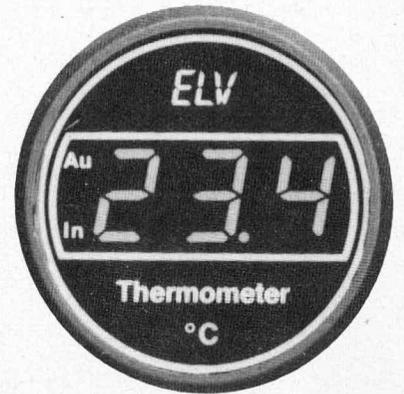
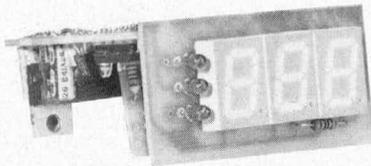


Digitales Kfz-Außen-/Innen-Thermometer



Temperaturmessungen im Bereich von -40°C bis $+100^{\circ}\text{C}$ sind mit diesem komfortablen elektronischen Kfz-Thermometer mit 3stelliger Digital-Anzeige möglich. Das Gerät besitzt zwei Meßstellen, die wahlweise zur Anzeige gebracht werden. Die Meßstellenumschaltung erfolgt über einen separat anzuordnenden 3stelligen Kippschalter, entweder manuell oder automatisch abwechselnd im 2-Sekunden-Takt.

Außerdem zeichnet sich das Gerät durch gute Genauigkeit, hohe Auflösung ($0,1^{\circ}\text{C}$) und schnelle Ansprechzeit aus

Allgemeines

Bereits vor ca. 5 Jahren, im „ELV journal“ Nr. 12, stellten wir Ihnen ein Kfz-Außen-/Innen-Thermometer vor, das sich seither vieltausendfach bewährt hat. Die hier nun vorgestellte, weiterentwickelte, auf dem neuesten technischen Stand befindliche Version zeichnet sich neben einfachem Aufbau besonders durch die elektronische Meßstellenumschaltung aus. Über einen einpoligen, 3stelligen Kippschalter (1 x um mit Mittelstellung) kann entweder die Außen- oder die Innentemperatur zur Anzeige gebracht werden, wobei in Kippschaltermittelstellung der Anzeigenwechsel automatisch im 2-Sekunden-Takt erfolgt. Da die Umschaltung selbst innerhalb des Gerätes erfolgt, kann die 3adrige Kippschalterzuleitung nahezu beliebig lang sein, ohne Einbußen an Meßgenauigkeit.

Der Einbau kann wahlweise in ein Aufbau- oder Einbaugehäuse aus der ELV-Serie Kfz-Elektronik erfolgen.

Die Ansprechgeschwindigkeit der Sensoren ist recht schnell und beträgt in Öl bzw. Wasser nur wenige Sekunden, während in

Luft einige Minuten benötigt werden, um plötzliche Temperaturänderungen voll zu erfassen. Aufgrund der hohen Auflösung von $0,1^{\circ}\text{C}$ sind Tendenzen jedoch sehr schnell erkennbar.

Die Anzeige, welche von den beiden Temperaturmeßstellen jeweils im Einsatz ist, erfolgt über zwei rote 3 mm Leuchtdioden. Eine dritte LED stellt das Minuszeichen dar.

Zur Schaltung

Als Temperaturnaßnehmer dienen die beiden Sensoren TS 1 und TS 2 des Typs SAX 1000. Hierbei handelt es sich um besonders genau selektierte Typen, die eine Abweichung untereinander von typ. 0,5 % aufweisen. Die Sensoren sind mit einem ca. 2,5 m langen Anschlußkabel versehen, welches ohne weiteres auf 10 m und mehr verlängerbar ist. Lediglich auf die Einstreuungen von Störungen ist zu achten (z. B. nicht unmittelbar in die Nähe von Zündleitungen legen).

Die Widerstände R 15 bzw. R 17 dienen der Linearisierung. Mit R 16 können geringfügig

unterschiedliche Sensordaten ausgeglichen werden.

An den Temperatursensoren TS 1 und TS 2 fällt eine Spannung ab, die der jeweiligen Temperatur proportional ist. Je nach Stellung des elektronischen Schalters ES 3, gelangt eine der beiden Spannungen (Platinenanschlußpunkt „f“ bzw. „h“) über R 19 auf den Eingang (Pin 31) des IC 3, wo sie in eine digitale Anzeige, die der Temperatur proportional ist, umgesetzt und auf dem 3stelligen Display zur Anzeige gebracht wird.

Auf die Funktionsweise dieses IC's des Typs ICL 7107 wollen wir an dieser Stelle nicht weiter eingehen, da diese in früheren Ausgaben des ELV journals ausführlich beschrieben wurde.

Der zweite Eingang (Pin 30) des IC 3 liegt am Mittelpunkt des Spannungsteilers R 9, R 10. Über den Trimmer R 7 in Verbindung mit R 8, kann diese Spannung, die zur Nullpunkteinstellung dient, geringfügig „gezogen“ werden. Die genaue Einstellung ist unter dem Kapitel „Zum Abgleich“ ausführlich beschrieben.

Der Skalenfaktor wird mit Hilfe des Trimmers R 11 eingestellt.

Damit zu erkennen ist, welche der beiden Meßstellen gerade zur Anzeige gebracht wird, schaltet der zweite elektronische Schalter ES 2 die beiden entsprechenden Leuchtdioden D 4 bzw. D 6 ein.

Über den separat außerhalb des Gehäuses anzuordnenden Kippschalter S 1 mit Mittelstellung, werden die drei parallel geschalteten Steuereingänge des Schalter-IC's 2 (Pin 9, 10, 11) entweder auf Masse oder +5 V gelegt. Die Widerstände R 1 bis R 3 sowie die beiden Dioden D 2 und D 3 haben ausschließlich Schutzfunktionen.

Befindet sich S 1 in der eingezeichneten Schaltposition, so nehmen auch die elektronischen Schalter ES 1 bis ES 3 die jeweils eingezeichneten Stellungen ein, d. h. die Temperatur des Sensors TS 1 wird zur Anzeige gebracht.

In der entgegengesetzten Schaltposition von S 1 ist die jeweils zweite Schaltstellung der elektronischen Schalter in Betrieb.

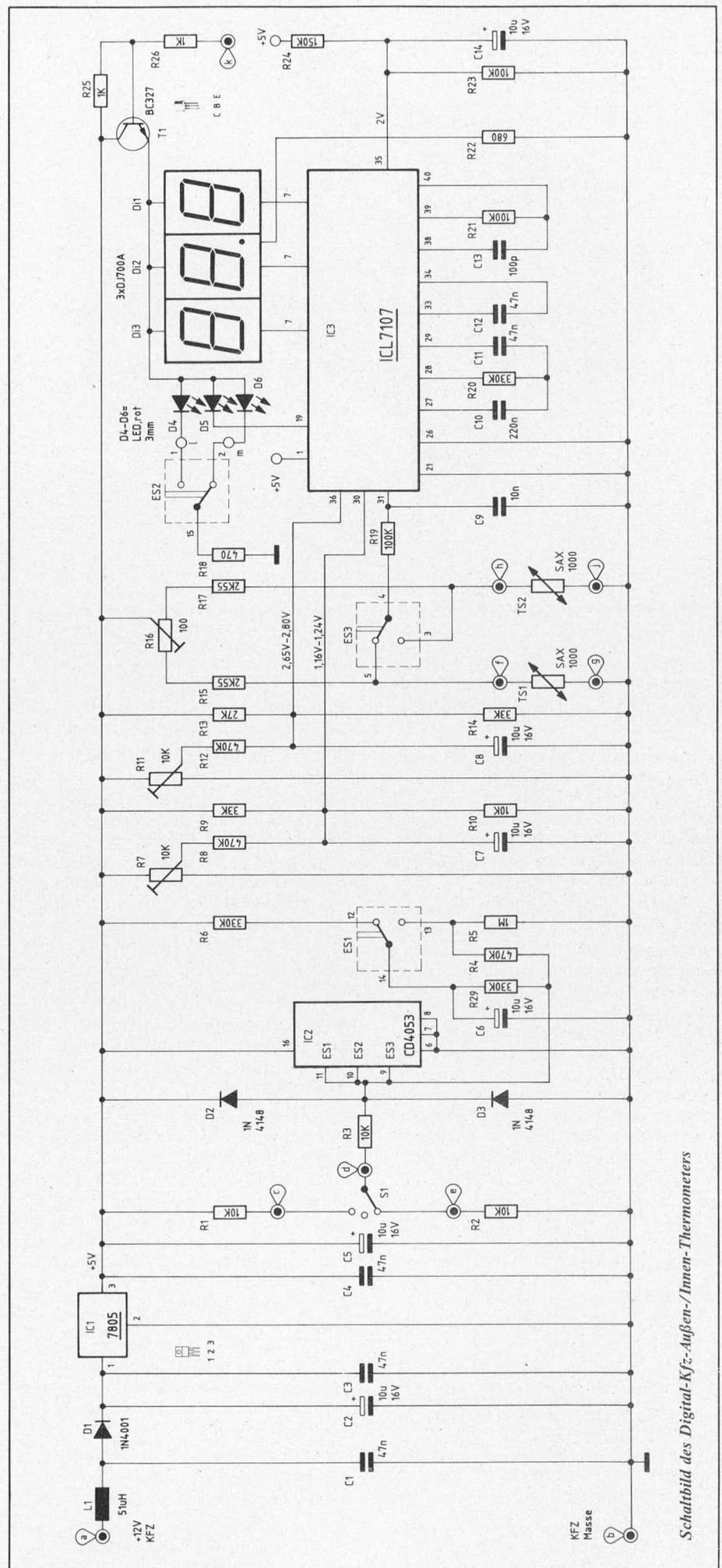
Bei der dritten Möglichkeit der Mittelstellung von S 1, arbeitet die Schaltung als automatischer Umschalter. Da über R 3 kein Strom fließen kann, lädt sich C 6 zunächst über R 6 langsam auf. Sobald die Umschaltswelle der Steuereingänge (Pin 9, 10, 11) des IC 2 (Pin 9, 10, 11) des IC 2 erreicht ist, schalten die elektronischen Schalter ES 1 bis ES 3 in die entgegengesetzte Position. Jetzt findet eine Entladung des Kondensators C 6 über die Reihenschaltung von R 29, R 4 und R 5 statt. Mit R 4 wird gleichzeitig eine Hysterese für eine definierte Schaltschwelle erzeugt. Ist C 6 weit genug entladen, schalten die elektronischen Schalter ES 1 bis ES 3 erneut, d. h. sie befinden sich wieder in der eingezeichneten Position. C 6 lädt sich langsam wieder auf usw.

Die Schaltung ist so dimensioniert, daß jeweils alle 2 Sekunden ein Wechsel der Anzeige erfolgt. Durch Vergrößern des Elkos C 6 kann diese Zeitspanne erhöht werden. Bei Verkleinern von C 6 verkürzt sich die Zeitdauer von einem Anzeigenwechsel zum nächsten.

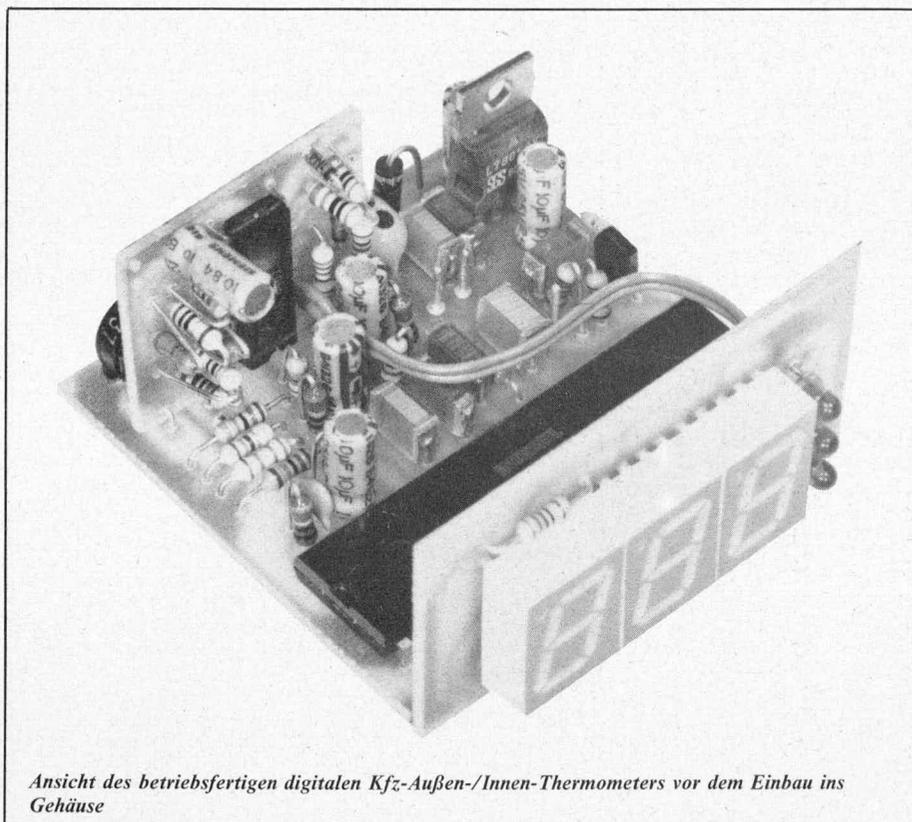
Die Stromversorgung der Schaltung wird aus Gründen der Störsicherheit besonders sorgfältig aufbereitet:

Zunächst gelangt die Eingangsspannung über L 1 auf C 1, wodurch steilflankige und hochfrequente Störeinflüsse gefiltert werden. Anschließend erfolgt durch D 1, C 2 und C 3 eine Entkopplung und Siebung. Die eigentliche Stabilisierung wird mit dem Festspannungsregler IC 1 des Typs 7805 vorgenommen, an dessen Ausgang (Pin 3) eine „saubere“ stabilisierte 5 V-Spannung zur Verfügung steht.

Über R 25, R 26 sowie T 1 kann, in Verbindung mit der ebenfalls im ELV-Labor entwickelten Schaltung „Automatische Helligkeitssteuerung für LED-Anzeigen“, eine entsprechende Steuerung vorgenommen werden. Diese im „ELV journal“ Nr. 37 beschriebene Schaltung beinhaltet einen Lichtsensor (LDR 07), der in Abhängigkeit von der Umgebungshelligkeit eine Tastlückensteuerung der Ausgangsimpulse vornimmt. Über R 26 wird der Schalttransistor



Schaltbild des Digital-Kfz-Außen-/Innen-Thermometers



Ansicht des betriebsfertigen digitalen Kfz-Außen-/Innen-Thermometers vor dem Einbau ins Gehäuse

T 1 von den Ausgangsimpulsen gesteuert. Je größer die Umgebungshelligkeit, desto kürzer die Tastlücke und desto heller die LED-Anzeige.

Sollen die LED-Anzeigen des ELV-Kfz-Außen-/Innen-Thermometers unregelmäßig mit voller Helligkeit aufleuchten, so kann der Transistor T 1 mit den beiden Widerständen R 25 und R 26 ersatzlos entfallen. Über eine Brücke wird die Kollektor-Emitter-Strecke von T 1 verbunden.

Die Schaltung des Automatik-Lichtdimmers wird auf einer separaten kleinen Leiterplatte aufgebaut. Sie kann gleichzeitig bis zu 10 verschiedene digitale Anzeige-Geräte aus der ELV-Serie Kfz-Elektronik ansteuern. Die Bauteile T 1, R 25, R 26 finden auf der Leiterplatte des jeweiligen Anzeige-Gerätes Platz. Bei früher veröffentlichten Schaltungen in dieser Serie kann durch auf-trennen entsprechender Leiterbahnen (Zuleitungen zu den Anoden der LED-Anzeigen-Plus-Zuleitung) dieses Schaltungsdetail auch nachträglich eingebaut werden.

Zum Nachbau

Die Schaltung wird auf drei Leiterplatten aufgebaut, und zwar:

1. Anzeigenplatine
2. Hauptplatine
3. Zusatzplatine mit dem Umschalt-IC 2 (CD 4053).

Die Bestückung der Platinen wird in gewohnter Weise anhand der Bestückungs-pläne vorgenommen, wobei zuerst die passiven und dann die aktiven Bauelemente auf die Platinen zu setzen und zu verlöten sind.

Nachdem die Bestückung fertiggestellt und nochmals sorgfältig kontrolliert wurde, kann die Anzeigenplatine im rechten Winkel an die Hauptplatine gelötet werden,

und zwar so, daß die Anzeigenplatine ca. 1,5 mm unterhalb der Leiterbahnseite der Hauptplatine hervorsteht. Wichtig ist hierbei, daß keine Lötzinnbrücken zwischen den einzelnen Verbindungsleitungen auftreten.

Anschließend wird die kleine Zusatzplatine mit dem Umschalt-IC 2 entsprechend der Position auf dem Bestückungsplan senkrecht mit der Hauptplatine verbunden. Hierzu werden zunächst 4 Silberdrahtabschnitte mit einer Länge von ca. 10 mm in die entsprechenden Bohrungen der Zusatzplatine gesteckt und verlötet. Diese Drahtabschnitte werden anschließend auf der Bestückungsseite senkrecht nach unten abgewinkelt und durch die entsprechenden Bohrungen auf der Hauptplatine geführt und auf der Leiterbahnseite verlötet. Die Zusatzplatine steht somit senkrecht fest auf der Basisplatine.

Der Meßartenumschalter S 1 wird über eine 3adrige flexible isolierte Leitung an die Anschlußpunkte „c“, „d“ und „e“ angeschlossen. Es kann auch eine 2adrige flexible isolierte Leitung mit zusätzlicher Abschirmung eingesetzt werden, wobei dann die Abschirmung als dritte Leitung dient und möglichst an den Anschlußpunkt „e“ zu löten ist. Die Leitungslänge kann mehrere Meter betragen.

Die positive Versorgungsspannung (Schaltungspunkt „a“), die im Bereich zwischen +8 V und +15 V schwanken darf, ist hinter einer Fahrzeugsicherung abzunehmen, die über das Zündschloß ein- und wieder ausgeschaltet wird.

Die Schaltungsmasse („b“) wird mit der Minus-Kfz-Bordspannung verbunden (im allgemeinen Fahrzeugmasse).

Die beiden Temperatursensoren TS 1 und TS 2 werden an die Platinenanschlußpunkte „f, g, h, i“ angelötet, wobei die Abschir-

mung der Sensorzuleitungen an die Punkte „g“ bzw. „i“ zu legen ist. Grundsätzlich spielt die Polarität der Sensoranschlüsse zwar keine Rolle, aufgrund der verhältnismäßig hohen Störpegel im Kfz ist im vorliegenden Anwendungsfall dieser Anschluß sinnvoll.

Für den Einbau ins Gehäuse steht sowohl ein Aufbau- als auch ein Einbaugeschloß zur Verfügung, in das die Platinen ohne weitere Befestigung einfach eingeschoben werden. Für die Zuleitungen sind in die Gehäuserückwand entsprechende Aussparungen einzubringen.

Zum Abgleich

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

Mit dem Trimmer R 16 wird zunächst eine Übereinstimmung der Anzeige für Außen- und Innentemperatur herbeigeführt, wobei die Absolutanzeige zunächst noch keine Rolle spielt.

Anschließend wird mit dem Trimmer R 7 die Anzeige auf 00,0 abgeglichen, da das Eis-Wasser-Gemisch exakt eine Temperatur von 0,0°C aufweist.

Es ist darauf zu achten, daß die Eiswürfel möglichst klein (wenige mm Durchmesser) gehackt werden und nur verhältnismäßig wenig Wasser (unter 50 %) in dem Glas ist. Alle Eisstückchen müssen mit Wasser bedeckt sein.

Unter ständigem Rühren sind dann die Sensoren möglichst weit in das Eiswasser zu tauchen, damit der Temperatureinfluß über die beiden Anschlußleitungen ausgeschaltet wird.

Damit die Anzeige für beide Temperaturmeßstellen gleichermaßen auf 00,0 steht, kann R 16 anschließend nochmals geringfügig korrigiert werden, um anschließend mit dem Nullpunkt-Regler R 7 für eine einwandfreie Null-Anzeige zu sorgen.

Abweichungen von ± 1 Digit sind hierbei zulässig. Als Langzeitstabilität darf man eine Abweichung von typ. 0,3°C im Raumtemperaturbereich erwarten.

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, wobei die Abweichungen bei höheren Temperaturen etwas zunehmen.

1. 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 An-

zeige 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 Trimmer R 11 auf diesen Wert eingestellt werden. Zu Kontrollzwecken kann gleichzeitig oder auch hinterher, die Temperatur noch einmal mit dem Fieberthermometer überprüft werden.

2. Möglichkeit:

Man macht sich die Tatsache zunutze, daß kochendes Wasser eine Temperatur von 100°C aufweist, die lediglich geringfügig mit dem Luftdruck schwankt. Für den hier vorliegenden Anwendungsfall ist dieser Einfluß 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 u. U. auch heißer sein kann und das Ergebnis dadurch verfälschen könnte.

Die Anzeige wird nun mit dem Trimmer R 11 auf (1)00,0 abgeglichen, wobei die 1 nicht mit angezeigt wird. Dies ist auch nicht erforderlich, da für den hier vorliegenden Anwendungsfall Temperaturmessungen über 100°C im allgemeinen nicht auftreten.

Das digitale, elektronische Kfz-Außen-/Innen-Thermometer ist jetzt kalibriert, wobei für den zweiten Sensor kein separater Abgleich des Skalenfaktors erforderlich

ist. Die Abweichungen des zweiten Sensors können daher etwas größer sein.

Bei der Fieberthermometer-Abgleichmethode ergibt sich im Raumtemperaturbereich eine Genauigkeit von typ. 0,5°C, wobei oberhalb +50°C Abweichungen von über 1°C auftreten können.

Wird die 100°C-Methode gewählt, liegen die Abweichungen im gesamten Bereich bei typ. 1°C, wobei aber auch schon im Raumtemperaturbereich diese Abweichungen auftreten können.

Achtung

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

Zwar weist das hier vorgestellte Digital-Kfz-Außen-/Innen-Thermometer eine gute Genauigkeit auf, jedoch kann diese sowohl durch Alterung, Schaltungsdefekte und nicht zuletzt durch äußere Einflüsse wie Motorwärmestrahlung zum Sensor, Fahrtwind usw. zum Teil 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 mehrere Grad über Null ist.

Stückliste

Kfz-Außen-/Innen-Thermometer Halbleiter

IC1	.....	µA 7805
IC2	.....	CD 4053
IC3	.....	ICL 7107
T1	.....	BC 327
D1	.....	IN 4001
D2, D3	.....	IN 4148
D4-D6	.....	LED 3 mm, rot
Di1-Di3	.....	DJ 700A
TS1, TS2	.....	SAX 1000

Kondensatoren

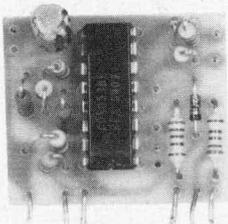
C1, C3, C4	.....	47 nF
C2, C5-C8	.....	10 µF/16V
C9	.....	10 nF
C10	.....	220 nF
C11, C12	.....	47 nF
C13	.....	100 pF
C14	.....	10 µF/16V

Widerstände

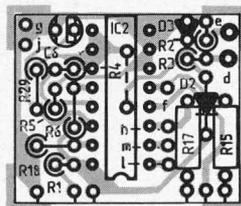
R1-R3	.....	10 kΩ
R4, R8, R12	.....	470 kΩ
R5	.....	1 MΩ
R6, R20, R29	.....	330 kΩ
R7, R11	.....	10 kΩ, Trimmer, stehend
R9, R14	.....	33 kΩ
R10	.....	10 kΩ
R13	.....	27 kΩ
R15, R17	.....	2,55 kΩ
R16	.....	100 Ω, Trimmer, stehend
R18	.....	470 Ω
R19, R21	.....	100 kΩ
R22	.....	680 Ω
R23	.....	100 kΩ
R24	.....	150 kΩ
R25, R26	.....	1 kΩ

Sonstiges

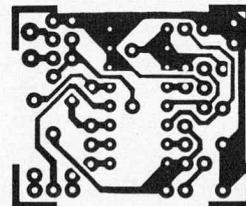
L1	.....	Spule 51 µH
S1	.....	Schalter 1 x um + 0
9	.....	Lötstifte
15	.....	cm Silberdraht
12	.....	cm isolierter Schmelzdraht
3	.....	m flexible Leitung 2 x 0,4 mm ²



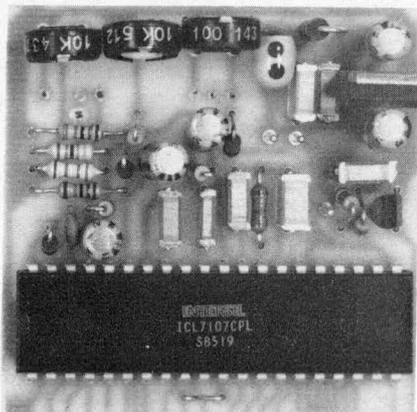
Ansicht der fertig bestückten Zusatzplatine



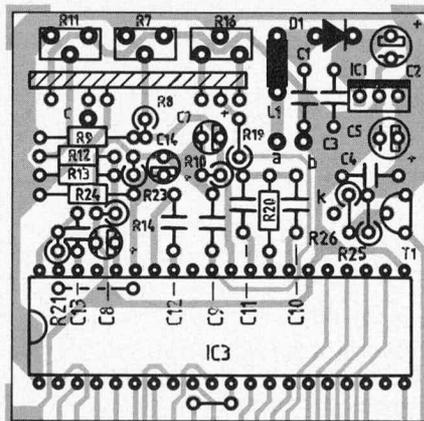
Bestückungsseite der Zusatzplatine



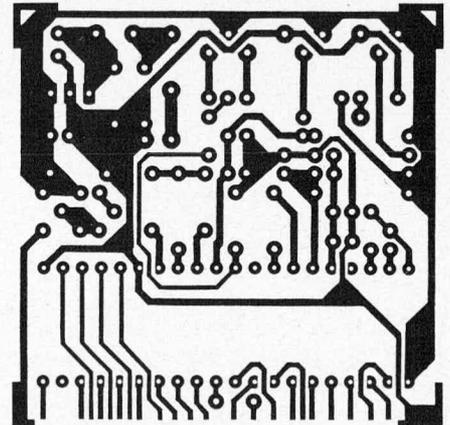
Leiterbahnseite der Zusatzplatine



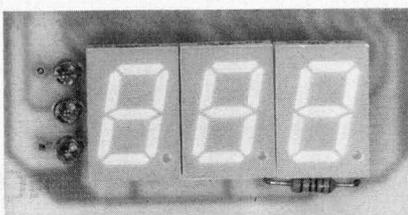
Ansicht der fertig bestückten Basisplatine



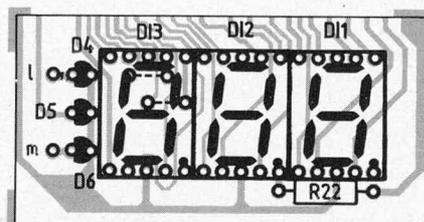
Bestückungsseite der Basisplatine



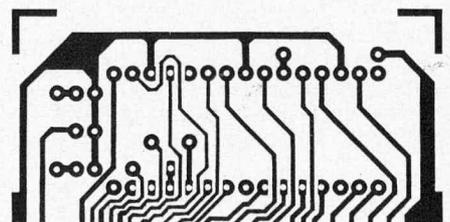
Leiterbahnseite der Basisplatine



Ansicht der fertig bestückten Frontplatine



Bestückungsseite der Frontplatine



Leiterbahnseite der Frontplatine