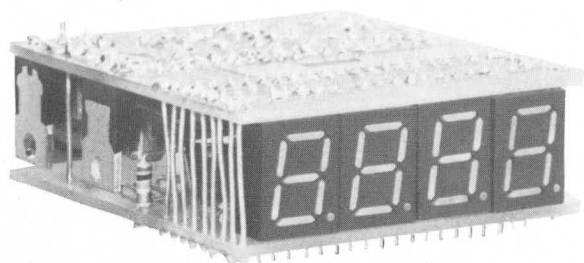


Kfz-Außen-/Innen-Thermometer

mit Eiswarner und elektronischer Meßstellenumschaltung



Das hier vorgestellte digitale, elektronische Thermometer mit LED-Anzeige verfügt über 2 Meßstellen (außen/innen), deren Temperatur über eine Umschaltautomatik wahlweise zur Anzeige gebracht wird.

Neben einer hervorragenden Genauigkeit mit 0,1°C Auflösung besitzt das Gerät noch einen zusätzlichen Eiswarner, der den Autofahrer auf kritische Temperaturen aufmerksam macht.

Allgemeines

Dieses Gerät stellt eine Weiterentwicklung unseres vor ca. 2 Jahren vorgestellten Kfz-Thermometers dar. Trotz der eingebauten Features, wie automatische Meßstellenumschaltung, eingebauter Warnton, erhöhte Störsicherheit usw. konnte die Konstruktion der Schaltung so ausgeführt werden, daß sie in das ansprechende Gehäuse aus unserer Kfz-Serie eingebaut werden kann.

Zur Befestigung dient ein eingebauter Magnet sowie eine zusätzliche Klebeplattform, die es gestattet, trotz Klebeverbindung das Gerät über den Magneten abzunehmen.

Auf eine weitere Besonderheit wollen wir an dieser Stelle noch hinweisen:

Sobald die Temperatur einer Meßstelle unter 0°C sinkt, wird dies durch Aufleuchten des „-“ Zeichens angezeigt. Darüber hinaus ertönt dann für ca. 2 Sekunden in 15 min-Intervallen ein Warnton, wodurch man in den entsprechenden Zeitabständen an das Vorhandensein kritischer Temperaturen erinnert wird.

Durch den weiten Temperaturmeßbereich von -55°C bis +125°C ist es möglich, die zweite Meßstelle nicht nur für Innentemperaturmessungen, sondern z. B. auch für die Messung der Kühlwassertemperatur heranzuziehen. Die Schaltung wurde so ausgelegt, daß bei Überschreiten einer Temperatur von +100°C ebenfalls das Warnsignal in den entsprechenden Zeitintervallen ertönt.

Die Ansprechgeschwindigkeit der Sensoren ist außerordentlich schnell und beträgt in Öl bzw. Wasser nur wenige Sekunden, während in Luft einige Minuten benötigt werden, um plötzliche Temperaturänderungen voll zu erfassen. Da der Warnton nur alle 15 Minuten ertönt, wenn sich eine der beiden Meßstellen entweder im Minustemperaturbereich oder aber über 100°C befindet, kann es sein, daß gerade in dem Moment, wo eine dieser beiden Temperaturbedingungen erfüllt ist, der Warnton ausgeschaltet ist und dadurch, im ungünstigsten Fall, erst nach 15 Minuten ertönen kann, sofern die entsprechenden Temperaturbedingungen noch vorliegen.

Die Anzeige, welche von den beiden Temperaturmeßstellen jeweils im Einsatz ist, erfolgt ebenfalls auf dem Anzeigendisplay mittels der beiden linken, senkrechten Balken der linken 7-Segment-Anzeige.

Abschließend wollen wir noch auf eine weitere Besonderheit der Schaltung hinweisen:

Als A/D-Wandler findet das IC des Typs ICL 7117 Verwendung. Dieses IC besitzt einen zusätzlichen Steuereingang, um einen Wert zu speichern. In der vorliegenden Schaltung wurde dies dazu genutzt, um die Anzeige des Kfz-Thermometers besonders ruhig zu gestalten (während einer Anzeigenperiode von ca. 2-3 Sekunden je Meßstelle ändert sich der Wert nicht). Angenehm bemerkbar macht sich dies besonders

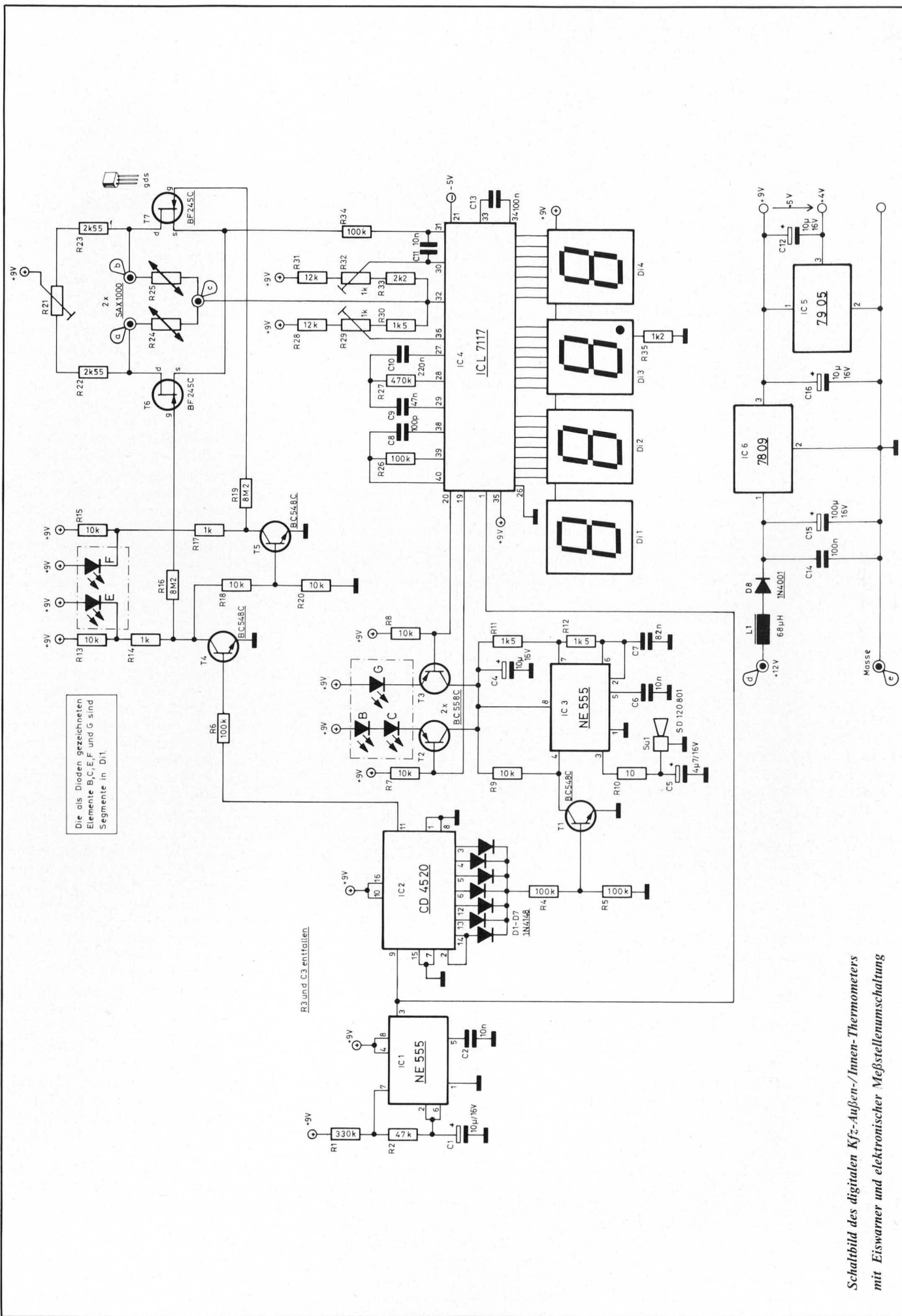
dann, wenn die beiden gemessenen Temperaturen sehr unterschiedlich sind und im Umschaltmoment für kurze Zeit ein Zwischentemperaturwert erscheinen würde, der durch den Speichervorgang jedoch unterdrückt wird.

Zur Schaltung

Mit den beiden Temperatursensoren R 24 und R 25 des Typs SAX 1000 wird die zu messende Temperatur in einen entsprechenden Widerstandswert umgesetzt. Die Widerstände R 22 und R 23 dienen der Linearisierung und R 21 führt eine Übereinstimmung evtl. etwas unterschiedlicher Sensordaten herbei. Aufgrund einer Konstantspannung, die sich zwischen dem Mittelabgriff von R 21 und dem Punkt c befindet (ca. 2,8 V), wird der linearisierte Widerstandswert in eine entsprechende Spannung umgewandelt, die für die eine Meßstelle an Punkt a und für die andere Meßstelle an Punkt b abgegriffen werden kann.

Je nachdem, welche der beiden Meßstellen eingeschaltet ist, steuert entweder T 6 oder T 7 durch und gibt die Spannung von Punkt a oder von Punkt b über R 34 auf den positiven Meßeingang (Pin 31) des IC 4 des Typs ICL 7117.

Zu den Temperatursensoren des Typs SAX 1000 ist noch anzumerken, daß diese in ihren Daten weitgehend mit dem bereits



bekanntem Typ SAC 1000 übereinstimmen. Ein wesentlicher Unterschied liegt darin, daß die Abweichungen untereinander, also von einem Sensor zum anderen kleiner als 0,5 % sind, im Gegensatz zum SAC 1000 mit 10 % Toleranz.

Durch die gute Übereinstimmung verschiedener Sensoren des Typs SAX 1000 untereinander wird eine ausgezeichnete Meßgenauigkeit erreicht, die auch die Auflösung von 0,1°C rechtfertigt. Diese gute Übereinstimmung der Sensoren ist allerdings nur erforderlich bei Geräten mit mehr als einem Sensor, da bei Einsatz eines einzelnen Sensors sowohl Nullpunkt als auch Skalenfaktor speziell auf diesen Typ ausgerichtet werden können. Ohne nennenswerte Genauigkeitseinbuße kann dann der TYP SAC 1000 eingesetzt werden. In dem hier beschriebenen Anwendungsfall mit 2 Sensoren hat der Typ SAX 1000 jedoch deutliche Vorteile. Die Sensoren sind mit einem 3 m langen Anschlußkabel versehen, das mit den Sensoranschlüssen verlötet, vergossen und mit Schrumpfschlauch umhüllt ist.

Doch nun weiter zur Schaltungsbeschreibung:

Der negative Eingang (Pin 30) des IC 4 liegt auf dem Mittelabgriff des Spindeltrimmers R 32 mit dessen Hilfe auf diesen Eingang eine Vorspannung zur Einstellung des Nullpunktes gegeben wird.

Der Skalenfaktor wird mit Hilfe des Spindeltrimmers R 29 eingestellt. Eine detaillierte Funktionsbeschreibung des Meßprinzips der IC's der Typen ICL 7106 bzw. ICL 7107, die in ihren Funktionsweisen dem hier eingesetzten Typ ICL 7117 weitgehend entsprechen, wurde bereits in mehreren früheren Ausgaben vorgenommen, so daß an dieser Stelle darauf verzichtet werden soll.

Ein wesentlicher Unterschied besteht einzig und allein in einem zusätzlichen Speichereingang, der je nach Steuersignal den Anzeigewert konstant hält, wodurch eine ruhige Anzeige über die gesamte Meßperiode erreicht wird.

Die Ansteuerung des Speichereinganges (Pin 1) des IC 4 erfolgt mit Hilfe eines Multivibrators, der mit dem IC 1 und seiner Zusatzbeschaltung aufgebaut wurde.

Der Ausgang (Pin 3) des IC 1 steuert zum einen den Speichereingang des IC 4 und zum anderen einen Mehrfachteiler (IC 2) des Typs CD 4520, dessen Eingang Pin 9 darstellt.

An Pin 11 dieses IC's liegt ein geteiltes Signal mit einem Tastverhältnis von 1:1 an. Die Periodendauer beträgt ca. 5 Sekunden, so daß dieses Signal ca. 2,5 Sek. auf „high“ und 2,5 Sek. auf „low“ liegt. Je nach Schaltzustand wird dadurch entweder T 4 oder T 5 und in der Folge davon entweder T 6 oder T 7 durchgesteuert. Gleichfalls leuchtet eines der linken beiden Segmente auf. Hierdurch erfolgt eine Anzeige der jeweils eingeschalteten Meßstelle.

Die übrigen Ausgänge des IC 2 sind über Dioden sowie den Widerstandsteiler R 4/R 5 auf die Basis des Transistors T 1 geschaltet. Dadurch wird erreicht, daß das als

Multivibrator geschaltete IC 3 des Typs NE 555 über den Steuereingang Pin 4 nur ca. alle 15 Minuten freigegeben wird und den Signalgeber des Typs SD 120801 ansteuert.

Seine Versorgungsspannung an Pin 8 erhält das IC 3 entweder über den Transistor T 2 oder T 3, die nur dann durchsteuern, wenn entweder das Segment „G“ (Minuszeichen) oder die beiden Segmente „B“ und „C“ („1“-leuchtet bei über 100°C auf) der linken 7-Segment-Anzeige aufleuchten. Der Signalgeber ertönt also nur dann, wenn sowohl T 1 das IC 3 freigibt und außerdem das IC über T 2 oder T 3 seine Versorgungsspannung erhält.

Die Stromversorgung wird aus Gründen der Störsicherheit besonders sorgfältig aufbereitet:

Die positive Versorgungsspannung wird zunächst über eine HF-Drossel geführt und anschließend über die Diode D 8, die dem Verpolschutz dient, dem Spannungsregler-IC des Typs 7809 zugeführt.

Damit ist ein wesentlicher Teil der Stabilisierung bereits erledigt. Eine zusätzliche Stabilisierung der erforderlichen +5 V, die zwischen den Anschlußbeinchen 35 und 21 des IC 4 liegen muß, wird über den Negativspannungs-Regler (IC 5) des Typs 7905 erreicht. Es ist hier ein Negativ-Spannungs-Regler erforderlich, da sich die 5 V, bezogen auf die +9 V, als negative Spannung einstellen müssen.

Zum Nachbau

Durch die besonders hohe Bauteildichte und die engen Leiterbahnen sollte dieses Gerät nur von erfahrenen Hobby-Elektronikern nachgebaut werden, da an die Qualität der Lötungen und deren Präzision hohe Anforderungen gestellt werden. Die sehr feinen Lötungen sind nur mit einem kleinen Lötkolben, der eine Bleistiftspitze besitzt, durchzuführen.

Die Bauteile sind in gewohnter Weise anhand des Bestückungsplanes einzusetzen. Einige Widerstände sind stehend einzubauen. Dies geht ebenfalls aus dem Bestückungsplan hervor. Alle Bauelemente einschließlich der Spannungsregler sind bis zum Gehäuseanschlag auf der Leiterplatte einzulöten, wobei kurze, jedoch ausreichende Lötzeiten wichtig sind. Durch besonders kurze Anschlußbeinchen ist die thermische Belastung der einzelnen Bauteile besonders hoch.

Eine Besonderheit liegt noch in der Befestigung der vier 7-Segment-Anzeigen. Die Anschlußbeinchen sind um 90°C abzuwickeln, so daß jeweils 5 Anschlüsse einer jeden 7-Segment-Anzeige in die untere Leiterplatte und die anderen 5 Anschlüsse in die obere Leiterplatte eingelötet werden können. Die vier 7-Segment-Anzeigen befinden sich dann ohne weiteren Zwischenraum direkt zwischen den beiden Leiterplatten, die zueinander parallel angeordnet sind.

Als letztes sind noch die an den beiden äußeren Platinenseiten anzuordnenden Drahtverbindungen der beiden Platinen untereinander anzubringen.

Nachdem die Sensoren und die Versorgungsspannungszuführung angelötet wur-

den, kann das Gerät in Betrieb genommen werden.

Abgleich

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

Zum Abgleich stehen zwei getrennte, beides sehr genaue Methoden zur Verfügung. Bei Einsatz der automatischen Meßstellenumschaltung ist darauf zu achten, daß nur abgeglichen wird, wenn auch der entsprechende Sensor eingeschaltet ist.

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

Mit dem Spindeltrimmer R 32 wird nun die Anzeige für den Außentemperaturfühler (R 24 oder R 25) kann selbst bestimmt werden) auf 00.0 abgeglichen, da das Eis-Wasser-Gemisch exakt eine Temperatur von 0,0°C aufweist. Zuvor ist der Trimmer R 21 ungefähr in Mittelstellung zu bringen.

Es ist darauf zu achten, daß die Eiswürfel möglichst klein (wenig 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 beide Sensoren 0,0°C anzeigen und damit übereinstimmen, verdreht man den Trimmer R 21 soweit, daß die Anzeige sowohl bei der Messung über den Sensor R 24 als auch bei Messung über den Sensor R 25 gleich ist. Mit R 32 wird nun noch einmal, falls erforderlich, der Nullpunkt korrigiert, wobei ständig das Eiswasser mit den beiden 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 den Außentemperaturfühler vorgenommen zu werden braucht. Bis auf geringe Abweichungen stimmt die Messung bei Einschalten des anderen Fühlers 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 Wendeltrimmer R 29 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 Wendeltrimmer R 29 auf 100,0 abzugleichen.

Das digitale, elektronische Thermometer ist jetzt in ° C kalibriert, wobei für den zweiten Sensor kein separater Abgleich erforderlich ist (bis auf die Einstellung von R 21 beim Nullpunktgleich). Die Abweichungen des zweiten Sensors 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 Grad C und im Bereich bis 40° C sind Genauigkeiten von ±01° C erreichbar.

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

Werden häufig Temperaturen von über 50° C gemessen (z. B. Kühlwassertemperatur), so ist die 100° C-Methode vorzuziehen.

Hier sind nahezu über den 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.

Achtung

Wir halten es für sehr wichtig, noch auf folgende Tatsache hinzuweisen:

Zwar weist das hier vorgestellte Digitale-Kfz-Außen-/Innen-Thermometer eine ausgezeichnete Genauigkeit auf, jedoch kann diese sowohl durch Alterung als auch Schaltungsdefekte und nicht zuletzt äußere Einflüsse wie Motorwärmestrahlung zum Sensor, Fahrtwind usw. z. T. erheblich beeinträchtigt werden.

Wir empfehlen daher dringend, sich nicht ausschließlich auf die Anzeige zu verlassen und bei Frostgefahr lieber etwas zu früh den Fuß vom Gaspedal zu nehmen als zu spät, denn plötzliche Kälteeinbrüche oder Temperaturgefälle (z. B. an Brücken) können auch schon eine vereiste Fahrbahn hervorrufen, obwohl die Lufttemperatur noch einige Grad über Null ist.

**Stückliste:
Kfz-Thermometer**

Halbleiter:

IC1.....	NE 555
IC2.....	CD 4520
IC3.....	NE 555
IC4.....	ICL 7117
IC5.....	7905
IC6.....	7809
T1.....	BC 548 C
T2, T3.....	BC 558 C
T4, T5.....	BC 548 C
T6, T7.....	BF 245 C
Di1-Di4.....	TIL 701
D1-D7.....	1N 4148
D8.....	1N 4001

Kondensatoren:

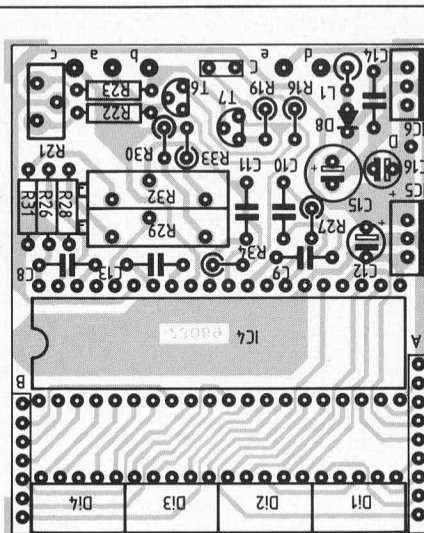
C1.....	10 µF/16 V
C2.....	10 nF
C4.....	10 µF/16 V
C5.....	4,7 µF/16 V
C6.....	10 nF
C7.....	82 nF
C8.....	100 pF
C9.....	47 nF
C10.....	220 nF
C11.....	10 nF
C12.....	10 µF/16 V
C13.....	100 nF
C14.....	100 nF
C15.....	100 µF/16 V
C16.....	10 µF/16 V

Widerstände

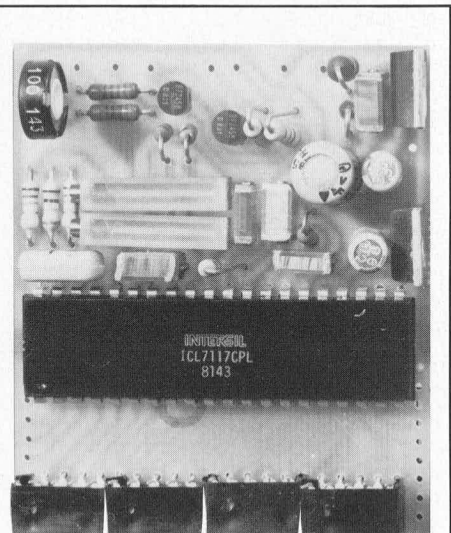
R1.....	330 kΩ
R2.....	47 kΩ
R4-R6.....	100 kΩ
R7-R9.....	10 kΩ
R10.....	10 Ω
R11, R12.....	1,5 kΩ
R13, R15.....	10 kΩ
R14.....	1 kΩ
R16, R19.....	8,2 MΩ
R17.....	1 kΩ
R18, R20.....	10 kΩ
R21.....	100 Ω, Trimmer stehend
R22, R23.....	2,55 kΩ
R24, R25.....	SAX 1000
R26.....	100 kΩ
R27.....	470 kΩ
R28, R31.....	12 kΩ
R29, R32.....	1 kΩ, Spindeltrimmer
R30.....	1,5 kΩ
R33.....	2,2 kΩ
R34.....	100 kΩ
R35.....	1,2 kΩ

Sonstiges

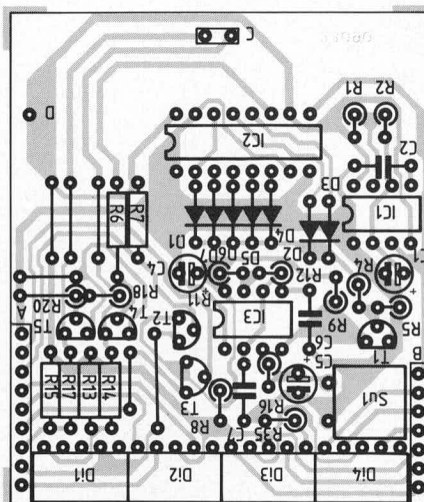
Dr1.....	HF 68 µH
50 cm Silberschalt draht 0,8 mm Ø	
1 Signalgeber Typ SD 120801	



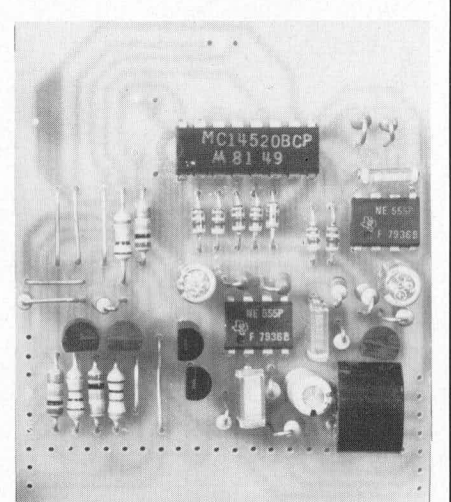
Platinenlayout der oberen Platine



Ansicht der bestückten oberen Platine



Platinenlayout der unteren Platine



Ansicht der bestückten unteren Platine