der Ladekurve dienen mehrere aufeinander folgende Messwerte.

Für bestmögliche Ladeergebnisse erfolgt eine ständige Überwachung der zum jeweiligen Akku-Typ gehörenden Ladekurve mit 14-Bit-Auflösung.

Besonders wichtig ist die sichere Lade-Enderkennung, die bei NC- und NiMH-

Technische Daten: ALC 8000

Anzahl der Ladekanäle:	..... 3 (1 x 0–30 V max. 5 A, 2 x 0–15 V max. 1 A gesamt)
Akku-Nennspannung:	..... Kanal 1 max. 24 V, Kanal 2 + 3 max. 12 V
Ladestrom:	..... Kanal 1 max. 5 A (Ladeleistung max. 40 V gesamt) Kanal 2 + 3 max. 1 A Gesamtladestrom
Entladestrom:	..... Kanal 1 max. 5 A, Kanal 2 + 3 max. 1 A
Unterstützte Akku-Technologien:	..... NiCd, NiMH, Pb, Li-Ion, LiPo
Lade-Enderkennung:	..... negative Spannungsdifferenz bei NiCd und NiMH, Strom-/Spannungskurve bei Blei, Blei-Gel, Li-Ion und LiPo
Anzeigen:	..... Grafikdisplay
Bedienelemente:	..... Tasten, Drehimpulsgeber
Sonderfunktionen:	..... Anschluss für externen Temperatursensor
Software:	..... update- und upgradefähig durch Flash-Speicher
Versorgungsspannung:	..... 230 V/50 Hz
Abmessungen (B x H x T):	..... 315 x 204 x 109 mm

Akkus nach der zuverlässigen Methode der negativen Spannungsdifferenz am Ende der Ladekurve erfolgt. Für ein ausgeprägtes $-\Delta U$ werden Ladeströme $>0,5 C$ empfohlen. Wenn über mehrere Messzyklen am Akku eine Spannungsdifferenz von wenigen mV nach unten registriert wird, schaltet der entsprechende Kanal auf Erhaltungsladung um.

Bei NiMH-Akkus wird der gegenüber NC-Akkus flachere Kurvenverlauf der Ladekurve berücksichtigt. Bei Blei-, Lithium-Ionen- und Lithium-Polymer-Akkus erfolgt die Lade-Erkennung nach der Strom-/Spannungskurve.

Damit Übergangswiderstände an den Anschlussklemmen das Messergebnis nicht negativ beeinflussen, erfolgt die Messung der Akku-Spannung bei NC- und NiMH-Akkus grundsätzlich im stromlosen Zustand.

Eine Frühabschaltung bei überlagerten oder tiefentladenen Akkus wird durch eine zusätzliche Pre-Peak-Erkennung sicher verhindert.

Bei tiefentladenen Akkus erfolgt zunächst eine Vorladung mit reduziertem Strom.

Für eine lange Akku-Lebensdauer stehen unterschiedliche Programme zur umfangreichen Akku-Pflege zur Verfügung. Natürlich können dabei alle Kanäle zur selben Zeit unterschiedliche Programme ausführen.

Zur Abfuhr der Verlustwärme im Entladebetrieb sind die Geräte mit einem innen liegenden Kühlkörper-Lüfteraggregat ausgestattet, und eine ständige Temperatur-Überwachung an den Endstufen schützt das Ladegerät in jeder Situation vor Überlastung.

Die Ladekanäle 1 und 2 beim ALC 8500 Expert bzw. Kanal 1 beim ALC 8000 sind für eine Ladespannung bis 30 V (entspricht einer Akku-Nennspannung von 24 V bei NC-, NiMH-Zellen) und maximale Ausgangsströme bis 5 A ausgelegt.

Der zur Verfügung stehende Ausgangstrom richtet sich dabei nach der Zellenzahl des angeschlossenen Akkus und der zur Verfügung stehenden Ladeleistung.

Die maximale Ladeleistung für Kanal 1 und Kanal 2 des ALC 8500 Expert beträgt zusammen 40 VA. Als Berechnungsgrundlage dient dabei nicht die Akku-Nennspannung, sondern es wird eine höhere Spannung unter Ladebedingungen berücksichtigt. Wird z. B. für Kanal 1 des ALC 8500 Expert eine Leistung von 30 VA abgegeben, stehen für Kanal 2 noch 10 VA zur Verfügung. Solange die Gesamtleistung unter 40 VA bleibt, arbeiten beide Kanäle gleichzeitig. Im anderen Fall wartet der zuletzt gestartete Kanal so lange, bis die geforderte Leistung zur Verfügung steht (nach Beendigung des Ladevorganges beim

zuerst gestarteten Ladekanal), und startet dann automatisch.

Die Ladeausgänge 3 und 4 des ALC 8500 Expert bzw. Kanal 2 und 3 des ALC 8000 arbeiten bis maximal 15-V-Ausgangsspannung, entsprechend 12-V-Akku-Nennspannung bei NC- und NiMH-Zellen. Dabei teilt sich der maximal mögliche Ladestrom von 1 A auf die beiden gleichzeitig arbeitenden Ausgänge auf.

Jeweils im Hauptfenster des Displays wird angezeigt, ob der zugehörige Kanal aktiv arbeitet und welche Funktion ausgeführt wird.

Akku-Ri-Messfunktion des ALC 8500 Expert

Für die Qualitätsbeurteilung von Akkus ist neben der Kapazität der Innenwiderstand besonders wichtig. Besonders bei Hochstromanwendungen macht sich ein hoher Innenwiderstand negativ bemerkbar, d. h. wenn zu viel Spannung am Akku selbst abfällt und in Abwärme umgesetzt wird. Durch das Zusammenbrechen der Spannung unter Lastbedingungen erscheint der Akku bereits als leer, obwohl noch eine Menge Restenergie vorhanden sein kann.

Zum Ermitteln des Innenwiderstandes von Akkus und Akku-Packs müssen diese einen definierten Ladungszustand aufweisen. In der Regel sollten die Akkus zur Messung nahezu voll geladen sein. Besonders wichtig ist der gleiche Ladezustand,

wenn ein Vergleich von verschiedenen Zellen erfolgen soll.

Treten bei einem Akku-Pack abrupte Spannungseinbrüche beim Entladevorgang auf, so ist dies eindeutig ein Indiz dafür, dass nicht alle Zellen die gleiche Kapazität haben bzw. eine oder mehrere Zellen bereits geschädigt sind. Während des weiteren Entladeverlaufs kann es dann zum Umpolen und somit zur weiteren Schädigung dieser Zelle kommen. Gut selektierte Zellen hingegen sorgen immer dafür, dass Akku-Packs eine hohe Zuverlässigkeit und insbesondere eine lange Lebensdauer haben.

Beim Zusammenstellen eines Akku-Packs sollten daher grundsätzlich keine unterschiedlichen Zellen und erst recht keine Zellen mit unterschiedlicher Kapazität verwendet werden. Je besser die Zellen selektiert sind, desto besser und langlebiger ist der Akku-Pack.

Anhand einer Kapazitätsmessung ist der Alterungszustand eines Akkus oft nicht eindeutig zu erkennen. Da gibt schon die Messung des Akku-Innenwiderstandes bei definiertem Ladezustand einen weitaus genaueren Aufschluss. Der Innenwiderstand ist sicherlich das aussagekräftigste Kriterium für die Belastbarkeit eines Akkus. Typische Werte bei sehr guten Sub-C-Zellen sind im Bereich von 4 m Ω bis 6 m Ω zu finden.

In einem mit Akkus betriebenen System ist nicht nur der Innenwiderstand des Akkus

Tabelle 1: Leistungsdaten des ALC 8500 Expert

Akku-Nennkapazität Kanal 1 und 2:	200 mAh bis 200 Ah
Akku-Nennkapazität Kanal 3 und 4:	40 mAh bis 200 Ah
Ladeleistung Kanal 1 und 2:	max. 40 VA gesamt
Entladeleistung Kanal 1 und 2:	max. 40 VA je Kanal
Ladeleistung Kanal 3 und 4:	max. 15 VA gesamt
Entladeleistung Kanal 3 und 4:	max. 15 VA je Kanal
Ladespannung Kanal 1 und 2:	30 V (max. 24 V Nennspannung bei NC, NiMH)
Ladespannung Kanal 3 und 4:	15 V (max. 12 V Nennspannung bei NC, NiMH)
Ladestrom Kanal 1 und 2:	40 mA bis 5 A
Ladestrom Kanal 3 und 4:	8 mA bis 1 A
Kühlkörper-Aggregat-Verlustleistung:	max. 90 VA

Tabelle 2: Leistungsdaten des ALC 8000

Akku-Nennkapazität Kanal 1:	200 mAh bis 200 Ah
Akku-Nennkapazität Kanal 2 und 3:	40 mAh bis 200 Ah
Ladeleistung Kanal 1:	max. 40 VA
Entladeleistung Kanal 1:	max. 40 VA
Ladeleistung Kanal 2 und 3:	max. 15 VA gesamt
Entladeleistung Kanal 2 und 3:	max. 15 VA je Kanal
Ladespannung Kanal 1:	30 V (max. 24 V Nennspannung bei NC, NiMH)
Ladespannung Kanal 2 und 3:	15 V (max. 12 V Nennspannung bei NC, NiMH)
Ladestrom Kanal 1:	40 mA bis 5 A
Ladestrom Kanal 2 und 3:	8 mA bis 1 A
Kühlkörper-Aggregat-Verlustleistung:	max. 90 VA

für Spannungsverluste von der Zelle bzw. den Zellen zum Verbraucher verantwortlich. Hinzu kommen immer noch parasitäre Übergangswiderstände, hervorgerufen durch Leitungen und Steckverbindungen.

Bei Hochstromanwendungen lohnt es sich also immer, hier eine Optimierung vorzunehmen, indem auf unnötige Steckverbindungen verzichtet wird und möglichst kurze Leitungen mit großem Querschnitt verwendet werden. Steckverbinder sollten eine große Kontaktfläche aufweisen und einen festen Sitz haben.

Vom Prinzip her ist die Messung des Innenwiderstandes recht einfach. Der Akku wird mit einem hohen definierten Strom entladen und der Spannungsabfall gegenüber dem unbelasteten Zustand ermittelt. Die Spannungsdifferenz dividiert durch den Belastungsstrom ergibt dann den Innenwiderstand.

In der Praxis ist die Sache schon schwieriger. Zum einen handelt es sich um sehr geringe Spannungsdifferenzen im Millivoltbereich, und zum anderen muss das Gerät, zumindest kurzzeitig, hohe Entladeströme und die damit verbundenen Verlustleistungen verkraften. Hinzu kommt, dass aussagekräftige Ergebnisse nur dann zu erzielen sind, wenn die Spannungserfassung direkt am Akku erfolgt. Ansonsten würden Spannungsabfälle auf den Messleitungen das Ergebnis stark verfälschen.

Um diese Forderungen zu erfüllen, werden Spezial-Messleitungen eingesetzt (optional), die jeweils über zwei federnd gelagerte Messspitzen verfügen. Diese Messspitzen stellen dann den sicheren Kontakt zu den Polkappen des Akkus bzw. zu den gewünschten Messpunkten her. Über den breiten Kontakt der Messleitungen fließt der Entladestrom-Impuls, und der zweite Kontakt dient zur Messwertfassung direkt an den Polkappen des Akkus.

Sollen die durch Leitungen und Steckverbinder entstehenden Verluste mit in die Messung einfließen, so sind einfach die Messspitzen an die entsprechenden Punkte zu führen. Durch die federnde Lagerung der Prüfspitzen ist eine sichere Kontaktierung an allen vier Messpunkten recht einfach sicherzustellen.

Blei-Akku-Aktivator-Funktion des ALC 8500 Expert

Das ALC 8500 Expert verfügt über eine Blei-Akku-Aktivator-Funktion, die bei der Ladung von Blei-Akkus an Kanal 2 zugeschaltet werden kann. Diese Funktion verhindert kristallisierte Sulfat-Ablagerungen an den Platten von Blei-Akkus, die über einen längeren Zeitraum nicht genutzt oder während des Betriebes nur mit geringen Strömen entladen werden.

Blei-Akkus sind so konzipiert, dass (bei



entsprechender Pflege) durchaus eine Lebensdauer von 8 bis 10 Jahren erreicht werden kann. In der Praxis sieht es jedoch anders aus. Hier bleibt die durchschnittliche Lebensdauer oft weit unterhalb der Möglichkeiten, wobei es besonders häufig zum vorzeitigen Ausfall bei Blei-Akkus kommt, die nur saisonweise genutzt werden.

Viele Besitzer von Motorrädern, Booten und Aufsitzmähern kennen somit sicherlich das Problem, dass im Frühjahr bei der ersten Inbetriebnahme der teure Akku versagt und ersetzt werden muss.

Sulfatbildung ist zwar ein grundsätzlicher Effekt bei Blei-Akkus, jedoch besonders beim langsamen Entladen, wie z. B. bei der Selbstentladung, beginnen kristalline Sulfate die Bleiplatten zu bedecken. Je stärker nun der Plattenbelag wird, desto weniger Energie kann gespeichert und natürlich auch abgegeben werden. Sulfat-Ablagerungen sind der Hauptgrund für das vorzeitige Versagen von Blei-Akkus. Mit höherer Umgebungstemperatur steigt der Sulfat-Aufbau noch erheblich an.

Sobald das ALC 8500 Expert beim Laden von Blei-Akkus in den Betriebszustand Erhaltungsladung geht, kann die Aktivator-Funktion auf Wunsch automatisch zugeschaltet werden.

Durch periodische Spitzenstromimpulse werden Sulfat-Ablagerungen an den Bleiplatten verhindert. Ja, selbst bestehende Sulfat-Ablagerungen werden gelöst und als aktive Schwefelmoleküle in die Akku-Flüssigkeit zurückgeführt.

Trotz der hohen Stromimpulse wird dem Akku nur verhältnismäßig wenig Energie entnommen, da die Dauer des alle 30 Sek. auftretenden Entladestrom-Impulses nur 100 μ s beträgt. Die Energieentnahme wird durch die Erhaltungsladung wieder ausgeglichen.

Die BA-Funktion arbeitet bis zu 15 V Akku-Spannung.

Zur Funktionskontrolle wird der Ent-

ladeimpuls mit Hilfe einer Leuchtdiode auf der Frontplatte angezeigt. Die Leuchtdiode zeigt den tatsächlichen Stromfluss an und dient somit auch zur Schaltungsüberwachung.

Datenlogger des ALC 8500 Expert

Der Datenlogger dient zur Aufzeichnung von kompletten Lade-/Entladekurven-Verläufen, unabhängig vom Anschluss eines PCs. Der Datenlogger kann die Lade-/Entladekurven-Verläufe für alle 4 Kanäle gleichzeitig aufzeichnen, wobei die Daten aufgrund eines Flash-Speichers auch ohne Betriebsspannung erhalten bleiben. Die Übertragung zum PC kann somit zu einem beliebigen späteren Zeitpunkt erfolgen, und durch Übergabe z. B. an Tabellenkalkulationsprogramme ist es möglich, das „Akku-Leben“ quasi nach beliebigen Kriterien zu analysieren.

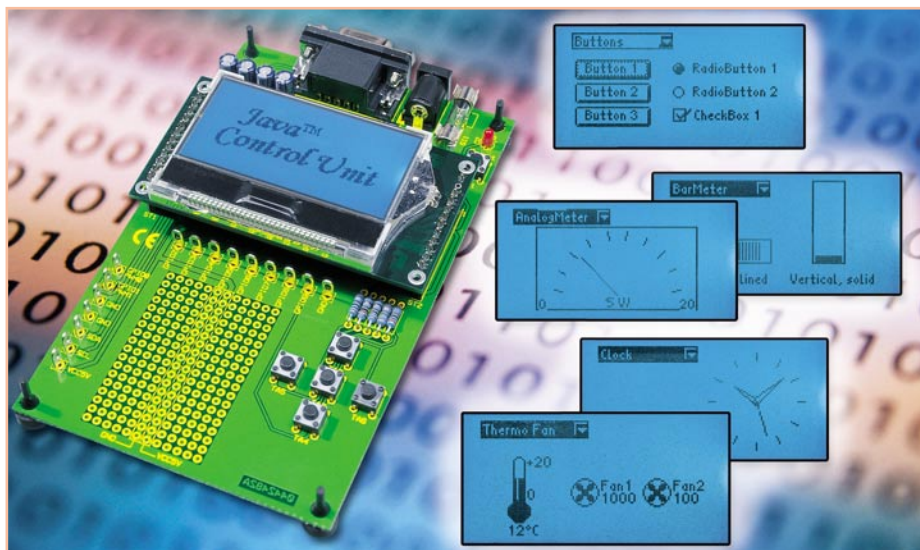
USB-Schnittstelle des ALC 8500 Expert

An der Geräterückseite verfügt das ALC 8500 Expert über eine USB-Schnittstelle, die zur Kommunikation mit einem PC dient. Die mit dem integrierten Datenlogger erfassten Lade- und Entladekurven-Verläufe können dann am PC weiterverarbeitet werden. Zum Speichern, Auswerten und Archivieren dient die komfortable PC-Software „ChargeProfessional“. Auch die komplette Bedienung und Steuerung des ALC 8500 Expert ist über die USB-Schnittstelle möglich. Die Kommunikation mit dem PC kann anhand der Leuchtdioden (TX, RX) rechts und links neben der USB-Buchse an der Geräterückseite überprüft werden.

Im zweiten Teil des Artikels („ELV-Journal“ 2/2005) wird ausführlich die Bedienung und Menüführung der Geräte beschrieben, gefolgt von der detaillierten Schaltungsbeschreibung im „ELV-Journal“ 3/2005.



Steuern und visualisieren –



Java™ -Control-Unit JCU 10 mit JControl- Technologie Teil 4

Nachdem wir im letzten Teil ausführlich auf die Benutzung der integrierten Entwicklungsumgebung JControl/IDE und das Erstellen eigener Projekte eingegangen sind, möchten wir in dieser Ausgabe anhand von kleinen Beispielprogrammen einige weitere Tipps und Hinweise zum Programmieren eigener Applikationen geben.

Ansteuerung der PWM-Kanäle

In diesem Programm soll dargestellt werden, wie sich die PWM-Kanäle der Java™-Control-Unit ansprechen lassen. In Abbildung 23 ist zunächst die Ausgabe des Displays zu sehen. Angezeigt werden jeweils drei Slider, drei Label und drei BarMeter. Die Label geben jeweils an, welche Funktion der Slider und das BarMeter links und rechts vom Label haben.

Mit dem ersten Slider lässt sich die Frequenz für alle PWM-Kanäle einstellen, mit dem zweiten und dritten Slider ist das Tastverhältnis (duty cycle) der Kanäle PWM0 und PWM1 wählbar. Die BarMeter auf der rechten Seite zeigen den jeweils eingestellten Wert an.

Programmierarbeit

Um dieses Programm auf der Java™-Control-Unit zu testen, ist mit der JControl/IDE ein neues Projekt zu erstellen, und der Quelltext entsprechend Abbildung 24 einzugeben.

Das Programm beginnt wie gewohnt mit den „Import“-Anweisungen, die die Bereitstellung der im Programm benötigten Klassen vornehmen. Danach erfolgt das Anlegen der Hauptklasse PWM_DEMO (diese erbt Eigenschaften der Klasse „Frame“), und das Interface „ActionListener“ wird implementiert. Auf die Funktionen der Klasse Frame und der ActionListener gehen wir an dieser Stelle nicht weiter ein, sie wurden schon ausführlich in der letzten Ausgabe beschrieben.

Nun legt man jeweils drei Variablen der Typen Slider, Label und BarMeter an, die für die angezeigten Komponenten benötigt werden. Danach beginnt der Konstruktor (public PWM_DEMO()). Den Slidern, Labels und BarMetern wird jeweils ein neues Objekt zugewiesen, hierbei legt man deren Eigenschaften wie Position, Größe, Ausrichtung usw. fest.

Bei den Slidern und BarMetern werden hier auch der Start- und Endwert festgelegt und bei den Slidern zusätzlich die Schrittweite, mit der sie sich beim Betätigen bewegen. Der Frequenz-Slider lässt sich im Bereich von 1000 bis 10000 in 500er-Schritten einstellen, dies entspricht einer einstellbaren Frequenz von 1 kHz bis 10 kHz. Die beiden Duty-Slider lassen sich im Bereich von -256 bis +256 einstellen. Diese Werte werden dabei von der Java™-Control-Unit so umgesetzt, dass sich bei der eingestellten Frequenz das Tastverhältnis entsprechend Abbildung 25 einstellen lässt. Das positive bzw. negative Vorzeichen bewirkt, dass zu einem Zeitpunkt t_0 die Periode mit High- oder Low-Pegel begonnen wird.

Mit der Methode „setNumericDisplay“ weist man den BarMetern zu, dass der angezeigte Wert zusätzlich als Zahl unter dem BarMeter erscheint. Weiter wird mit der Methode „setActionListener“ für die drei Slider registriert, dass beim Verstellen der Slider die Methode „onActionEvent“ ausgeführt wird.

Danach erfolgt eine Initialisierung der Slider, BarMeter und PWM-Kanäle, damit beim Einschalten die an den Slidern eingestellten Werte mit den angezeigten Werten und den ausgegebenen PWM-Signalen übereinstimmen. Die Frequenz wird auf 1000 gestellt, dies entspricht der Startposition des „Frequenz“-Sliders.

Mit der Methode „setDuty“ erfolgt ein Setzen der Tastverhältnisse für die beiden PWM-Kanäle auf „0“ (duty0 und duty1 sind bei der Deklaration mit „0“ initialisiert). Dies hat zur Folge, dass gemäß Abbildung 25 Low-Pegel ausgegeben wird. Die Einstellung der beiden Slider und BarMeter erfolgt ebenfalls auf den Wert „0“ – dies entspricht deren Mittelstellung.

Im nächsten Abschnitt erfolgt mit der Methode „setActive“ die Aktivierung der

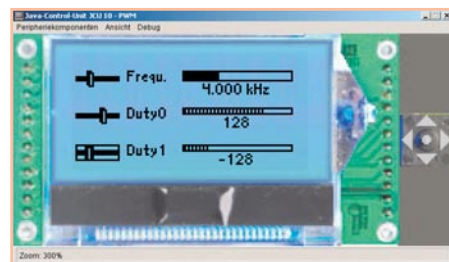


Bild 23: Ansicht der Display-Ausgabe des PWM-Demoprogramms

```

/** PWM-Demo Dateiname PWM_DEMO.java */

import javax.swing.*;
import javax.swing.event.*;
import javax.swing.text.*;
import javax.swing.border.*;
import javax.swing.plaf.*;
import javax.swing.plaf.basic.*;
import javax.swing.plaf.motif.*;
import javax.swing.plaf.nimbus.*;
import javax.swing.plaf.windows.*;

import java.awt.*;
import java.awt.event.*;
import java.util.*;

public class PWM_DEMO extends JFrame implements ActionListener
{
    int duty0 = 0; // Tastverhältnis für beide Kanäle
    int duty1 = 0; // initialisieren 0 -> kein Ausgangssignal
    Slider slideFrequenz, slideDuty0, slideDuty1; // Variablen vom jeweiligen Typ anlegen
    Label lFrequenz, lDuty0, lDuty1;
    BarMeter barFrequenz, barDuty0, barDuty1;
    public PWM_DEMO() // Konstruktor
    {
        // Slider zum Einstellen der Frequenz und der Tastverhältnisse für PWM0 und PWM1
        slideFrequenz = new Slider(2, 10, 24, 1000, 10000, 500); // von 1000 bis 10000 Hz Step 500 Hz
        slideDuty0 = new Slider(2, 30, 24, -256, +256, 16); // von -256 bis 256 Step 16
        slideDuty1 = new Slider(2, 50, 24, -255, +256, 16); // von -256 bis 256 Step 16

        // Label als Beschriftung
        lFrequenz = new Label("Frequenz", 30, 10, 32, 10, Label.ALIGN_LEFT);
        lDuty0 = new Label("Duty0", 30, 30, 25, 10, Label.ALIGN_LEFT);
        lDuty1 = new Label("Duty1", 30, 50, 25, 10, Label.ALIGN_LEFT);

        // BarMeter für Frequenz und Tastverhältnisse zur Darstellung der eingestellten Werte
        barFrequenz = new BarMeter(65, 10, 60, 14, 1000, 10000,
            BarMeter.ORIENTATION_HORIZONTAL, BarMeter.FILL_SOLID);
        barDuty0 = new BarMeter(65, 30, 60, 12, -256, 256,
            BarMeter.ORIENTATION_HORIZONTAL, BarMeter.FILL_LINE);
        barDuty1 = new BarMeter(65, 50, 60, 12, -256, +256,
            BarMeter.ORIENTATION_HORIZONTAL, BarMeter.FILL_LINE);

        // Die eingestellten Werte unter den BarMetern darstellen
        barFrequenz.setNumericDisplay(5, 3, " kHz"); // 5 Ziffern, 3 Nachkommastellen, Einheit kHz
        barDuty0.setNumericDisplay(3, 0, ""); // 3 Ziffern, 0 Nachkommastellen, keine Einheit
        barDuty1.setNumericDisplay(3, 0, "");

        slideFrequenz.addActionListener(this); // ActionListener für die Slider hinzufügen
        slideDuty0.addActionListener(this);
        slideDuty1.addActionListener(this);

        PWM.setFrequency(1000); // Startwert für Frequenz (alle PWM-Kanäle) auf 1 kHz
        PWM.setDuty(0, duty0); // Tastverhältnisse auf Startwert (0) setzen
        PWM.setDuty(1, duty1);
        barDuty0.setValue(duty0); // BarMeter für Tastverhältnis auf Startwert setzen
        barDuty1.setValue(duty1);
        slideDuty0.setValue(duty0); // Slider für Tastverhältnis auf Startwert setzen
        slideDuty1.setValue(duty1);
        PWM.setActive(0, true); // PWM-Signal für Kanal 0 und 1 aktivieren
        PWM.setActive(1, true);
        this.add(slideFrequenz); // Label, Buttons, Slider und
        this.add(slideDuty0); // BarMeter zum Frame hinzufügen
        this.add(slideDuty1);
        this.add(lFrequenz);
        this.add(lDuty0);
        this.add(lDuty1);
        this.add(barFrequenz);
        this.add(barDuty0);
        this.add(barDuty1);
        this.show(); // den Frame und seinen Inhalt anzeigen
    }

    public void actionPerformed(ActionEvent event)
    {
        // Identifiziere die Slider anhand der Ereignisquelle
        if(event.getSource() == slideFrequenz) // Frequenz einstellen
        {
            PWM.setFrequency(slideFrequenz.getValue());
            PWM.setDuty(0, duty0); // nach dem Ändern der Frequenz müssen die
            PWM.setDuty(1, duty1); // Tastverhältnisse neu gesetzt werden
            barFrequenz.setValue(slideFrequenz.getValue());
        }
        else if(event.getSource() == slideDuty0) // Tastverhältnis PWM0 einstellen
        {
            PWM.setDuty(0, slideDuty0.getValue());
            barDuty0.setValue(duty0=slideDuty0.getValue());
        }
        else if(event.getSource() == slideDuty1) // Tastverhältnis PWM1 einstellen
        {
            PWM.setDuty(1, slideDuty1.getValue());
            barDuty1.setValue(duty1=slideDuty1.getValue());
        }
    }

    public static void main(String[] args)
    {
        new PWM_DEMO(); // Eine neue Instanz der Klasse PWM_DEMO anlegen
    }
}

```

Bild 24: Quelltext des PWM-Demoprogramms

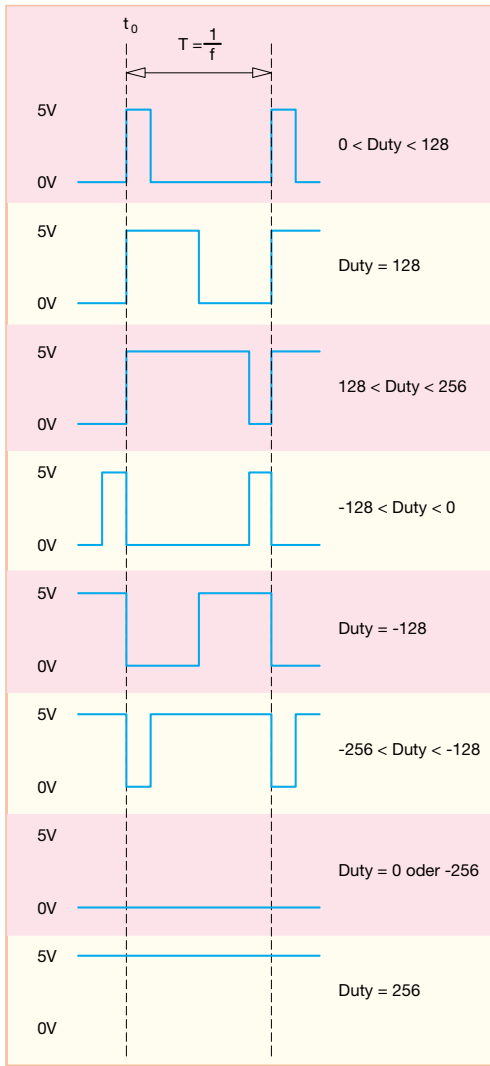


Bild 25: Signalverläufe am PWM-Ausgang der Java™-Control-Unit

Am Schluss des Quelltextes findet sich die Main-Methode, die beim Programmstart ausgeführt wird, und dabei eine neue Instanz der „PWM_Demo“-Klasse anlegt.

Nach dem Kompilieren wird das Projekt in den Speicher der Java™-Control-Unit geladen und ist dort ausführbar.

AD-Wandlung

In unserem zweiten Beispiel wollen wir zeigen, wie einfach es ist, mit dem AD-Wandler der Java™-Control-Unit eine Spannungsmessung durchzuführen und die gemessene Spannung mit einem AnalogMeter ansprechend auf dem Display darzustellen. Für die AD-Wandlung stehen, wir erinnern uns, die IO-Pins GPIO2 bis 9 zur Verfügung. Wir nutzen GPIO2/ADC0 zur Spannungsmessung. Das mit dem folgend beschriebenen Programm zu erreichende Anzeigergebnis nimmt Abbildung 26 schon einmal vorweg.

Programmaufbau

In Abbildung 27 ist der nur aus wenigen Zeilen bestehende Quelltext zu sehen.

Hier erkennt man schnell schon bekannte Programmierschritte, die wir weiter unten noch näher ansehen:

- Importieren der benötigten Klassen
- Variable vom Typ AnalogMeter anlegen
- Beginn des Konstruktors (public ADC_DEMO())
- Zuweisung des „FLOATING“-Status zum verwendeten GPIO-Pin, dadurch arbeitet der Pin als Eingang ohne Pull-up-Widerstand.
- schließlich der Variable „Anzeige“ ein neues Objekt vom Typ „AnalogMeter“ zuweisen, hierbei werden Position, Größe, Start- und Endwert der Skala, Öffnungswinkel, Anordnung von Zeiger und Skala sowie die Anzahl der Skalemarkierungen zugewiesen.

Konventionen

Da die Referenzspannung des AD-Wandlers beim Einsatz der Java™-Control-Unit im Evaluationboard 5 V beträgt, haben wir den Endwert der Anzeige bei 50 festgelegt, dies ermöglicht die Anzeige von Werten bis 5 V mit einer Nachkommastelle. Der AD-Wandler kann in eigenen Schaltungen prinzipiell auch mit einer Spannung, die geringer ist als 5 V, betrieben werden. Wenn jedoch gleichzeitig der

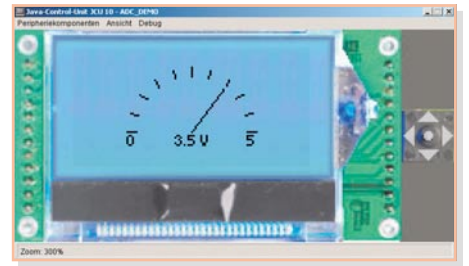


Bild 26: Ansicht der Display-Ausgabe des AD-Wandler-Demoprogramms

in Teil 2 („ELVjournal“ 5/2004) besprochene Tastaturdecoder zum Einsatz kommen soll, ist allerdings zu beachten, dass der Spannungsteiler aus R 5 bis R 9 (R14) nicht an 5 V, sondern ebenfalls an die geringere Referenzspannung anzuschließen ist – oder die Widerstandswerte sind entsprechend zu ändern.

Die verwendeten Methoden

Wir wollen die hier eingesetzten Methoden einmal etwas näher betrachten.

Mit der Methode „setNumericDisplay“ legt man fest, dass der Anzeigewert auch als Zahl mit zwei Ziffern, von denen eine als Nachkommastelle zu werten ist, mit der Einheit „V“ (Volt) unter dem AnalogMeter angezeigt wird.

Die Methode „setCaption“ zeigt die Werte „0“ und „5“ als Start- bzw. Endwert der Skala an.

Das AnalogMeter wird mit der Methode „add“ zu unserer Klasse ADC_DEMO hinzugefügt, und mit der Methode „show“ macht man schließlich den Frame mit dem AnalogMeter sichtbar.

In der Main-Methode läuft hier eine Endlosschleife, in der die AD-Wandlung durchgeführt wird.

Die Methode „getValue“ liefert einen Wert zwischen 0 und 255, je nach Spannung, die am entsprechenden AD-Wandler-Kanal (in unserem Beispiel ADC0/GPIO2) anliegt. Dieser Wert wird auf einen Bereich von 0 bis 50 umgerechnet, mit der Methode „setValue“ an das AnalogMeter übergeben und unter dem AnalogMeter angezeigt. Dazu schlägt der Zeiger entsprechend aus.

Als Letztes finden wir in der Main-Methode die „Sleep“-Anweisung. Diese Anweisung führt dazu, dass die laufende Anwendung für die Zeit, die als Parameter angegeben ist, „schläft“, in unserem Beispiel 100 Millisekunden. Dies bewirkt also eine Pause von 100 ms zwischen den einzelnen AD-Wandlungen, sprich Messungen.

Neu ist an dieser Stelle auch die so genannte „Try-Catch“-Anweisung, die den Aufruf der Methode „sleep“ umgibt. Hierbei handelt es sich um das Abfangen einer Exception (Ausnahme, Fehler) die während der Laufzeit des Programms auftreten kann.

beiden PWM Kanäle – bislang hatten sie die Funktion eines IO-Pins (GPIO0/1).

Mit der Methode „add“ fügen wir die neu angelegten Objekte zu unserer Klasse PWM_DEMO hinzu, und mit der Methode „show“ wird der Frame mit den enthaltenen Objekten sichtbar gemacht.

Als Nächstes wird die Methode „onActionEvent“ erstellt, sie kommt zur Anwendung, wenn man die Position von einem der drei Slider verändert. Mit den „If“-Abfragen wird ermittelt, welcher Slider das ActionEvent ausgelöst hat.

Entsprechend erfolgt beim „Frequenz“-Slider mit der Methode „setFrequency“ die Änderung der Frequenz, abhängig von der jetzt aktuellen Slider-Stellung. Danach müssen die Tastverhältnisse der PWM-Kanäle neu gesetzt werden, dies geschieht mit der Methode „setDuty“, wobei die Variablen „duty0“ und „duty1“ die aktuellen Positionen der „Duty“-Slider enthalten. Die Methode „setValue“ aktualisiert schließlich das BarMeter.

Beim Verändern eines der „Duty“-Slider wird jetzt mit der Methode „setDuty“ das Tastverhältnis des entsprechenden PWM-Kanals geändert und anschließend das zugehörige BarMeter aktualisiert.


```

/**   ADC-DEMO Dateiname ADC_DEMO.java */
import jcontrol.io.Backlight;
import jcontrol.io.ADC;
import jcontrol.ui.vole.Frame;
import jcontrol.ui.vole.meter.AnalogMeter;
import jcontrol.lang.ThreadExt;
import jcontrol.io.GPIO;

public class ADC_DEMO extends Frame
{   AnalogMeter Anzeige;                               // Variable vom Typ AnalogMeter anlegen

    public ADC_DEMO()                                  // Konstruktor
    {   Backlight.setBrightness(Backlight.MAX_BRIGHTNESS);
        GPIO.setMode(2,GPIO.FLOATING);                 // Modus von GPIO2 für AD-Wandlung auf Floating
                                                    // Anzeige ein neues Objekt vom Typ AnalogMeter zuweisen
        Anzeige = new AnalogMeter(10,10,108,44,0,50,180,AnalogMeter.ORIENTATION_CENTER,11);
        Anzeige.setNumericDisplay(2,1," V");           // Ausgabe des Anzeigewertes unter dem AnalogMeter
                                                    // mit zwei Ziffern, eine Nachkommastelle
        Anzeige.setCaption("0", "5");                 // Start- und Endwert des AnalogMeters anzeigen

        this.add(Anzeige);                             // das AnalogMeter zum Frame hinzufügen
        this.show();                                    // den Frame mit Inhalt anzeigen
    }

    public static void main(String[] args)
    {   ADC_DEMO My_ADC1 = new ADC_DEMO();             // My_ADC1 wird eine neue Instanz
                                                    // der Klasse ADC_DEMO zugewiesen

        while(true)
        {   My_ADC1.Anzeige.setValue(ADC.getValue(0)*50/255); // Berechnung des Anzeigewertes,
                                                    // die AD-Wandlung liefert Werte von 0-255
                                                    // 5V entspricht 50; eine Nachkommastelle // -> 5,0V

                try
                {
                    ThreadExt.sleep(100);             // 100 ms Pause zwischen den Messungen
                } catch (InterruptedException e) {}
            }
        }
    }
}

```

Bild 27: Quelltext des AD-Wandler-Demoprogramms

Auf diese Art der Fehlerbehandlung gehen wir im nächsten Abschnitt genauer ein.

Exceptions

Die Programmiersprache Java™ verfügt über einen Mechanismus, der es dem Programmierer ermöglicht, Fehler, die während des Programmablaufes auftreten können, strukturiert zu behandeln. Hierzu werden von Methoden, bei denen es im Programmablauf zu Fehlern kommen kann, so genannte Exceptions ausgelöst. Hierbei handelt es sich um eine Fehlermeldung eines bestimmten Ausnahmetyps. Dem Java™-Compiler ist bekannt, welche Methoden welche Typen von Exceptions auslösen können. Benutzt der Programmierer nun eine solche Methode, erwartet der Compiler eine Behandlung dieser Exception, die beim Ausführen der Methode auftreten kann. Löscht man in unserem Beispielprogramm „ADC_DEMO“ die „Try-Catch“-Anweisung, beanstandet der Compiler eine nicht abgefangene Exception.

Die „Try-Catch“-Anweisung übernimmt das Abfangen von Fehlermeldungen und kann den Programmierer in gewünschter Weise auf einen Fehler reagieren lassen, denn nicht immer ist das Auslösen von Exceptions ein Grund, das Programm zu beenden.

In den geschweiften Klammern nach der

„Try“-Anweisung befinden sich eine oder mehrere Anweisungen, die eine Exception auslösen können. Tritt während des laufenden Programms nun ein Fehler auf, wird die Abarbeitung an dieser Stelle unterbrochen, und es wird nach einer „Catch“-Anweisung, die als Parameter eine Variable des richtigen Ausnahmetyps hat, gesucht. Es können also auch nach dem „Try“-Block durchaus mehrere „Catch“-Anweisungen folgen, die verschiedene Fehler auswerten und entsprechende Reaktionen einleiten. Findet das Programm eine „Catch“-Anweisung mit dem richtigen Ausnahmetyp, wird der als Parameter angegebenen Variable („e“ vom Typ „InterruptedException“ in unserem ADC_DEMO) ein Fehlerobjekt zugewiesen und danach der Programmteil ausgeführt, der in den geschweiften Klammern nach der „Catch“-Anweisung folgt. In unserem Beispiel kann die Exception nur ausgelöst werden, wenn die Methode „sleep“ durch einen anderen Thread unterbrochen wird. Da dieser Fall nicht eintreten kann, wird die Exception nicht weiter behandelt. Aus diesem Grund ist in den geschweiften Klammern kein Befehl enthalten.

So weit zu unseren ausführlich besprochenen und dokumentierten Programmbeispielen, die den Einstieg in eigene Applikationen sicher erleichtern, haben wir

doch insbesondere oft genutzte Methoden vorgestellt.

Weitere gut kommentierte Beispielprogramme werden bei der Installation der JControl/IDE im Verzeichnis ..\JControl\Demo installiert. Hier finden sich Programme, die sämtliche Funktionen der Java™-Control-Unit zeigen.

Abschließend zu diesem Thema noch der Hinweis auf zwei besonders interessante Internetadressen.

Unter [1] finden Sie noch mehr Informationen zum Thema JControl, neben ausführlichen Tutorials steht hier auch immer die neuste Version der JControl/IDE zum Download bereit.

Auf [2] finden Sie das Handbuch der Java-Programmierung, ein sehr ausführliches Nachschlagewerk in Deutsch, das einen guten Einstieg in die Programmiersprache und das objektorientierte Programmieren ermöglicht. Im Download-Bereich dieser Seite steht eine kostenlose HTML-Version des Buches für den privaten Gebrauch zur Verfügung.

In der nächsten Ausgabe stellen wir ein IO-Interface vor, mit dem die Java™-Control-Unit als komplettes Gerät inkl. Gehäuse universell zur Messung und Steuerung eingesetzt werden kann. **ELV**

[1] <http://www.jcontrol.org>

[2] <http://www.javabuch.de>



Funktionsdecoder in der Modellbahntechnik

Anknüpfend an unsere kleine Serie über digitale Fahrzeugdecoder im letzten Winter, besprechen wir die Technik und den Einsatz von digitalen Funktionsdecodern auf der Modellbahnanlage. Sie steuern ohne umfangreiche Verkabelung Signale, Weichen, Lokdreh scheiben, das Licht – ganz einfach per digitalem Bus. Zusätzlich stellen wir noch zwei nützliche Hilfs- und Steuerbaugruppen vor – einen Booster und eine Langsamfahrstrecke.

Warum denn digital?

Wie und mit welchen Vorteilen Modellbahn-Triebfahrzeuge digitalisierbar sind, haben wir im „ELVjournal“ 1 und 2/04 bereits ausführlich besprochen und dabei erkannt, dass die Digitalisierung der Antriebe kein Zauberwerk ist, sondern jedem und bei quasi jedem Fahrzeug gelingen kann. Der Fahrkomfort und endlich echter Mehrzugbetrieb ohne unmäßigen Aufwand

überzeugt letztlich und lässt den finanziellen Aufwand schnell vergessen.

Weshalb aber sollte man auch noch Weichenantriebe, Signalansteuerungen, Beleuchtungen, die Lokdreh scheibe, die Entkupplungsgleise und dergleichen mehr ebenfalls digital ansteuern? Bisher funktioniert das Ganze doch auch sauber sortiert auf Tastendruck! Spätestens der Blick unter die seit Jahren immer wieder erweitert verkabelte Platte oder auf den Schaltplan für den Neubau antwortet darauf. Wenn

man schon den Schienenstrang gleichzeitig für den Transport von Antriebsstrom und Steuerdaten nutzt, warum nicht ähnlich effektiv auch Strom und Daten zu den vielen Weichen? Denn erst hier fällt die Aufwandsfrage voll ins Gewicht. Konventionell benötigt jede Weiche neben dem als Einzigen gemeinsam fungierenden Rückleiter stets mindestens zwei Adern vom Stellpult zur Weiche. Bei der digitalen Versorgung geht es viel einfacher: Man entnimmt den benötigten Strom zunächst

ebenfalls direkt dem Gleis. Damit jede Weiche ansteuerbar ist, wird zwischen Gleis und Weiche ein Decoder geschaltet, der das jeweilige Format, also DCC oder Motorola I/II, decodiert und die gewünschte Weiche ansteuert. Damit das Ganze noch effektiver wird und weil sich kaum eine Weiche allein auf weiter Flur befindet, entziffern die Decoder meist die Codes für zwei oder vier Weichen. Ergo sinkt der Verdrahtungsaufwand erheblich. Nur noch zwei Leitungen vom Gleis zum Decoder und von diesem dann natürlich wie immer drei (kurze) zu jeder Weiche. Es gibt auch Einzeldecoder, etwa von ROCO oder MÄRKLIN, die dann statt des Antriebs oder zusätzlich zum Weichenantrieb direkt unterhalb der Weiche in die Bettung integriert werden. Hier spart man noch mehr Leitungen, der Aufwand beschränkt sich nämlich nur noch auf die Verbindung zum Gleis.

Das Ganze spart nicht nur Material, es bringt auch Ordnung in die Verdrahtung. Der Decoder wird einfach in die Nähe der anzusteuern den Weichen platziert und kann diese von hier aus über kurze Leitungen ansteuern – keine meterlangen, sich im Drahtdickicht verlierenden Weichenansteuerungen mehr!

Dies lässt sich natürlich auf alle anderen auf der Anlage zu steuernden Antriebe, Signale, Leuchten usw. übertragen. Für jede Aufgabe gibt es hier den passenden Decoder. Jeder bekommt, entweder per Jumper, DIP-Schalter oder gar ganz komfortabel per Lernfunktion von der Zentrale aus, eine Adresse zugewiesen, unter der er erreichbar ist. Natürlich ist auch hier, wie auf der konventionellen Anlage, eine gute Buchführung bei Planung und Ausführung wichtig, denn man kann sich ganz schnell innerhalb der vielen Adressen verirren, von denen man, je nach System, bis zu einigen hundert verfügbar hat.

Schließlich sinkt durch die Digitalisierung auch der Aufwand auf der Bedien-seite. Heute muss man nicht mehr Dutzende Tasten-Pulte à la Märklin-Keyboard beschäftigen, es genügt ein Mini-Tastent-pult mit zehn Tasten, einem kleinen Display und ein paar Befehlstasten. Heute gibt es hierzu sogar schon Handy-große, drahtlose Steuergeräte, die die gesamte Anlagensteuerung erledigen.

Und auch die meisten modernen Gleisbildstellpulte sind an eine Digital-Zentrale anschließbar – hier entfällt dann das Gedächtnistraining oder der große Plan für die vielen Adressen.

Oder man steuert das Ganze gleich von einem PC aus. Das muss kein aktuelles Modell sein, ein längst abgelegter 486er oder ein kleiner Pentium-I-Rechner genügt völlig, Hauptsache, er verfügt über die Standard-Schnittstellen (COM, LPT).

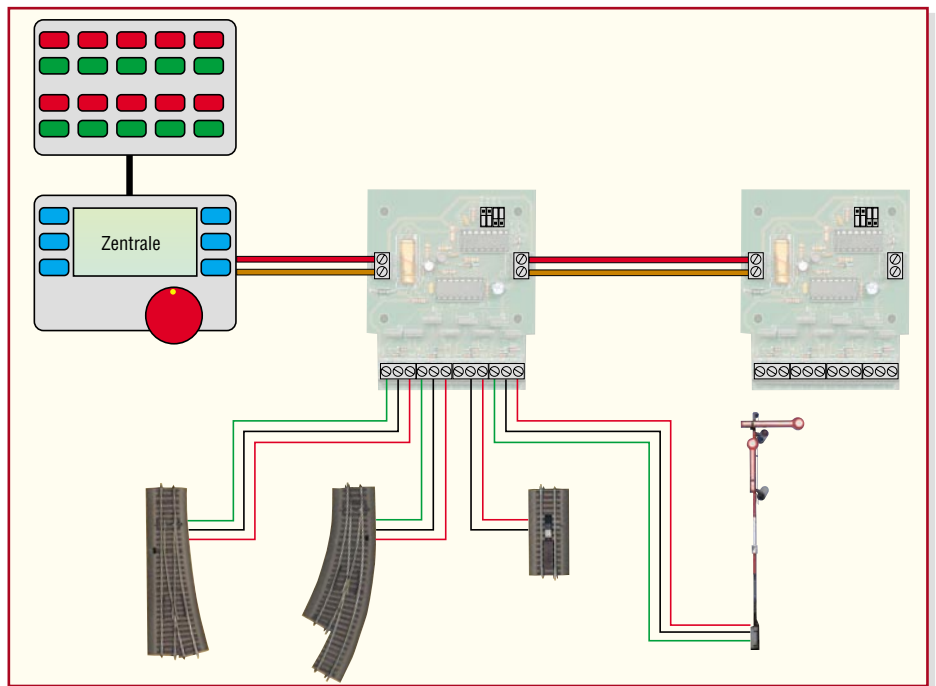


Bild 1: Weichendecoder steuern verdrahtungssparend eindeutig adressierbare Magnetartikel an.

Die „Alten“ haben oft auch den Vorteil, wesentlich leiser zu arbeiten als die modernen GHz-Boliden. Auch ein alter Laptop tut hier gute Dienste, ebenso wie ein moderner ITX-Rechner. Lediglich beim Bildschirm sollte man zum platzsparenden Flachbildschirm greifen, der ja inzwischen auch nicht mehr so teuer ist. Die Kosten für Programm und PC-Interface rechnen sich allemal, wenn man bedenkt, was an Platz und Steuergeräten eingespart wird, gar nicht zu reden von den nahezu beliebigen Erweiterungsmöglichkeiten.

Wollen wir also die Digitalisierung des Zubehörs an einigen konkreten Beispielen betrachten.

Weichendecoder

In Abbildung 1 ist die typische Beschaltung eines Weichendecoders (WD-1 von TAMS) gezeigt, hier für zwei Weichen, ein Entkupplungsgleis und ein Signal mit Doppelspulenantrieb (nicht vollständig beschaltet). Den Strom sowie die digitalen Signale liefert die Zentrale, entweder direkt oder über die Gleise.

Ein Problem bei der Spannungsversorgung der Weichen über diesen Weg stellt der recht hohe Strombedarf der Doppelspulen-Weichenantriebe dar. Befinden sich gleichzeitig mehrere Fahrzeuge in Fahrt und es sind Weichen oder andere Magnetartikel zu schalten, so kann die Digitalspannung, die über die Gleise kommt, eventuell nicht zur Schaltung der Weiche ausreichen. Hier behilft man sich mit einem so genannten Booster, der die Digitalspannung verstärkt. Er wird einfach zwischen Zentrale und Decoder geschaltet und lie-

fert dann mit Hilfe eines Zubehörtrafos genug Strom für alle Weichen. Einen solchen Booster werden wir noch kennen lernen. Dieser macht sich insbesondere bezahlt, wenn man via ersten Decoder, wie hier zu sehen, weitere Decoder versorgt.

Die Doppelspulen der Weichen werden von je einem Schalttransistorausgang gesteuert, der hier jeweils 1,5 A schalten kann. Andere Decodertypen arbeiten mit Transistor-Arrays oder Relais.

Die Adressierung dieses für das Motorola-Format (I/II) einsetzbaren Decoders erfolgt mit vier DIP-Schaltern, so sind auch einfache Digital-Zentralen einsetzbar. Im Motorola-System, das ja 80 Adressen kennt, sind für jede Adresse vier Weichen, also insgesamt bis 320, ansprechbar. Jeder Decoder kann also vier aufeinander folgende Weichenadressen unter einer Motorola-Adresse verarbeiten. 256 Adressen sind davon für die Magnetartikelsteuerung nutzbar, wenn man z. B. das bekannte Märklin-Keyboard einsetzen will.

Natürlich erlaubt ein solcher Decoder, wie in der Abbildung gezeigt, auch das Schalten anderer Magnetartikel mit Momentstrom, wie etwa eines in der Nähe liegenden Entkupplungsgleises oder eines mechanischen Signals. So kann man örtlich dicht zusammen liegende Magnetartikel mit einem Decoder steuern, lastet diesen voll aus und spart so weiter Verdrahtungsaufwand.

Ganz ähnlich arbeiten auch die direkt in das Bettungsgleis einclippbaren Einzeldecoder, nur dass diese eben nur für eine Adresse zuständig sind. Sie werden über gleissystemspezifische Anschlüsse direkt an das Gleis angeklemt und erfordern

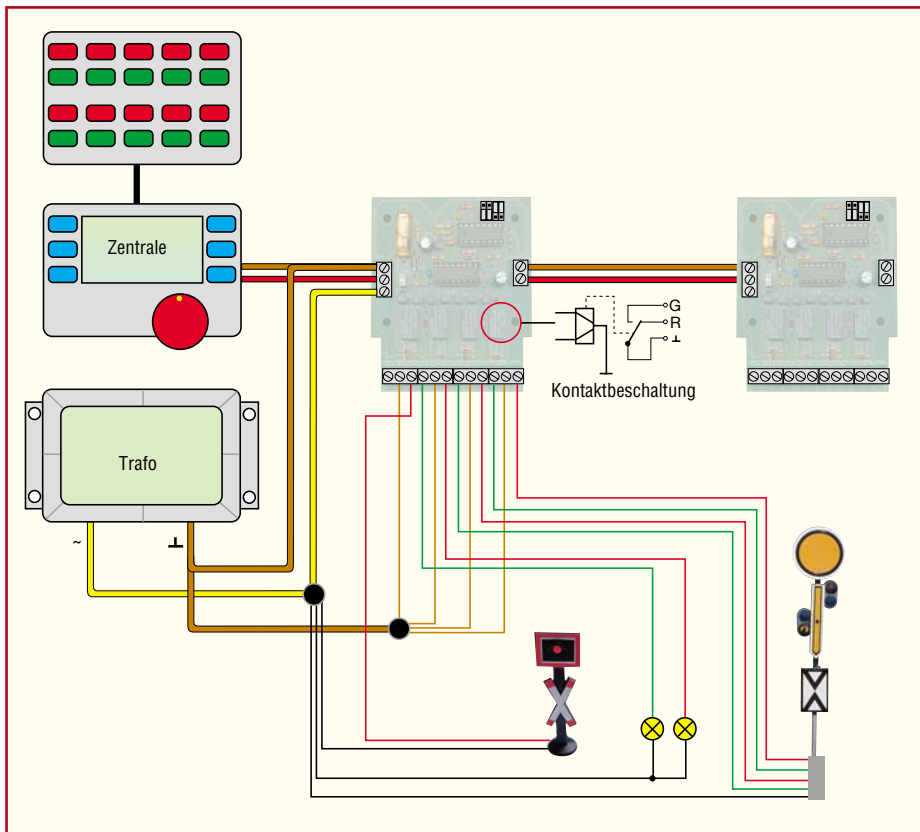


Bild 2: Schaltdecoder ermöglichen das An-, Aus- und Umschalten von Dauerstromverbrauchern auf der Anlage. Sie sind am Digitalbus auch mit Weichendecodern mischbar.

ansonsten überhaupt keinen Verkabelungsaufwand. Nur noch der Aufkleber mit der zugehörigen Systemadresse sollte draufgeklebt werden.

Schaltdecoder

Diese Decoder arbeiten zwar in puncto digitaler Ansteuerung genauso wie die Weichendecoder und fügen sich auch so in das Adresssystem ein, aber sie realisieren im Unterschied zu diesen Dauerstromschaltungen, wie sie für das Ansteuern von Lichtsignalen, Schaltrelais, Beleuchtungen etc. notwendig sind. Mit ihnen ist – je nach Ansteuerung und Belegung der Schaltausgänge – Einschalten, Ausschalten oder Umschalten möglich.

So kann mit einem Ausgang etwa ein Vorsignal und über die Kombination mehrerer Adressen bzw. Ausgänge auch ein mehrbegriffiges Signal geschaltet werden. Abbildung 2 zeigt die Beschaltung des TAMS-Decoders SD-1, wieder für das Motorola-Format geeignet. Beispielhaft ist hier die Verwendung zweier Adressen für ein mehrbegriffiges Signal demonstriert. Die bistabilen Relais an den Ausgängen schalten jeweils bis 1 A (potentialfrei), für größere Ströme kann man weitere Schaltrelais nachschalten.

Auch der Schaltdecoder wird entweder direkt aus der Zentrale oder über einen zusätzlichen Booster versorgt. Da man aber ohnehin die Zubehör-Wechselspannung für die Spannungsversorgung der Verbraucher benötigt, kann der Zubehör-

trafo auch gleich die Spannungsversorgung des Decoders direkt vornehmen, wie in unserem Beispiel gezeigt. Dies entlastet natürlich die Zentrale und macht vor allem die Schaltfunktion des Decoders sicherer. Die Art der Spannungsversorgung ist am Decoder über einen Jumper auswählbar.

Auch die Adressierung erfolgt wieder über Jumper wie beim Weichendecoder. Und auch hier findet man (unabhängig von der Art der eingestellten Spannungsversorgung) die verdrahtungssparende Weiterverbindung der Digitalspannung zu weiteren Decodern. Das können weitere Schalt- oder Weichendecoder sein.

Funktionsdecoder

Neben den Funktionen an der Strecke bieten auch viele Fahrzeuge immer mehr Sonderfunktionen, die von einfachen Lokdecodern nicht mehr bedient werden können. Dampf- und Geräuschgeneratoren, Zusatz- und Signalleuchten und weitere Effekte sollen mitfahren, Spezialgeräte entsprechend ferngesteuert werden.

Dafür eignen sich spezielle Funktionsdecoder wie der in Abbildung 3 gezeigte FD4 von TAMS für das

Motorola-II-Format (Motorola-I-Format ist mit Einschränkungen nutzbar). Er erhält Spannung und Steuersignale wie der Lokdecoder über Radschleifer bzw. die Märklin-Punktkontaktschleifer und verfügt über sieben Schaltausgänge. Die können jeweils 500 mA schalten, insgesamt ist die maximale Stromabgabe dieses Decoders jedoch auf 1500 mA begrenzt. Für stromintensive Verbraucher sind, wie in der Abbildung 3 an den unteren beiden Ausgängen zu sehen, auch zwei Ausgänge parallel schaltbar und so mit bis zu 900 mA belastbar.

Die Ansteuerung erfolgt dabei über die Motorola-typischen Funktionen „function“ und die Sonderfunktionen F1 und F2. Die Sonderfunktionen F3/4 sind hier nicht verfügbar. Mit „function“ ist die Beleuchtung richtungsabhängig schaltbar, und mit F1 und F2 kann man Verbraucher wie z. B. einen Dampfgenerator schalten.

Im Motorola-I-Format ist die erwähnte richtungsabhängige Umschaltung ebenso nicht möglich wie das Schalten über F1 und F2. Die Adressierung erfolgt hier rein softwaremäßig über die Zentrale, es stehen 255 Adressen des Motorola-II-Systems zur Verfügung.

Starker Partner – Booster

Seine grundsätzliche Funktion haben wir ja schon einmal erwähnt – der Booster verstärkt die von der Digital-Zentrale ausgesandte Digitalspannung und ermöglicht so eine sicherere Spannungsversorgung sowohl der Fahrzeuge als auch des Zubehörs.

So kann man mit Hilfe eines Boosters

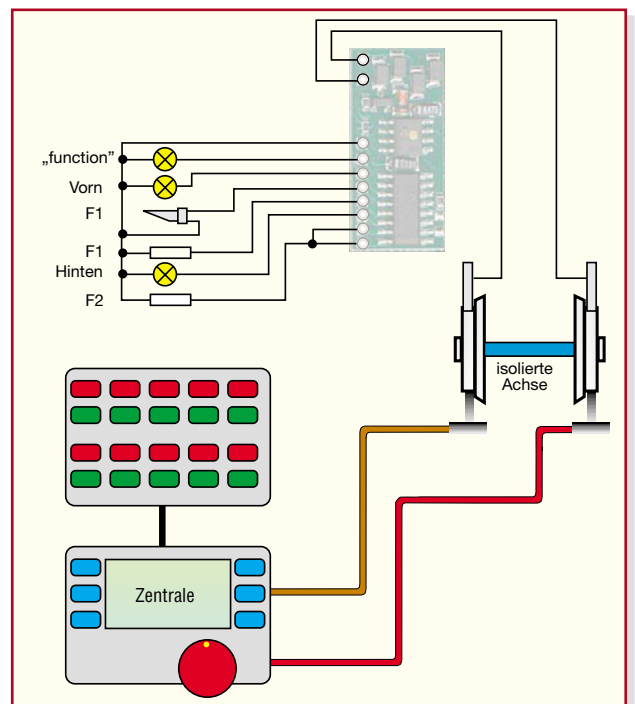


Bild 3: Der Funktionsdecoder erlaubt das digitale Ansteuern von zahlreichen Sonderfunktionen im Fahrzeug.

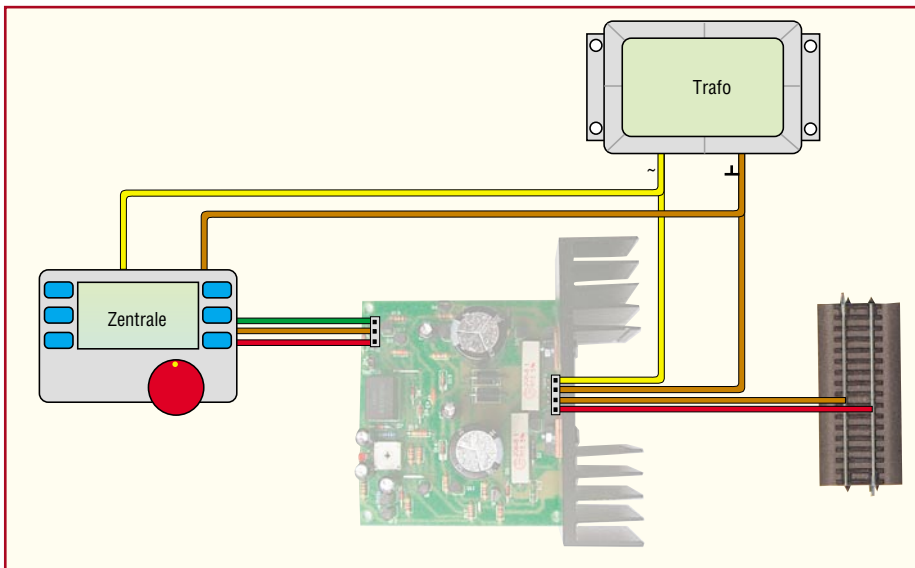


Bild 4: Der Booster sorgt für genügend Signalpegel an jedem Punkt der Anlage.

sowohl den Strombedarf mehrerer Triebfahrzeuge auf einem Gleisstromkreis als auch die Zusatzstromaufnahme von weiteren Verbrauchern wie Weichenantrieben, Beleuchtungen etc. sichern und etwa Spannungsverluste durch mangelhafte Gleiskontakte an den Übergängen, hohe Belastung oder lange Leitungen ausgleichen. Ordnet man z. B. auf einer größeren Anlage, die man in mehrere Stromkreise unterteilt, alle paar Gleismeter einen Booster an, der gleichzeitig noch die nahe liegenden Weichen versorgt, wird man einen erheblichen Performance-Gewinn erleben – seltener an Übergängen oder Weichen in Langsamfahrt stehen bleibende Züge, stabile Beleuchtung und sicher schaltende Weichen und Signale sind das Resultat.

In Abbildung 4 ist ein solcher Booster, ebenfalls von TAMS, in typischer Beschaltung zu sehen. Er liefert bis zu 3 A, verfügt über eine einstellbare Abschaltstromstärke und einen Rückmeldeausgang für eine Abschaltung.

Da hier erhebliche Ströme walten und im Kurzschlussfall, etwa bei einer entgleisten Lok, schnell die bekannten „Schweißstellen“ entstehen können, verfügt der Booster über eine individuell einstellbare Strombegrenzung. Wird der einmal für den Betriebsfall im versorgten Abschnitt eingestellte Maximalstrom überschritten, erfolgt ein Abschalten des Abschnitts und eine Meldung an die Zentrale. Mit einem Taster lässt sich der Strom wieder einschalten. Den kann man auch zentral für mehrere Booster verwenden und muss somit nach der Beseitigung eines Kurzschlusses nicht nach dem zuständigen Rückstelltaster suchen.

Der Booster ist übrigens nicht an ein bestimmtes Digitalsystem gebunden, er kann also sowohl im Motorola- als auch im DCC-System eingesetzt werden.

Vorbildgerecht fahren

Das ist das erklärte Ziel jedes Modell-

eisenbahners – beim Vorbild geht ja das Anhalten auch nicht auf einen Schlag vor sich. Und im Rangierbahnhof, an der Baustelle oder an bestimmten Punkten wird hier nun einmal langsam gefahren. Damit man dazu nicht jedes Mal gefühlvoll am Regler drehen muss, gibt es Automatikbausteine wie die DAB 1/2. Ersterer ist ein so genannter Anfahr- und Bremsbaustein, und der Zweite realisiert eine automatische Langsamfahrtstrecke. Eine Beschaltungsvariante dieser Bausteine ist in Abbildung 5 zu sehen.

Langsam ans Signal heran

Der DAB 1 realisiert auf einem vom übrigen Gleisnetz getrennten Gleisabschnitt das automatische Verlangsamen der Fahrt ab einem bestimmten Punkt, z. B. typischerweise an einem Vorsignal, das ein geschlossenes Hauptsignal ankündigt, und das automatische Halten vor geschlossenem und ebenso automatische Anfahren bei geöffnetem Hauptsignal.

Die drei Kontakte „Signal“, „Brems“ und „Stopp“ sind jeweils das Schaltsignal

des Hauptsignals („Signal“) und der Gleiskontakte, die z. B. am Vorsignal („Brems“) und vor dem Hauptsignal („Stopp“) anzuordnen sind. Fährt die Lok bei geschlossenem Hauptsignal auf dieses zu, erfolgt ab Auslösung von „Brems“ eine langsamere Weiterfahrt mit der Fahrstufe 4 bis zum Auslösen des Kontakts „Stopp“. Hier hält die Lok an. Wird das Signal freigegeben, fährt die Lok ungehindert durch den Abschnitt. Das Ganze kann man u. a. auch für die Bahnhofseinfahrt einsetzen.

Langsam, langsam

Der DAB 2 realisiert eine typische Langsamfahrt über eine bestimmte Strecke. Hier werden die drei Schaltkontakte, z. B. als DIP-Schalter ausgeführt, nur zur Programmierung der Durchfahrtgeschwindigkeit eingesetzt. Damit ist eine von 8 Fahrstufen vorprogrammierbar.

Fährt die Lok in den vom DAB 2 überwachten Abschnitt ein, wird sie unabhängig von der Stellung des Fahrreglers an der Zentrale auf die programmierte Fahrstufe heruntergeschaltet. Nach Verlassen des Abschnitts nimmt die Lok wieder ihre vorherige Geschwindigkeit auf.

Zusätzlich ist eine Kurzschlusserkennung mit Abschaltung eines angeschlossenen Boosters integriert. Das hilft wirkungsvoll gegen Schäden an Schienen, Fahrzeug und Baustein.

Als Fazit unseres kurzen Exkurses durch die digitale Modellbahnsteuerung bleibt schließlich festzustellen, dass erstens Digitalisierung der Modellbahn recht einfach realisierbar ist und zweitens das Modellbahnfahren noch abwechslungsreicher und interessanter macht. Und auf lange Sicht gesehen, erhält der Modellbahner ein zuverlässiges, übersichtliches und einfach erweiterbares Steuerungssystem für seine Anlage. **ELV**

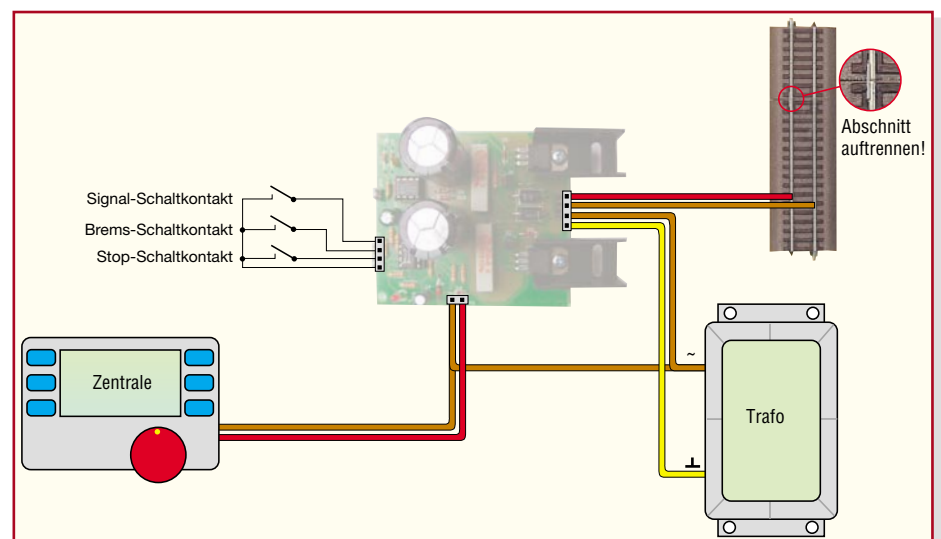
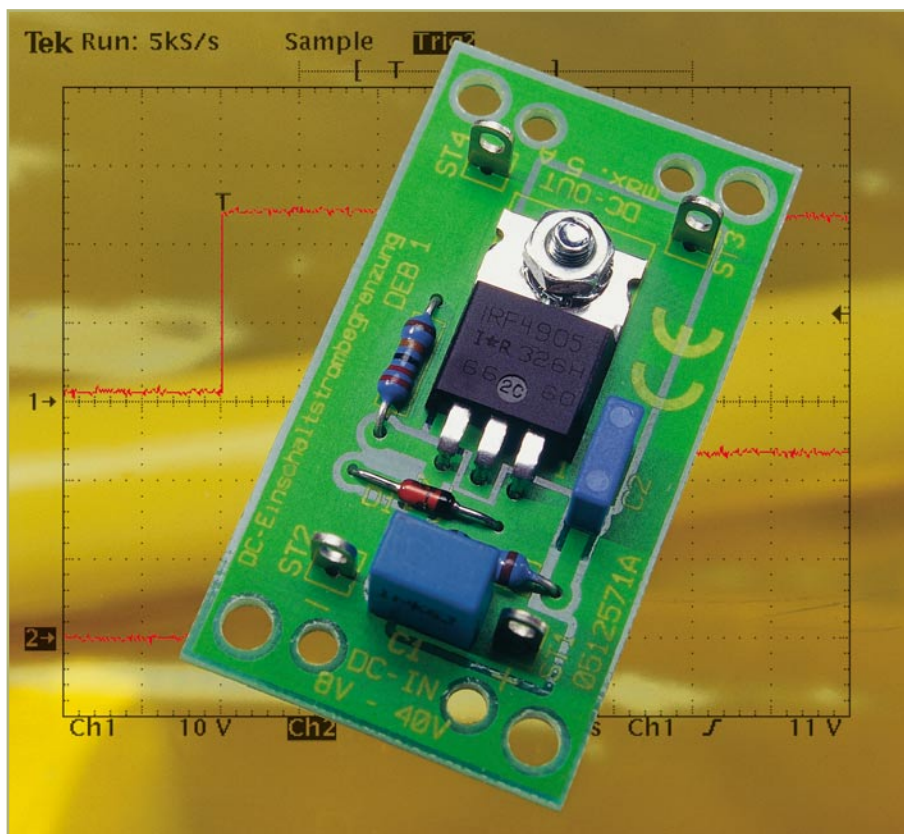


Bild 5: Mit dem DAB 1/2 ist vorbildgerechtes, automatisch gesteuertes Fahren auf der Anlage möglich.



DC-Einschaltstrombegrenzung

Schon beim Laden mittlerer Kondensatoren im Bereich von einigen 1000 μF fließen im Einschaltmoment Gleichströme von 100 A und mehr. Um die speisende Quelle im Einschaltmoment vor diesen hohen Pulsströmen zu schützen, ein Auslösen vorgeschalteter Feinsicherungen zu verhindern und um hohe Pulsbelastungen von Kondensatoren fern zu halten, kommt die DC-Einschaltstrombegrenzung DEB 1 zum Einsatz.

Allgemeines

Einschaltstrombegrenzer, auch als Einschaltoptimierer bekannt, sind in der Wechselstromtechnik weit verbreitet (z. B. ELV-Einschaltoptimierung für Großverbraucher bis 3600 VA, ELV-Best.-Nr.: 51-259-31). In stark ausgelasteten oder schwach dimensionierten Hausverteilungen kann das Einschalten eines größeren Verbrauchers den Sicherungsautomaten zum Auslösen bringen. Oftmals könnte die Sicherung den niedrigeren Betriebsstrom des Verbrauchers noch problemlos „halten“, den hohen Einschaltstrom, den z. B. motorbetriebene Geräte wie Winkelschleifer, Rasenmäher etc. besitzen, verkraftet der Automat aber nicht mehr und löst aus. Um hier

Abhilfe zu schaffen, schaltet man in die Netzzuleitung des Großverbrauchers eine Einschaltoptimierung. Diese begrenzt im Einschaltmoment den Strom so weit, dass der Sicherungsautomat nicht auslöst; danach wird die Strombegrenzung automatisch überbrückt, so dass der Verbraucher im laufenden Betrieb nichts von der vorgeschalteten Strombegrenzung merkt.

Genauso wie es dieses Problem auf der 230-V-Wechselstromseite gibt, kommt es auch geräteintern zu solchen hohen Einschaltströmen. Bei elektronischen Geräten, die intern hauptsächlich mit Gleichspannung versorgt werden, sind hier meist Kondensatoren für hohe Einschaltströme verantwortlich. Im Einschaltmoment wirkt ein Kondensator im Prinzip wie ein Kurzschluss, dessen Kurzschlussstrom von der

Güte (ESR = äquivalenter Reihenwiderstand) des Kondensators, der Leistungsfähigkeit der speisenden Quellen und der Impedanz der Verbindungsleitungen abhängt. So fließen bereits bei kleinen Kapazitäten im 1000- μF -Bereich Einschaltströ-

Technische Daten: DEB 1

Eingangsspannung:	..... 8–40 V _{DC}
Max. Laststrom:	..... 5 A
Anstiegszeit:	..... 10 ms bis 50 ms, typ. 13 ms @ 24 V
On-Widerstand:	..... max. 50 m Ω , typ. 20 m Ω @ 24 V
Verlustleistung:	..... max. 1 W @ 5 A, typ. 500 mW @ 24 V, 5 A
Anschlüsse:	..... Lötstifte
Abmessungen:	..... 48 x 26 x 13 mm

me im 100-A-Bereich – wohl nur für den Bruchteil einer Sekunde, aber teilweise schon lang genug, um u. U. entsprechende Feinsicherungen zum Auslösen zu bringen. Potenzielle Geräte mit solchen hohen geräteinternen DC-Einschaltströmen sind große, längseregelte Netzgeräte, Audio-Endstufen mit hoher Leistung usw. – im Prinzip jedes Gerät mit großen internen Kapazitäten.

Ein hoher Einschaltstrom hat prinzipiell für den Bediener primär erst keine negativen Auswirkungen. Der Geräteentwickler hat aber mit diesem Phänomen zu kämpfen: Zum einen muss er verhindern, dass eine vorgeschaltete Feinsicherung im Einschaltmoment auslöst, und zum anderen wirken sich hohe Pulsströme negativ auf die Lebensdauer von Kondensatoren aus. Das Auslösen der Feinsicherung lässt sich natürlich dadurch verhindern, indem einfach der Sicherungswert erhöht wird, dann ist aber die Schutzfunktion der Feinsicherung für den laufenden Betrieb nicht mehr gegeben. Somit ist in vielen Schaltungen eine Einschaltstrombegrenzung für einen DC-Zweig die einzige Möglichkeit, beide Vorgaben zu erfüllen.

Funktionsprinzip

Im Prinzip beruht die Funktion einer DC-Einschaltstrombegrenzung darauf, dass ein im Stromweg liegender Widerstand den Strom im Einschaltmoment begrenzt und dieser Widerstand anschließend im stationären Betrieb durch einen Kurzschluss ersetzt wird. Für den Gleichspannungsbereich bietet sich hierzu die Verwendung eines FET (Feld-Effekt-Transistor) förmlich an. Vereinfacht lässt sich ein FET als steuerbarer Widerstand darstellen, der seinen Widerstandswert stufenlos zwischen einigen Giga- bzw. Megaohm im hochohmigen Zustand und einigen Milliohm im niederohmigen Zustand ändern kann. Die „Kunst“ besteht nur noch darin, den FET entsprechend anzusteuern, damit sein Drain-Source-Widerstand dem geforderten Verlauf folgt: Direkt nach dem Anlegen der Spannung muss der FET seinen Widerstandswert langsam verkleinern, bis er nach einigen Millisekunden zu einem Quasi-Kurzschluss geworden ist. Der anfänglich hohe Widerstand begrenzt den Stromfluss dann wie ein normaler ohmscher Vorwiderstand.

Wie eine solche Einschaltstrombegrenzung wirkt, zeigen die Abbildungen 1 und 2. Hier sind typische Spannungs- und Stromverläufe im praktischen Einsatz zu sehen. Im Bild 1 ist unten die verzögerte und nur langsam ansteigende Ausgangsspannung zu sehen, oben im Vergleich dazu die schnell ansteigende Eingangsspannung an der DC-Einschaltstrombegrenzung. Die

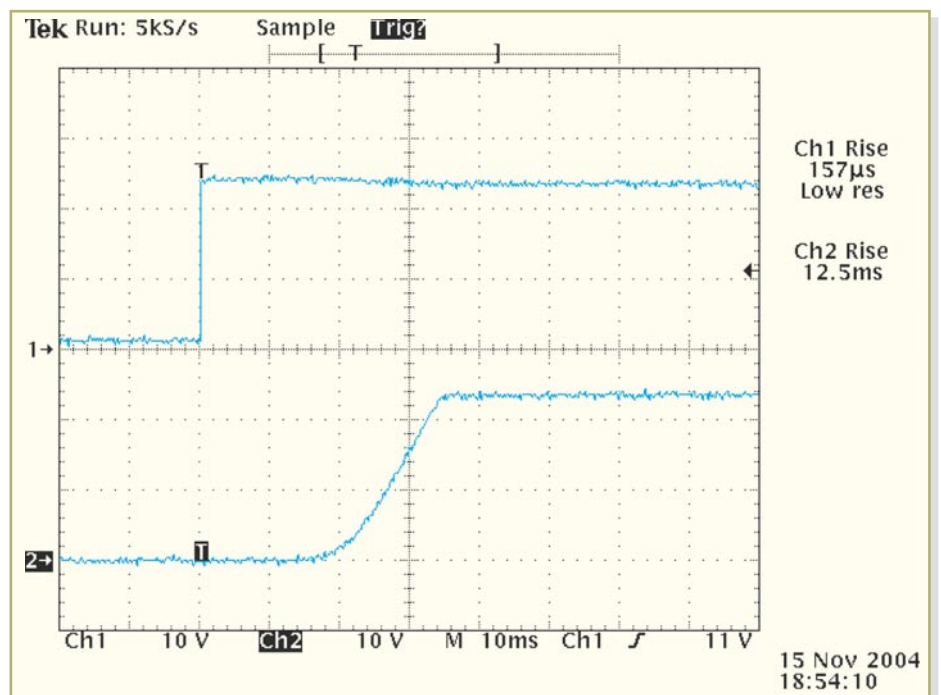


Bild 1: Typischer Verlauf einer Ein- und Ausgangsspannung, oben ohne Einschaltstrombegrenzung, unten mit Einschaltstrombegrenzung

Anstiegszeit der Ausgangsspannung ist beim DEB 1 in gewissem Maß von der angelegten Eingangsspannung und der verwendeten Last abhängig. Das Oszillogramm zeigt den Spannungsverlauf bei 24 V Eingangsspannung und einem ohmschen Laststrom von 2,5 A. Hier ergibt sich eine Anstiegszeit von 12,5 ms. Auf den ersten Blick scheint die Verzögerung nicht besonders groß zu sein, doch für die meisten Anwendungen ist dies mehr als ausreichend.

Wie sich eine solche Verzögerung auf

die Stromaufnahme bei einer stark kapazitiven Last auswirkt, zeigt Abbildung 2. Hier ist oben der Stromverlauf ohne eine Einschaltstrombegrenzung zu sehen; der untere Graph zeigt die Stromaufnahme bei derselben Last, nur mit vorgeschalteter DC-Einschaltstrombegrenzung. Die Skalierung in der vertikalen Achse ist dabei 50 A/DIV. Hier ist sehr gut die Wirkung in der Praxis zu erkennen: Der Stromstoß im Einschaltmoment ist von ca. 125 A ohne Begrenzung auf ca. 40 A mit eingebauter DEB 1 zurückgegangen.

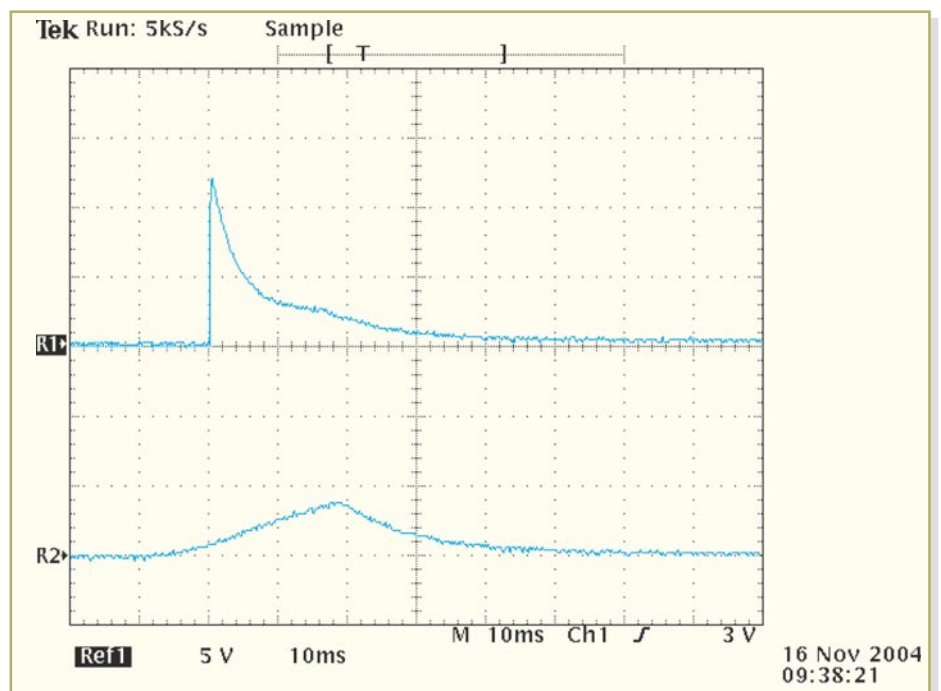


Bild 2: Typische Verläufe der Stromaufnahme bei einer großen kapazitiven Last, oben ohne Einschaltstrombegrenzung, unten mit Einschaltstrombegrenzung

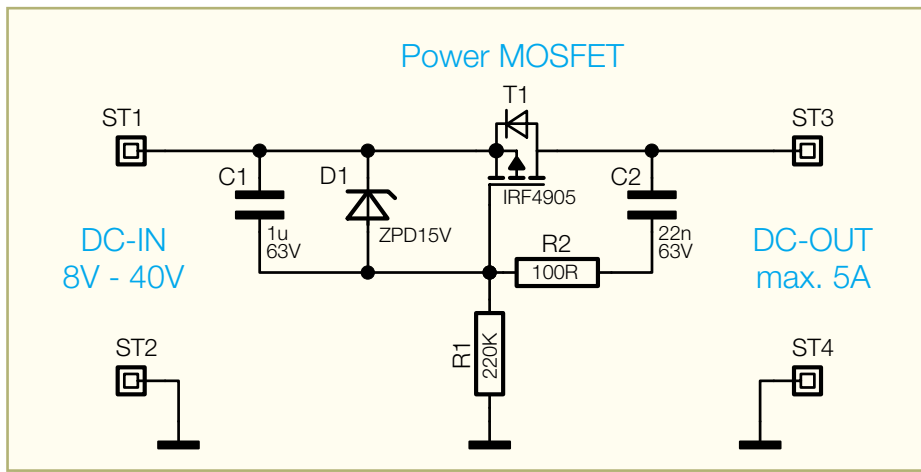


Bild 3: Schaltbild der DC-Einschaltstrombegrenzung

Schaltung

Das Besondere an dieser kleinen Schaltung ist die sehr geringe Anzahl an Bauteilen. Abbildung 3 zeigt das Schaltbild. Wie schon erwähnt, übernimmt ein FET das langsame Ein- und Ausschalten der Gleichspannung. T 1 ist ein MOS-FET (Metall-oxid-FET) vom Typ IRF4905, ein so genannter HEXFET® vom Hersteller International Rectifier. Die Steuerkennlinie dieses (enhancement mode) P-Kanal-MOS-FET zeigt Abbildung 4. Typisch für einen solchen FET ist die Tatsache, dass er bei einer Gate-Source-Spannung von 0 V sperrt, d. h. hochohmig ist. Wird die Spannung nun negativ, d. h. die Gate-Spannung wird kleiner als die Source-Spannung, beginnt der FET ab der so genannten Pinch-off-Voltage (Schwellenspannung) zu leiten. Beim IRF4905 liegt dieser Wert laut Datenblatt zwischen 2,0 V und 4,0 V.

Um nun ein langsames Einschalten des MOS-FETs zu erreichen, darf die Gate-Source-Spannung nur sehr langsam negativer werden. Die einfachste Methode, eine sich langsam, aber stetig ändernde Span-

nung zu erzeugen, ist eine RC-Schaltung. In dieser Schaltung ist prinzipiell die RC-Kombination aus C 1 und R 1 für das langsame Absinken der Gate-Spannung verantwortlich – der Einfluss der RC-Kombination aus R 2 und C 2 kann für die anfängliche Betrachtung vernachlässigt werden. Vereinfacht lässt sich der Verlauf der Gate-Spannung wie folgt herleiten:

Im Einschaltmoment ist der Kondensator C 1 ungeladen, d. h. die Spannung zwischen den Anschlüssen ist 0 V, der Kondensator ist prinzipiell ein Kurzschluss. In diesem Moment ist somit Gate-Spannung gleich Source-Spannung ($U_{GS} = 0 \text{ V}$), der FET sperrt. Über den Kondensator C 1 und den Widerstand R 1 fließt nun ein Strom vom Source-Anschluss (DC-Eingang) zur Masse, der den Kondensator langsam auflädt. Das Laden des Kondensators bewirkt nun eine langsam ansteigende Kondensatorspannung, die im gleichen Maße ein Absinken der Gate-Spannung zur Folge hat. Wenn nun die Kondensatorspannung den Pinch-off-Wert des FETs erreicht hat, beginnt der FET zu leiten, d. h. er verringert seinen Drain-Source-Widerstand von einigen Megaohm in den Ohm-

Bereich – die Ausgangsspannung steigt dabei langsam an.

Mit langsam immer weiter sinkender Gate-Source-Spannung verkleinert sich der Drain-Source-Widerstand, die Ausgangsspannung steigt weiter langsam an.

Ab ca. -10 V U_{GS} geht der FET in die Sättigung, d. h. der Drain-Source-Widerstand ist auf seinen Minimalwert von ca. 10 mΩ gesunken. Der Ladevorgang des Kondensators wird dadurch allerdings nicht beeinflusst, so dass die Gate-Source-Spannung weiter ansteigt. Zum Schutz des FETs vor Gate-Source-Spannungen kleiner -20 V begrenzt die parallel zum Kondensator liegende Z-Diode die Spannungsdifferenz auf ca. 15 V.

In Abbildung 5 sind diese Spannungsverläufe nochmals dargestellt. Dieses Ergebnis einer Spice-Simulation zeigt die oben beschriebenen Abläufe nochmals genau: Die blau dargestellte Eingangsspannung (Source-Spannung) steigt sprunghaft an. Damit verbunden springt auch die Gate-Spannung (violett) auf gleiches Potenzial, entsprechend ist die Differenz Gate-Source (rot) im ersten Augenblick 0 V. Damit sperrt der FET, und die Ausgangsspannung (Drain-Spannung) – hier grün dargestellt – ist noch 0. Das dann beginnende Laden des Kondensators sorgt für eine fallende Gate-Source-Spannung und entsprechend für ein fallendes Gate-Potenzial. In dieser Simulation beginnt der FET bei einer Gate-Spannung von ca. -3,8 V zu leiten – zu erkennen an der steigenden Ausgangsspannung (grün). Ab einer Spannung von ca. -4 V ist der FET dann bereits für den hier simulierten Lastfall quasi durchgesteuert. Im Verlauf der Gate- bzw. Gate-Source-Spannung ist das Plateau gut zu erkennen, das das Durchsteuern des FETs verlangsamt. Hierfür sind FET-interne Kapazitäten und die zweite RC-Kombination aus R 2 und C 2 verantwortlich.

Der Einfluss der RC-Kombination aus R 2 und C 2 ist etwas schwieriger zu erkennen. Im Einschaltmoment lädt sich C 2 im Vergleich zu C 1 quasi sofort auf den Betriebsspannungswert (z. B. 24 V) auf. Während C 1 langsam Ladung aufnimmt und die Kondensatorspannung steigt, entlädt sich der Kondensator C 2 entsprechend – er arbeitet also dem Absinken des Gate-Potenzials entgegen – zunächst aber nur wenig. Beginnt nun der FET zu leiten, steigt die Ausgangsspannung und damit auch das Potenzial an einem Kondensatoranschluss von C 2 an. Dieses bewirkt dann, dass sich der Kondensator schneller entlädt und mit dem dann fließenden erhöhten Entladestrom versucht, das Potenzial am Gate zu „stützen“. Damit verlangsamt sich der Abfall der Gate-Spannung. Das heißt, prinzipiell verzögert die Kombination R 2, C 2 den

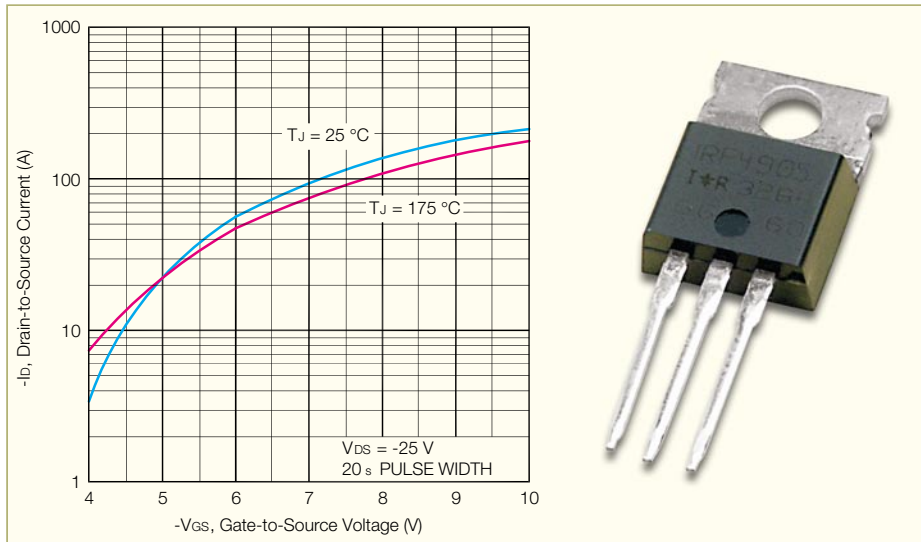


Bild 4: Steuerkennlinie IRF4905



Bild 5: Simulation verschiedener Spannungsverläufe zum DEB 1

Vorgang des Durchsteuerns des FETs nochmals. Damit ist diese kleine Schaltung der DC-Einschaltstrombegrenzung ausführlich beschrieben, und es folgen nun die Anmerkungen und Hinweise zum Nachbau.

Nachbau

Die gesamte Schaltung findet auf der 48 x 26 mm messenden Platine Platz. Alle Bauteile sind dabei in bedrahteter Bauform ausgelegt, was den Nachbau besonders einfach macht. Die Bestückung erfolgt in gewohnter Weise anhand des Bestückungsplans und der Stückliste.

Die Bestückungsarbeiten beschränken sich auf den Einbau der wenigen Bauteile. Zunächst sind die beiden Kondensatoren, die Widerstände und die Diode zu bestü-

cken. Zum Einbau des FETs muss dieser zunächst mechanisch befestigt werden. Dazu sind die Anschlussbeine im Abstand von ca. 2,5 mm um 90° nach hinten abzuwickeln. Nach dem Einsetzen des FETs erfolgt die mechanische Befestigung mit der von der Lötseite einzusetzenden M3x8-mm-Schraube und einer Mutter mit unterlegter Fächerscheibe. Erst dann sind die Anschlussbeine des FETs zu verlöten. Im letzten Schritt werden die 4 Lötstifte montiert und sorgfältig angelötet. Damit sind die Bestückungsarbeiten abgeschlossen.

Inbetriebnahme und Anschluss

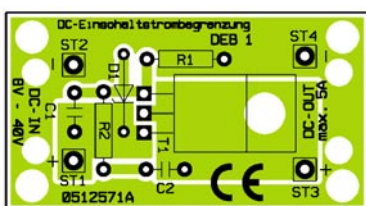
Auf eine separate Inbetriebnahme kann aufgrund der Einfachheit der Schaltung verzichtet werden. Die Funktion lässt sich am einfachsten direkt im praktischen Einsatz testen. Zum Anschluss der DC-Einschaltstrombegrenzung sind folgende Hinweise zu beachten:

Die korrekte Polung muss unbedingt sichergestellt werden. Ein Verpolen führt zu einer zur Zerstörung der Einschaltstrombegrenzung und kann zum anderen auch Beschädigungen der angeschlossenen Schaltungen nach sich ziehen, die ggf. zu sicherheitsrelevanten Gefährdungen führen können.

Der Anschluss der zu- und abgehenden Leitungen des Ein- und Ausgangs erfolgt über die Lötstifte. Vor dem sorgfältigen Anlöten müssen die Leitungen zunächst durch die unmittelbar vor dem Lötstift gelegene Bohrung gefädelt werden. Dies dient der Zugentlastung und hält mechanische Beanspruchungen von der Lötstelle fern.

Sind die elektrischen Verbindungen korrekt ausgeführt, muss die Platine noch mechanisch befestigt werden. Dazu besitzt diese vier 3,2-mm-Bohrungen in den Ecken.

Die Überprüfung der Funktion der Schaltung erfolgt dann sehr einfach mit Hilfe eines digitalen 2-Kanal-Oszilloskops. Mit Kanal 1, auf den auch getriggert wird, ist der Eingang zu überwachen, während Kanal 2 den Ausgang aufzeichnet. Im Single-Shot-Triggermode kann dann die Funktion verifiziert werden. Je nach Betriebsspannung und Last, stellt sich ein Spannungsverlauf wie in Abbildung 1 oder wie in der Simulation Abbildung 5 ein. Damit steht dem Einsatz dieser kleinen innovativen Schaltung nichts mehr im Wege. **ELV**



Ansicht der fertig bestückten Platine der DC-Einschaltstrombegrenzung mit zugehörigem Bestückungsplan

Stückliste: DC-Einschaltstrombegrenzung DEB 1

Widerstände:

100 Ω	R2
220 kΩ	R1

Kondensatoren:

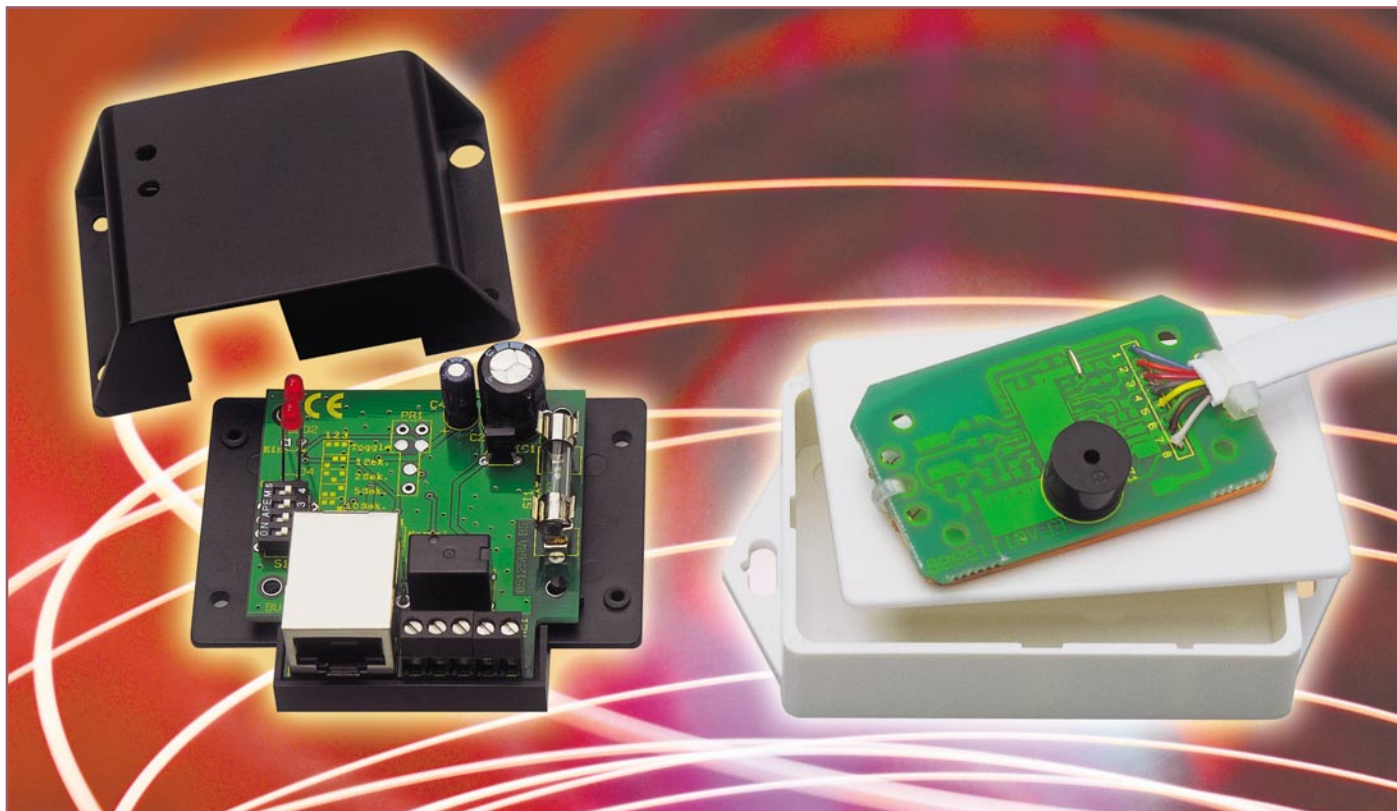
22 nF/63 V/MKT	C2
1 µF/63 V/MKT	C1

Halbleiter:

IRF4905	T1
ZPD15 V/0,4 W	D1

Sonstiges:

Lötstift mit Lötöse	ST1–ST4
1 Zylinderkopfschraube, M3 x 8 mm	
1 Mutter, M3	
1 Fächerscheibe, M3	



Passiv-Transponder-Schaltmodul

Das Passiv-Transponder-Schaltmodul PTS 100 dient zur berührungslosen Identifikation und somit zur Zutrittskontrolle mit „elektronischen Schlüsseln“ in Form von Passiv-Transpondern. Bis zu 99 unterschiedliche Transponder können hierbei gleichzeitig eine Schaltberechtigung erhalten, wobei die Schaltung wahlweise als einstellbares Zeitrelais oder im Toggle-Mode arbeiten kann.

Allgemeines

Passiv-Transponder in Form von Schlüsselanhängern oder im Scheckkartenformat sind mittlerweile weit verbreitet und dienen zur Zeiterfassung in Betrieben oder regeln den Zugang z. B. zu Sicherheitsbereichen. Im Gegensatz zu mechanischen Schalt- oder Schließsystemen sind die hermetisch gekapselten Datenträger völlig verschleiß- und wartungsfrei. Es wird nicht einmal eine Batterie benötigt, da neben dem Datenaustausch auch die Energiezufuhr induktiv nach dem Transformatorprinzip erfolgt. Staub, Feuchtigkeit oder andere Umwelteinflüsse haben keinen Einfluss auf die Funktion oder Lebensdauer.

Neben der unübertroffenen Robustheit bieten Passiv-Transponder eine hohe Sicherheit, da im nichtflüchtigen Speicher

des Transponderchips eine 64-Bit-lange Identifikationsnummer gespeichert ist. Bei Verlust eines Transponders kann die

Technische Daten: Transponder-Schaltmodul PTS 100

Transponder-Typ:	64 Bit (Read only)
Trägerfrequenz:	125 kHz
Modulation:	Absorptions-Modulation (Manchester-Code)
Erfassungsabstand:	ca. 3 cm
Schaltberechtigte Transponder:	max. 99
Programmierung:	mit Master-Transponder
Potenzialfreies Ausgangsrelais:	Toggle-Funktion oder als Zeitrelais; 1 s, 2 s, 5 s, 10 s, 20 s, 60 s, 180 s
Schaltspannung:	max. 24 V
Schaltstrom:	max. 1 A
Spannungsversorgung:	8–16 V _{DC}
Stromaufnahme:	max. 100 mA

Tabelle 1: Codeaufbau eines 64-Bit-Transponders

1	1	1	1	1	1	1	1	1
9-Bit-Header 8 Bit kundenspezifische Information (D 00 bis D 03 sowie D 10 bis D 13) 32 Daten-Bits ermöglichen 4 Billionen Code-Kombinationen P 0 bis P 9 = Reihen-Paritäts-Bits PC 0 bis PC 3 = Spalten-Paritäts-Bits C = Stopp-Bit				D00	D01	D02	D03	P0
				D10	D11	D12	D13	P1
				D20	D21	D22	D23	P2
				D30	D31	D32	D33	P3
				D40	D41	D42	D43	P4
				D50	D51	D52	D53	P5
				D60	D61	D62	D63	P6
				D70	D71	D72	D73	P7
				D80	D81	D82	D83	P8
				D90	D91	D92	D93	P9
PC0	PC1	PC2	PC3	C				

Zutrittsliste gelöscht und neu angelegt werden.

Die Elektronik des Transponder-Moduls kann bis zu 99 Identifikationsnummern speichern und für diese die Zutritts- bzw. Schaltberechtigung freigeben. Der Mikrocontroller prüft, ob die Identifikationsnummer des Transponders im Erfassungsbereich der Leseinheit mit einer gespeicherten Information übereinstimmt. Bei Übereinstimmung wird entsprechend der Konfiguration das potentialfreie Schaltrelais angesteuert. Die Kontakte des Relais sind wahlweise als Öffner (NC) oder Schließer (NO) zu beschalten. Die Leseinheit wird über eine 8-polige Telefonleitung (mit Western-Modular-Stecker) mit der Mikrocontrollereinheit verbunden.

Selbst wenn die Leseinheit frei zugänglich ist, kann keine Manipulation erfolgen, da der Identifikationscode zum Vergleich in der Mikrocontrollereinheit gespeichert ist.

Zur Konfiguration des Transponder-Moduls dienen DIP-Schalter auf der Mikrocontroller-Platine. Dabei kann festgelegt werden, ob das Relais bei jeder Aktivierung den Schaltzustand dauerhaft ändern soll (Toggle-Mode) oder ob das Relais für eine von einer Sekunde bis 3 Minuten einstellbare Zeit anziehen soll und danach automatisch wieder den Ruhezustand annimmt.

Zur Spannungsversorgung des Transponder-Moduls kann eine unstabilierte Gleichspannung zwischen 8 V und 16 V mit 100 mAh Strombelastbarkeit dienen (z. B. Steckernetzteil).

Über ein 3 m langes Western-Modular-Kabel wird die Leseinheit mit der Auswerteelektronik (Mikrocontrollereinheit) verbunden.

Datenstruktur der Passiv-Transponder

In den Passiv-Transpondern ist eine 64-Bit-Information gespeichert, die dabei in 5 Gruppen aufgeteilt ist. Tabelle 1 zeigt den Code-Aufbau.

Die ersten 9 Bit sind maskenprogrammiert immer 1 und dienen als Header. Dann sind 10 Reihen-Paritäts-Bits (P 0 bis P 9) und 4 Spalten-Paritäts-Bits (PC 0 bis PC 3) vorhanden. Die Daten-Bits D 00 bis D 03 sowie D 10 bis D 13 enthalten kundenspezifische Informationen. 32 Daten-Bits erlauben 4 Billionen unterschiedliche Codekombinationen. Das Stopp-Bit (C) ist grundsätzlich auf logisch 0 gesetzt. Für die Datenübertragung wird der 125-kHz-Träger abhängig von den 64 Daten-Bits amplitudenmoduliert.

Bedienung und Funktion

Das Transponder-Schaltmodul kommt völlig ohne Bedienelemente aus, da nach der Konfigurierung und dem Speichern der schaltberechtigten Transponder in der „Zutrittsliste“ nur noch der Transponder im Erfassungsbereich der Lesespule zu halten ist. Wenn die 64-Bit-Information des Trans-

ponders mit einer abgespeicherten Information exakt übereinstimmt, wird die Schaltaktion ausgeführt.

Damit das Modul überhaupt auf schaltberechtigte Transponder reagieren kann, müssen die zugehörigen Identifikationscodes im Programmier-Mode in einer so genannten Zutrittsliste gespeichert werden. Damit diese Zutrittsliste nicht von Unbefugten verändert oder manipuliert werden kann, ist zum Programmieren des Systems ein „Master-Transponder“ erforderlich, der an einem sicheren Ort aufzubewahren ist. Nur durch „Vorzeigen“ dieses Transponders ist später der Programmier-Mode des Systems wieder aufrufbar und z. B. das Hinzufügen von einzelnen Transpondern möglich.

Nach dem ersten Anlegen der Betriebsspannung befindet sich die Schaltung automatisch im Programmier-Mode, wo zuerst das EEPROM initialisiert wird. Nach ca. 5 Sekunden kann dann der erste Transponder vor die Antenne der Leseinheit gehalten werden. Dieser Transponder wird als Master-Transponder abgelegt und ist nicht zum Schalten zu nutzen.

Alle weiteren Transponder, die eine Schaltberechtigung erhalten sollen, sind dann nacheinander in den Bereich der Erfassungsspule zu halten und werden vom System als Slave-Transponder abgespeichert. Die Abspeicherung jedes neuen Transponders wird mit 3 kurzen „Beeps“ an der Leseinheit und durch 3-maliges Blinken der „OK-LED“ an der Mikrocontrollereinheit angezeigt. Insgesamt sind vom System bis zu 99 Slave-Transponder speicherbar.

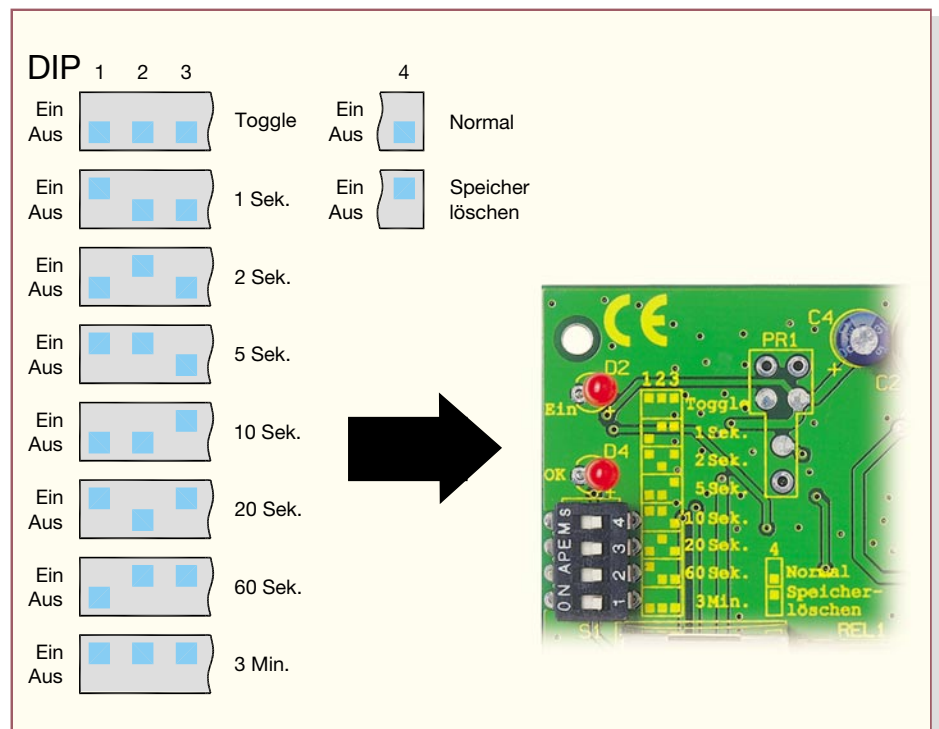


Bild 1: Einstellungsmöglichkeiten der Passiv-Transponderschaltung

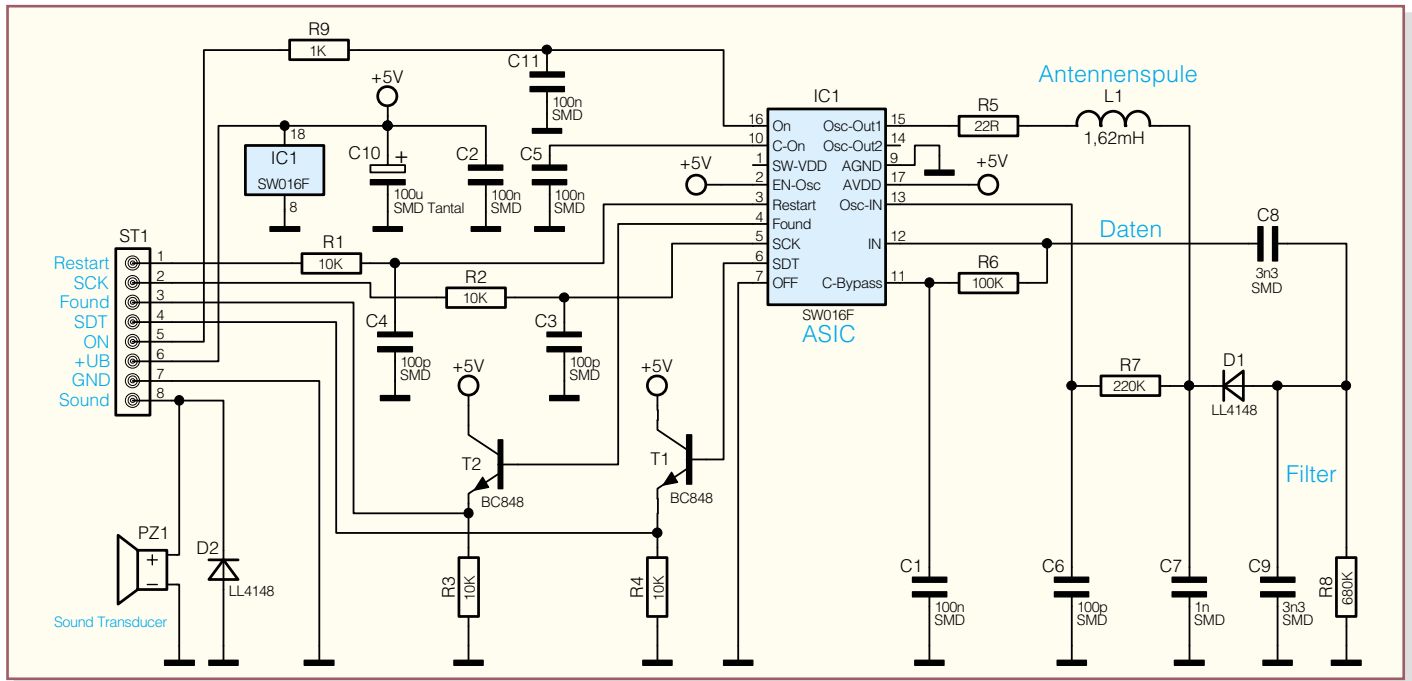


Bild 2: Schaltbild der Leseinheit

Ist ein vorgehaltener Transponder bereits abgespeichert, so wird dieser nicht noch einmal gespeichert, und es ertönt ein langer, tiefer Signalton.

Im Programmier-Mode führt kein Transponder zum Schalten des Ausgangsrelais.

Der Programmier-Mode wird automatisch verlassen, wenn 15 Sekunden kein Transponder in den Erfassungsbereich der Empfangsspule gehalten wird.

Das System ist damit betriebsbereit. Auch nach der ersten Konfiguration und Inbetriebnahme können jederzeit weitere Transponder hinzugefügt werden, solange in der Zutrittsliste noch nicht 99 Transponder gespeichert sind.

Um weitere Transponder abspeichern zu können, ist es erforderlich, den Master-Transponder in den Erfassungsbereich der Leseinheit zu halten. Sobald der Master-Transponder erkannt wurde, befindet sich das System wieder im Programmier-Mode, wie nach dem ersten Anlegen der Betriebsspannung. Bereits vorher gespeicherte Transponder bleiben natürlich beim Hinzufügen von weiteren Transpondern erhalten. Auch ohne Betriebsspannung bleibt die Zutrittsliste im nichtflüchtigen Speicher des Systems nahezu unbegrenzt (mindestens 10 Jahre) erhalten.

Gelöscht werden kann nur die gesamte Zutrittsliste, jedoch nicht einzelne Transponder. Dazu ist die Betriebsspannung abzuschalten, der DIP-Schalter DIP-4 in Stellung „Ein“ zu bringen und die Betriebsspannung wieder anzulegen. Mit einem langen Signalton bzw. einem langen Leuchtimpuls der LED „OK“ beginnt der Löschvorgang. Die Beendigung des Löschvorgangs wird danach in der gleichen Weise signalisiert.

Der DIP-Schalter DIP-4 ist wieder in die Ausgangsstellung zu bringen und das Speichern der schaltberechtigten Transponder kann von neuem beginnen. Auch der Master-Transponder kann nun neu bestimmt werden. Das Einlesen der neuen Transponder erfolgt dann wie bei der Erstinstallation.

Die Konfiguration des Schaltrelais erfolgt mit den DIP-Schaltern DIP 1 bis DIP 3. Wahlweise kann das Relais im Toggle-Mode arbeiten, oder es zieht für eine einstellbare Zeit an. Abbildung 1 zeigt die zur Verfügung stehenden Möglichkeiten.

Im normalen Betriebsmode werden zutrittsberechtigte Transponder durch ein kurzes und nicht berechtigte Transponder durch ein langes Quittungssignal angezeigt.

Schaltung

Die Schaltung besteht aus den Funktionsgruppen Leseinheit und Auswertelektronik (Mikrocontrollereinheit), wobei beide Schaltungsteile durch den Einsatz von hochintegrierten Schaltkreisen mit recht wenig Aufwand realisiert werden konnten. Zentrales Bauelement der Leseinheit ist ein hochintegriertes ASIC, das alle analogen und digitalen Baugruppen zum Auslesen der Transponder enthält. In der Auswertelektronik übernimmt ein Single-Chip-Mikrocontroller die Code-Auswertung, die Speicherverwaltung und die Steuerung des Schaltrelais.

Schaltung der Leseinheit

Die Schaltung der mit dem hochintegrierten ASIC-Baustein aufgebauten Leseinheit ist in Abbildung 2 zu sehen.

In diesem ASIC (IC 1) sind alle analogen und digitalen Baugruppen des Lese-systems integriert, so dass, abgesehen von zwei Treibertransistoren, nur noch wenige passive Komponenten erforderlich sind.

Das wichtigste externe Bauelement ist die Antennenspule, die mit C 7 einen Resonanzkreis bildet und auf ca. 125 kHz abgestimmt ist. Über den Oszillatorkreis (Pin 15) des ASICs wird der Schwingkreis angestoßen und mit Energie versorgt. Bei 5 V Betriebsspannung erhalten wir dann an C 7 eine Signalamplitude (Sinus) von mehr als 25 V_{ss}.

Sobald der auf Resonanz abgestimmte Codeträger in das Feld der Antennenspule gebracht wird, erfolgt die Energieversorgung. Der Codeträger schaltet daraufhin die Modulation für die zu übertragenden Daten (Identifikationscode) ein und belastet durch Absorptionsmodulation den Schwingkreis des Lesers im Datenrhythmus.

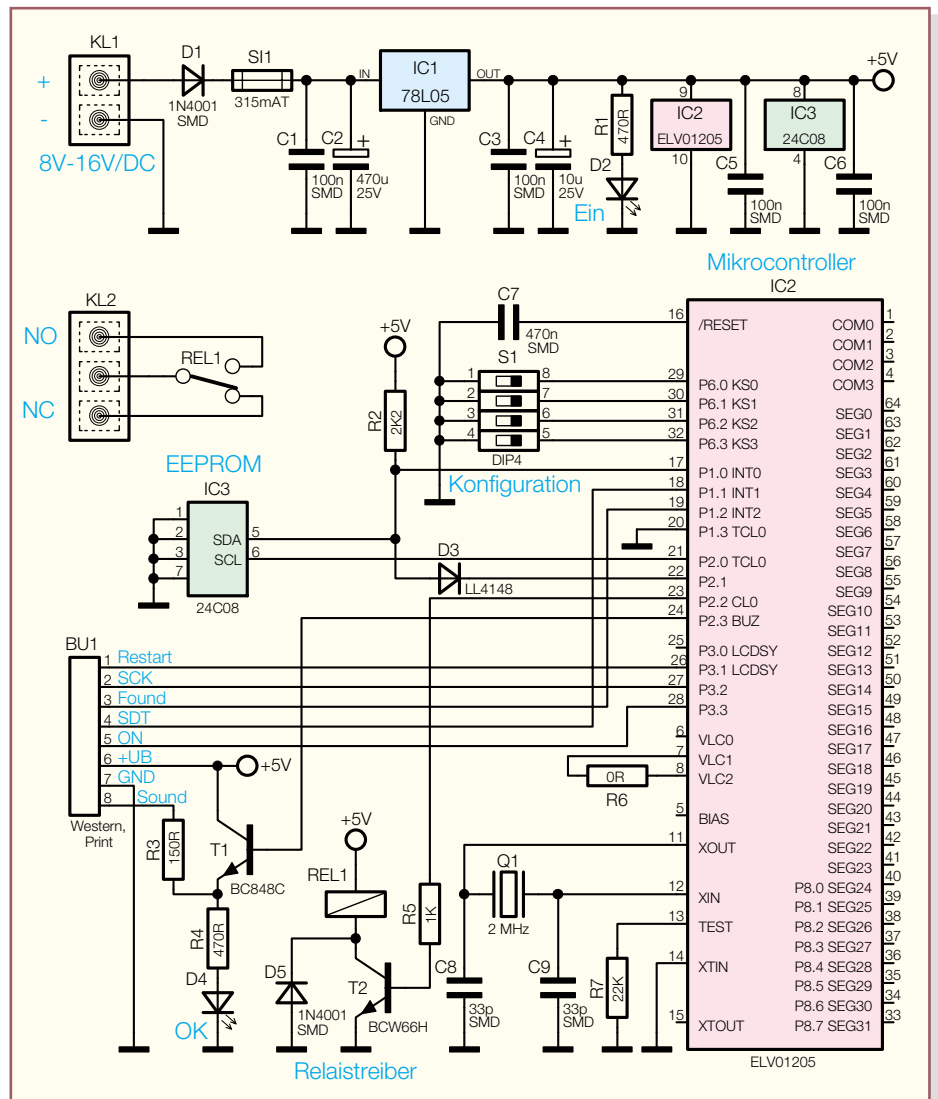
Dadurch erhalten wir bei der 125-kHz-Trägerfrequenz an C 7 im Datenrhythmus leichte Amplitudenschwankungen, die mit Hilfe der Bauelemente D 1, C 9 und R 8 ausgefiltert werden.

An der Anode von D 1 steht die reine Dateninformation zur Verfügung, die über C 8 auf den Demodulator-Eingang von IC 1 geführt wird. Chipintern wird dieses Signal nochmals gefiltert und zu einem reinen Digitalsignal aufbereitet.

Über dem mit R 6, C 1 aufgebauten Tiefpass liegt Pin 11 auf dem Gleichspannungsmittelwert des an Pin 12 anliegenden Signals. Die Rückkopplung des Oszillatorkreis erfolgt über R 7 auf Pin 13 des Chips.

Alternativ besteht beim SW 016 auch die

Bild 3: Schaltbild der Mikrocontrollereinheit



Möglichkeit, an Pin 13 ein externes Oszillatorsignal mit CMOS-Pegel zuzuführen.

In der linken Schaltungshälfte sind die digitalen Ein- und Ausgänge des ASICs zu sehen, die in erster Linie als Interface zum externen Mikrocontroller dienen. In unserem System werden die Signale On, Found, SCK, SDT und Restart genutzt.

Sobald das ASIC einen gültigen Identifikationscode detektiert hat, wechselt der Logik-Pegel am Found-Ausgang von Low nach High, und der Mikrocontroller der Basiseinheit kann mit dem Auslesen der Daten beginnen. Dazu wird der Lesetakt an SCK (Pin 5) angelegt und mit jeder Low-High-Flanke steht das nächste Daten-Bit an Pin 6 (SDT) zur Verfügung.

Nach dem Auslesen des letzten Daten-Bits wird das ASIC mit einem High-Impuls am Restart-Eingang (Pin 3) für den nächsten Code-Empfang vorbereitet. Gleichzeitig löscht dieses Signal den gespeicherten Identifikationscode im SW 016.

Im Bereich der Eingangssignale dient jeweils ein Tiefpass-Filter, aufgebaut mit R 1, C 4, R 2, C 3 und R 9, C 11 zur Störunterdrückung und die Ausgangssignale werden über die beiden als Emitterfolger arbeitenden Transistoren T 1 und T 2 ausgekoppelt.

Der akustische Signalgeber PZ 1 (Sound-Transducer) wird von der Mikrocontrollereinheit gesteuert und gibt bei einem schaltberechtigten Transponder einen kurzen Signalton ab, während nichtberechtigter Transponder durch einen langen Ton signalisiert werden.

Über die Mikrocontrollereinheit wird die Leseinheit mit Spannung (+5 V) versorgt, der Elko C 10 dient dabei zur allgemeinen Stabilisierung und C 2 verhindert direkt am ASIC hochfrequente Störeinkopplungen.

Die Leseinheit wird über ein 8-adriges Flachbandkabel mit der Mikrocontrollereinheit verbunden, deren Schaltungsbeschreibung nun folgt.

Schaltung der Mikrocontrollereinheit

Die Schaltung der Mikrocontrollereinheit konnte auch mit recht wenig Aufwand realisiert werden und ist in Abbildung 3 zu

sehen. Zentrales Bauelement ist hier der Single-Chip-Mikrocontroller IC 2, der alle wichtigen Aufgaben übernimmt. Von der Leseinheit werden die Identifikationscodes der Transponder im Erfassungsbereich der Lesespule zum Mikrocontroller übertragen und dieser nimmt daraufhin den Vergleich mit den Einträgen im EEPROM (IC 3) vor.

Im EEPROM (IC 3) sind die Identifikationscodes von allen schaltberechtigten Transpondern abgelegt, wobei die Kommunikation mit dem Mikrocontroller über Port 1.0, 2.0 und 2.1 erfolgt.

Die DIP-Schalter DIP 1 bis DIP 4 zur Konfiguration des Systems sind direkt mit Port 6.0 bis Port 6.3 verbunden. Da der Controller über interne Pull-up-Widerstände verfügt, ist hier keine weitere Beschaltung erforderlich.

Die Taktfrequenz des Systems wird vom 2-MHz-Keramik-Resonator Q 1 bestimmt, der direkt am chipinternen Oszillator (Pin 11, Pin 12) angeschlossen ist. Neben dem Resonator sind hier noch die beiden Kondensatoren C 8 und C 9 erforderlich.

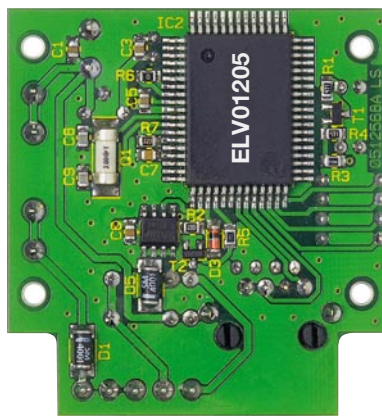
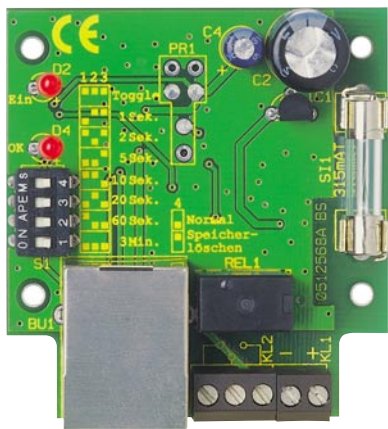
Die Verbindung der Mikrocontrollereinheit mit der Leseinheit erfolgt über die

Western-Modular-Buchse BU 1. Über diese Buchse wird auch die Leseinheit mit Spannung versorgt und der akustische Signalgeber PZ 1 angesteuert. Zur Kommunikation werden die Signale On, Found, SDT, SCK und Restart genutzt.

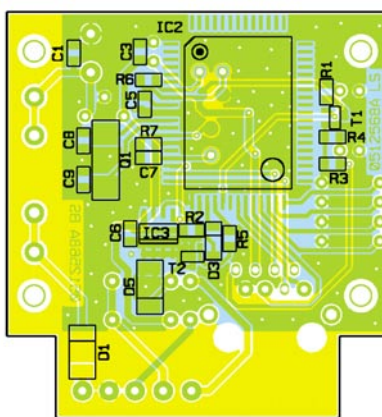
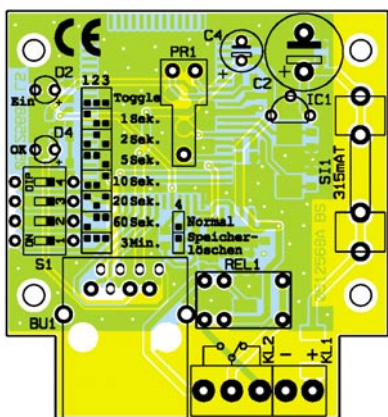
Eingeschaltet wird dabei das ASIC über Port 3.3, und der Takt zum Auslesen des ASICs steht an Port 3.2 zur Verfügung. Die von der Leseinheit kommenden Daten gelangen dann zum Port 1.1 des Mikrocontrollers. Mit dem von Port 3.1 kommenden Signal „Restart“ wird das ASIC für einen neuen Code-Empfang vorbereitet. Sobald der Controller einen gültigen Code von der Leseinheit detektiert, wird dies dem Mikrocontroller über die Found-Leitung an Port 1.2 mitgeteilt.

Bei Code-Übereinstimmung mit einer Eintragung in der Berechtigungsliste wird das potentialfreie Ausgangsrelais von Port 2.2 über den Transistor T 2 aktiviert. Die Freilaufdiode D 5 verhindert eine Gegeninduktionsspannung und schützt somit den Transistor T 2.

Die an KL 2 angeschlossenen Relaiskontakte sind wahlweise als Öffner oder Schließer zu nutzen.



Ansicht der fertig bestückten Mikrocontrollereinheit mit zugehörigem Bestückungsplan, links von der Bestückungsseite, rechts von der SMD-Seite



Der in der Leseinheit untergebrachte akustische Signalgeber und die Quittungs-LED D 4 werden über den Transistor T 1 von Port 2.3 gesteuert. R 3 dient dabei zur Anpassung der Signalamplitude und somit zur Lautstärkeanpassung.

Die recht einfache Spannungsversorgung des Transponder-Moduls ist in Abbildung 3 dargestellt. Erforderlich ist zum Betrieb der Schaltung eine unstabilierte Gleichspannung zwischen 8 V und 16 V, die z. B. von einem Steckernetzteil geliefert werden kann. Über die Verpolungs-Schutzdiode D 1 und die Feinsicherung S1 1 gelangt die Betriebsspannung direkt auf den Eingang des Spannungsreglers IC 1. C 2 dient dabei zur ersten Pufferung und C 1 zur Störunterdrückung.

Am Ausgang von IC 1 steht eine stabilisierte Spannung von 5 V zur Versorgung der gesamten Elektronik zur Verfügung. Während C 4 zur Unterdrückung von Schwingneigungen dient, zeigt die über R 1 mit Spannung versorgte Leuchtdiode D 2 die Betriebsbereitschaft an. Die Keramik-Kondensatoren C 3, C 5 und C 6 dienen zur hochfrequenten Störunterdrückung.

Nachbau

Da sowohl bei der Mikrocontrollereinheit als auch bei der Leseinheit SMD-Komponenten zum Einsatz kommen, ist zum praktischen Aufbau entsprechend Löterfahrung erforderlich. Dies gilt beson-

ders für den Mikrocontroller mit seinen 64 Anschlusspins und sehr geringem Pin-Abstand.

Ein LötKolben mit sehr feiner Lötspitze, dünnes SMD-Lötzinn sowie eine Pinzette zum Fassen der Miniatur-Bauelemente sollten unbedingt vorhanden sein. Des Weiteren ist eine Lupe oder Lupenleuchte sehr hilfreich. Bei einer sorgfältigen Arbeitsweise ist das Verarbeiten von SMD-Komponenten von Hand kein Problem.

Aufbau der Mikrocontrollereinheit

Zum Aufbau der Mikrocontrollereinheit steht eine doppelseitige Leiterplatte mit den Abmessungen 53 x 50 mm zur Verfügung, die beidseitig zu bestücken ist. Zuerst wird die SMD-Bestückung an der Platinenunterseite vorgenommen. Dabei beginnen wir gleich mit dem am schwierigsten zu verarbeitenden Bauteil, dem Single-Chip-Mikrocontroller.

Stückliste: Mikrocontrollereinheit

Widerstände:

0 Ω/SMD	R6
150 Ω/SMD	R3
470 Ω/SMD	R1, R4
1 kΩ/SMD	R5
2,2 kΩ/SMD	R2
22 kΩ/SMD	R7

Kondensatoren:

33 pF/SMD	C8, C9
100 nF/SMD	C1, C3, C5, C6
470 nF/SMD	C7
10 µF/25 V	C4
470 µF/25 V	C2

Halbleiter:

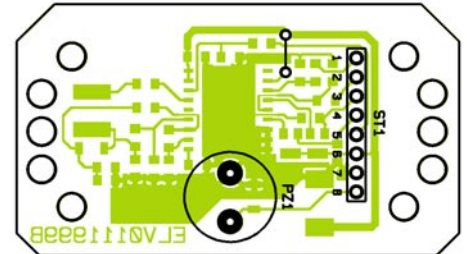
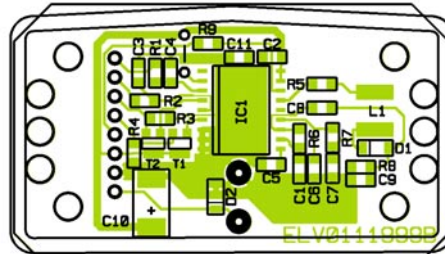
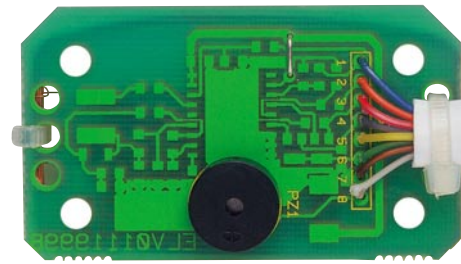
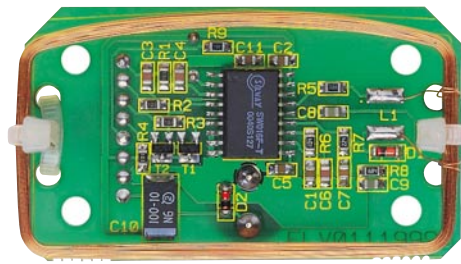
78L05	IC1
ELV01205/SMD	IC2
24C08/SMD	IC3
BC848C	T1

BCW66H	T2
SM4001/SMD	D1, D5
LL4148	D3
LED, 3 mm, rot	D2, D4

Sonstiges:

Keramikkresonator, 2MHz, SMD .. Q1	
Mini-Schraubklemmleiste,	
2-polig	KL1
Mini-Schraubklemmleiste,	
3-polig	KL2
Modulare Einbaubuchse, 8-polig,	
abgeschirmt	BU1
Minatur-Relais, 5 V/1 A, print ..	REL1
Mini-DIP-Schalter, 4-polig,	
liegend	S1
Sicherung, 0,315 A, träge	SI1
Platinensicherungshalter	
(2 Hälften), print	SI1

Ansicht der fertig bestückten Leseinheit mit zugehörigem Bestückungsplan, links von der Lötseite, rechts von der Unterseite



Dazu wird ein Lötpad an einer Gehäuseecke vorverzinnt, dann der Prozessor exakt positioniert und am vorverzinnten Lötpad angelötet (Einbaulage beachten). Wenn alle Anschlusspins exakt auf den zugehörigen Löt pads aufliegen, wird das komplette Bauteil verlötet. Sollte dabei versehentlich Löt zinn zwischen die Prozessoranschlüsse laufen, so ist das überschüssige Zinn am einfachsten mit Entlötlitze abzusaugen.

Im nächsten Schritt wird das 8-polige EEPROM in der gleichen Weise aufgelötet. Das IC-Gehäuse ist an der Pin 1 zugeordneten Seite leicht angeschragt.

Nach Auflöten der Transistoren T 1 und

T 2 sind die SMD-Widerstände und -Kondensatoren an der Reihe. Während bei den Widerständen der Wert direkt auf dem Gehäuse aufgedruckt ist (die letzte Ziffer gibt die Anzahl der Nullen an), sind SMD-Kondensatoren nicht gekennzeichnet. Um Verwechslungen vorzubeugen, sollten diese Bauteile daher erst direkt vor der Verarbeitung aus der Verpackung genommen werden.

Die SMD-Dioden D 1, D 3 und D 5 sind, wie bei der bedrahteten Variante, an der Katodenseite durch einen Ring gekennzeichnet.

Nach dem Einbau des 2-MHz-Keramik-Resonators Q 1 sind alle SMD-Bauelemente dieser Leiterplatte bestückt und wir können uns den bedrahteten Bauteilen an der Platinoberseite zuwenden.

Hier wird zuerst der Spannungsregler IC 1 eingelötet, gefolgt von den am Minuspol gekennzeichneten Elektrolyt-Kondensatoren.

Nach Abschneiden der überstehenden Drahtenden an der Platinenunterseite werden die beiden Hälften des Platinsicherungsalters eingelötet und gleich mit der zugehörigen Feinsicherung bestückt.

Im Anschluss hieran erfolgt die Bestückung des Schaltrelais REL 1, der Schraubklemmen KL 1 und KL 2, des 4fach-DIP-Schalters und der Western-Modular-Buchse. Beim Verlöten ist darauf zu achten, dass diese Komponenten plan auf der Platinenoberfläche aufliegen.

Zuletzt werden die beiden Leuchtdioden D 2 und D 4 eingelötet, die einen Leiterplattenabstand von 15 mm benötigen, gemessen von der LED-Spitze bis zur Platinenoberfläche.

Zuerst wird das an Pin 1 durch einen Punkt gekennzeichnete ASIC bestückt. Die Vorgehensweise ist dabei die gleiche wie bei der Bestückung der integrierten Schaltkreise der Mikrocontrollereinheit.

Alsdann sind die beiden SMD-Transistoren und, unter Beachtung der korrekten Polarität, die SMD-Dioden D 1 und D 2, aufzulöten, gefolgt von den passiven Widerständen und Kondensatoren.

Beim Elektrolyt-Kondensator C 10 ist die korrekte Einbauposition zu beachten (der Pluspol ist gekennzeichnet).

Eine Drahtbrücke ist an der Platinenunterseite erforderlich.

Die Antennenspule wird, wie auf dem Platinenfoto zu sehen ist, mit 2 Kabelbindern auf der Platinenoberfläche befestigt. Alsdann sind die Anschlussleitungen auf die erforderliche Länge zu kürzen, vorzuverzinne und an die zugehörigen Platinenanschlüsse entsprechend des Platinenfotos anzulöten. Das Telefon-Flachkabel mit Western-Modular-Stecker ist auf ca. 1,5 cm Länge von der äußeren Isolation zu befreien. Die Aderenden werden dann auf ca. 5 mm Länge abisoliert, verdreht und vorverzinnt. Unter Beachtung der korrekten Zuordnung der Steckerpins erfolgt dann der Anschluss an die Platinenanschlusspunkte 1 bis 8. Auch hier dient zur Zugentlastung ein Kabelbinder, wie auf dem Platinenfoto gezeigt.

Nachdem beide Leiterplatten vollständig bestückt sind, erfolgt eine gründliche Kontrolle hinsichtlich Löt- und Bestückungsfehler.

Danach kann ein erster Funktionstest erfolgen. Dazu sind die beiden Funktionsgruppen miteinander zu verbinden und an KL 1 die erforderliche Betriebsspannung anzuschließen. Nach erfolgreichem Test bleibt zuletzt nur noch der Einbau in die gewünschten Gehäuse und die Konfigurierung entsprechend den individuellen Wünschen.

ELV

Stückliste: Leseinheit

Widerstände:

22 Ω /SMD	R5
1 k Ω /SMD	R9
10 k Ω /SMD	R1–R4
100 k Ω /SMD	R6
220 k Ω /SMD	R7
680 k Ω /SMD	R8

Kondensatoren:

100 pF/SMD	C3, C4, C6
1 nF/SMD	C7
3,3 nF/SMD	C8, C9
100 nF/SMD	C1, C2, C5, C11
100 μ F/10 V/SMD/tantal	C10

Halbleiter:

SW016/SMD	IC1
BC848C	T1, T2
LL4148	D1, D2

Sonstiges:

Luftspule, 1,62 mH	L1
Sound-Transducer ST2, print	PZ1
3 Kabelbinder, 90 mm	
2 cm Schaltdraht, blank, versilbert	
3 m Telefonkabel mit Western-Modular-Stecker 8P8C, oval, weiß, 8-polig	

Aufbau der Leseinheit

Die Leseinheit besteht aus einer einseitigen Leiterplatte, die, abgesehen von Antennenspule und Signalgeber, ausschließlich mit SMD-Bauelementen bestückt wird.

Schwerpunkt-Projekte

Wirkleistungsmesser EM 1000-EM

Als weitere zusätzliche Komponente zum Energiemonitor EM 1000 wird der Wirkleistungsmesser EM 1000-EM vorgestellt. Das Messgerät eignet sich hervorragend zur schnellen Ermittlung der Leistungsaufnahme von Geräten mit 230-V-Netzanschluss. Der Wirkleistungsmesser ist lediglich in den gewünschten Stromkreis einzuschleifen, und schon werden die ermittelte Wirkleistung und die Energieaufnahme an den Energiemonitor EM 1000 oder an den Datenlogger EM 1000-DL mittels Funk übertragen.

Lithium-Ionen-Lademodul

Im Bereich der Ladetechnik haben sich die Lithium-Ionen- und insbesondere die Lithium-Ionen-Polymer-Akkus aufgrund der hohen Energiedichte schnell durchgesetzt und bereits einen hohen Marktanteil. Diese Akkus erfordern aber eine sehr präzise Ladetechnik und dürfen nur mit dafür konzipierten Ladegeräten geladen werden. Wir stellen ein Lademodul vor, mit dem sowohl 3,6-V- als auch 3,7-V-Zellen ladbar sind. Das Modul ist für bis zu 4 in Reihe geschaltete Zellen geeignet.

Druckluftschalter APS100

Mit dem Druckluftschalter lassen sich durch

eine Luftdruckerhöhung ausgelöste Schaltvorgänge realisieren. Erhöht sich der Luftdruck im Inneren des mit einem Schlauchanschluss versehenen Gerätes, so wird ein Relais-Schaltgang aktiviert bzw. ein FS20-Funkbefehl abgesetzt, der dann beispielsweise einen entfernten FS20-Funkschalter steuert.

HF-Leistungsmesser RFP 500

Die Leistungsmessung ist in der HF-Technik so elementar wie die Spannungsmessung in der Gleichstromtechnik.

Der HF-Leistungsmesser RFP 500 deckt einen Frequenzbereich von 1 MHz bis 1 GHz ab und ist in der Lage, Leistungen im Bereich von kleiner -30 dBm (<1 µW) bis hin zu +14 dBm (25 mW) zu messen.

Verschiedene Messfunktionen wie Minimal-/Maximalwert-Erfassung, Relativwert-Messung usw. runden die Features des kompakten Handmessgerätes ab, das mit einem abgesetzten 50-Ω-Abschlussmesskopf geliefert wird.

12-V-Schaltnetzteil für UP-Montage SPS 12UP

Dieses kleine Netzgerät ist für den Einbau in Standard-Schalterdosen, wie sie in der Hausinstallation üblich sind, vorgesehen.

Mit einer Ausgangsspannung von 12 V dient es zur Versorgung von 12-V-Gleichspannungsverbrauchern, die sonst üblicherweise über Steckernetzgeräte betrieben werden.

Der Unterputz-Einbau in einer Schalterdose sorgt für eine unauffällige Versorgung, die vor allem bei festinstallierter Technik, wie z. B. Video-Überwachungskameras, eine nahezu unsichtbare Spannungsversorgung erst möglich macht.

Akku-Lade-Center

ALC 8500 Expert/ALC 8000, Teil 2

Nachdem in dieser Ausgabe die Funktionen und Leistungsmerkmale der neuen Akku-Lade-Center ALC 8500 Expert und ALC 8000 vorgestellt wurden, folgt im zweiten Teil die ausführliche Beschreibung der Bedienung. Dank Grafikdisplay, Menüführung und Auswahl der Menüpunkte mit einem Drehimpulsgeber verfügen die neuen Ladegeräte über einen außergewöhnlichen Bedienungskomfort.

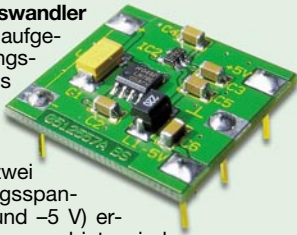
Markisensteuerung FS20 AMS, Teil 2

Der Vorstellung von Funktion und Schaltungstechnik der automatischen Markisensteuerung FS20 AMS folgt im zweiten Teil die Beschreibung des Nachbaus und der Installation.

Mini-Schaltungen

±5V-Spannungswandler

In SMD-Technik aufgebauter Spannungswandler, der aus einer positiven Eingangsspannung von 6 V bis 15 V zwei stabile Ausgangsspannungen (+5 V und -5 V) erzeugt. Anwendungsgebiete sind z. B. Schaltungen mit Operationsverstärker, die eine symmetrische Versorgungsspannung benötigen.



LED-Notlicht

Diese kleine Schaltung aktiviert automatisch ein Notlicht (bis zu 3 LEDs), wenn z. B. die Netz- bzw. Betriebsspannung ausfällt. Die Speisung bei Notbetrieb erfolgt über zwei Micro-Batterien.

Impedanzmessgerät für ELA-Anlagen

Das Low-Cost-Impedanzmessgerät dient zur Ermittlung von Impedanzen in 100-V-Lautsprecher-Systemen (ELA). Anhand der gemessenen Impedanz können z. B. Fehlerquellen lokalisiert oder aber auch die erforderliche Leistung für eine Lautsprecherlinie errechnet werden.

Infrarot-Distanz-Schalter

Der Infrarot-Distanz-Schalter basiert auf einem interessanten Modul von Sharp und ermöglicht die Entfernungsmessung im Bereich von 10 bis 80 cm mit Hilfe von Infrarotlicht. Bei der vorgestellten Applikation ist die gewünschte Schaltdistanz in diesem Bereich beliebig einstellbar.

Stereo-Basisverbreiterung SBV 1

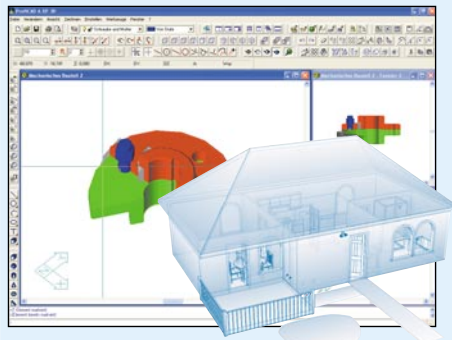
Der Stereo-Effekt geht bei vielen Anwendungen dadurch verloren, dass die beiden Lautsprecher zu dicht nebeneinander stehen. Vor allem bei Fernsehern und kleinen Kompaktanlagen tritt dieses Phänomen auf. Zur Klangverbesserung gibt es hier dann oft einen z. B. als „Stereo-Wide“ bezeichneten zuschaltbaren Raumklangeffekt. Mit der ELV SBV 2 lässt sich jedes Stereo-Audiosignal mit einem solchen Quasi-Raumklangeffekt verändern. Dabei ist die Intensität dieses Effektes stufenlos einstellbar.

Info-Serien

So funktioniert's:

CAD und 3D-Design für alle

Mit modernen Softwarelösungen stehen Ingenieuren, Architekten, aber auch Privatanwendern, Studenten und Auszubildenden relativ schnell erlernbare Visualisierungslösungen zur Verfügung, um Ideen, Konstruktionen, Gestaltungslösungen usw. realitätsnah zu veranschaulichen.



Wir stellen einige Programme aus diesem Bereich ebenso vor wie die Erstellung erster eigener Projekte.

Satellitenempfang, Teil 4

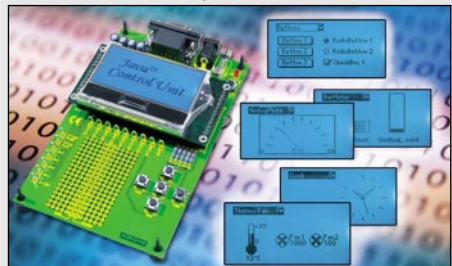
Das Eindringen geht weiter! Die effizienten Codierungsmethoden, der äußere und innere Fehlerschutz des derart „abgemagerten“ Datenstroms sowie die bei DVB-S praktizierten Übertragungsmethoden bilden die Schwerpunkte des vierten Teils unserer Serie. Eine Übersichtsdarstellung der charakteristischen Störungen und ihre Beschreibung durch Bitfehlerrate (BER) und Modulationsfehlerrate (MER) schließen dieses Kapitel ab.

Hightech für die Lebensrettung – Rauchmelder

Sie sind bald allgegenwärtig und retten im Ernstfall unser Leben – Rauchmelder sind unauffällige Hightech-Produkte für den Alltag. Welche Technik dahintersteckt, wie man sie richtig einsetzt und wie man geradezu unendlich große Alarmsysteme aufbauen kann, zeigt unser Artikel.

PC-Technik

Java™-Control-Unit, Teil 5



Mit dem nächsten Teil der Serie zur Java™-Control-Unit nimmt die Kontroll- und Anzeigeeinheit Kontakt nach außen auf – über das Schaltinterface JCU10 SI. Die Erweiterung stellt mehrere 230-V-Schaltgänge und Relaisausgänge zur Verfügung. Durch die Unterbringung in einem Hutschienen-Gehäuse wird die Java™-Control-Unit in Verbindung mit dem JCU 10 SI

zu einer kompakten Steuer- und Schalteinheit, die direkt im Schaltschrank untergebracht werden kann.

PC-Kabeltester PCK 100

Es gibt Kabel für viele unterschiedliche Anwendungen und fast jeder geht täglich damit um. Hierbei ist die Vielzahl an unterschiedlichen Steckverbindern und Leitungszahlen kaum zu überblicken, und Kabeltests sind mit einem normalen Durchgangsprüfer sehr mühsam.

Mit dem PCK 100 kann die Belegung von bis zu 40-poligen Kabeln sehr einfach ermittelt und bei Bedarf mit einer vorher gespeicherten Kabelbelegung verglichen werden. Die Steuerung des Gerätes und die grafische Darstellung des zu prüfenden Kabels erfolgen über einen per USB angeschlossenen PC. Beim PC-unabhängigen, mobilen Einsatz kann ein Referenzkabel angelehrt, gespeichert und mit weiteren Kabeln des gleichen Typs verglichen werden.