

ELV micro-line

Mit der hier vorliegenden Ausgabe des ELV journals beginnen wir mit einer neuen Serie, der „ELV micro-line“.

In dieser Serie möchten wir unseren Lesern nicht nur Meßgeräte, sondern überwiegend elektronische Geräte für den allgemeinen Gebrauch vorstellen. Grundlage der neuen Serie „ELV micro-line“ stellt ein hochglanzpoliertes, formschönes Gehäuse im Top-Design dar, das in den Farben beige und dunkelbraun zur Verfügung steht. Die Abmessungen betragen: Höhe 50 mm (ohne Fuß), Breite 131 mm, Tiefe 68 mm. Die Gehäusewandungen bestehen aus einem hochwertigen, besonders temperaturstabilen 3 mm starken Kunststoff. Als Zubehör ist ein kleiner Aufstellfuß lieferbar, mit dem das Gerät in eine für die Ablesung günstige Schräglage gebracht wird.

Mit den nachfolgenden drei Artikeln dürfen wir Ihnen die ersten Geräte aus dieser neuen Serie vorstellen.

ELV micro-line Digital-Thermometer

Als erstes Gerät in der Serie „ELV micro-line“ stellen wir Ihnen ein elektronisches 3 $\frac{1}{2}$ -stelliges Digital-Thermometer vor, das wahlweise mit einer, zwei oder auch mit vier Temperaturmeßstellen bei automatischer Umschaltung betrieben werden kann.

Allgemeines

Dem ELV-Ingenieur-Team ist es wieder einmal gelungen, eine besonders interessante Schaltung mit minimalem Bauteile- und Kostenaufwand zu realisieren.

Für den Aufbau des digitalen elektronischen Temperatur-Meßgerätes finden ausschließlich preiswerte Standard-IC's Verwendung. Lediglich bei den Temperatursensoren handelt es sich um speziell selektierte Typen. Eine Selektion ist deshalb erforderlich, damit eine möglichst gute Übereinstimmung der einzelnen Meßstellen untereinander erreicht wird.

Es können wahlweise eine, zwei oder auch vier Meßstellen angeschlossen werden.

Die automatische Meßstellenumschaltung sorgt dann dafür, daß im Rhythmus von ca. 2 Sekunden zwischen der ersten und zweiten Meßstelle umgeschaltet wird, oder aber beim Einsatz von vier Meßstellen diese nacheinander zur Anzeige kommen. Zusätzlich kann in die Gehäuserückwand ein Kippschalter eingebaut werden, der es ermöglicht, die Meßstellenumschaltautomatik an jeder beliebigen Stelle zu stoppen, so daß die dann gerade angezeigte Meßstelle auch weiterhin auf der Anzeige sichtbar bleibt, wobei zu beachten ist, daß es sich um eine gespeicherte Anzeige handelt, die sich

nicht ändern kann, solange sich der Schalter S1 in Stellung „stop“ befindet.

Der Temperaturbereich des digitalen elektronischen Thermometers erstreckt sich von -40°C bis $+125^{\circ}\text{C}$, wobei der Betriebsbereich des Gerätes selbst zwischen 0 und $+40^{\circ}\text{C}$ liegt.

Die Anzeige erfolgt über vier hell leuchtende Sieben-Segmentanzeigen des Typs DJ 700 A, von denen die linke Anzeige, die erst bei Temperaturen ab 100°C eine „1“ anzeigt, gleichzeitig zur Anzeige der jeweils eingeschalteten Meßstelle dient.

Segment „f“ (links oben) signalisiert, daß die Meßstelle 1 in Betrieb ist, Segment „e“ (links unten) steht für Meßstelle 2, während Segment „a“ (oben) für Meßstelle 3 und Segment „d“ (unten) für Meßstelle 4 steht.

Zur Schaltung

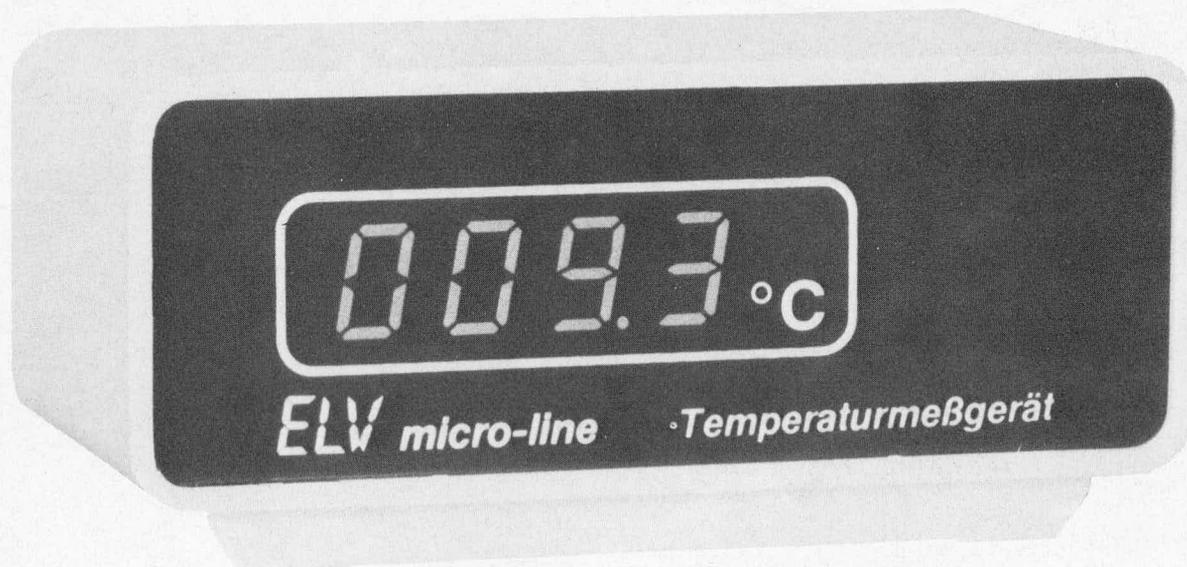
Als Temperaturnaufnehmer dienen die Sensoren SAX 1000. Hierbei handelt es sich um besonders genau selektierte Typen, die eine Abweichung untereinander von typ. 0,5% aufweisen und mit einem ca. 3 m langen Anschlußkabel versehen sind, welches nahezu beliebig (10 m und mehr) verlängerbar ist. Lediglich auf die Einstreuung von Störun-

gen ist zu achten (z. B. nicht parallel zu Netzleitungen legen).

Wird nur eine Meßstelle eingesetzt, kann als Temperatursensor auch der Typ SAC 1000 oder der Typ SAA 1000 (ohne Anschlußleitung) eingesetzt werden, da mit Hilfe der Trimmer R 5 und R 8 sowohl der Skalenfaktor als auch der Nullpunkt individuell auf diesen einen Sensor abgeglichen werden kann. Sobald jedoch mehr als ein Sensor zum Einsatz kommt, sind ausschließlich die Typen SAX 1000 einzusetzen.

Darüber hinaus kann beim Einsatz von nur einer Meßstelle auf den Einbau der IC's 3 bis 5 einschließlich Zusatzbeschaltung verzichtet werden. Damit das IC 1 auch ohne die Meßstellenumschaltautomatik ständig Messungen durchführt, ist der eingebaute Speicher außer Betrieb zu nehmen, indem das Anschlußbeinchen 1 des IC 1 nach $-U_V$ geschaltet wird. Dies erreicht man auf einfache Weise dadurch, indem die Anschlußpunkte 1 und 3 für das nicht eingebaute IC 3 mit einer Brücke verbunden werden.

Der Sensor TS 1 liegt über R 11 (und evtl. einem Teil von R 12) an der positiven Versorgungsspannung. Die an TS 1 abfallende Spannung gelangt auf den Eingang (Pin 12) des IC 5 und wird je nach Stellung der im IC 5 enthaltenen elektronischen Schalter nach Pin 13 durchgeschaltet. Über R 10 ge-



Ansicht des fertig aufgebauten ELV micro-line Digital-Thermometers im Gehäuse

langt diese Meßspannung dann auf den nicht invertierenden (+) Eingang des A/D-Wandler-IC's des Typs ICL 7117, wo sie in eine digitale Anzeige, die der Temperatur proportional ist, umgesetzt und auf dem vierstelligen Display zur Anzeige gebracht wird.

Auf die Funktionsweise des IC 1 wollen wir an dieser Stelle nicht weiter eingehen, da sie bis auf den zusätzlichen Speichereingang (Pin 1) mit dem bereits bestens bekannten Typ ICL 7107 identisch ist.

Werden zwei oder auch vier Meßstellen eingesetzt, kann zur Umschaltung eine Automatik verwendet werden, die aus den IC's 3 bis 5 einschließlich Zusatzbeschaltung besteht. Die Funktionsweise dieses Schaltungsteils ist wie folgt:

Das IC 3 des Typs NE 555 gibt alle 2 Sekunden einen kurzen negativen Impuls ab, der zum einen dazu dient, den Wert der gerade in Betrieb befindlichen Meßstelle in den Speicher zu übernehmen und zur Anzeige zu bringen und zum anderen das als Zähler geschaltete IC 4 des Typs CD 4013 um eine Stelle weiterzuschalten. Das IC 4 steuert nun wiederum das IC 5 so an, daß die nächstfolgende Meßstelle auf den Eingang des IC 1 geschaltet wird. Die Anzeige der jetzt in Betrieb befindlichen Meßstelle erfolgt aber erst in dem Moment, wenn das IC 3 einen weiteren Speicherimpuls auf Pin 1 des IC 1 gibt. Gleichzeitig wird das IC 4 weitergeschaltet, wodurch das IC 5 die nächste Meßstelle in Betrieb nimmt.

Aus vorstehender Beschreibung ist ersichtlich, daß die Anzeige der gerade in Betrieb befindlichen Meßstelle in dem Moment erfolgt, in dem auf die nächste Meßstelle umgeschaltet wird. Da die Zuordnung zwischen Meßstelle und Anzeige frei wählbar ist, kann die schaltungsbedingte Verschiebung zwischen Anzeige und Meßstelle per Definition exakt ausgeglichen werden.

Sind zwei Meßstellen im Einsatz, signalisiert das Segment „f“ (links oben) von Di 4, daß die zweite Meßstelle zur Anzeige gebracht wird, während das Segment „e“

(links unten) die Anzeige der ersten Meßstelle angibt. Tatsächlich gemessen wird jedoch, wie weiter vorstehend bereits beschrieben, jeweils mit der anderen Meßstelle.

Werden vier Meßstellen nacheinander eingeschaltet, ergibt sich folgende Zuordnung zwischen angezeigtem Temperaturwert und der auf Di 4 angegebenen Meßstelle:

Segment „e“: Meßstelle 1,
Segment „d“: Meßstelle 2,
Segment „a“: Meßstelle 3,
Segment „f“: Meßstelle 4.

Die Stromversorgung erfolgt durch ein Steckernetzteil, das eine Ausgangsspannung zwischen 9 und 12 V bei einem Strom von 0,3 A zu liefern in der Lage sein muß. Hieraus wird mit Hilfe des IC 2 eine gegenüber der positiven Versorgungsspannung stabilisierte Referenzspannung von 5 V generiert (zwischen $+U_V$ und Masse).

An dieser Stelle wollen wir noch anmerken, daß die in unserer Vorschau angekündigte Veröffentlichung der LCD-Version des elektronischen Thermometers auf die kommende Ausgabe verschoben werden mußte, da hierfür ein spezielles von der Firma Texas Instruments neuentwickeltes IC benötigt wird, bei dessen Lieferung jedoch größere Verzögerungen aufgetreten sind.

Zum Nachbau

Die Bauteile sind in gewohnter Weise anhand des Bestückungsplanes einzulöten. Einige Widerstände sind, wie dies aus dem Bestückungsplan ebenfalls zu entnehmen ist, stehend einzubauen.

Wird das Gerät mit nur einer Meßstelle betrieben, können folgende Bauelemente ersatzlos entfallen:

IC 3 bis IC 5, C 9, C 10, R 12 bis R 20, S 1, TS 2 bis TS 4.

An der Stelle, an der das IC 3 vorgesehen ist, sind die Anschlußbeinchen 1 und 3 mittels einer Brücke zu verbinden. Gleiches gilt für die Anschlußbeinchen 12 und 13 an der Stelle,

an der das IC 5 vorgesehen ist. Da auch der Trimmer R 12 ersatzlos entfällt, ist eine Verbindung vom Mittelabgriff von R 12 zu dem Anschluß, der zu R 11 hinführt, mit Hilfe einer Brücke herzustellen.

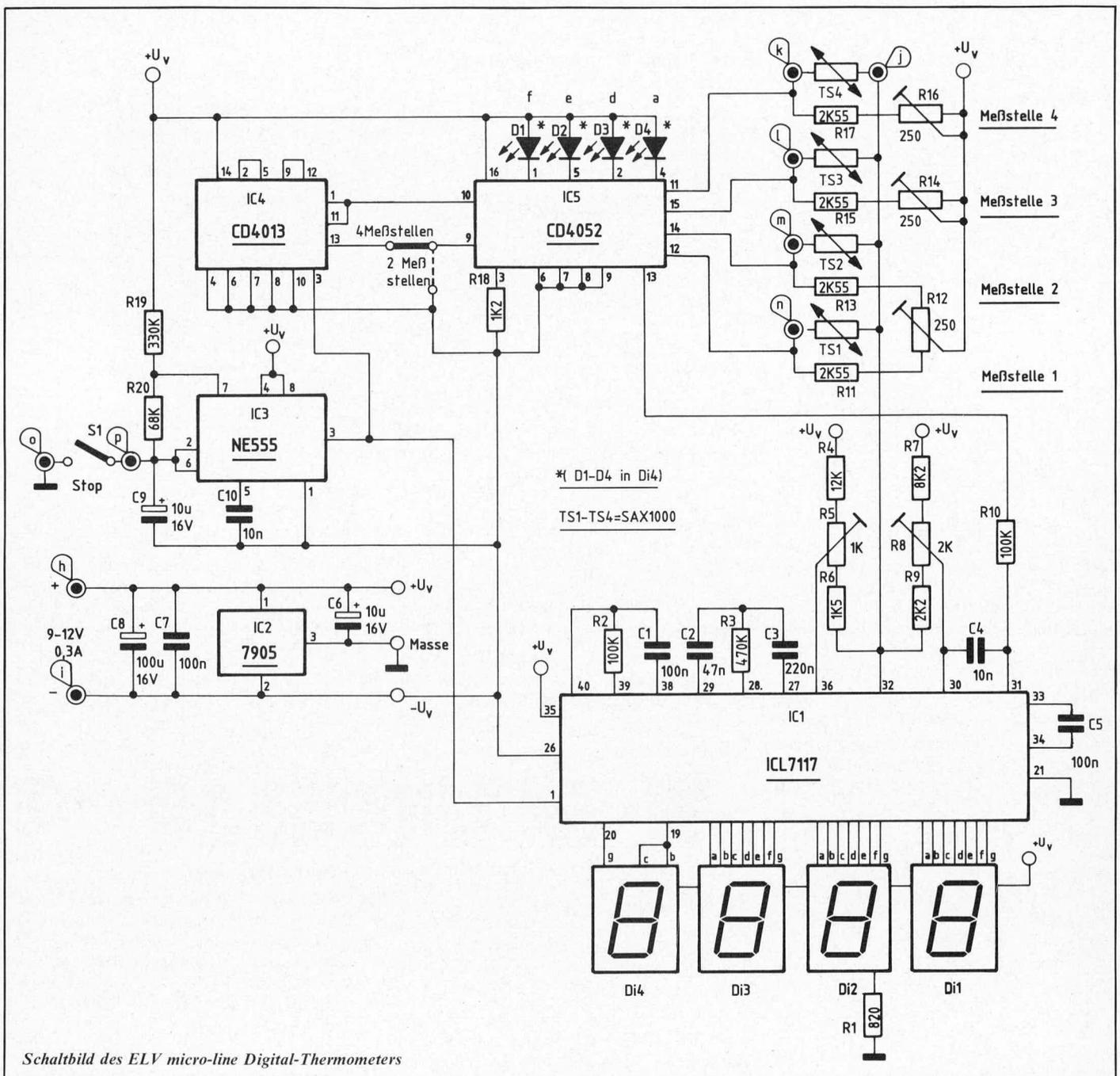
Soll das Gerät mit zwei Meßstellen betrieben werden, kann lediglich auf den Einsatz von R 14 bis R 17 sowie auf TS 3 und TS 4 verzichtet werden. In diesem Fall ist zu beachten, daß eine Brücke von Pin 9 des IC 5 nach Pin 6, 7, 8, 9 gelegt wird, während beim Einsatz von vier Meßstellen die Brücke nicht wie vorgenannt zu schalten ist, sondern von Pin 9 des IC 5 nach Pin 13 des IC 4.

Sehr wichtig ist es zu beachten, daß das IC 1 des Typs ICL 7117 auf der Platinenrückseite (Leiterbahnseite) angelötet wird. Außerdem sind auf der Platinenrückseite noch vier isolierte Leitungen, die von den Anschlußbeinchen 1, 2, 4 und 5 des IC 5 zu den entsprechenden Segmenten der Di 4 führen, anzulöten.

Damit der Abstand zwischen Front- und Leiterplatte nicht unnötig groß wird, sind sowohl der Kondensator C 8 als auch das IC 2 aufgrund ihrer etwas größeren Bauhöhe flach auf die Leiterplatte zu legen und anzulöten.

Nachdem die Sensoren sowie die Leitungen für den Schalter S 1 und die Versorgungsspannungszuführung angelötet wurden, können der Schalter S 1 und die Klinkenbuchse für die Spannungsversorgung in die Gehäuserückwand eingeschraubt und mit den entsprechenden Platinezuleitungen verbunden werden.

Die Befestigung der Platine im Gehäuse geschieht mit Hilfe von zwei Epoxyd-, Metall- oder Kunststoffplättchen, die genau 14 mm vom Gehäuserand entfernt innen an den beiden Seitenwänden festgeklebt werden. Auf diese Weise wird die Platine gegen ein Verrutschen gesichert. Vorne wird die Platine von der Frontplatte gehalten. Ggf. kann die Platine auch mit einigen Klebstofftupfern festgeheftet werden. Dies sollte jedoch erst nach erfolgtem Abgleich geschehen, der im folgenden Abschnitt beschrieben wird.



Schaltbild des ELV micro-line Digital-Thermometers

Zum Abgleich

Bevor das Gerät eingeschaltet wird, sollte man noch einmal die Bestückung kontrollieren.

Zum Abgleich stehen zwei getrennte, sehr genaue Methoden zur Verfügung.

Bei Einsatz der automatischen Meßstellenumschaltung ist darauf zu achten, daß nur abgeglichen wird, wenn der entsprechende Schalter sich nicht in Stellung „stop“ befindet.

Nachdem das Gerät eingeschaltet wurde, taucht man alle Temperaturfühler in ein Glas, das mit einem Gemisch aus kleinsten Eiswürfeln und Wasser besteht.

Mit dem Spindeltrimmer R 8 wird nun die Anzeige für den Außentemperaturfühler TS 1 auf 0,0°C abgeglichen, da das Eis-Wasser-Gemisch exakt eine Temperatur von 0,0°C aufweist. Zuvor ist der Trimmer R 5 ungefähr in Mittelstellung zu bringen.

Es ist darauf zu achten, daß die Eiswürfel

möglichst klein (wenige mm Durchmesser) gehackt werden und nur verhältnismäßig wenig Wasser (möglichst weniger als 50%) in dem Glas ist. Alle Eisstückchen müssen mit Wasser bedeckt sein.

Die Fühlerelemente müssen möglichst weit in das Eiswasser getaucht werden, damit der Temperatureinfluß über die beiden Versorgungsleitungen ausgeschaltet wird.

Hält man sich vor Augen, daß mit diesem Gerät Temperaturen mit einer Auflösung von 0,1°C gemessen werden, die man unter Einsatz dieser hochwertigen Fühlerelemente dem Gerät auch weitgehend glauben kann, so ist der Temperatureinfluß über die Versorgungsleitungen der Fühlerelemente durchaus zu beachten und auszuschalten.

Um zu erreichen, daß alle Sensoren 0,0°C anzeigen und damit übereinstimmen, verdreht man die Trimmer R 12, R 14 und R 16 soweit, daß die Anzeige sowohl bei der Messung über den Sensor TS 1 als auch bei Messung über die Sensoren TS 2, TS 3 bzw. TS 4

gleich ist. Mit R 8 wird nun noch einmal, falls erforderlich, der Nullpunkt korrigiert, wobei ständig das Eiswasser mit den Sensoren gerührt werden muß, um eine einwandfreie Temperaturverteilung zu erzielen.

Sehr wesentlich ist es, daß die Isolierung der Anschlußdrähte der Temperatursensoren einwandfrei ist, damit nicht durch das Eintauchen in Wasser Kriechströme das Ergebnis verfälschen können.

Bei der Einstellung des Skalenfaktors können zwei verschiedene, in jedem Haushalt befindliche Vergleichsmöglichkeiten gewählt werden, wobei lediglich der Abgleich für einen Temperaturfühler vorgenommen zu werden braucht. Bis auf geringe Abweichungen stimmt die Messung bei Einschalten der anderen Fühler automatisch.

Erste Möglichkeit:

Man erinnert sich des hoffentlich wenig gebrauchten Fieberthermometers, das normalerweise nur eine Abweichung von höchstens $\pm 0,1^\circ\text{C}$ hat.

Nachdem sowohl Fieberthermometer als auch Temperatursensor desinfiziert und gereinigt wurden, mißt man zunächst seine eigene Körpertemperatur am besten im Mund mit dem Fieberthermometer.

Nehmen wir einmal an, daß sich eine Anzeige von z. B. 36,9° C einstellt. Der Temperatursensor wird dann in den Mund genommen. Nach 1 bis 2 Minuten kann die Anzeige mit dem Spindeltrimmer R 5 auf diesen Wert eingestellt werden. Zu Kontrollzwecken kann gleichzeitig oder auch hinterher die Temperatur noch einmal mit dem Fieberthermometer überprüft werden.

Zweite Möglichkeit:

Man macht sich die Tatsache zunutze, daß kochendes Wasser eine Temperatur von 100° C aufweist, die lediglich geringfügig mit dem Luftdruck schwankt. Dieser Einfluß ist jedoch vernachlässigbar.

Der Temperatursensor wird in das kochende Wasser (muß richtig sprudelnd kochen; Vorsicht Verbrennungsgefahr) mindestens 1 bis 2 cm tief (eher etwas tiefer) eingetaucht.

Wichtig ist hierbei, daß der Sensor nicht den Topfboden berührt, da dieser unter Umständen auch heißer sein kann und das Ergebnis dadurch verfälschen könnte.

Die Anzeige ist nun mit dem Spindeltrimmer R 5 auf 100,0 abzugleichen.

Das digitale, elektronische Thermometer ist jetzt in ° C kalibriert, wobei für die anderen Sensoren kein separater Abgleich erforderlich ist (bis auf die Einstellung von R 12, R 14 bzw. R 16 beim Nullpunktgleich). Die Abweichungen der anderen Sensoren können daher geringfügig größer sein.

Welche Methode des Abgleichs man wählt, hängt im wesentlichen von dem späteren Einsatz ab.

Sollen überwiegend Temperaturen bis +50° C gemessen werden, so ist die Fieberthermometer-Methode günstiger, da hierdurch diese Temperaturen besser abgedeckt werden.

Im Bereich um Null ° C und im Bereich bis

40° C sind Genauigkeiten von $\pm 0,1^\circ$ C erreichbar.

Dies ist eine Genauigkeit, die selbst von sehr teuren, professionellen Temperaturmessern teilweise nur mit Mühe erreicht wird.

Werden häufig Temperaturen von über 50° C gemessen, so ist die 100° C-Methode vorzuziehen.

Hier sind nahezu über dem gesamten Bereich Genauigkeiten von besser als 1% (teilweise erheblich besser) vom Endwert zu erzielen.

Die Methoden des Abgleichs sind deshalb so genau beschrieben, da diese eine ganz wesentliche Voraussetzung für ein genaues und erfolgreiches Arbeiten darstellen.

Abschließend wollen wir nochmals darauf hinweisen, daß der angezeigte Temperaturwert bei eingebauter Umschaltautomatik solange unverändert bleibt, bis die nächste Meßstelle eingeschaltet wird. Beim Abgleich darf die Umschaltautomatik deshalb **nicht** mit S 1 auf „stop“ geschaltet werden.

Stückliste:

ELV micro-line Digital-Thermometer

Halbleiter

IC1	ICL 7117
IC2	7905
IC3*	NE 555
IC4*	CD 4013
IC5*	CD 4052
Di1-Di4	DJ 700 A

Kondensatoren

C1	100 pF
C2	47 nF
C3	220 nF
C4	10 nF
C5	100 nF
C6	10 μ F/16 V
C7	100 nF
C8	100 μ F/16 V
C9*	10 μ F/16 V
C10*	10 nF

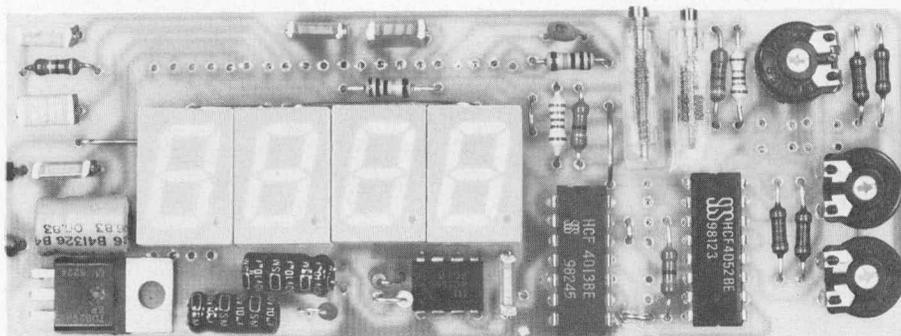
Widerstände

R1	820 Ω
R2	100 k Ω
R3	470 k Ω
R4	12 k Ω
R5	1 k Ω , Spindeltrimmer
R6	1,5 k Ω
R7	8,2 k Ω
R8	2 k Ω , Spindeltrimmer
R9	2,2 k Ω
R10	100 k Ω
R11, R13*, R15*, R17*	2,55 k Ω
R12*, R14*, R16*	250 Ω , Trimmer
R18*	1,2 k Ω
R19*	330 k Ω
R20*	68 k Ω

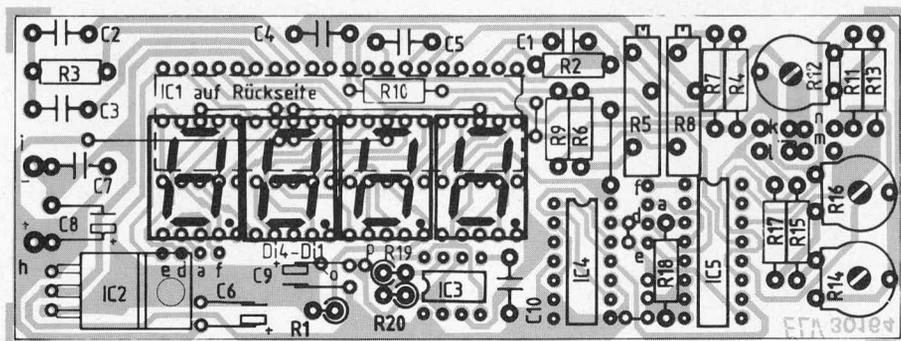
Sonstiges

S1	Schalter, 1 x um TSI-TS4
.....	SAC 1000 (1 Meßstelle)
.....	SAX 1000* (ab 2 Meßstellen)
10	Lötstifte
1	Klinkenbuchse, 3,5 mm

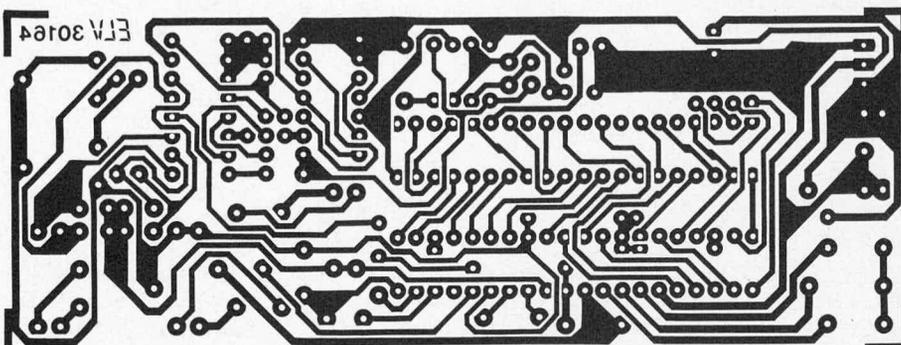
* Nur für Meßstellenumschaltautomatik (ab 2 Meßstellen)



Ansicht der fertig bestückten Platine des ELV micro-line Digital-Thermometers



Bestückungsseite der Platine des ELV micro-line Digital-Thermometers



Leiterbahnseite der Platine des ELV micro-line Digital-Thermometers