

ELV micro-line

Digitaler Luftfeuchtemesser

mit LCD-Anzeige für Batteriebetrieb



Ausgerüstet mit einem LC-Display wird dieser 3stellige, digitale Luftfeuchtemesser mit 4 Mignon-Zellen ca. 2 Jahre im Dauerbetrieb versorgt. Eine hohe Auflösung von 0,1 % sowie eine gute mittlere Genauigkeit von ca. 2 % zeichnen darüber hinaus diese interessante Schaltung aus.

Allgemeines

Daten und Aufbau des digitalen Luftfeuchtemessers stimmen mit der LED-Version aus der vorangegangenen Ausgabe des ELV journals (Nr. 32) weitgehend überein. Der wesentliche Unterschied besteht lediglich in der Anzeige, die hier über ein LC-Display erfolgt. Hierdurch wird ein Batteriebetrieb ermöglicht. Es wurden einige weitere Maßnahmen getroffen, um den Stromverbrauch so weit wie möglich zu reduzieren. Mit 4 handelsüblichen 1,5 V Mignon-Batterien arbeitet das Gerät im Dauerbetrieb ca. 2 Jahre.

Da sowohl die prinzipielle Funktionsweise als auch die Schaltung in ihren wesentlichen Zügen mit der LED-Version übereinstimmt, soll eine detaillierte Beschreibung an dieser Stelle nur bezüglich der abweichenden Details vorgenommen werden.

Zur Schaltung

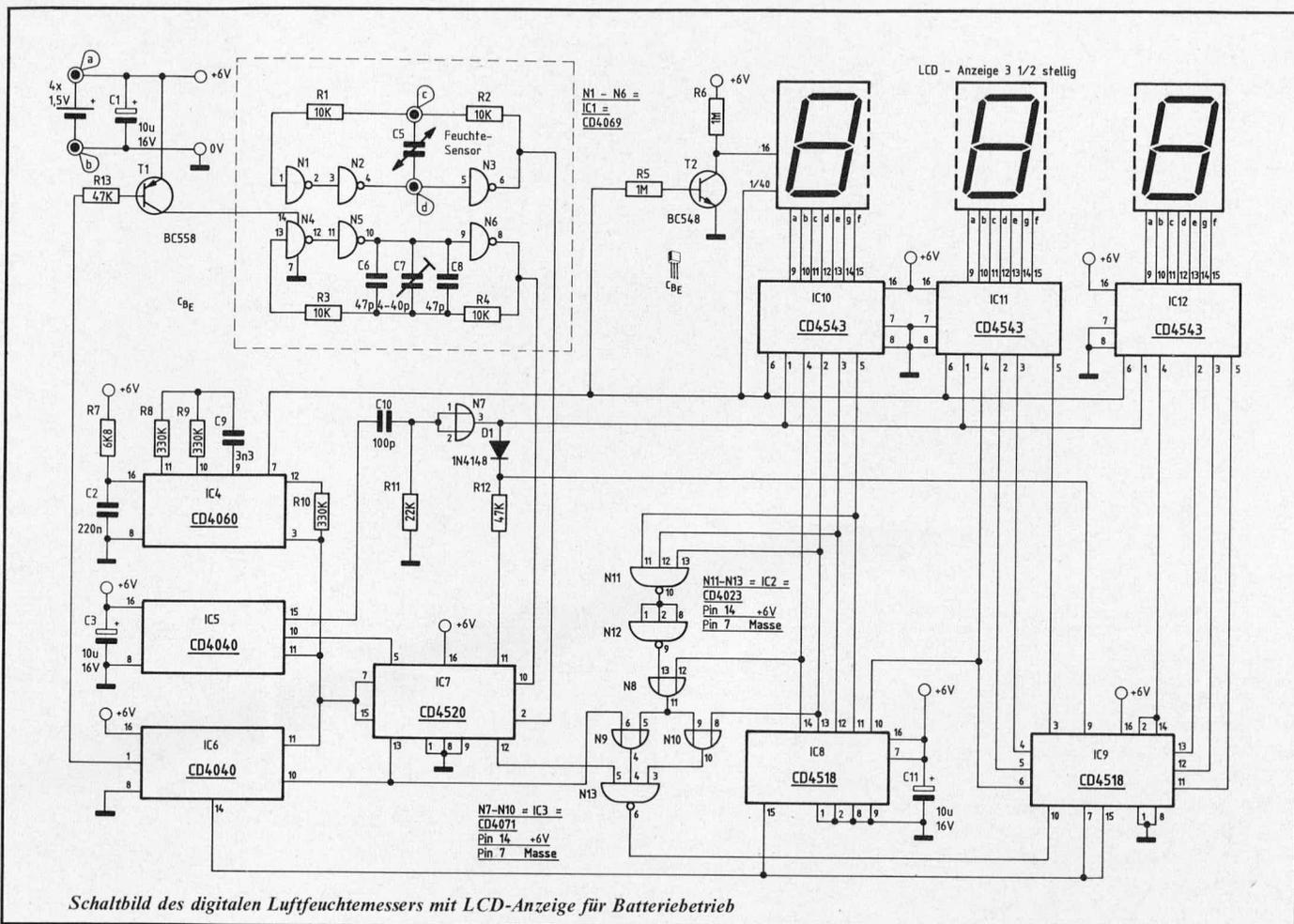
Der dominierende Stromverbraucher, die 3stellige LED-Anzeige, wurde bei dieser Version durch ein sehr stromsparendes LC-Display ersetzt. Doch diese Maßnahme allein reicht nicht aus, um den Stromverbrauch so weit zu reduzieren, daß eine hinreichend lange Batterielebensdauer gewährleistet ist. Bei den verhältnismäßig niederohmig beschalteten Oszillatoren, bestehend aus den Gattern N 1 bis N 6, werden immerhin noch mehrere mA benötigt. Diese Oszillatoren höherohmig zu beschalten, würde hingegen deren Stabilität ungünstig beeinflussen. Es mußte daher eine andere Möglichkeit zur Reduzierung des Stromverbrauches gefunden werden.

Die relative Luftfeuchtigkeit ändert sich im allgemeinen verhältnismäßig langsam. Aus diesem Grunde ist es durchaus vertretbar,

lediglich ca. 3mal pro Minute eine Messung durchzuführen. Die Meßzeit selbst liegt in der Größenordnung von ca. 50 ms. Für die beiden Oszillatoren ergibt sich daher im Mittel eine Reduzierung der Stromaufnahme auf weniger als 1%.

Der restliche aktive Schaltungsteil besteht aus CMOS-Bauelementen, deren Stromverbrauch bei den hier vorliegenden niedrigen Frequenzen praktisch vernachlässigbar ist.

Mit dem IC 4 des Typs CD 4060 ist ein Oszillator aufgebaut mit nachgeschaltetem integriertem Binärteiler. In ungefähr 20 Sekunden Abstand wird über Pin 3 des IC 4 ein Reset-Impuls auf die IC's 5, 6 und 7 gegeben, der gleichzeitig über R 10 auch das IC 4 selbst zurücksetzt.



Im selben Moment geht auch der Ausgang Pin 1 des IC 6 auf „low“, wodurch der Transistor T 1 durchsteuert und die beiden Oszillatoren, bestehend aus den Gattern N 1 bis N 6, mit Spannung versorgt — ein ca. 50 ms andauernder Meßzyklus beginnt.

Am Ende einer Meßzeit geht der Ausgang Pin 1 des IC 6 auf „high“ und T 1 wird gesperrt. Die beiden Oszillatoren, bestehend aus den Gattern N 1 bis N 6, stoppen.

Das während der Meßphase in die Speicher übernommene und zur Anzeige gebrachte Meßergebnis der relativen Luftfeuchte, kann nun nicht mehr geändert werden, da aufgrund des Stoppens der beiden Oszillatoren nicht nur kein Meßsignal mehr vorhanden ist, sondern darüber hinaus auch keine Speicher- und Reset-Impulse auf die Zähler, Dekoder und Treiber gelangen.

Das einmal angezeigte Meßergebnis bleibt solange erhalten, bis nach Ablauf von ca. 20 Sekunden ein Reset-Impuls an Pin 3 des IC 4 ansteht, der die Teiler-IC's 5, 6 und 7 zurücksetzt und damit einen neuen Meßzyklus startet.

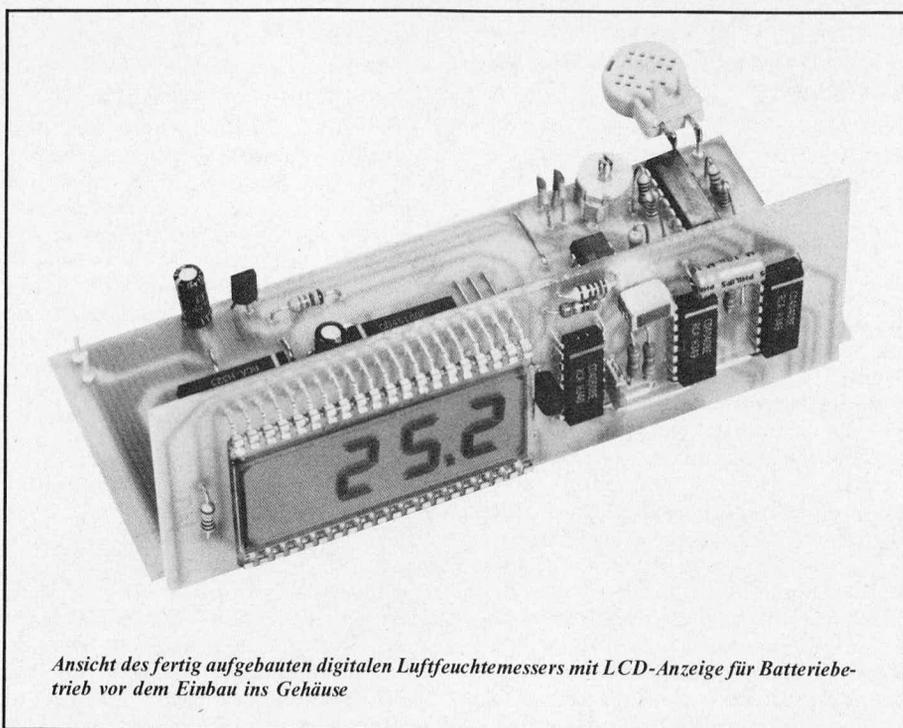
Der eigentliche, aus den IC's 8 und 9 bestehende, zur Messung dienende Zähler sowie die nachgeschalteten Dekoder- und Treiber-IC's 10 bis 12 sind permanent in Betrieb. Der angezeigte Meßwert ändert sich nur dann, wenn der Wert der neuen Messung von dem Wert der vorangegangenen Messung abweicht. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß Änderungen frühestens nach ca. 20 Sekunden angezeigt werden können, wie dies weiter vorstehend auch bereits erwähnt wurde.

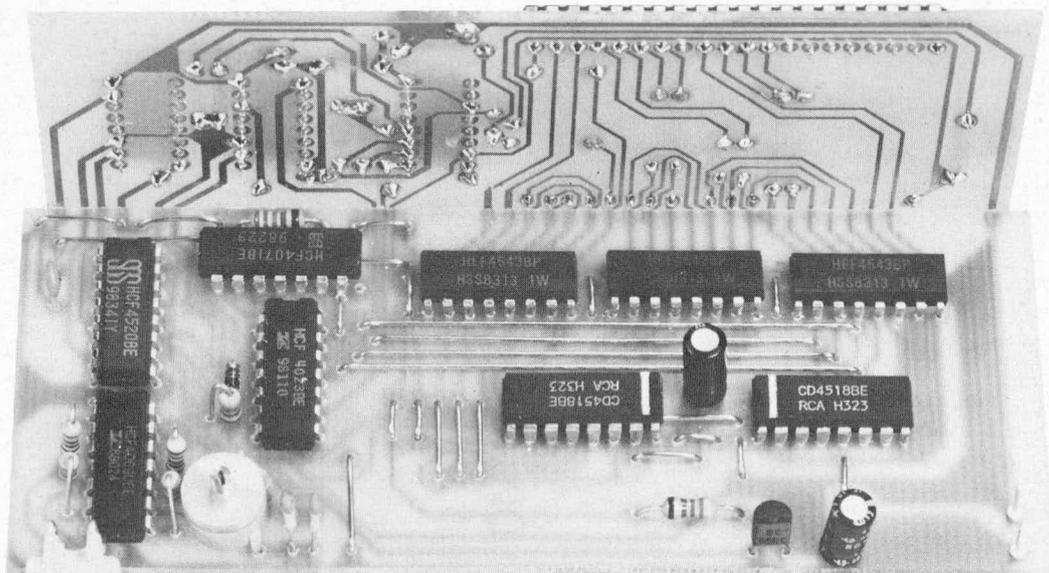
Das Backplane-Signal für die LCD-Anzeige wird an Pin 7 des IC 4 ausgekoppelt, da dieses Signal selbstverständlich ebenfalls permanent anstehen muß und der im IC 4 enthaltene Oszillator ebenfalls ununterbrochen in Betrieb ist. Das über R 10 auf Pin 12 des IC 4 vorgenommene Rücksetzen dient lediglich zur Erzeugung eines kurzen Impulses an Pin 3 des IC 4.

Der Vorwiderstand R 7 dient in Verbindung

mit C 2 zur weiteren Reduzierung der Stromaufnahme des IC 4.

Die Widerstände R 8, R 9 sowie der Kondensator C 9, legen die Oszillatorfrequenz und damit die Meßfolgezeit (hier ca. 20 Sekunden) fest. Eine weitere Reduzierung der Oszillatorfrequenz und damit Vergrößerung des zeitlichen Abstandes zwischen den einzelnen Messungen, bringt in der Praxis keine nennenswerte Stromersparnis.





Rückansicht des fertig aufgebauten digitalen Luftfeuchtemessers mit LCD-Anzeige für Batteriebetrieb vor dem Einbau ins Gehäuse

Zum Nachbau

Der Aufbau der Schaltung ist ebenfalls weitgehend identisch mit der LED-Version aus der vorangegangenen Ausgabe ELV journal Nr. 32.

Anhand der Bestückungspläne werden die Bauteile in gewohnter Weise und Reihenfolge auf die Platinen gesetzt und verlötet. Nachdem auch der Feuchtesensor ohne Einfügung zusätzlicher Verlängerungsleitungen an die Basisplatine angeschlossen wurde, kann die Anzeigenplatine senkrecht an die Basisplatine gelötet werden, und zwar so, daß die Anzeigenplatine ca. 2 mm unterhalb der Basisplatine hervorsteht. Besonders darauf zu achten ist in diesem Zusammenhang, daß sich keine Lötzinnbrücken zwischen den einzelnen Leiterbahnen an den Verbindungsstellen bilden.

In die Gehäuserückwand ist an entsprechender Stelle ein waagerechter Schlitz mit den Abmessungen 6 x 16 mm einzuarbeiten, durch den später der Kopf des Feuchtesensors geführt wird.

Kalibrierung

Der Abgleich des Feuchtemessers beschränkt sich auf nur einen einzigen Abgleichpunkt, wobei auch hier zu berücksichtigen ist, daß eine Meßwertänderung frühestens nach ca. 20 Sekunden auf der Anzeige abzulesen ist.

Für die Kalibrierung ist eine Klimakammer mit geeichter relativer Luftfeuchte zweckmäßig. Steht diese nicht zur Verfügung, kann der Abgleich ersatzweise auch mit Hilfe einer gesättigten Kochsalzlösung in einem geschlossenen Gefäß erfolgen. Hiermit können durchaus exakte Werte erreicht werden.

Der an die funktionstüchtigen Leiterplatten angelötete Feuchtesensor wird in ein Wasserglas gehängt, wo er sich in der oberen Hälfte befindet. Von oben wird dann das Glas mit einer möglichst luftdicht schließenden, isolierenden Folie (z.B. Frischhaltefolie) abgedichtet, so daß sich nur der Feuchtesensor selbst in dem ansonsten leeren und trockenen Wasserglas befindet.

Zur Erzielung einer definierten relativen Luftfeuchte wird jetzt ein Wattebausch in den Behälter eingebracht, der mit einer gesättigten Kochsalzlösung getränkt wurde. Aufgrund physikalischer und chemischer Gesetzmäßigkeiten stellt sich bei einem konstanten Temperaturbereich zwischen plus 5°C bis plus 20°C eine relative Luftfeuchte von ziemlich exakt 76 % ein. Wichtig ist die Temperatur-Gleichheit von Kochsalzlösung und der Luft in dem geschlossenen Gefäß. Eine Temperaturdifferenz von nur 1°C hat eine Abweichung von mehreren Prozenten der relativen Luftfeuchte zur Folge. Dagegen ist die gemeinsame Absoluttemperatur von Kochsalzlösung und Lufttemperatur in den vorstehend genannten Grenzen unerheblich. Es ist daher ratsam, die vorstehend beschriebene Anordnung über mehrere Stunden bei einer möglichst gleichbleibenden Raumtemperatur im Bereich zwischen plus 5° und plus 20°C zu belassen.

Der eigentliche Abgleich beschränkt sich lediglich auf die Einstellung des Trimmers C7 auf einen Wert von 76,0 %.

Eine gesättigte Kochsalzlösung stellt man auf einfache Weise selbst her, indem in ein halbes Glas Wasser soviel Kochsalz geschüttet wird, daß nach dem Umrühren sich nach einigen Minuten am Boden des Glases eine Ablagerung bildet. Jetzt taucht man einen Wattebausch bis zur Hälfte in das Glas, ohne mit dem am Boden abgelagerten Salz in Berührung zu kommen, um diesen Wattebausch dann anschließend in den geschlossenen Behälter einzubringen, in dem auch der zum Abgleich kommende Sensor sich befindet.

Bei dem vorstehend beschriebenen Abgleich gehen wir davon aus, daß die Steilheit der Feuchtesensorkennlinie bzw. der Skalenfaktor der Schaltung lediglich einer geringen Streuung unterliegt. In der Praxis konnte dieses bestätigt werden, da der Sensor als wesentliches Bauelement mit verhältnismäßig geringen Streuungen gefertigt wird. Daher genügt ein einziger Abgleichpunkt.

Stückliste: Digitaler Luftfeuchtemesser mit LCD-Anzeige

Halbleiter

IC1	.....	CD 4069
IC2	.....	CD 4023
IC3	.....	CD 4071
IC4	.....	CD 4060
IC5, IC6	.....	CD 4040
IC7	.....	CD 4520
IC8, IC9	.....	CD 4518
IC10-IC12	.....	CD 4056 oder CD 4543
T1	.....	BC 558
T2	.....	BC 548
D1	.....	1N4148

Kondensatoren

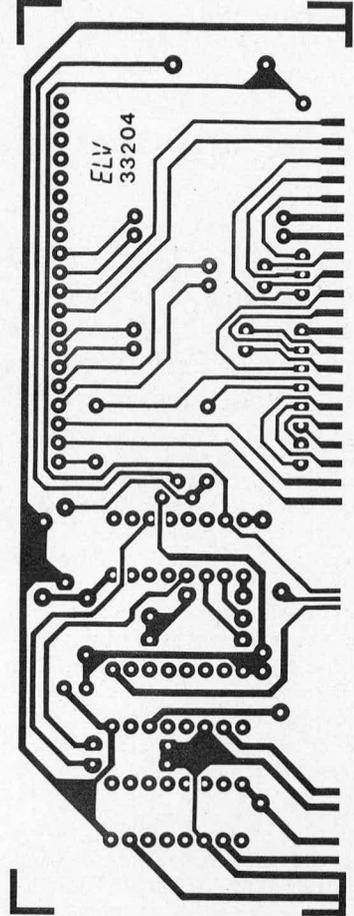
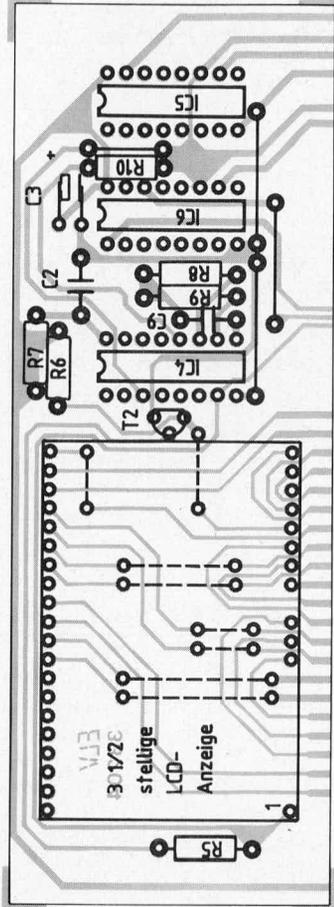
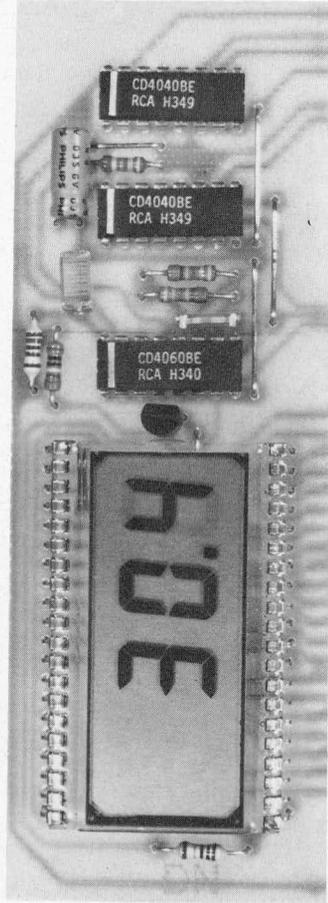
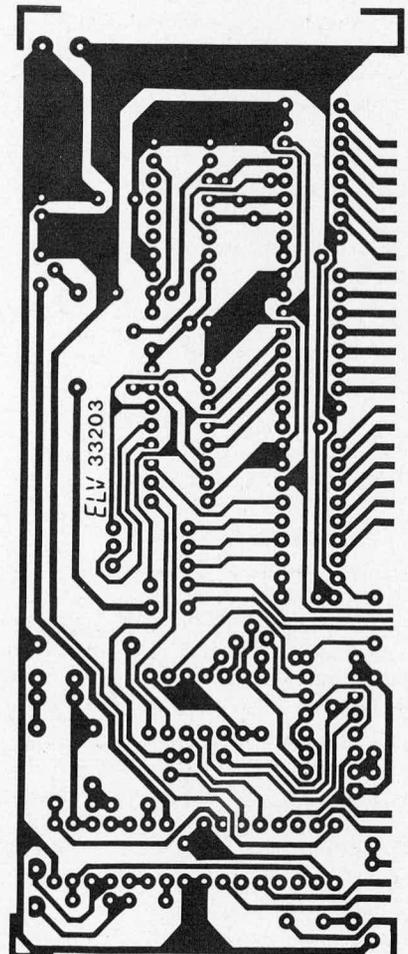
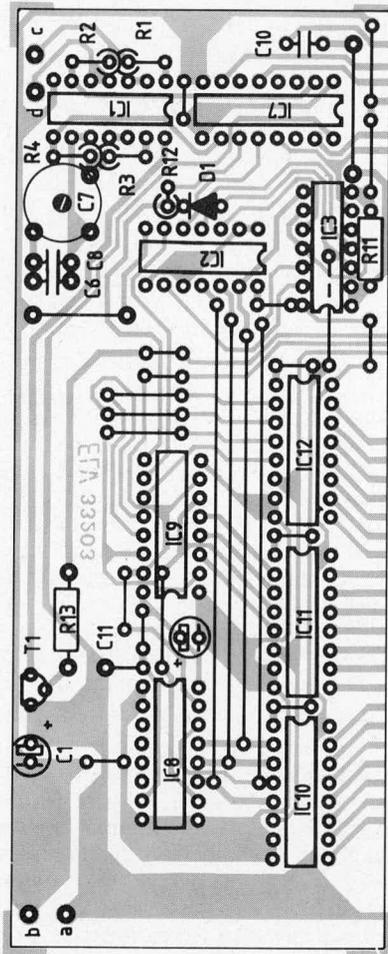
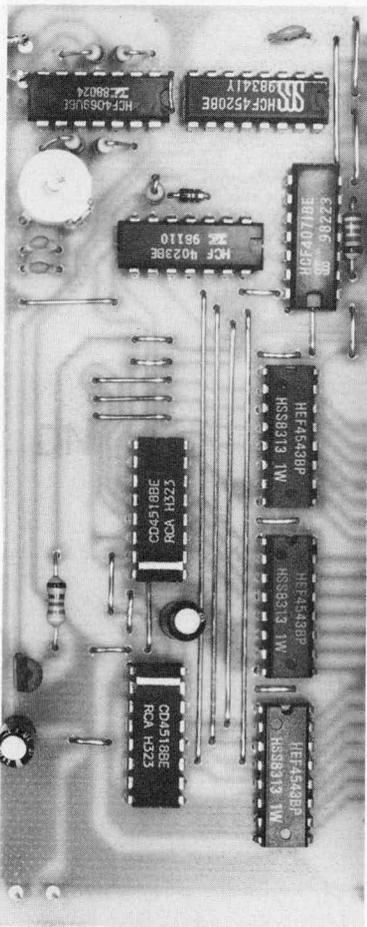
C1	.....	10 µF/16 V
C2	.....	220 nF
C3	.....	10 µF/16 V
C5	.....	Valvo Luftfeuchtesensor LFS 10
C6, C8	.....	47 pF
C7	...	Trimmerkondensator 4-40 pF
C9	.....	3,3 nF
C10	.....	100 pF
C11	.....	10 µF/16 V

Widerstände

R1-R4	.....	10 kΩ
R5, R6	.....	1 MΩ
R7	.....	6,8 kΩ
R8-R10	.....	330 kΩ
R11	.....	22 kΩ
R12, R13	.....	47 kΩ

Sonstiges

- 1 LCD-Anzeige 3,5stellig
- 4 Lötstifte
- 70 cm Silberschaltdraht
- 1 Batterieclip
- 1 Batteriekasten (4 Mignonzellen)



oben: Ansicht der fertig bestückten Anzeigenplatte des digitalen Luftfeuchtemessers
 links: Ansicht der fertig bestückten Basisplatte des digitalen Luftfeuchtemessers

oben: Bestückungsseite der Anzeigenplatte des digitalen Luftfeuchtemessers
 links: Bestückungsseite der Basisplatte des digitalen Luftfeuchtemessers

oben: Leiterbahnseite der Anzeigenplatte des digitalen Luftfeuchtemessers
 links: Leiterbahnseite der Basisplatte des digitalen Luftfeuchtemessers