



# RGB-Farbwechsler für LEDs

## RGB 300

**Der RGB 300 steuert Mehrfarb-LEDs so an, dass sich deren nach dem additiven Farbmischprinzip erzeugte Farben entweder automatisch in einem einstellbaren Intervall ändern lassen oder sich eine Wunschfarbe manuell einstellen lässt. Die Schaltung ist für einen Ausgangsstrom von max. 1,5 A pro Kanal ausgelegt und kann damit sowohl einzelne LEDs, LED-Stripes oder auch RGB-LEDs in beachtlicher Anzahl ansteuern.**

### Licht nach Wunsch

Der RGB 300 kann mit seinen umfangreichen Möglichkeiten als „großer Bruder“ des sehr erfolgreichen RGB 100, der im „ELVjournal“ 4/2005 vorgestellt wurde, gelten. Sein leistungsfähiger Controller ermöglicht eine absolut individuelle Einstellung des Ambientes, das die angeschlossenen RGB-Leuchtdioden bzw. LED-Stripes erzeugen sollen. So erfolgt hier nicht nur ein automatischer, kontinuierlicher Farbwechsel durch das Farbspektrum der RGB-LED, der Farbwechsel kann auch an einer beliebigen Stelle angehalten werden. Das kann der RGB 100 auch. Neu am RGB 300 ist allerdings zum einen die Umschaltmöglichkeit auf manuelle Farbeinstellung – so kann man ganz gezielt und schnell ein bestimmtes Ambiente anwählen. Zum anderen ist hier die Helligkeit der angeschlossenen Leuchtdioden einstellbar, was eine weitere Komfortsteigerung einer solchen Steuerung darstellt. Und schließ-

lich kann der Farbwechsler eine Ausgangsleistung von bis zu 36 VA je Kanal liefern, hier sind also wirklich viele und leistungsfähige LEDs anschließbar.

Dass derartige Steuerungsmöglichkeiten einer Beleuchtung keine Technik-Spielerei sind, beweisen Einsatzgebiete wie z. B. Wellnessbereiche („Saunabeleuchtung“). Hier tragen Farbwechsel und bestimmte Beleuchtungsfarben wesentlich zum Entspannungseffekt bei. Entspannung für die Augen bietet auch eine Anwendung, wie sie Philips als „Ambi Light“ in seiner neuen Cineos-Flat-TV-Reihe integriert. Hier kann man eine Hintergrundbeleuchtung ganz nach Wunsch einstellen (Abbildung 1). Dieser hochmoderne Nachfahre der „Fernsehlampe“ entlastet die Iris-Muskulatur der Augen wesentlich, das Auge muss nicht mehr den in der Dunkelheit krassen Intensitätsunterschied zwischen hellem Bild und dunkler Umgebung verkraften. Und schließlich kann man die Hintergrundbeleuchtung auch auf die jeweilige Stimmung des Programminhalts einstellen.

Mit dem RGB 300 und bereits wenigen, leistungsfähigen RGB-Leuchtdioden kann man genau dies für sein vorhandenes Fernsehgerät relativ preiswert realisieren. Versieht man hier die LEDs mit entsprechenden Reflektoren, die die Wand hinter dem Fernsehgerät anstrahlen, sind ähnlich große und homogene Farbflächen erreichbar. Eine gegenüber den noch recht teuren RGB-LEDs preiswertere Lösung ist der Einsatz dicht nebeneinander positionierter LED-Stripes in den Grundfarben Rot, Grün und Blau, die z. B. eine helle Wandfläche oder

#### Technische Daten: RGB 300

Spannungsversorgung: ..... 12–24 V  
 Stromaufnahme (ohne Last): max. 20 mA  
 Ausgänge: ..... 3 x 1,5 A (R, G, B)  
 PWM-Frequenz: ..... ca. 250 Hz  
 Speed: 1 s bis 3 (6) min. (je nach Mode)  
 Helligkeit: ..... 0 bis 100 %  
 Farbton (bei RGB-LED):  
 manuelle Einstellung möglich  
 Abm. (Gehäuse): ..... 89 x 99 x 26 mm

eine halbtransparente, diffuse Leuchtenabdeckung anstrahlen. Hier kann man zu erschwinglichen Preisen auch größere Flächen beleuchten.

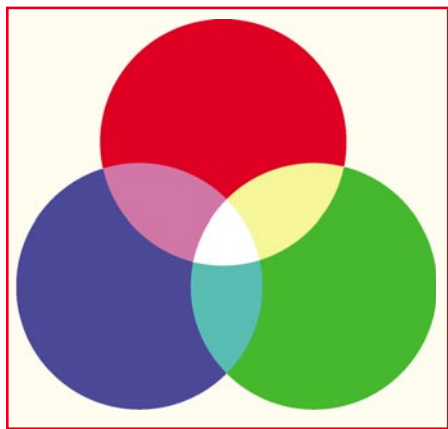
Um die RGB-300-Lichtsteuerung besonders bequem fernbedienen zu können, verfügt die Steuerung über die Möglichkeit, alle Bedienelemente auch extern anschließen zu können.

### Farbmischer

Wie erzeugt eine RGB-LED nun die einzelnen Farben, die wir letztlich sehen? Dazu muss man einen kurzen Ausflug in die Farbenlehre unternehmen. Ausführlicheres dazu können Sie im „ELVjournal“ 4/2005 im Artikel zum RGB 100 nachlesen.

Grundsätzlich unterscheiden wir zwischen der subtraktiven und der additiven Farbmischung.

Bei der subtraktiven Farbmischung, wie sie beim Drucken eingesetzt wird, werden Farbstoffe gemischt. Aus den drei Grundfarben Cyan, Magenta und Yellow entstehen durch Mischung fast alle druckbaren Farbtöne. Um ein sattes Schwarz zu erzielen, wird beim Drucken schwarze Farbe hinzugemischt. Jeder, der am Computer mit Zeichenprogrammen umgeht, kennt dieses Verfahren der Farbmischung.



**Bild 2: Additive Farbmischung**

Bei der additiven Farbmischung hingegen werden nicht „Farben“, sondern Lichtquellen mit den Farben Rot, Grün und Blau gemischt. Hier gilt im Gegensatz zur subtraktiven Farbmischung: je mehr Lichtquellen addiert werden, desto heller wird das Ergebnis. Wie sich dies in der Farberzeugung auswirkt, zeigt Abbildung 2. Dieses Prinzip wird z. B. bei der Bildröhre eines Fernsehers angewendet. Je nach Lichtintensität der einzelnen Grundfarben können so fast alle für das menschliche Auge sichtbaren Farben erzeugt werden. Wie dies auf einfache Weise realisierbar ist, zeigt Abbildung 3.

Bei einer RGB-LED sind drei LED-Chips, die die Grundfarben Rot, Grün und Blau abstrahlen, auf engstem Raum zu-



**Bild 1: Zu jeder Stimmung das richtige Licht – die neue Cineos-Flat-TV-Reihe von Philips erzeugt mit ihrer Ambi-Light-Funktion TV-Hintergrundfarben nach Wunsch. Quelle: Philips**

sammengesetzt und bilden so gegenüber Einzel-LEDs eine konstruktive Einheit (siehe Abbildung 4). Jeder Chip ist einzeln ansteuerbar. Strahlt man mit einer solchen LED eine helle Fläche oder einen Diffusor an, entsteht exakt das Lichtspektrum aus Abbildung 3.

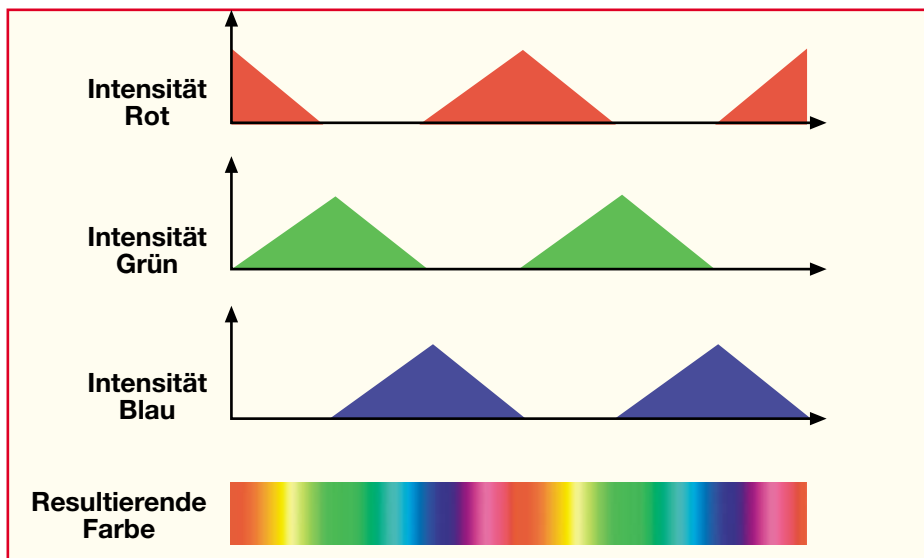
### Bedienung

Es wird zwischen zwei verschiedenen Betriebsarten unterschieden, die mit dem

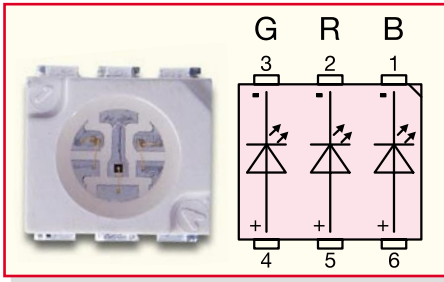
Schalter „Auto/Manuell“ ausgewählt werden:

### Automatik-Mode

Der Farbwechsel erfolgt automatisch, d. h., die drei Ausgänge werden entsprechend dem Signalverlauf in Abbildung 5 angesteuert. Die Geschwindigkeit ist mit dem Einsteller „Speed“ in einem Bereich von 1 Sek. bis 3 Min. (6 Min. bei Mode 2+3) variierbar. Welcher Mode (1 bis 3) aktiv sein soll, wird mit dem Taster „Mode“



**Bild 3: Der Zusammenhang zwischen den Intensitätsverläufen der RGB-Signale und dem resultierenden Farbverlauf**



**Bild 4: Aussehen und Anschlussbelegung einer RGB-LED im PLCC-Gehäuse**

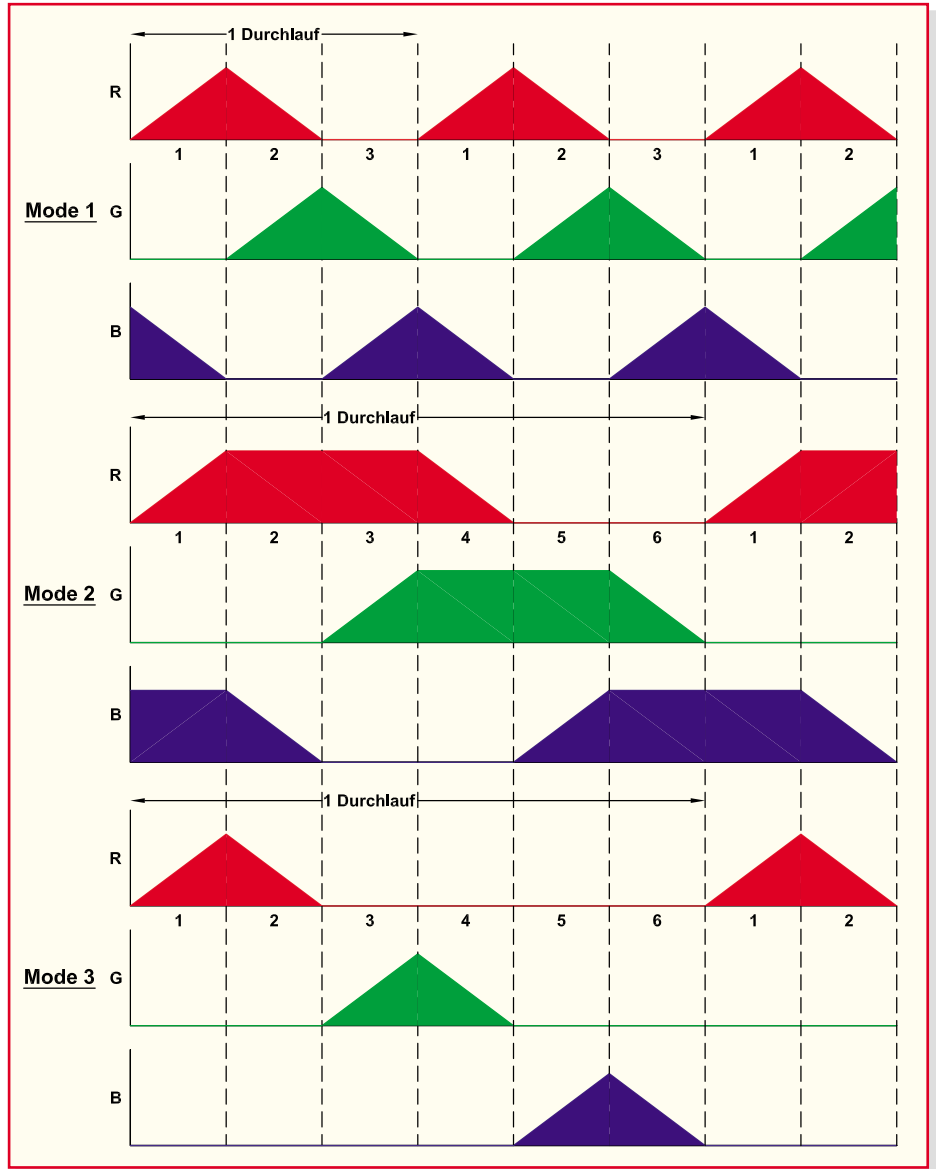
eingestellt. Hierzu muss die Taste länger als 0,4 Sek. gedrückt werden. Durch einen kurzen Tastendruck (<0,4 Sek.) auf „Mode“ werden hingegen alle Ausgänge abgeschaltet bzw. wieder eingeschaltet (Toggle-Funktion).

Mit der Taste „Start/Stop“ kann die Ablaufsequenz gestoppt oder wieder gestartet werden. Die aktuelle Position wird gespeichert, auch wenn die Betriebsspannung abgeschaltet wird.

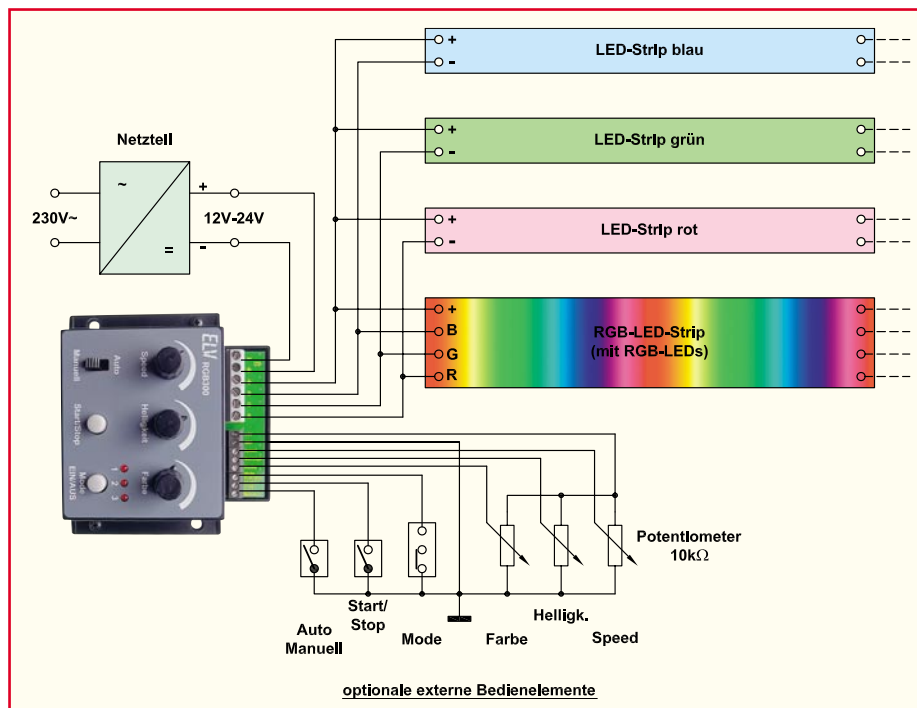
Die Helligkeit der LEDs lässt sich mit dem Einsteller „Helligkeit“ stufenlos von 0 bis 100 % einstellen, ohne dabei den Farbton zu verändern.

## Manueller Mode

Hier ist die automatische Farbfolge deaktiviert, d. h. der Einsteller „Speed“ und die Taste „Start/Stop“ haben keine Funktion. Der Farbton kann jetzt manuell mit dem Einsteller „Farbe“ eingestellt werden. Dreht man diesen Einsteller ganz auf Rechtsanschlag, wird automatisch auf die Farbe „Weiß“ gestellt, d. h. alle Ausgänge sind auf 100 % Intensität geschaltet.



**Bild 5: Signalverläufe der drei Modi**

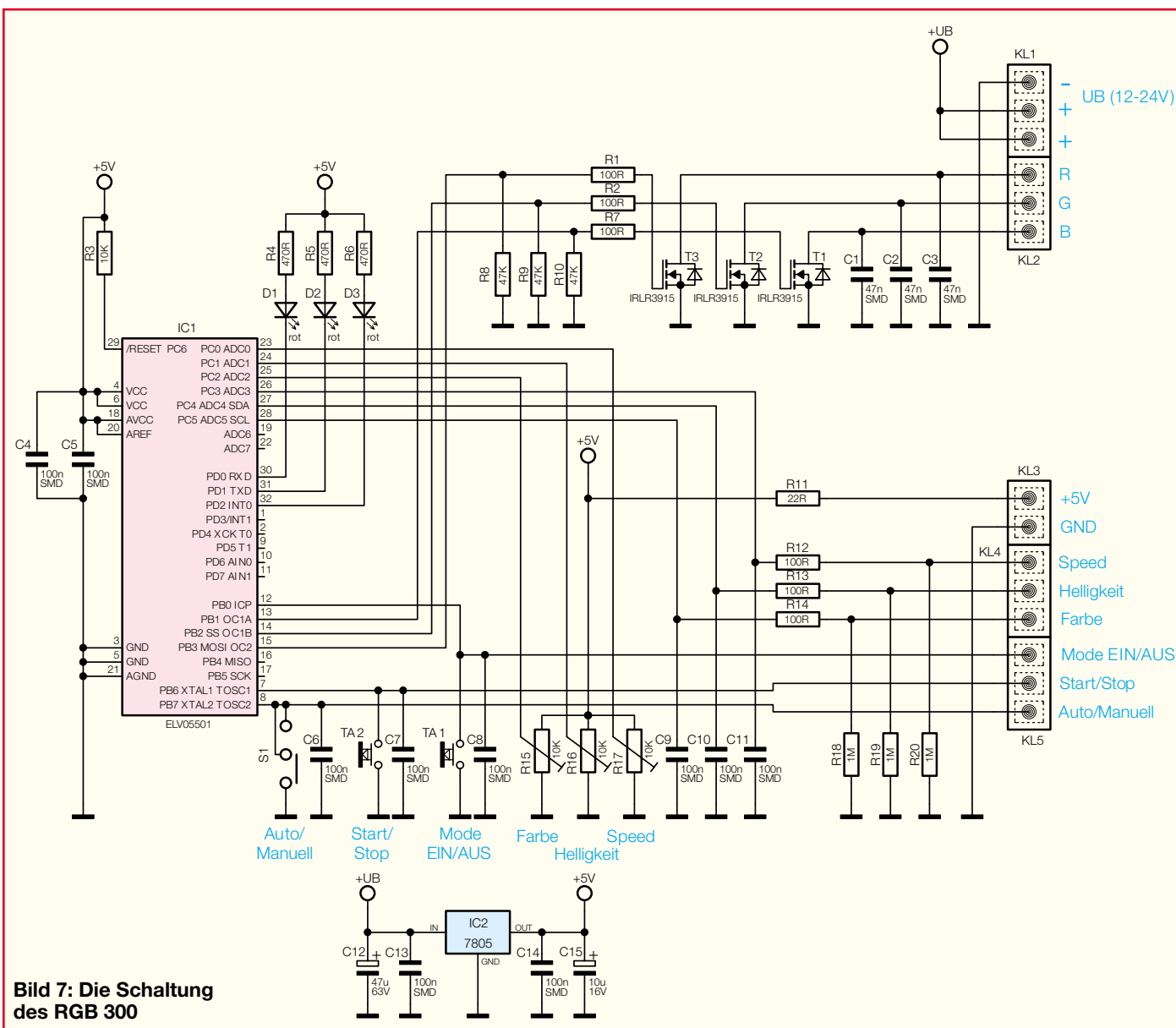


## Anschluss externer Bedienelemente

Über die Schraubklemmen KL 3 bis KL 5 auf der Platine sind alle Bedienelemente zusätzlich abgesetzt vom Gerät montierbar. Wie diese anzuschließen sind, ist in Abbildung 6 dargestellt. Dabei können dann interne und externe Bedienelemente parallel genutzt werden. Die Umschaltung der Potis erfolgt automatisch. Der Mikrocontroller erkennt, welches analoge Signal verändert wurde, und stellt dann z. B. automatisch auf den externen Einsteller für Helligkeit um. Wird danach am Gerät bedient, ist dieser Einsteller wieder aktiv.

**Hinweis:** Die momentane Konfiguration wird durch Betätigen einer der beiden Tasten im EEPROM gespeichert, und so

**Bild 6: Anschlussbeispiel für LEDs und externe Bedienelemente**



**Bild 7: Die Schaltung des RGB 300**

beim nächsten Einschalten (Anlegen der Betriebsspannung) wiederhergestellt.

### Schaltung

Das sehr übersichtliche Schaltbild des RGB 300 ist in Abbildung 7 dargestellt. Wie man aus der bisherigen Beschreibung schon vermutet haben wird, kommt die Schaltung nicht ohne einen Mikrocontroller (IC 1) aus.

Zur Spannungsversorgung von IC 1 muss die Eingangsspannung auf 5 V stabilisiert werden, diese Aufgabe übernimmt IC 2.

Die Peripherie rund um den Controller IC 1 dient zur Ankopplung der Ein- und Ausgänge. Die drei Leistungstransistoren T 1 bis T 3 sind MOSFETs, die durch ihren geringen  $R_{ds(on)}$  nicht gekühlt zu werden brauchen, da fast keine Verlustleistung entsteht. An den Anschlussklemmen KL 3 bis KL 5 können die beschriebenen externen Bedienelemente angeschlossen werden. Die internen und externen Taster bzw. Schalter sind dann parallel geschaltet, so

dass eine Bedienung sowohl am Basisgerät als auch extern möglich ist.

Für die Einstellung der analogen Werte (Helligkeit, Farbe und Speed) sind die drei Potis R 15 bis R 17 zuständig. Die eingestellten Spannungen der jeweiligen Potis werden vom Controller digitalisiert und ausgewertet. Die extern anzuschließenden Potis werden ebenfalls auf die Analog-Eingänge des Controllers geführt und ausgewertet. Eine Programmierung, welches Poti – ob nun intern oder extern – aktiv sein soll, ist nicht notwendig, da der Controller wie beschrieben immer das zuletzt verwendete Poti als „aktiv“ speichert. Wird z. B. das externe Poti bedient, ist das interne nicht mehr aktiv und umgekehrt.

Die drei LEDs D 1 bis D 3 dienen zur Anzeige des eingestellten Modus (1 bis 3) im Automatik-Betrieb.

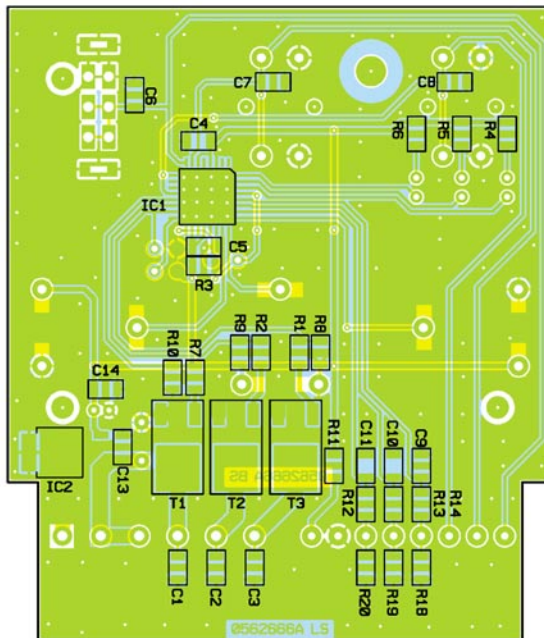
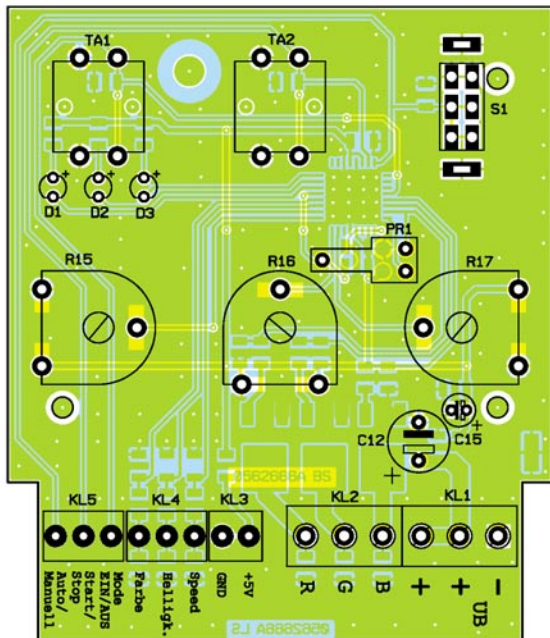
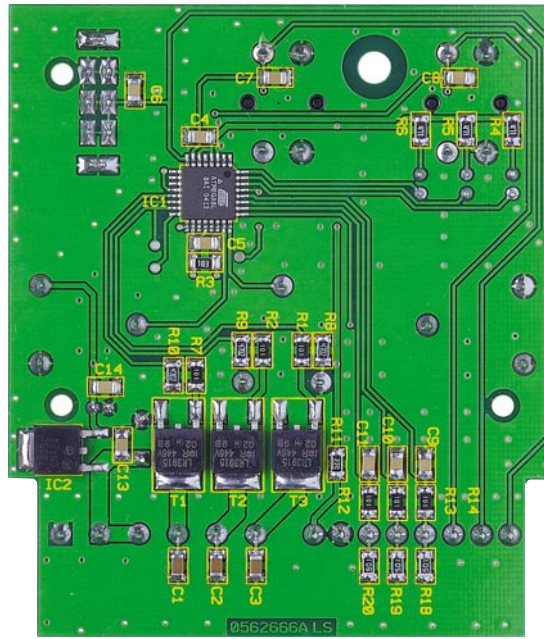
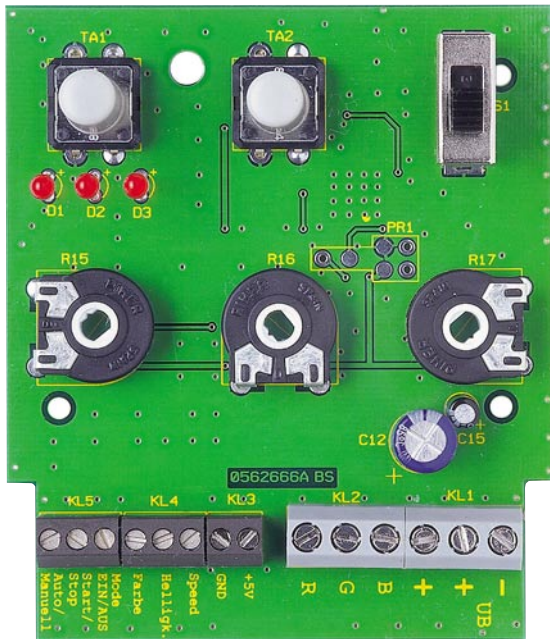
### Nachbau

Die Platine wird bereits mit SMD-Bau-

teilen bestückt geliefert, so dass nur die bedrahteten Bauteile zu bestücken sind und der mitunter mühsame Umgang mit den kleinen SMD-Bauteilen somit entfällt. Hier ist lediglich eine abschließende Kontrolle der bestückten Platine auf Bestückungsfehler, eventuelle Lötzinnbrücken, vergessene Lötstellen usw. notwendig.

Die Bestückung der bedrahteten Bauteile erfolgt in gewohnter Weise anhand der Stückliste und des Bestückungsplans. Die Bauteilanschlüsse werden entsprechend dem Rastermaß abgewinkelt und durch die im Bestückungsdruck vorgegebenen Bohrungen geführt. Nach dem Verlöten der Anschlüsse auf der Platinenunterseite (Lötseite) werden überstehende Drahtenden mit einem Seitenschneider sauber abgeschnitten, ohne die Lötstelle selbst dabei zu beschädigen.

Beim Einsetzen der beiden Elkos ist auf die richtige Einbaulage bzw. die richtige Polung zu achten, wobei in der Regel am Elko der Minus-Anschluss gekennzeichnet



Ansicht der fertig bestückten Platine des RGB 300 mit zugehörigem Bestückungsplan, links von der Bestückungsseite, rechts von der Lötseite

net ist. Die Einbauhöhe (Gesamthöhe) der drei LEDs sollte genau 18 mm betragen. Die Polung der LED ist durch den etwas längeren Anschlussdraht der Anode (+) erkennbar.

Zum Schluss werden die Buchsen, Potis und Schalter bestückt und verlötet. Die drei Potis sind mit einer Steckachse zu versehen, auf die man dann bei geschlossenem Gehäuse die Drehknöpfe aufsteckt. Nachdem die Platine so weit aufgebaut ist, erfolgt nach einer abschließenden Kontrolle der Bestückung der Einbau in das Gehäuse. Hierzu wird die Platine zunächst mit drei Knippingschrauben im Gehäuseunterteil befestigt. Nachdem das Gehäuseoberteil mit dem Gehäuseunterteil verschraubt ist, sind noch die drei Drehknöpfe sowie die Tasterverlängerungen aufzustecken. Damit ist das Gerät einsatzbereit und kann entsprechend den Ausführungen und

Vorschlägen des folgenden Kapitels mit LEDs beschaltet werden. Als Netzteil kann jedes ausreichend leistungsfähige Netzteil mit Ausgangsspannungen und Ausgangsströmen entsprechend den nachfolgenden Ausführungen dienen. Es wird über ausreichend dimensionierte Leitungen an KL 1 angeschlossen.

## Installation

Vorweg sei prinzipiell erwähnt, dass eine LED niemals direkt ohne Vorwiderstand an die Ausgänge der Schaltung angeschlossen werden darf. Ob man jedoch einen Vorwiderstand einsetzen muss oder nicht, hängt von den verwendeten LEDs bzw. LED-Anordnungen ab. Bei handelsüblichen LED-Stripes, deren Anschluss in Abbildung 6 skizziert ist, ist in den allermeisten Fällen kein Vorwiderstand erforderlich, da sich diese Vorwiderstände schon

auf den LED-Platinen befinden (die Beschreibung hierzu sollte mit der LED-Platine mitgeliefert werden).

Beim Anschluss einzelner bzw. in Gruppen zusammengefasster LEDs ist jedoch immer ein entsprechender Vorwiderstand einzusetzen. Wie man den Vorwiderstand auf einfachste Weise errechnet, wollen wir im Folgenden betrachten. Dazu müssen einige Angaben bekannt sein:

- Betriebsspannung (12 V bis 24 V),
- Flussspannung der LEDs (in Datenblättern als  $U_F$  bezeichnet) und
- LED-Strom ( $I_F$ ), den man selbst bestimmen kann (in den Grenzen, die das jeweilige Datenblatt der LED vorgibt).

Es hat sich gezeigt, dass ein LED-Strom von ca. 15 bis 20 mA optimal ist. Eine weitere Erhöhung, z. B. auf 25 mA, bringt keine wesentlich höhere Lichtleistung, nur der Stromverbrauch steigt an.

## Stückliste: RGB-Farbwechsler für LEDs RGB 300

### Widerstände:

22 Ω/SMD/1206 ..... R11  
 100 Ω/SMD/1206 R1, R2, R7, R12–R14  
 470 Ω/SMD/1206 ..... R4–R6  
 10 kΩ/SMD/1206 ..... R3  
 47 kΩ/SMD/1206 ..... R8–R10  
 1 MΩ/SMD/1206 ..... R18–R20  
 PT15, liegend, 10 kΩ ..... R15–R17

### Kondensatoren:

47 nF/SMD/1206 ..... C1–C3  
 100 nF/SMD/1206 .. C4–C11, C13, C14  
 10 µF/16 V ..... C15  
 47 µF/63 V ..... C12

### Halbleiter:

ELV05501/SMD ..... IC1  
 MC7805CDT/SMD ..... IC2  
 IRLR3915/SMD ..... T1–T3  
 LED, 3 mm, Rot ..... D1–D3

### Sonstiges:

Schraubklemmleiste, 3-polig, print ..... KL1, KL2  
 Mini-Schraubklemmleiste, 2-polig, print ..... KL3  
 Mini-Schraubklemmleiste, 3-polig, print ..... KL4, KL5  
 Schiebeschalter, 2 x um, hoch, print ..... S1  
 Mini-Drucktaster, B3F-4050, 1 x ein ..... TA1, TA2  
 Tastknopf, 18 mm ..... TA1, TA2  
 3 Aufsteckdrehknöpfe, ø 12 mm, Schwarz  
 3 Kunststoff-Steckachsen ø 6 x 16,8 mm  
 3 Kunststoffschrauben, 2,2 x 5 mm  
 1 Modulgehäuse Typ 522, Schwarz, komplett, bearbeitet und bedruckt

Der Vorwiderstand wird nun nach folgender Formel berechnet:

$$R_V = \frac{U_{RV}}{I_F}$$

Da uns der Strom  $I_F$  bekannt ist – wir entscheiden uns für 20 mA (0,02 A) –, gilt es lediglich, die Spannung  $U_{RV}$  (Spannung, die am Vorwiderstand abfällt) zu ermitteln. Hierzu brauchen wir nur die Summe aller Flussspannungen ( $U_F$ ) der einzelnen LEDs von der Betriebsspannung abzuziehen. Die Flussspannung  $U_F$  der LED ist vorwiegend von der Farbe abhängig.

Eine rote LED hat eine  $U_F$  von ca. 1,8 V, eine weiße LED bringt es auf eine Flussspannung von bis zu 4,5 V. Die genauen Daten können den technischen Angaben der verwendeten LED entnommen werden.

Schauen wir uns die Berechnung an den

folgenden Beispielen, illustriert in Abbildung 8, genauer an.

Die in den Beispielen verwendete RGB-LED kann natürlich durch „normale“ einzelne LEDs ersetzt werden. Um die Berechnungen zu vereinfachen, gehen wir hier von einer  $U_F = 3$  V für alle drei Farben der RGB-LED aus.

**Beispiel A:** Betrieb einer einzelnen LED pro Ausgang mit einer Betriebsspannung von 12 V. Die Spannung über dem Widerstand  $R_V$  ergibt sich also wie folgt:

$$U_{RV} = U_B - U_F = 12\text{ V} - 3\text{ V} = 9\text{ V}$$

Eingesetzt in die Formel für  $R_V$  ergibt sich:

$$R_V = \frac{U_{RV}}{I_F} = \frac{9\text{ V}}{0,02\text{ A}} = 450\ \Omega$$

Da es diesen Widerstandswert in der E12-Reihe nicht gibt, wählen wir den nächstliegenden Widerstand mit 470 Ω.

**Beispiel B:** Will man mehrere LEDs betreiben, ist es im Sinne der Leistungsbilanz zweckmäßig, möglichst viele davon in Reihe zu schalten.

Wie viele LEDs in Reihe geschaltet werden können, hängt von  $U_B$  und  $U_F$  ab. Bei einer  $U_B$  von 12 V und einer Flussspannung von 3 V könnte man theoretisch 4 LEDs in Reihe schalten und käme genau auf 12 V. Dies ist aber nicht möglich, da hier keine Spannung mehr am Vorwiderstand abfallen kann. Also müssen wir die Anzahl der LEDs verringern. Maximal könnten bei 12 V Betriebsspannung also 3 LEDs in Reihe betrieben werden. In unserem abgebildeten Beispiel (B) haben wir 2 LEDs gewählt. Als Vorwiderstand ergibt sich:

$$R_V = \frac{U_{RV}}{I_F} = \frac{(12\text{ V} - 3\text{ V} - 3\text{ V})}{0,02\text{ A}} = 300\ \Omega$$

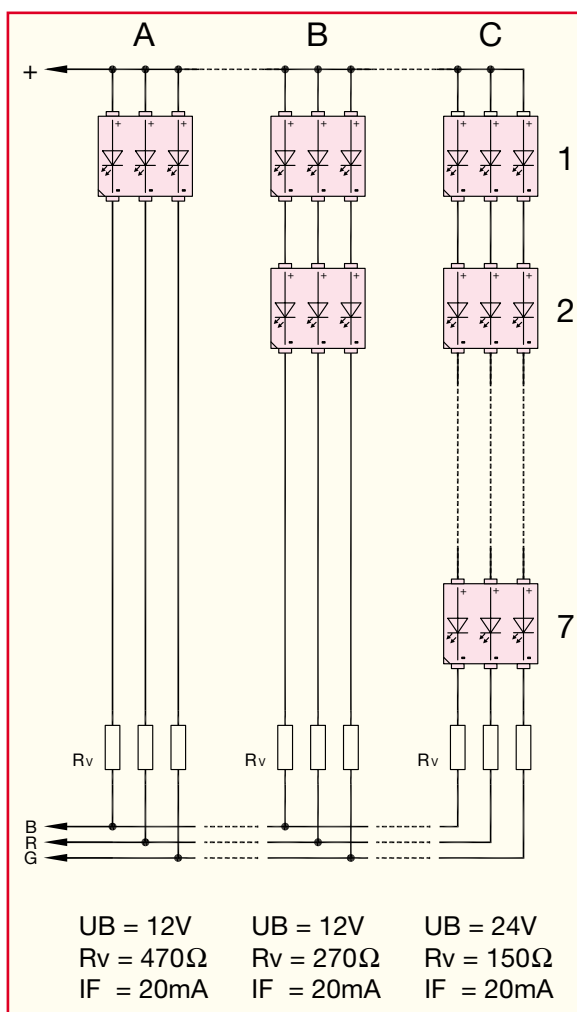
Für diesen errechneten Wert könnte man einen 270-Ω- oder 330-Ω-Widerstand aus der E12-Reihe einsetzen.

**Beispiel C:** Dieses Beispiel entspricht im Prinzip dem Beispiel B mit dem Unterschied, dass die Betriebsspannung jetzt 24 V beträgt.

Grundsätzlich gilt, je höher die Betriebsspannung, desto mehr LEDs lassen sich in Reihe schalten. Schalten wir 7 LEDs in Reihe, ergibt sich eine Gesamtspannung an den LEDs von  $7 \times 3\text{ V} = 21\text{ V}$ . Es bleiben also noch 3 V ( $24 - 21\text{ V}$ ), die über den Vorwiderstand abfallen können.  $R_V$  ist demnach:

$$R_V = \frac{U_{RV}}{I_F} = \frac{3\text{ V}}{0,02\text{ A}} = 150\ \Omega$$

Wie man in diesen Beispielen erkennt, fließt in jedem Strang ein Strom von ca. 20 mA. Der maximale Ausgangsstrom des Farbwechslers beträgt 1,5 A pro Kanal. Es können somit 75 (!) solcher Stränge parallel geschaltet werden, was bei 7 LEDs pro Strang eine maximale Anzahl von immerhin 525 LEDs pro Kanal ergibt. Damit sind auch größere LED-Anordnungen mit mehreren hundert LEDs ansteuerbar. **ELV**



**Bild 8:**  
**Die LED-Beschaltung**  
**für 12 V und 24 V mit den**  
**drei berechneten Beispielen**