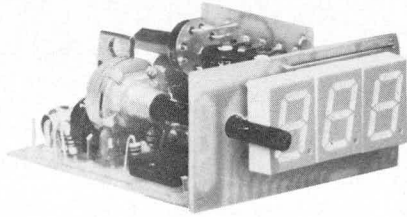


ELV-Serie Kfz-Elektronik: Digitaler Kfz-Höhenmesser



Speziell für den Einsatz im Fahrzeug wurde dieser elektronische Höhenmesser mit digitaler LED-Anzeige konzipiert. Der Meßbereich reicht von 0 bis 2000 m, bei einer Auflösung von 10 m.

Allgemeines

Als weiteres interessantes und nicht ganz alltägliches Gerät in der ELV-Serie Kfz-Elektronik, stellen wir Ihnen in dem hier vorliegenden Artikel einen digitalen elektronischen Höhenmesser vor.

Das Gerät arbeitet nach dem Prinzip der barometrischen Höhenmeßmethode. Hierbei macht man sich die Tatsache zunutze, daß mit zunehmender Höhe der Luftdruck in erster Näherung linear abnimmt. Für den hier interessierenden Meßbereich kann mit guter Genauigkeit ein linearer Zusammenhang zwischen Luftdruckverlauf und zugehöriger Höhe angenommen werden.

Als Meßwertaufnehmer dient der von der Firma Siemens entwickelte Drucksensor des Typs KPY 10, dessen Ausgangssignal entsprechend aufbereitet (Verstärkung, Temperaturkompensation, Anpassung) und einem digitalen Spannungsmesser zugeführt wird.

Um jederzeit eine genaue Bestimmung der absoluten Höhe, in der sich das Gerät befindet, vornehmen zu können, besitzt die Schaltung als Besonderheit eine Einstellung zur Berücksichtigung des absoluten Luftdruckes (bezogen auf Meereshöhe).

Wird auf der entsprechenden Skala auf der Frontseite des Gerätes mit dem Poti der aktuelle Luftdruck, bezogen auf NN (Meereshöhe) eingestellt, kann man auf der Anzeige direkt die Höhe, in der sich das Gerät befindet ablesen.

Befindet man sich in einer genau bekannten Höhe, kann man andererseits mit diesem Poti die Anzeige auf den entsprechenden Wert einstellen, wenn der aktuelle Luftdruck nicht bekannt ist. Aus der Stellung des Potis kann man auf der entsprechenden Potiskala den aktuellen Luftdruckwert ablesen. Dies allerdings nur mit eingeschränkter Genauigkeit, da die Auflösung der Skala gering ist und wir einen Höhenmesser bauen wollen und kein Barometer.

Die Schaltung besitzt lediglich eine einzige 2adrige Zuleitung für die 12 V-Versorgungsspannung, die im Bereich zwischen 9 V und 15 V schwanken darf.

Zur Schaltung

Wie bereits weiter vorstehend aufgeführt, besteht die im ELV-Labor entwickelte Schaltung des digitalen elektronischen barometrischen Höhenmessers im wesentlichen aus einem Drucksensor als Meßwertaufnehmer mit nachgeschalteter Aufbereitungselektronik, sowie einem digitalen Spannungsmesser, der in bereits vielfach eingesetzter Form aus dem Wandler-IC des Typs ICL 7107 mit Zusatzbeschaltung und einer dreistelligen LED-Anzeige besteht. Auf letztgenannten Schaltungsteil wollen wir an dieser Stelle nicht näher eingehen, da hierüber ausführliche Beschreibungen in früheren Ausgaben des „ELV journal“ existieren.

Nachfolgend wollen wir uns auf das Herz der Schaltung — den Drucksensor mit nachgeschalteter Elektronik — konzentrieren.

Der Drucksensor des Typs KPY 10 (DS 1) beinhaltet eine Brückenschaltung aus Subminiatur-Dehnungsmeßstreifen. Die an der Brückendiagonale abfallende Meßspannung steht zur Weiterverarbeitung an den Anschlußbeinchen 3 und 7 zur Verfügung, während das Anschlußbeinchen 6 mit der negativen und die Anschlußbeinchen 2 und 8 mit der positiven Versorgungsspannung (hier -5 V gegenüber $+U_B = 12\text{ V}$) beaufschlagt werden.

Die an den Anschlußbeinchen 3 und 7 zur Verfügung stehende Meßspannung ist dem Luftdruck direkt proportional, der wiederum der jeweiligen Höhe entspricht.

Da es sich hierbei um eine außerordentlich geringe Spannung von wenigen $\mu\text{V/m}$ handelt, müssen an die nachgeschaltete Elektronik zur Weiterverarbeitung hohe Anforderungen gestellt werden.

Mit Hilfe des Kondensators C 4 wird die an Pin 3 und 7 des DS 1 zur Verfügung stehende Meßspannung von Rauschen und Störimpulsen befreit und gelangt auf einen Differenzverstärker, der mit den OP's 1 bis 3 aufgebaut ist.

Im Rückkopplungsweig des OP 1 liegt der Temperatursensor TS 1 des Typs SAS 1000,

der in engem thermischen Kontakt mit dem Drucksensor DS 1 steht. Hierdurch wird in Verbindung mit dem im Rückkopplungsweig des OP 2 liegenden Trimmers R 3 der Temperaturgang des Drucksensors ausgeglichen (kompensiert).

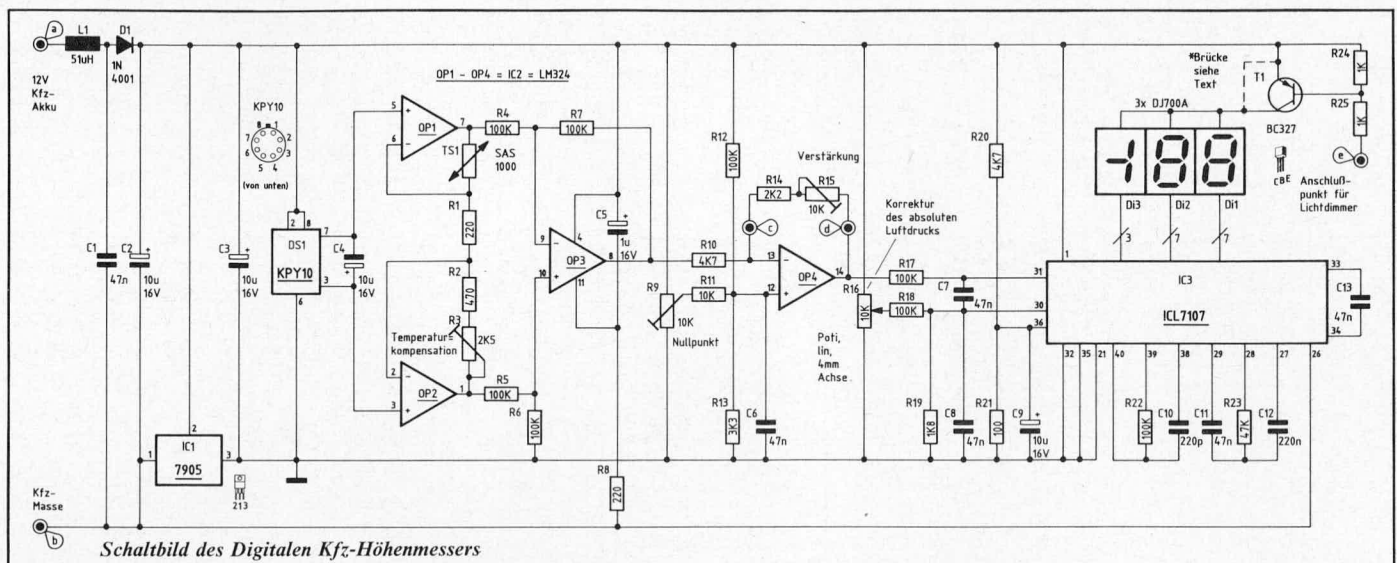
Die Kompensation des Temperaturganges des Drucksensors mit Hilfe des Temperatursensors ist sehr wesentlich, da selbst geringe Temperaturschwankungen eine ungewollte Änderung der Meßspannung zur Folge haben können, wodurch Druckänderungen vorgetäuscht werden, die in Wirklichkeit nicht vorhanden sind. Eine exakte Einstellung von R 3 ist daher unerlässlich. Hierauf wird in dem Kapitel „Abgleich“ noch ausführlich eingegangen.

OP 3 mit Zusatzbeschaltung setzt das an den Ausgängen von OP 1 und OP 2 anstehende Differenzsignal auf das Massepotential der Schaltung um (-5 V gegenüber positiver Versorgungsspannung). Diese schaltungstechnische Maßnahme ist ebenfalls wichtig, da das an Pin 3 und Pin 7 des DS 1 anstehende Meßsignal ohne exakten Bezugspunkt ist und lediglich als Differenzsignal der Weiterverarbeitung zugeführt werden kann.

Der Ausgang des OP 3 (Pin 8) steuert über R 10 OP 4 an. Dieser ist mit seiner Zusatzbeschaltung R 10, R 14, R 15, als invertierender Verstärker geschaltet. Der im Rückkopplungsweig liegende Trimmer R 15 dient zur Einstellung der Verstärkung dieser Stufe und damit zur Anpassung an den Skalenfaktor des nachfolgenden A/D-Wandlers-IC 3.

Zunächst wird jedoch über den nicht invertierenden (+) Eingang (Pin 12) des OP 4 eine NullpunktKompensation vorgenommen. Hierzu dienen der Trimmer R 9 sowie die Widerstände R 11 bis R 13.

Am Ausgang des OP 4 (Pin 14) steht eine Spannung zur Verfügung, die der jeweiligen Höhe entspricht. Über R 17 wird diese Spannung auf den positiven Meßspannungseingang des A/D-Wandlers-IC 3 gegeben.



Schaltbild des Digitalen Kfz-Höhenmessers

Vorstehend beschriebene Meßspannung ist allerdings noch von atmosphärischen Druckschwankungen abhängig. Für genaue Messungen empfiehlt es sich daher, den absoluten barometrischen Druck zu berücksichtigen. Dies erfolgt über die Einstellung des von der Frontseite her zugänglichen Potis R 16 in Verbindung mit R 18 und R 19.

Eine entsprechende, mit R 16 eingestellte Kompensationsspannung wird auf diese Weise auf den negativen Meßspannungseingang des IC 3 gegeben.

Hierdurch kann der absolute atmosphärische Druck erfaßt und kompensiert werden.

Da die Verstärkung des Systems mit R 15 dem Skalenfaktor des IC 3 angepaßt werden kann, ist hier eine zusätzliche Einstellung nicht erforderlich, so daß der Referenzspannungseingang (Pin 36 des IC 3) über R 20, R 21 auf ein festes Potential von ca. 104 mV gelegt werden konnte.

Sollen die drei 7-Segment-LED-Anzeigen des Höhenmessers unregelmäßig mit voller Helligkeit aufleuchten, so kann der Transistor T 1 mit den beiden Widerständen R 24 und R 25 ersatzlos entfallen, wobei über eine Brücke die Kollektor-Emitter-Strecke von T 1 verbunden wird.

Wird eine automatische Helligkeitsregelung gewünscht, kann hierzu die im „ELV journal“ Nr. 37 beschriebene Schaltung „Automatische Helligkeitsregelung für LED-Anzeigen“ herangezogen werden.

Zum Nachbau

Da es sich um eine verhältnismäßig aufwendige Schaltung handelt, ist der Aufbau aufgrund des geringen zur Verfügung stehenden Raumbedarfes etwas gedrängt auf drei Leiterplatten vorgenommen. Zunächst sind die passiven und dann die aktiven Bauelemente anhand der Bestückungspläne in gewohnter Weise einzulöten.

Der Drucksensor DS 1 wird im rechten Winkel an die Sensorplatte gelötet, und zwar so, daß beim späteren Einbau ins Gehäuse die Öffnung des Sensorkopfes zur Gehäuserückwand weist, in die eine entsprechende Aussparung vorgenommen wird.

DS 1 und TS 1 sollten in direktem thermischen Kontakt miteinander stehen, wobei etwas Wärmeleitpaste den Übergang noch verbessert.

In manchen Fahrzeugen steigt der Luftdruck im Innenraum mit zunehmender Geschwindigkeit durch die Belüftung etwas an. Um Meßwertverfälschungen in diesen Fällen zu vermeiden, empfiehlt es sich, den Drucksensoranschlußstutzen über einen flexiblen PVC-Schlauch an geeigneter Stelle nach außen zu führen. Die Schlauchlänge ist hierbei unbedeutend.

Nach erfolgter Bestückung der drei Leiterplatten werden zunächst in die Sensorplatte 8 Silberdrahtabschnitte mit einer Länge von ca. 10 mm zur späteren Verbindung mit der Basisplatte gesteckt und verlötet. Diese Drahtabschnitte werden anschließend auf der Bestückungsseite senkrecht nach unten abgewinkelt und durch die entsprechenden Bohrungen auf der Basisplatte geführt und auf der Leiterbahnseite verlötet. Die Sensorplatte steht somit senkrecht fest auf der Basisplatte.

Die mit „c“ und „d“ bezeichneten Punkte stellen jeweils eine isolierte flexible Verbindung zwischen Basis- und Sensorplatte dar (Verbindung „c“ mit „c“ und „d“ mit „d“).

Anschließend wird die Anzeigenplatte im rechten Winkel mit der Basisplatte verlötet, und zwar so, daß die Anzeigenplatte ca. 1 bis 2 mm unterhalb der Leiterbahnseite der Basisplatte hervorsteht. Wichtig ist hierbei, daß keine Lötzinnbrücken zwischen den einzelnen Verbindungsleitungen auftreten.

Die positive Versorgungsspannung (Schaltungspunkt „a“), die im Bereich zwischen +9 V und +15 V schwanken darf, ist hinter einer Fahrzeugsicherung abzunehmen, die über das Zündschloß ein- und wieder ausgeschaltet wird.

Die Schaltungsmasse („b“) wird an geeigneter Stelle mit der Fahrzeugmasse verbunden.

Abgleich der Temperaturkompensation

Wie bereits vorstehend angesprochen, ist der Drucksensor des Typs KPY 10 verhält-

nismäßig temperaturempfindlich, d. h., daß nicht nur Druckänderungen eine Spannungsänderung an den Anschlußbeinen 3 und 7 hervorrufen, sondern auch Temperaturänderungen die Ausgangsspannung beeinflussen. In der hier vorliegenden Schaltung ist eine Temperaturkompensation des Drucksensors durch einen im Rückkopplungszweig des OP 1 liegenden Temperatursensors, der in engem thermischen Kontakt mit dem Drucksensor steht, vorgenommen.

Mit Hilfe des Trimmers R 3 wird der Einfluß des Temperatursensors TS 1 auf den Drucksensor eingestellt. Je sorgfältiger diese Einstellung ausgeführt wird, desto unempfindlicher ist das Gerät gegenüber Temperaturschwankungen.

Sollte der Einstellbereich von R 3 nicht ganz ausreichen, so ist R 2 entsprechend zu vergrößern bzw. zu verkleinern.

Da der Drucksensor einen negativen Temperaturkoeffizienten besitzt, d. h., daß er bei steigender Temperatur bei konstanten Druckverhältnissen eine kleiner werdende Ausgangsspannung an den Anschlußbeinen 3 und 7 abgibt, muß der zur Kompensation dienende Temperatursensor einen positiven Temperaturkoeffizienten aufweisen, da hierdurch bei steigender Temperatur in Verbindung mit der gewählten Schaltungstechnik die Verstärkung des OP 1 erhöht und damit ein Ausgleich geschaffen wird.

Eine sorgfältige Übereinstimmung des Einflusses des Temperatursensors und des Temperaturganges des Drucksensors ist daher, wie bereits erwähnt, sehr wesentlich. Diese Einstellung mit R 3, die noch vor der eigentlichen Kalibrierung der übrigen Schaltung vorgenommen wird, geschieht wie folgt:

Zunächst ist der Trimmer R 3 ungefähr in Mittelstellung zu bringen, da dies in den meisten Fällen bereits der richtigen Einstellung nahe kommt.

Mit R 9 ist die Anzeige des digitalen Höhenmessers auf „00“ einzustellen, bei ungefährer Mittelstellung von R 15. Diese Einstellung ist bei Raumtemperatur durchzuführen. Anschließend wird das Gerät zwecks Erzeugung einer niedrigeren Tem-

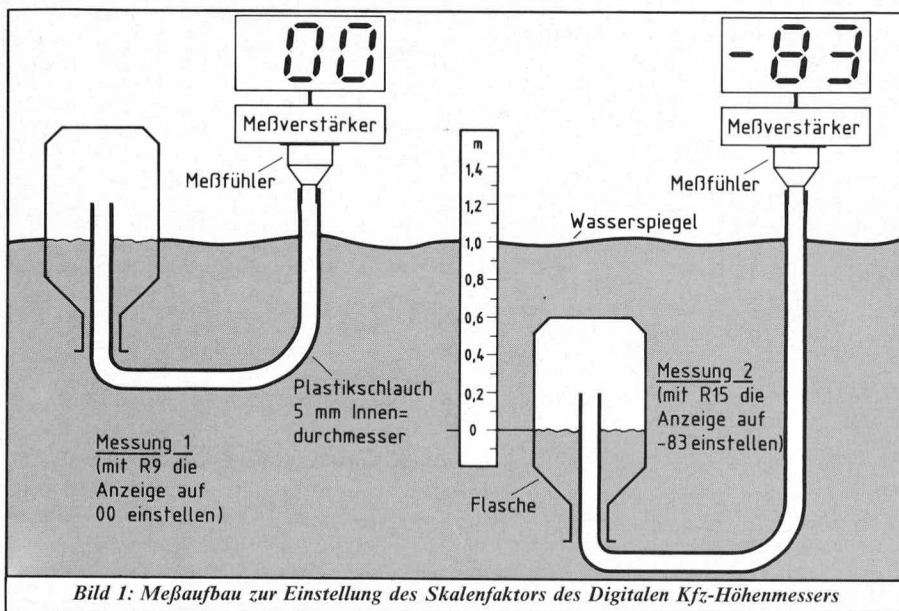


Bild 1: Meßaufbau zur Einstellung des Skalenfaktors des Digitalen Kfz-Höhenmessers

peratur in den Kühlschrank gelegt, ohne es jedoch auszuschalten, wobei zweckmäßigerweise das Gerät ohne Gehäuse in eine möglichst luftdicht schließende, durchsichtige Plastikhülle eingebettet wird. Dies ist sinnvoll, um Kondensierungs- bzw. Tauvorgänge, die sich störend auf die Funktion des Gerätes auswirken können, zu vermeiden.

Nach ca. 2 bis 3 Stunden wird der Kühlschrank vorsichtig geöffnet und die Anzeige auf dem Display abgelesen. Nachdem dieser Wert notiert wurde, kann das Gerät aus dem Kühlschrank genommen und wieder der normalen Raumtemperatur ausgesetzt werden. Nach weiteren 2 bis 3 Stunden müßte sich die Anzeige wieder auf „00“ eingestellt haben, wobei diese Zeitspanne u. U. auch kürzer sein kann.

Abweichungen von einigen wenigen Digit sollten zulässig sein.

Wurde auf der Anzeige, als sich das Gerät im Kühlschrank befand, ein negativer Wert abgelesen, bedeutet dies, daß der Einfluß des Temperatursensors noch zu gering ist und der Trimmer R 3 auf einen kleineren Wert eingestellt werden muß. Hierzu ist R 3 im Uhrzeigersinn zu drehen, und zwar so, daß sich die Anzeige um etwa den halben Betrag des vorher im Kühlschrank abgelesenen Wertes in positiver Richtung ändert. Wurde im Kühlschrank z. B. ein Wert von -22 abgelesen, ist jetzt, nachdem das Gerät wieder auf Raumtemperatur gebracht und die Anzeige auf „00“ gedreht wurde, ein Wert von +11 mit R 3 einzustellen.

Jetzt wird ein neuer Temperaturzyklus durchfahren. Dazu ist mit 9 die Anzeige zunächst wieder auf „00“ einzustellen. Nachdem das Gerät wieder in die durchsichtige Kunststoff-Folie gelegt wurde, kann es wieder im Kühlschrank placiert werden. Nach ca. 2 bis 3 Stunden liest man jetzt den neuen Wert auf der LCD-Anzeige ab, der dann zu notieren ist.

Dieser Wert müßte jetzt geringer sein als der Wert, der beim ersten Temperaturzyklus, als sich das Gerät im Kühlschrank befand, abgelesen wurde. Nachdem das Gerät wiederum 2 bis 3 Stunden der normalen Raumtemperatur ausgesetzt wurde,

müßte sich die LCD-Anzeige, wieder von geringen Schwankungen einmal abgesehen, auf „00“ einstellen. R 3 ist jetzt wiederum so zu verdrehen, daß die Anzeige bei Raumtemperatur um ca. den halben Betrag des vorher im Kühlschrank abgelesenen Wertes verschoben wird, und zwar immer in die umgekehrte Richtung als das Vorzeichen bei Kühlschranktemperatur anzeigte.

Betrag die Anzeige bei Kühlschranktemperatur +14, so ist bei anschließendem Erreichen der Raumtemperatur und nachdem die Anzeige wieder auf „00“ eingestellt wurde, jetzt ein Wert von ungefähr -7 mit R 3 einzustellen.

Vorstehend beschriebene Einstellungen sind mehrfach durchzuführen, bis sich die Anzeige bei Temperaturschwankungen von Raumtemperatur und Kühlschranktemperatur möglichst wenig ändert, wobei Werte von besser als 5 Digit bei sorgfältiger Einstellung erreichbar sind.

Damit durch kondensierende Feuchtigkeit die Funktionsweise des Gerätes nicht beeinträchtigt wird, sollte beim Abgleich die Schaltung lediglich aus der Klarsichtfolie genommen werden, nachdem sich das Gerät wieder der Raumtemperatur angepaßt hat.

Abgleich des Skalenfaktors

Mit dem Poti R 16 kann in Verbindung mit der auf der Frontplatte aufgedruckten Skala der absolute atmosphärische Luftdruck bei der Höhenmessung berücksichtigt werden. Auf diese Weise kann jederzeit bei bekanntem Luftdruck die entsprechende Höhe abgelesen werden. Damit der Einfluß dieses Potis exakt definiert werden kann, ist es erforderlich, den Skalenfaktor des A/D-Wandlers IC 3 entsprechend der auf der Frontplatte aufgedruckten Skala festzulegen. Dies wurde mit den Festwiderständen R 20/R 21 vorgenommen. An Pin 36 (positiver Referenzspannungseingang) des IC 3 steht eine Referenzspannung von 104 mV bezogen auf Schaltungsmasse (Pin 21, 32, 35 des IC 3) an. Aufgrund von Bauteilestreuungen kann diese Spannung um ± 5 mV vom Nennwert abweichen.

Da der Skalenfaktor auf diese Weise bereits festgelegt ist, muß die Anpassung des Ausgangssignales des Drucksensors über die Einstellung des Verstärkungsfaktors von OP 4 erfolgen — allerdings erst, nachdem mit R 3 die genaue Temperaturkompensation vorgenommen wurde.

Zunächst lötet man den Widerstand R 19 an der zu R 18 hinweisenden Seite aus. Anschließend wird R 18 an der gegenüberliegenden Seite (die Seite, die zur R 16 hinweist) ausgelötet und über eine flexible isolierte Leitung mit Pin 12 des OP 4 verbunden.

Der Trimmer R 9 ist so einzustellen, daß auf der Anzeige „00“ erscheint.

Eine recht genaue und mit einfachen Hilfsmitteln realisierbare Einstellmöglichkeit des Verstärkungsfaktors der Schaltung mit dem Trimmer R 15 ist in Bild 1 dargestellt.

Man nimmt hierzu eine etwa zur Hälfte mit Wasser gefüllte Kunststoff-Flasche, in die ein Plastikschauch eingeführt wird, wobei die Flasche unten immer offen bleibt, damit ein Wasseraustausch stattfinden und sich ein Druck aufbauen kann.

Während das eine Schlauchende in die Flasche hineinragt, die dann auf dem Kopf stehend in ein Wasserbassin zu tauchen ist, ragt das andere, freie Schlauchende aus der Wasseroberfläche heraus und wird auf den Drucksensoranschluß gestülpt. Zu beachten ist, daß auch in das in die Flasche hineinragende Schlauchende niemals Wasser eindringt, damit der Drucksensor nicht durch Feuchtigkeit zerstört wird.

Zunächst ist nun die Flasche soweit in das Wasserbassin einzutauchen, daß der in der Flasche befindliche Wasserspiegel genau mit der Wasseroberfläche des Bassins übereinstimmt.

Auf der Anzeige des Höhenmessers sollte jetzt „00“ abgelesen werden können. Evtl. ist der Schlauch noch einmal vom Drucksensor abzuziehen, um einen Druckausgleich herbeizuführen und die Anzeige mit R 9 nochmals auf „00“ einzustellen.

Anschließend bringt man die Flasche in eine Position unterhalb der Wasseroberfläche, und zwar so, daß der Abstand der in die Flasche eindringenden Wasserlinie exakt 1 m unter der Wasseroberfläche liegt.

Auf diese Weise hat man dem Drucksensor exakt 100 mbar gegeben. Die Anzeige ist deshalb mit Hilfe von R 15 auf -83 bis -84 einzustellen. An der Nullpunkteinstellung ist hierbei selbstverständlich nicht zu drehen, da sonst die Kalibrierung verfälscht würde.

Grundsätzlich sind auch kleinere Abstände vom Wasserstand in der Flasche zur Wasseroberfläche denkbar. Z. B. Einstellung der Anzeige auf -42 bei 0,5 m Abstand, wobei jedoch bei kleineren Abständen die Genauigkeit der Kalibrierung aufgrund von Meßfehlern bei der Abstandseinstellung usw. etwas nachläßt.

Jetzt wird die Verbindung von R 18 mit Pin 12 des OP 4 wieder entfernt und R 18 sowie R 19 können entsprechend dem Bückungsplan wieder eingelötet werden.

Abschließend bringt man das von der Frontplatte her zugängliche Poti R 16 in die Stellung, die dem aktuellen absoluten Luftdruck bezogen auf Meereshöhe entspricht. Mit R 9 wird dann auf der Anzeige diejenige Höhe eingestellt, auf der sich das Gerät zum Abgleichszeitpunkt befindet.

Hinweis zur Inbetriebnahme

Sollten bei der Inbetriebnahme Probleme auftauchen, nehmen Sie bitte einige Spannungsüberprüfungen vor. Der Minusanschluß des zu Testzwecken herangezogenen Multimeters wird an die Schaltungsmasse angeschlossen (z. B. Pin 3 des IC 1 oder Pin 21, 32, 35 des IC 3).

Mit der Plusklemme des Multimeters werden jetzt folgende Spannungen überprüft:

- 1. Pin 1 des IC 3: 4,7 V bis 5,3 V
- 2. Pin 26 des IC 3: -3 bis -10 V
- 3. Pin 11 des IC 2: ca. 0,2 V höher als Pin 26 des IC 3
- 4. Pin 4 des IC 2: 4,7 V bis 5,3 V
- 5. Pin 8 des IC 2: 0,3 V bis 1,5 V
- 6. Pin 31 des IC 3 = Pin 14 des IC 2
- 7. Pin 12 des OP 4: 0,12 bis 1,3 V, je nach Stellung von R 9
- 8. Pin 36 des IC 3: 99 mV bis 109 mV (typ. 104 mV)
- 9. Pin 30 des IC 3: 0 bis 88 mV, je nach Stellung von R 16

Die einwandfreie Funktion des A/D-Wandlers IC 3 kann auf einfache Weise überprüft werden, indem die Anschlußbeinchen 30 und 31 direkt miteinander ver-

bunden werden. Auf der Anzeige muß dann „00“ erscheinen.

Sind vorstehende Messungen zur Zufriedenheit ausgefallen, müßte das System einwandfrei arbeiten. Ggf. ist noch einmal die Bestückung der Leiterplatte sorgfältig zu überprüfen und auf Lötzinnbrücken bzw. Haarrisse hin zu untersuchen.

Reicht der Einstellbereich des zur Temperaturkompensation dienenden Trimmers R 3 nicht aus, kann der Reihewiderstand R 2 bis auf 220 Ω verkleinert oder bis auf 3,3 k Ω vergrößert werden. Sofern eine Vergrößerung von R 2 (in seltenen Fällen) erforderlich sein sollte, ist R 1 sicherheitshalber von 220 Ω auf 470 Ω zu erhöhen, damit OP 1 und OP 2 nicht in die Begrenzung fahren können.

Reicht der Einstellbereich des Trimmers R 9 bei der Nullpunkteinstellung nicht aus, so kann R 13 zwischen 1 k Ω und 10 k Ω den Erfordernissen angepaßt werden.

Ist die Verstärkungseinstellung mit R 15 nicht möglich, kann der Eingangswiderstand R 10 des OP 4 zwischen 2,2 k Ω (Verstärkung wird erhöht) und 10 k Ω (Verstärkung wird verringert) variiert werden.

Vorstehend beschriebene Maßnahmen sind im allgemeinen nicht erforderlich, könnten jedoch in Einzelfällen bei größeren Bauteilestreunungen angebracht sein.

Wir wünschen Ihnen beim Aufbau dieses interessanten und hochwertigen Gerätes viel Erfolg.

Stückliste Kfz-Digital-Höhenmesser

Halbleiter

IC 1	.....	μ A 7905
IC 2	.....	LM 324
IC 3	.....	ICL 7107
T 1	.....	BC 327
D 1	.....	1N4001
DS 1	.....	KPY 10
TS 1	.....	SAS 1000
Di 1-D 3	.....	DJ 700 A

Kondensatoren

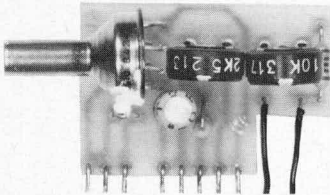
C 1	.....	47 nF
C 2-C 4	.....	10 μ F/16 V
C 5	.....	1 μ F/16 V
C 6-C 8	.....	47 nF
C 9	.....	10 μ F/16 V
C 10	.....	220 pF
C 11	.....	47 nF
C 12	.....	220 nF
C 13	.....	47 nF

Widerstände

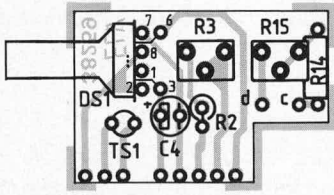
R 1	.....	220 Ω
R 2	.....	470 Ω
R 3	.....	2,5 k Ω , Trimmer stehend
R 4-R 7	.....	100 k Ω
R 8	.....	220 Ω
R 9	.....	10 k Ω , Trimmer stehend
R 10	.....	4,7 k Ω
R 11	.....	10 k Ω
R 12	.....	100 k Ω
R 13	.....	3,3 k Ω
R 14	.....	2,2 k Ω
R 15	.....	10 k Ω , Trimmer stehend
R 16	.....	10 k Ω , Poti, 4 mm, lin
R 17, R 18	.....	100 k Ω
R 19	.....	1,8 k Ω
R 20	.....	4,7 k Ω
R 21	.....	100 Ω
R 22	.....	100 k Ω
R 23	.....	47 k Ω
R 24, R 25	.....	1 k Ω

Sonstiges

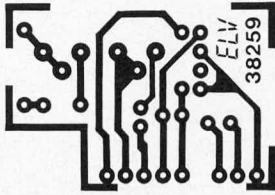
L 1	.....	51 μ H Drossel
3	Lötstifte	
2	m flexible Leitung 2 x 0,4 mm ²	
20	cm Silberdraht	



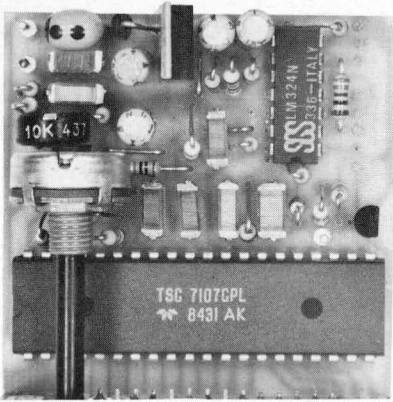
Ansicht der fertig bestückten Sensorplatine



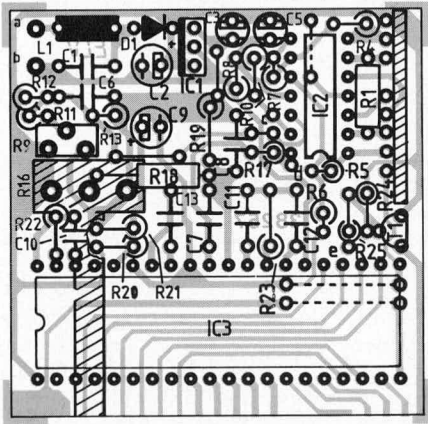
Bestückungsseite der Sensorplatine



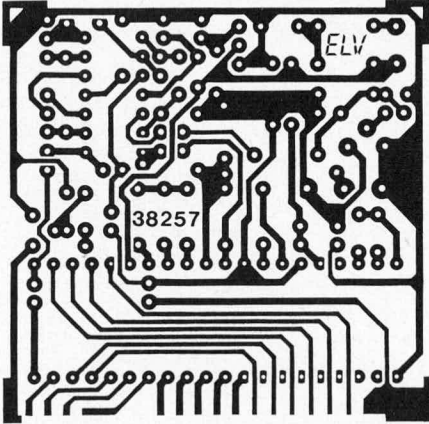
Leiterbahnseite der Sensorplatine



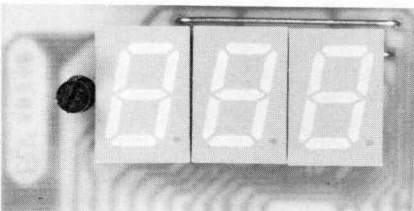
Ansicht der fertig bestückten Basisplatine



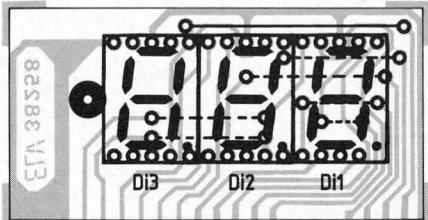
Bestückungsseite der Basisplatine



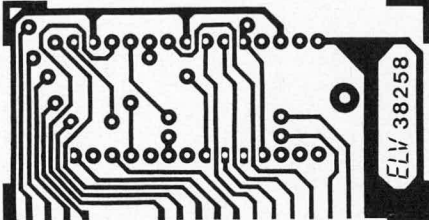
Leiterbahnseite der Basisplatine



Ansicht der fertig bestückten Anzeigenplatine



Bestückungsseite der Anzeigenplatine



Leiterbahnseite der Anzeigenplatine