



Luxmeter LM 300

Das LM 300 im praktischen ELV Handheld-Gehäuse kann mit einem externen, leicht am Messobjekt platzierbaren Sensor Lichtstärken über einen weiten Bereich bis 200.000 Lux messen.

Licht ist nicht Licht!

Seit der ersten praktischen Anwendung der Glühlampe im Jahre 1881 durch Thomas Alva Edison ist die Lichttechnik immer wichtiger geworden. Heutzutage stehen neben den physikalischen auch physiologische und psychologische Effekte zunehmend mehr im Vordergrund. Die Anforderungen an die Beleuchtung stehen in direkter Beziehung zu den zu verrichtenden Aufgaben oder Tätigkeiten. So sind die Anforderungen an die Lichttechnik im Labor um ein Wesentliches höher, als zur Beleuchtung z. B. eines Abstellraumes oder einer Garderobe. Dazu kommen auch die heute vielfältigen Möglichkeiten der Abstimmung von Farbtemperaturen, des Licht-

einfalls und weiterer Faktoren. Es muss also immer eine den Tätigkeitsverhältnissen angepasste Beleuchtung zur Verfügung gestellt werden.

Die in der Natur vorkommenden Beleuchtungsstärken umfassen einen großen Bereich, so weist z. B. ein klarer Sommertag mit strahlendem Sonnenschein einen Wert von ca. 100.000 Lux, eine klare Vollmondnacht nur etwa 0,3 Lux auf. Typische Beleuchtungsverhältnisse unter verschiedenen Bedingungen kann man aus Tabelle 1 entnehmen.

Für die Optimierung der Beleuchtung sowohl am Arbeitsplatz als auch im Wohn- und Freizeitbereich, ist ein geeignetes Messgerät von großem Nutzen und leistet hier sehr gute Dienste. Durch unangepasste Lichtverhältnisse werden viele Berei-

che des täglichen Lebens zu stark beleuchtet, womit der anteilige Energieverbrauch größer als notwendig ausfällt. Im Gegensatz dazu kann eine unzureichende Ausleuchtung viele Arbeiten erschweren und die Augen überanstrengen. Folge sind in beiden Fällen Überlastungserscheinungen und Gesundheitsstörungen, die hohe wirtschaftliche Verluste in Form von Demotivation und Krankheitsausfällen zur Folge haben.

Beleuchtungsstärke - einige wichtige Grundlagen

Die Beleuchtungsstärke mit der Einheit Lux berechnet sich aus der in den gesamten Raum abgegebenen Strahlungsleistung – bezogen auf die Wellenlänge des Lichts – und der beleuchteten Fläche. Sie dient vor allem als Dimensionierungsgröße bei der Innenbeleuchtung. Den vom Auge empfundenen Helligkeitseindruck erfasst dieser Wert jedoch nicht.

Des Weiteren ist es für eine objektive Beurteilung der Lichtverhältnisse notwendig, dass der Sensor des Messgerätes an das Spektrum des sichtbaren Lichtes angepasst ist. Bekannterweise besteht das Licht aus elektromagnetischen Schwingungen eines bestimmten Wellenlängenbereichs (Abbildung 1). Der sichtbare Bereich fängt bei einer Wellenlänge von ca. 400 nm im violetten Bereich an und erstreckt sich über alle Regenbogenfarben bis hin zu einem roten Licht mit einer Wellenlänge von ca. 780 nm. Tageslicht (weißes Licht) enthält alle Anteile des sichtbaren Spektrums. Dieser Effekt lässt sich bei einem Regenbogen deutlich beobachten, dort wird nämlich das Licht durch Brechung an den in der Luft enthaltenen Wassertropfchen in seine Spektralfarben geteilt.

Der im ELV Luxmeter LM 300 verwendete Sensor ist an die spektrale Empfindlichkeit des menschlichen Auges angepasst und hat im Bereich des sichtbaren Lichtes seine größte Empfindlichkeit.

Vielfältige Features, einfache Bedienung

Das Bedienungskonzept des LM 300 ist einfach gehalten und ermöglicht eine bequeme Bedienung in jeder Anwendungssi-

Technische Daten: LM 300

Messbereich: ... 0,1 bis 200.000 Lux,
..... 4 Bereiche
Basisgenauigkeit: .. bei 20 °C ±2 Lux
Auflösung: 0,1 Lux
Kalibrierung: automatisch
Arbeitsumgebung: ...0 °C bis +50 °C,
max. RH 95%
Abm. (H x B x T): 172 x 71 x 28 mm

Tabelle 1: Typische Beleuchtungsverhältnisse

Vollmondnacht	0,3 lx
Kerzenlicht.	1 lx
Straßenbeleuchtung	20 – 40 lx
100-W-Glühlampe in 1 m Abstand	110 lx
Küche	250 lx
Trüber Wintertag	400 lx
Büroarbeitsplatz, Schule usw	500 lx
Trüber Sommertag.....	20000 lx
Wolkenloser Sommertag	100000 lx

tuation. Mittels fünf übersichtlich angeordneter Tasten sind alle Funktionen erreichbar.

Zum Einschalten wird die ON-Taste betätigt und gehalten, bis der Segmenttest, bei dem alle im Display befindlichen Segmente zur Anzeige kommen, beendet ist. Danach ist das Gerät eingeschaltet. Wird die Taste nicht lange genug gehalten, schaltet sich das Luxmeter wieder aus. Diese Funktion verhindert ein ungewolltes Einschalten, wenn sich das Messgerät z. B. in einer Tasche befindet.

Das Ausschalten erfolgt mit der OFF-Taste oder automatisch nach 15 Minuten, falls während dieser Zeit keine Taste mehr betätigt wurde.

Nach dem Einschalten wird die durch den Sensor aufgenommene Beleuchtungsstärke mit der eingestellten Auflösung angezeigt. Der Messbereich und damit auch die Auflösung ist mit der RANGE-Taste wählbar. Insgesamt stehen vier Messbereiche zur Verfügung: 0 bis 200 lx, 0 bis 2000 lx, 0 bis 20 klx und 0 bis 200 klx.

Die HOLD-Taste speichert bei Betätigung den aktuellen Messwert im Display. Dies ist z. B. dann nützlich, wenn man nicht gleichzeitig den Messort und das Display beobachten kann. Eine weitere Betätigung gibt die Anzeige wieder für die aktuellen Werte frei.

Eine weitere sinnvolle Funktion ist der integrierte Maximalwertspeicher, der die größte gemessene Beleuchtungsstärke registriert. Dieser Speicher kann mit der MAX-Taste abgerufen und sein Inhalt auf dem Display dargestellt werden. Erfolgt während dieser Anzeige das Auftreten eines höheren Messwertes als der gespeicherte, wird dieser neue Maximalwert sofort angezeigt.

Der Maximalwertspeicher wird durch einen längeren Druck auf die MAX-Taste oder durch Wechseln des Messbereiches gelöscht.

Der Sensor befindet sich in einem kompakten Gehäuse und ist über ein flexibles Kabel mit dem eigentlichen Messgerät im ELV Handheld-Gehäuse verbunden. Zur Messung wird die Fühlereinheit mit der Linse einfach in die entsprechende Messrichtung gehalten.

Die Spannungsversorgung erfolgt mit einer 9-V-Blockbatterie, die in das Batteriefach, welches sich auf der Rückseite des Luxmeters befindet, eingelegt und mit dem Batterieclip verbunden wird. Ein erforderlicher Batteriewechsel wird im Display durch die Anzeige BAT angezeigt.

Schaltung

Die gesamte Schaltung des Luxmeters

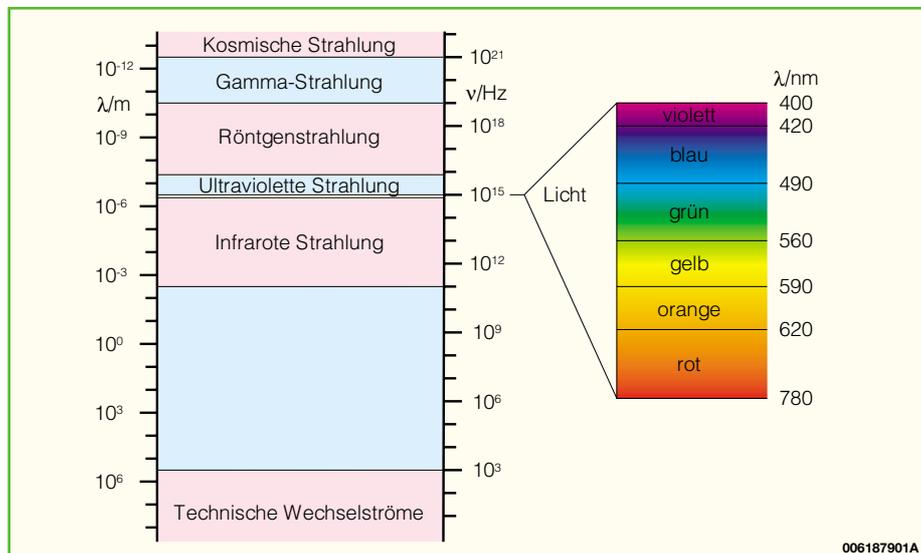


Bild 1: Spektrum der elektromagnetischen Schwingungen

LM 300 ist in Abbildung 2 zu sehen. IC 1 bildet das zentrale Element, es ist ein Mikrocontroller vom Typ ELV00151, der den Messvorgang steuert, die erfassten Daten aufbereitet und auf dem LC-Display ausgibt. Das EEPROM IC 2 speichert die Kalibrierdaten des Luxmeters auch im abgeschalteten Zustand.

Die Messschaltung des LM 300 ist recht einfach gehalten, aber trotzdem sehr effizient. Dadurch kann der Stromverbrauch des Gerätes gering gehalten und die Batteriebensdauer erhöht werden.

Die Analog-Digital-Umsetzung erfolgt mit einem Zweirampen-Umsetzer (Dual slope). Bei diesem Verfahren wird die Messgröße mit einem bekannten Referenzwert verglichen und aus den ermittelten Werten der digitale Wert errechnet. Im ersten Schritt wird die Messgröße auf den Integrierer (IC 5 A) aufgeschaltet und für eine feste Zeit aufintegriert. Im zweiten Schritt erfolgt das Aufschalten des Referenzwertes mit dem entgegengesetzten Vorzeichen. Er wird so lange integriert, bis am Ausgang des Integrierers wieder Null-Pegel erreicht ist und der Komparator IC 5 B umgeschaltet hat. Aus der vorgegebenen und der gemessenen Zeit sowie der bekannten Referenzgröße kann der Controller den entsprechenden Wert berechnen.

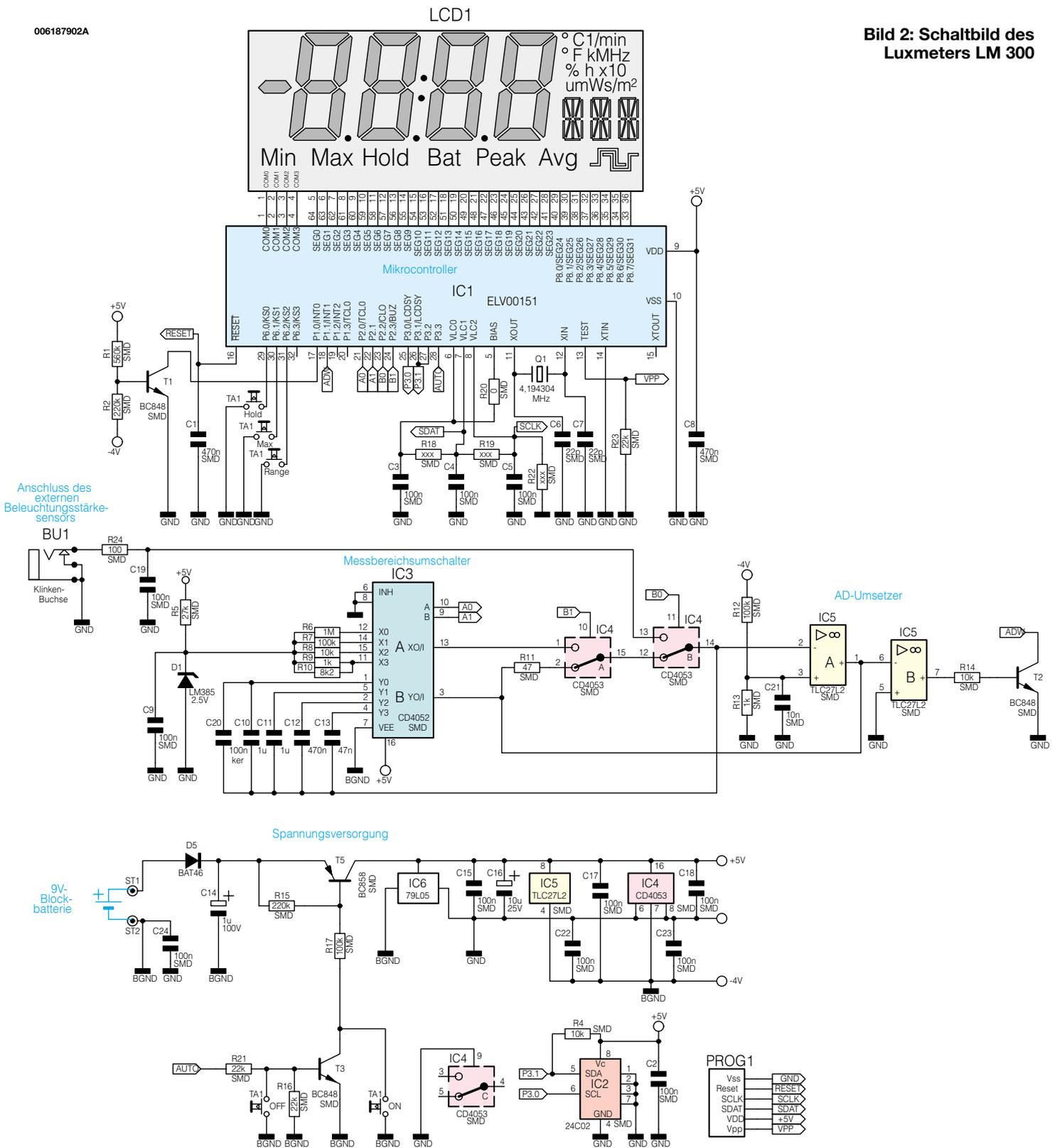
Die Referenzwerte und der Messwert werden über IC 4 einzeln durchgeschaltet. Über den Multiplexer IC 3 erfolgt die Auswahl der verschiedenen Messbereiche. Dazu werden die Integrationskondensatoren für den Integrierer und der Referenzstrom über die Steuerleitungen A 0 und A 1 umgeschaltet. Die Z-Diode D 1 und einer der entsprechenden Messbereichswiderstände R 6 bis R 10 erzeugen den jeweiligen Referenzwert.

Die Spannungsversorgung ist im unteren Teil des Schaltbildes zu sehen. Als Verpolungsschutz dient eine Schottky-Diode (D 5). Der Transistor T 5, der die Betriebsspannung schaltet, wird von T 3 angesteuert, der zum Halten der Spannung bei nicht gedrückter ON-Taste eingesetzt wird (Ansteuerung durch den Mikrocontroller). Ein Druck auf die ON-Taste schaltet T 5 durch und die Spannungsversorgung ist eingeschaltet. Das Ausschalten erfolgt über die OFF-Taste, die im gedrückten Zustand den Transistor T 3 und somit auch T 5 wieder sperrt.

Da für den Betrieb des AD-Umsetzers neben der positiven auch eine negative Betriebsspannung benötigt wird, haben wir einen kleinen Trick angewendet. Über einen Negativspannungsregler IC 6 wird die Schaltungsmasse (GND) in Bezug auf die Batteriespannung auf -5 V stabilisiert. Zwischen GND und dem Minuspol der Batterie (BGND) bleibt eine Differenz. Bezogen auf GND führt also der Pluspol eine

LCD1

Bild 2: Schaltbild des Luxmeters LM 300



stabilisierte Spannung von +5 V und der Minuspol eine unstabilisierte Spannung von -4 V. Hiermit wird eine aufwendige Schaltungstechnik zur Generierung der negativen Betriebsspannung hinfällig.

Die Erkennung der Batteriespannung und somit eines erforderlichen Batteriewechsels erfolgt über den Spannungsteiler R 1, R 2 und dem Transistor T 1, der den entsprechenden Controller-Pin nach Masse zieht, falls die Spannung zu gering wird.

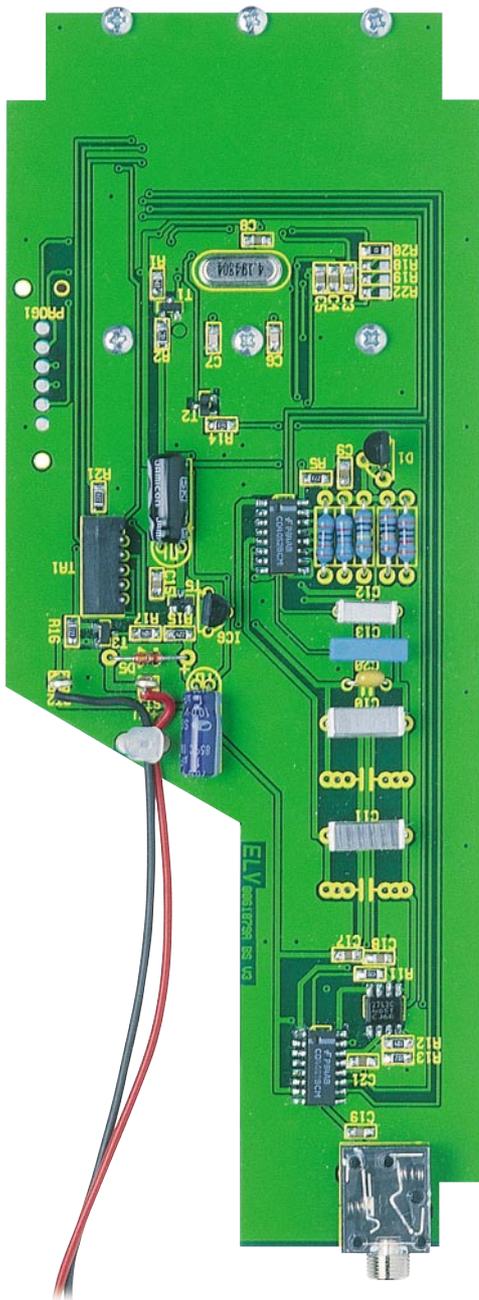
Nachbau

Der gesamte Aufbau erfolgt auf einer 164 x 64 mm messenden, doppelseitigen Leiterplatte. Da fast alle Bauteile in SMD-Technik ausgeführt sind, erfordert der Aufbau einiges an Geschick und das passende Werkzeug.

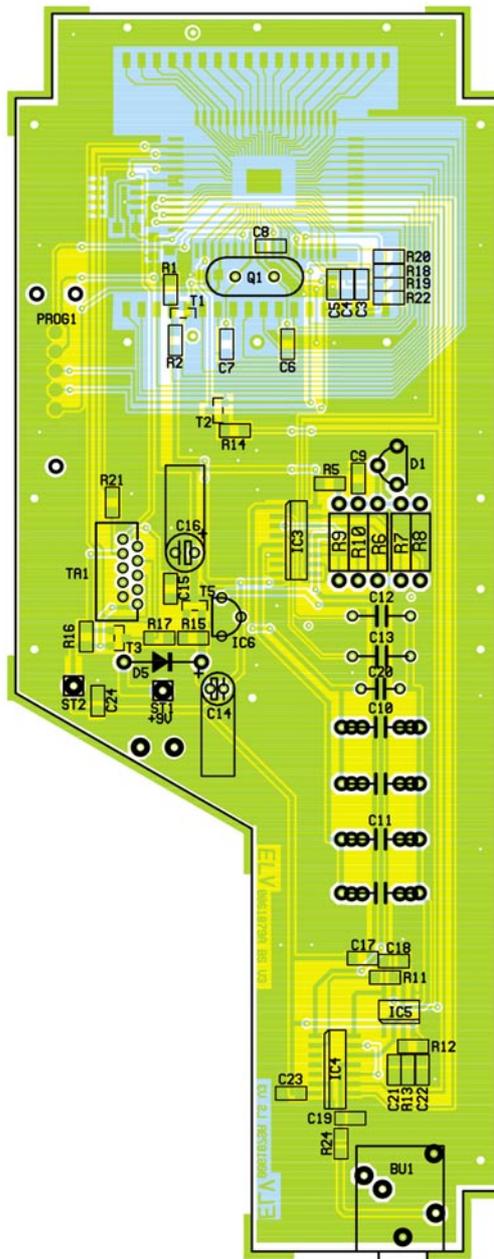
Neben einer SMD-Pinzette zum Fassen der winzigen Bauelemente ist das wichtig-

ste Werkzeug ein Lötkolben mit sehr feiner Lötspitze. Des Weiteren benötigt man SMD-Lötzinn und Entlötlitze zum Absaugen versehentlich zu viel aufgetragenen Lötzinns. Ein Elektronikseitschneider dient zum Kürzen überstehender Drahtenden.

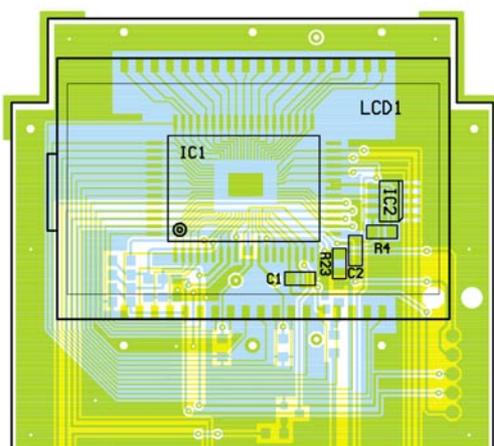
Der Nachbau erfolgt laut Bestückungsdruck, auf dem alle Bauteile mit ihren Bezeichnungen und ihrer Position auf der Leiterplatte aufgedruckt sind. Auch das



Ansicht der fertig bestückten Platine des LM 300 mit zugehörigem Bestückungsplan von der Bestückungsseite



Teilansicht der fertig bestückten Platine des LM 300 mit zugehörigem Bestückungsplan von der Lötseite



Platinenfoto bildet eine gute Hilfe bei der richtigen Bestückung.

Begonnen wird der Nachbau mit den niedrigsten Bauteilen, den SMD-Widerständen und Kondensatoren. Dazu wird ein Lötpad zum Aufbringen des Bauelementes vorverzinnt, danach erfasst man das Bauelement mit der Pinzette, setzt es am entsprechenden Bestückungsplatz auf und verlötet eine Seite mit dem vorverzinnten Pad. Im Anschluss daran wird die andere Seite mit wenig Lötzinn mit dem zugehörigen zweiten Lötpad verbunden. Zu beachten ist, dass R 18, R 19 und R 22 nicht bestückt werden. Nachdem alle SMD-Widerstände und -Kondensatoren mit der Leiterplatte verlötet sind, kann man mit der Bestückung der SMD-Transistoren fortsetzen. Danach erfolgt die Verarbeitung der SMD-ICs. Diese werden ebenfalls zuerst mit einem vorverzinnten Pad verlötet. Bevor das Verlöten aller weiteren Pins des ICs erfolgt, ist die korrekte Lage des Schaltkreises nochmals zu kontrollieren.

Im nächsten Schritt werden die bedrahteten Metallfilmwiderstände R 6 bis R 10 sowie die Diode D 5 bestückt. Dazu sind die Anschlussdrähte auf Rastermaß abzuwinkeln, durch die entsprechenden Bohrungen der Leiterplatte zu führen und auf der Rückseite zu verlöten. Die überstehenden Drahtenden werden mit einem Elektronikseitenschneider abgeschnitten.

Jetzt erfolgt die Bestückung der Kondensatoren C 10 bis C 13 sowie der Z-Diode D 1. Den Abschluss der Bestückungsarbeiten des Luxmeters bilden die Montage der 3,5-mm-Klinkebuchse und der Buchse für die Folientastatur.

Vor der Befestigung des LC-Displays auf der Platine ist der Trägerrahmen vorzubereiten. Dazu wird zuerst das Display, (die „Nase“ des Displays muss sich auf der linken Seite befinden) in den durchsichtigen Displayträger eingelegt, den man anschließend von der Seite in den schwarzen Kunststoffrahmen einschiebt. Danach werden die Leitgummis eingesetzt. Auf das so vorbereitete Display legt man nun die fertig bestückte Leiterplatte und befestigt sie mit den zugehörigen sechs Schrauben.

Im Anschluss daran werden die Anschlüsse des Batterieclips durch die Bohrungen zur Zugentlastung geführt und an den dafür vorgesehenen Pads verlötet.

Im nächsten Schritt erfolgt die Be-

Stückliste: Luxmeter LM 300, Basisgerät

Widerstände:

0Ω/SMD	R20
47Ω/SMD	R11
100Ω/SMD	R24
1kΩ	R9
1kΩ/SMD	R13
8,2kΩ	R10
10kΩ	R8
10kΩ/SMD	R4, R14
22kΩ/SMD	R16, R21, R23
27kΩ/SMD	R5
100kΩ	R7
100kΩ/SMD	R12, R17
220kΩ/SMD	R2, R15
560kΩ/SMD	R1
1MΩ	R6

Kondensatoren:

22pF/SMD	C6, C7
10nF/SMD	C21
47nF	C13
100nF/ker	C20
100nF/SMD	C2-C5, C9, C15, C17-C19, C22-C24
470nF	C12
470nF/SMD	C1, C8
1µF	C10, C11

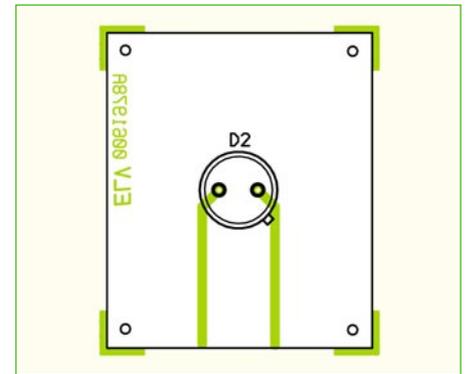
1µF/100V	C14
10µF/25V	C16

Halbleiter:

ELV00151	IC1
24C02/SMD	IC2
CD4052/SMD	IC3
CD4053/SMD	IC4
TLC27L2/SMD	IC5
79L05	IC6
BC848	T1-T3
BC858	T5
LM385/2,5V	D1
BAT46	D5
LC-Display	LCD1

Sonstiges:

Quarz, 4,194304MHz, HC49U70	Q1
Klinkenbuchse, 3,5 mm, stereo, print	BU1
Folientastatur	TA1
1 9-V-Batterieclip	
1 Universal-Messgerät-Gehäuse, komplett, bearbeitet und bedruckt	
1 Folientastatur-Inlay, bedruckt	
1 Buchse für Folientastatur	
2 Leitgummis	



Bestückungsplan der Sensoreinheit des LM 300

Stückliste: Luxmeter LM 300, Sensoreinheit

Halbleiter:

BPW21	D2
-------------	----

Sonstiges:

1 Klinkenstecker, 3,5 mm, mono
1 Sensorgehäuse, komplett
75 cm Mikrofonleitung, 1 x 0,22 mm ² , abgeschirmt

stückung der 40 x 34 mm messenden Sensorplatine mit dem Beleuchtungsstärke-sensor. Die Anschlussbeine des Sensors werden durch die entsprechenden Bohrungen geführt und auf der Rückseite verlötet. Danach sind die beiden Adern des Verbindungskabels zwischen Sensoreinheit und Luxmeter mit der Platine zu verlöten und jeweils mit einem Tropfen Heißkleber zu sichern. Die andere Seite der Leitung verbindet man mit dem Klinkenstecker. Dabei ist sicherzustellen, dass die Anode der Fotodiode mit dem Masseanschluss des Steckers verbunden ist.

Inbetriebnahme

Für die Inbetriebnahme des LM 300 wird die Folientastatur mit der Leiterplatte und die Fühlereinheit mit der Klinkenbuchse verbunden. Jetzt schließt man eine 9-V-Blockbatterie an den Batterieclip an. Nach dem Einschalten muss eine klare,

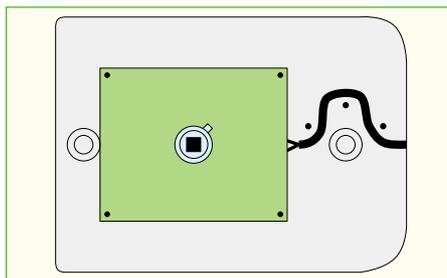


Bild 3: Zugentlastung des Sensoranschlusses

006187903A

vollständige und kontrastreiche Anzeige auf dem LC-Display sichtbar sein. Das Betätigen der Tasten muss die jeweilige Anzeige im Display aufrufen. Ist die Überprüfung zufriedenstellend verlaufen, kann der Gehäuseeinbau erfolgen.

Dazu wird die Leiterplatte, mit dem Display nach unten, in die obere Gehäusehalbschale eingelegt, darauf folgen die Platten für die Stirnseiten des Gehäuses und das Befestigen der Leiterplatte mit sechs entsprechenden Schrauben. Dann erfolgt das Einführen des Batterieclips ins Batteriefach der Gehäuseunterschale. Jetzt werden die beiden Gehäuseteile mit 4 Schrauben verschraubt.

Zum Einbau der Sensorplatine in das Sensorgehäuse legt man die Leiterplatte in die Gehäuseunterschale ein. Die Verbindungsleitung wird, wie in Abbildung 3 gezeigt, durch das Gehäuse geführt. Die Linse ist auf die noch überstehenden Zapfen (die Einkerbung weist nach oben) mit den entsprechenden Gegenstücken aufzulegen. Jetzt wird die Gehäuseoberschale in die vorbereitete Unterschale eingelegt und auf der Rückseite mit den zwei Gehäuseschrauben verschraubt. Damit ist der Aufbau abgeschlossen. Vor der Inbetriebnahme erfolgt nun der Abgleich des Gerätes.

Abgleich

Da im mitgelieferten EEPROM schon die Kalibrierdaten der beigelegten Fotodi-

ode abgespeichert sind, ist eine Neukalibrierung nur notwendig, falls eine erhöhte Genauigkeit erforderlich ist. Alle Fertigeräte werden in der Produktion individuell abgeglichen. Die Grundgenauigkeit des Gerätes beträgt 4 %.

Um in den Abgleichmodus zu gelangen, sind während des Einschaltens die Tasten HOLD und MAX zu drücken, bis auf dem Display die Anzeige „CAL“ erscheint. Der Abgleich erfolgt an zwei Punkten, wobei der untere Wert bei absoluter Dunkelheit (0 lx) liegen sollte. Der obere Wert muss sich im oberen Viertel eines der vier Messbereiche befinden.

Nachdem mit der RANGE-Taste der gewünschte Messbereich gewählt wurde, ist der Sensor komplett abzudunkeln. Die besten Ergebnisse erzielt man durch das völlige lichtdichte Abdecken der Linse. Durch einen Druck auf die HOLD-Taste werden die Daten des unteren Abgleichpunktes ermittelt und abgespeichert.

Zum Abgleich des oberen Punktes setzen wir die Kenntnis der aktuellen Beleuchtungsstärke voraus. Dazu eignet sich das Beispiel mit der 100-W-Glühlampe (klar, ohne Reflektor) in 1 m Entfernung sehr gut. Jetzt muss die Beleuchtungsstärke auf einem vorhandenen Luxmeter abgelesen und mit den Tasten RANGE (+) und MAX (-) eingestellt werden. Ein Druck auf die HOLD-Taste misst die Werte aus und speichert sie ebenfalls ab. Hiermit ist der Abgleich beendet.

ELV