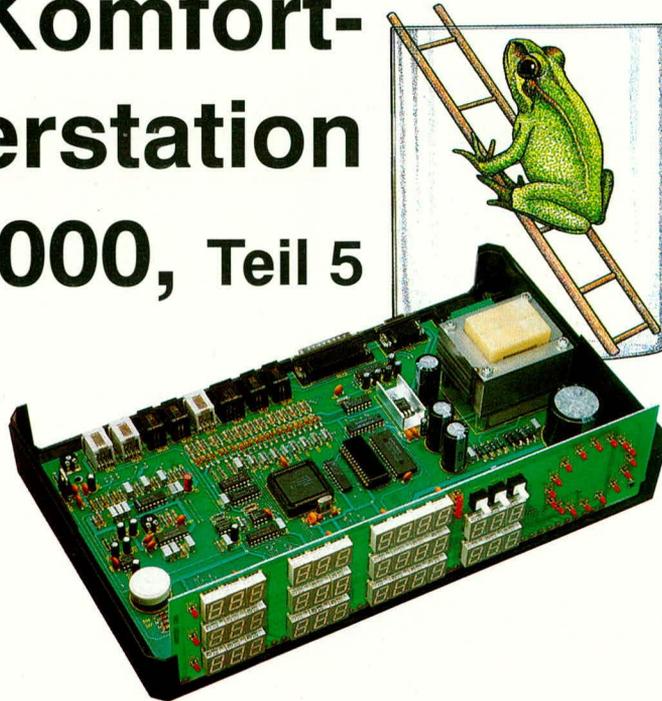


# Komfort-Wetterstation WS 9000, Teil 5



**Der vorliegende fünfte Teil dieses Artikels beschreibt ausführlich den Nachbau der einzelnen Komponenten der Meßwertaufnehmer.**

## Nachbau der Sensorik

Um zu genauen Meßwerten zu kommen, sind entsprechend hochwertige Sensoren/Meßwertaufnehmer erforderlich. Nicht allein die elektrische, sondern auch die mechanische Ausführung spielt dabei eine wesentliche Rolle. Nachfolgend beschreiben wir nun den Aufbau dieser für die Komfort-Wetterstation WS 9000 wichtigen Komponenten.

### Temperatur und relative Luftfeuchte

Die Sensoren zur Messung der Innen-, Außen- und Bodentemperatur sowie der Innen- und Außen-Luftfeuchte sind werkseitig bereits komplett aufgebaut, montiert und kalibriert.

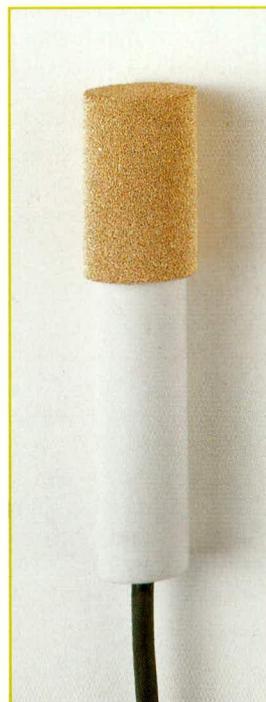
An dieser Stelle soll daher nur eine kurze Beschreibung der Ausführung dieser Sensoren erfolgen.

Zur Messung der Temperatur und relativen Luftfeuchte sind jeweils ein Temperatursensor des Typs SAX1000 und ein hochwertiger Industrie-feuchtesensor zusammengefaßt und gemeinsam mit der entsprechenden Elektronikeneinheit komplett vergossen in einem PG9-Röhrchen eingebaut und wetterfest. Auf der einen Seite des Röhrchens ragen die beiden Sensoren heraus und auf der anderen Seite die 5 m lange Zuleitung mit angesetztem 6poligem Western-Modular-Stecker. Zum Schutz des besonders empfindlichen Feuchtesensors vor mechanischer Beschädigung ist ein

Sinter-Bronze-Filter aufgesetzt.

Die Sensoreinheiten werden an den Buchsen BU 1 und BU 2 angeschlossen, wo jeweils eine Temperatur- und Feuchte-meßstelle zusammengefaßt sind.

Soll hingegen eine Temperaturmessung unabhängig von dem Ort der Feuchtemessung vorgenommen werden, so ist das von der Wetterstation (Western-Modular-Stecker) kommende Anschlußkabel an einer geeigneten Stelle aufzutrennen und in eine entsprechende Verteilerdose zu führen, worauf wir zum Schluß dieses Artikels noch näher eingehen. Von hieraus kann nun die Aufspaltung des Kabels zum Feuchtesensor und zu einem getrennten Tempe-

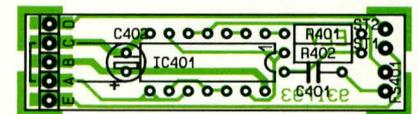


**Kombinierter Meßwertaufnehmer für die relative Luftfeuchte und Temperatur**

raturssensor vorgenommen werden. Der Sensorkopf dieses neuen, separaten Temperatursensors ist durch einen speziellen Schrumpfschlauch mit Innenkleber bereits werkseitig fest mit dem Anschlußkabel verbunden. Der im PG-Röhrchen integrierte Temperatursensor wird in diesem Fall nicht mehr verwendet.

Zur Messung der relativen Luftfeuchte und Temperatur innerhalb des Hauses empfiehlt es sich, die Sensoreinheit an einer für die Luftfeuchte repräsentativen Stelle zu montieren. Hierzu bietet sich eine Höhe von 1,2 m bis 1,8 m an, bei hinreichendem Abstand von Raumecken, Schränken und vor allem von Heizkörpern. Letztendlich sollte eine möglichst freie Konvektion möglich sein, damit auch tatsächlich die relative Luftfeuchte und Temperatur des Raumes und nicht eines davon abweichenden Bereiches hinter einer Schrankecke gemessen wird.

Für die Messung der relativen Luftfeuchte im Freien ist es ebenfalls wichtig, daß die Sensoren frei von der umgebenden Luft angeströmt werden können. Dabei ist



**Fertig aufgebaute Leiterplatte des Temperatur-/Feuchte-Meßwertaufnehmers, mit zugehörigem Bestückungsplan**

eine direkte Sonneneinstrahlung ebenso zu vermeiden, wie Regen- oder Spritzwasser. Zwar erstreckt sich der Meßbereich dieser hochwertigen Industriesensoren von 0 bis 99,9 %, jedoch handelt es sich, wie der Name schon sagt, um einen Luftfeuchtesensor und nicht um einen Wassersensor. Auch eine Luftfeuchte von 99,9 % entspricht keinesfalls dem Eintauchen in Wasser. Ein direkter Kontakt mit Wasser muß daher unbedingt vermieden werden, zumal Regentropfen und Spritzwasser keinesfalls sauber sind, und somit zur Zerstörung dieses wertvollen Sensors führen können.

Es bietet sich somit die Montage unterhalb eines Balkons, eines hinreichend großen Dachüberstandes oder innerhalb einer Terrasse an - freier Luftaustausch vorausgesetzt.

Aufgrund der günstigen Abmessungen des PG9-Röhrchens ist die Montage über eine Kunststoff-Montageschelle mit entsprechender Schraube und gegebenenfalls Dübeln auf einfache Weise möglich.

Jedem der vorstehend genannten Sensoren ist ein Nummernpaar zugeordnet. Da-

bei handelt es sich um die werksseitige Kalibrierung, d. h. im Abgleichmodus der Wetterstation, auf den wir in einem separaten Kapitel noch näher eingehen, brauchen lediglich diese beiden Nummern zu der entsprechenden Meßstelle eingegeben zu werden, und schon sind genaue Messungen möglich. Natürlich dürfen dann die beiden Sensoreinheiten mit den integrierten Temperaturfühlern bzw. auch einzelne Temperatursensoren nicht untereinander getauscht werden, da jedes Nummernpaar genau diesem einen Sensor, dem die Nummern beiliegen, zugeordnet ist.

Des weiteren steht ein einzelner Temperatursensor, der z. B. zur Registrierung der Bodentemperatur eingesetzt werden kann, zur Verfügung. Zur druckwasserdichten, witterungsbeständigen Versiegelung ist in diesem Fall der Sensorkopf mit dem Anschlußkabel durch einen speziellen Schrumpfschlauch mit Innenkleber bereits werksseitig fest verbunden. Das 5 m lange Anschlußkabel dieses Sensors verfügt über einen 4poligen Western-Modular-Stecker, der an die Buchse BU 5 der Wetterstation angeschlossen wird.

Für die Messung der Bodentemperatur empfiehlt es sich, den Sensor nebst Zuleitung ca. 5 cm tief im Boden einzugraben.

Der Vollständigkeit halber sei an dieser Stelle noch kurz erwähnt, daß die komfortable Software der WS 9000 zusätzlich auch eine physikalische Kalibrierung der Sensoren ermöglicht, d. h. Sie können, falls gewünscht, auch die werksseitige Nummernkalibrierung durch einen eigenen Abgleich ersetzen (bei Temperaturmessungen, z. B. durch Eiswasser und eine bekannte Referenztemperatur).

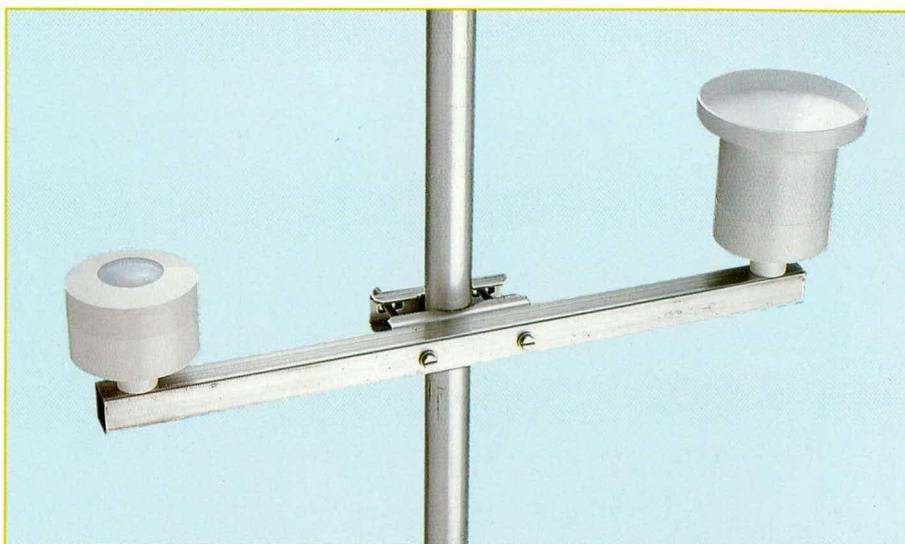
Doch fahren wir nun mit der Beschreibung der weiteren selbst aufzubauenden Sensoren der WS 9000 fort.

### Aufbau des Helligkeitssensors

Der Helligkeitssensor mit der zugehörigen Elektronik ist in einem wetterfesten Kunststoffgehäuse mit spezieller Streuscheibe untergebracht.

Anhand des Bestückungsplanes werden zunächst die niedrigen und anschließend die höheren Bauelemente in gewohnter Weise auf die Platine gesetzt und auf der Leiterbahnseite verlötet. Auf die Polarität der beiden Elkos ist dabei zu achten. Als Besonderheit ist die Fotodiode auf der Leiterbahnseite einzusetzen, und zwar mit einem Abstand zwischen Bauteilunterseite und Platinenoberfläche von ca. 2 mm. Die Gehäusemarkierung kennzeichnet das Anoden-Anschlußbeinchen, während die Kathode direkt mit dem Gehäuse der Fotodiode verbunden ist.

Im Anschluß an die Bestückung der Platine wird die kuppelförmige Filter-Streuscheibe in die vorgesehene Öffnung des



### Komplett montierter Regen-/Sonnensensormesswertempfänger

Gehäuseoberteils eingeklebt. Hierzu dient wasserfester Kunststoffkleber bzw. Silikon. Im Anschluß an die Aushärtung ist die Klebenaht auf Luft- und Wasserdichtigkeit zu prüfen.

Alsdann wird die kreisrunde Leiterplatte in das Gehäuseoberteil abgesenkt und mit 2 Knippingschrauben 2,9 mm x 6 mm festgesetzt.

Es folgt der Hardwareabgleich der Schaltung. Die 5V-Betriebsspannung wird mit ihrem Masseanschluß an ST 302 und mit dem Pluspol an ST 300 angeklemt. Mit einem Gleichspannungsmeßgerät wird anschließend die Ausgangsspannung zwischen den Platinenanschlußpunkten ST 302 (Masse) und ST 301 (Signalleitung) gemessen. Der Trimmer R 302 wird nun zunächst an den Linksanschlag gebracht, um dann bei völlig abgedunkeltem Sensor die Offset-Spannung mit R 303 auf exakt  $0\text{ V} \pm 10\ \mu\text{V}$  einzustellen. Beim Offset-Spannungsabgleich ist unbedingt zu beachten, daß der Operationsverstärker aufgrund der unsymmetrischen Betriebsspannung keine negative Ausgangsspannung liefern kann. Beim Erreichen von  $0\text{ V}$  darf R 303 daher keineswegs weitergedreht werden, da dies zu einem erheblichen Fehl-abgleich führen könnte. Die Einstellung ist daher sehr feinfühlig vorzunehmen, so daß an ST 301 gerade eben  $0\text{ V}$  bzw.  $+10\ \mu\text{V}$  anliegen.

Als nächstes kommen wir zum Skalenfaktorabgleich, der, bezogen auf die hier beschriebene Hardware, unkritisch ist. Im einfachsten Fall wird der Trimmer R 302 in Mittelstellung gebracht. Dies reicht aus, da der genaue Abgleich softwaremäßig an der Basisstation vorgenommen wird. Hierauf gehen wir in einem separaten Abschnitt noch näher ein.

Steht hingegen ein Vergleichsluxmesser mit hinreichender Präzision zur Verfü-

gung, kann auch an dieser Stelle schon ein exakter Abgleich vorgenommen werden. Bei einer möglichst hohen Beleuchtungsstärke von mindestens  $5.000\text{ lx}$  wird dann mit R 302 die Ausgangsspannung auf einen zur Helligkeit proportionalen Spannungswert von  $10\ \mu\text{V}$  pro Lux eingestellt ( $10.000\text{ lx}$  entsprechen dann  $100\text{ mV}$ ).

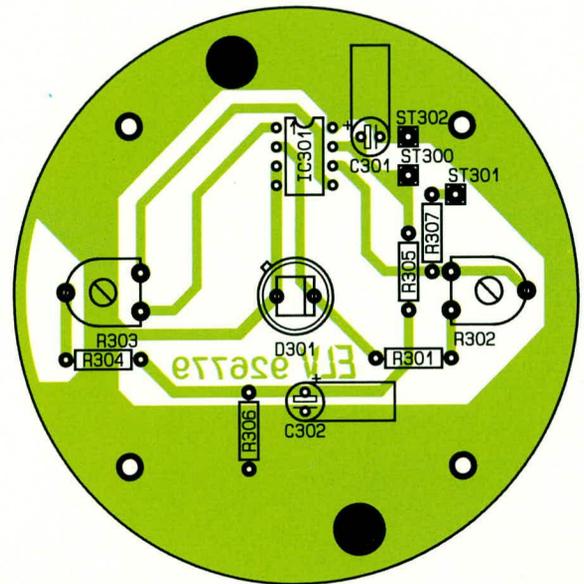
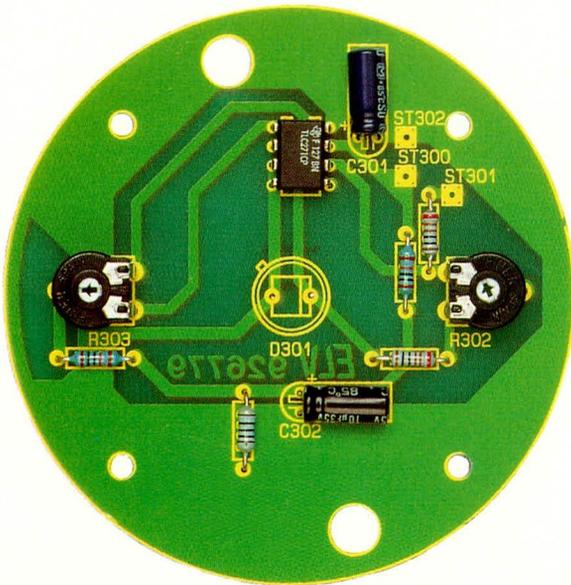
Nach erfolgtem Vorabgleich und Anschluß der Versorgungsleitungen empfiehlt es sich, die Platine beidseitig mit Schutzlack bzw. Plastikspray zu überziehen, so daß ein Betauen der Schaltung, bedingt durch starke Temperaturschwankungen, keine Fehlfunktion zur Folge hat.

Ein besonders hochwertiger Schutz der Elektronik vor Feuchtigkeit kann durch Vergießen der Elektronik erzielt werden. In diesem Fall wird vor dem Eingießen der Platine in das Gehäuseoberteil ein kleines Päckchen Silikagel (Trocknungsmittel) zur Aufnahme der Restfeuchtigkeit eingelegt und die Platine nach dem Einsetzen an sämtlichen Nahtstellen sorgfältig abgedichtet (mit Heißkleber, Elektronikkit oder Silikon). Anschließend wird die Vergußmasse bis oberhalb der höchsten Bauelemente eingefüllt. Der Raum, in dem sich die Fotodiode befindet, ist nun hermetisch von der Außenwelt abgedichtet und durch das Silikagel absolut trocken. Selbst größere Temperaturschwankungen können keine Betauung der Streuscheibe und des Sensors zur Folge haben, d. h. die Konstruktion arbeitet unter optimalen Voraussetzungen.

Als Sensorzuleitung empfiehlt sich eine 2adrige, abgeschirmte Leitung, die durch eine Bohrung im Gehäuseunterteil (neben der Befestigungsbohrung) eingeführt wird. Die Kabeldurchführung ist ebenfalls gut gegen Feuchtigkeitseintritt zu schützen.

Vor dem Zusammenbau des Gehäuses sind die Nahtstellen, besonders bei nicht vergossener Elektronik, mit Silikon zur sicheren Abdichtung einzustreichen.

Die Befestigung des betriebsfertigen Helligkeitssensors erfolgt mit einer Knip-



**Aufgebaute Leiterplatte zur Registrierung der Umgebungshelligkeit**

pingschraube M5,5 x 38 mm auf einem Vierkant-Edelstahl-Trägerrohr mit einem Querschnitt von 25 x 25 mm.

**Aufbau der Niederschlagsmeßeinheit**

Auch wenn der Aufbau des Regenmessers recht aufwendig aussieht, ist der Nachbau vergleichsweise einfach möglich, da die Messing-Wippen-Konstruktion grundsätzlich (auch beim Bausatz) als Fertigteil geliefert wird.

Wir beginnen die Arbeiten mit der Bestückung der Leiterplatte. Anhand des Bestückungsplanes werden zuerst die Drahtbrücken, gefolgt von den 11 Widerständen und der Diode (Polarität beachten) eingesetzt und auf der Leiterbahnseite verlötet. Anschließend sind die Anschlußdrähte so kurz wie möglich abzuschneiden, ohne die Lötstellen selbst dabei zu beschädigen.

Es folgen die beiden ICs (Einbaulage beachten), die 3 Kondensatoren sowie der

Während die beiden zur Lagerung der Wippen-Konstruktion dienenden, beheizten Leistungstransistoren bis zum Anschlag exakt fluchtend einzulöten sind, müssen die beiden ebenfalls beheizten, und als Wippen-Anschlag dienenden Kleinsignaltransistoren mit einem Abstand von 9,5 mm, gemessen zwischen Bauteil- und Platinenoberseite, eingelötet werden. Es folgt der Einbau des Halbleiter-Tempersensors zur Registrierung der Umgebungstemperatur, der mit einem Abstand von 8 mm zwischen Bauteil- und Platinenoberseite einzulöten ist.

Nachdem die Bauelemente der Grundplatte soweit bestückt sind, kommen wir zum Anfertigen der auf einer kleinen Zusatzplatine untergebrachten Fühlerspule. Zunächst werden auf den Kunststoffspu-

lenkörper 100 Windungen Kupferlackdraht (0,15 mm<sup>2</sup>) gewickelt und in den Halbschalenferritkern eingeklebt. Anschließend wird der Halbschalenferritkern an der vorgesehenen Stelle auf die kleine Zusatzplatine geklebt und die Drahtenden durch die entsprechenden Bohrungen geführt und angelötet.

Im nächsten Arbeitsschritt wird die so vorbereitete Konstruktion in den hierfür vorgesehenen Schlitz der Basisplatine geführt (der Platinenüberstand an der Leiterbahnseite von ca. 1,5 mm ergibt sich automatisch durch eine entsprechende Nut an der Zusatzplatine), exakt rechtwinklig ausgerichtet und unter Zugabe von ausreichend Lötzinn festgelötet.

Die Zuführung der 2adrigen, abgeschirmten Zuleitung erfolgt von der Platinenunterseite aus durch die neben T 501 angeordnete Bohrung. Auf einer Länge von 70 mm wird die äußere Ummantelung entfernt, das Abschirmgeflecht sorgfältig verdrillt, vorverzinnt und auf 10 mm Ge-

**Bestückungsplan der Helligkeitsmeßwertaufnehmereinheit**

samtlänge gekürzt. Während die weiße Innenader in voller Länge belassen wird, erfolgt bei der braunen Leitung ebenfalls eine Kürzung auf 10 mm Länge. Die Kabelenden werden auf 5 mm Länge von der Isolation befreit, vorverzinnt und ohne Lötstifte in die entsprechenden Bohrungen der Platine geführt (braune Leitung: ST 501, Abschirmung: ST 502, weiße Leitung: ST 503) und dann festgelötet.

Anschließend wird das Kabel durch die zusätzliche Mittenbohrung mit einem Kabelbinder gegen Verrutschen gesichert.

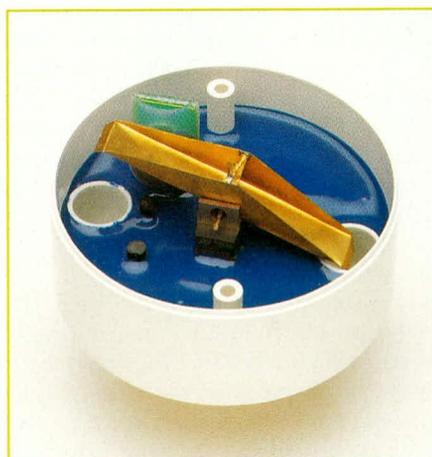
Über die kleine Zusatzplatine mit Fühlerspule wird ein 34 mm langes Stück Schrumpfschlauch gezogen und mit einem Heißluftfön bzw. einem nicht zu heißen Lötkolben solange erhitzt, bis der Schlauch besonders im vorderen Bereich der Fühlerspule (Schalenkern) stramm anliegt.

Durch leichtes Auseinanderbiegen der Leistungstransistoren kann die vorgefertigte Präzisionswippe eingesetzt werden. Im Anschluß hieran sind die Transistoren wieder exakt auszurichten.

Sind die Aufbauarbeiten soweit abgeschlossen, kann der Empfindlichkeitsabgleich des induktiven Näherungsschalters mit R 501 erfolgen, wobei dieser zunächst an den Linksanschlag (entgegen dem Uhrzeigersinn) zu drehen ist.

Anschließend wird die Schaltung mit Spannung versorgt, und ein Multimeter mit der Minusklemme an ST 502 (Schaltungsmasse) und der Plusklemme an ST 503 (Zählimpulsausgang) angeschlossen.

Jedes Eintauchen der Wippe in das Streufeld der Fühlerspule, sowohl nach oben als auch nach unten, muß einen Ausgangsimpuls liefern. R 501 wird dabei langsam im Uhrzeigersinn soweit gedreht, bis bei einer zu großen Empfindlichkeitseinstellung die Schwingung des Oszillators abreißt.



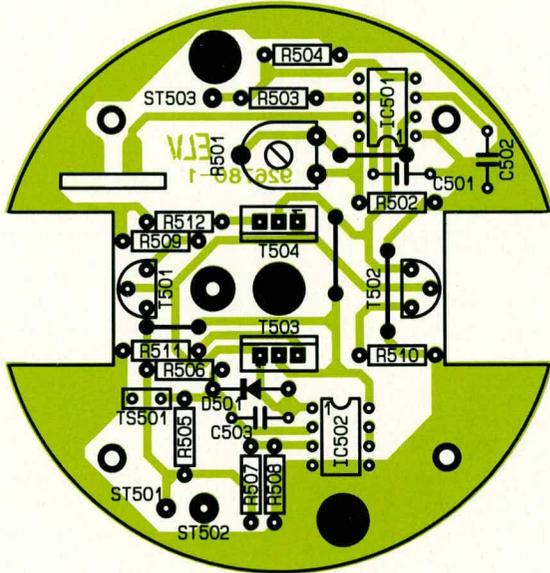
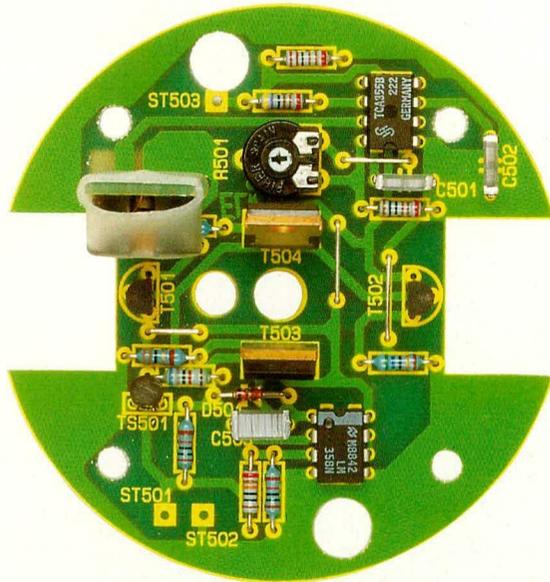
**Vergossene Niederschlagsmeßwertaufnehmereinheit mit demontiertem Auffang-Trichter**



Fertig bestückte Leiterplatten des Niederschlags-Meßwertaufnehmers



Bestückungsplan der Fühlerplatine und der Basisplatine des Regenmessers.



Durch geringfügiges Zurückdrehen von R 501 ist dann die optimale Empfindlichkeitseinstellung erreicht.

Nach erfolgreichem Abgleich empfiehlt sich, ein mehrere Tage andauernder Funktionstest der Schaltung, da anschließend nach dem Vergießen der Schaltung keine Korrekturen mehr möglich sind.

Ist der erste Funktionstest zur Zufriedenheit ausgefallen, wenden wir uns dem Vergießen der Elektronik zu.

Zunächst wird die Platine in die Gehäuseunterhalbschale gelegt und die beiden 20 mm langen Wasserabflußröhrchen, die exakt 5 mm unterhalb des Gehäuseunterteils vorstehen müssen, eingesetzt. Die Röhrchen sind gerade auszurichten und vor dem Einfüllen der 2-Komponenten-Vergußmasse entlang der Nahtstellen von unten gut mit Kit abzudichten.

Anschließend erfolgt das Einfüllen der Vergußmasse exakt bis zur Oberkante der Abflußröhrchen. Nach Aushärtung (ca. 12 Stunden) wird der über die Fühlerspule gezogene Schrumpfschlauch ebenfalls bis 1 mm über die Platinenoberkante mit Vergußmasse gefüllt. Nach Aushärtung der gesamten Konstruktion werden die Oberkanten der Abflußröhrchen gegebenenfalls leicht eingekerbt, damit kein Wasser auf der Vergußmasse stehen bleiben kann.

Nach der Montage des Regenauffangtrichters, mit Spezial-Sieb zum Schutz gegen grobe Verschmutzungen, wird die fertiggestellte Niederschlagsmeßeinheit in gleicher Weise, wie auch der Helligkeitssensor, auf einem 4-Kant-Edelstahl-Trägerrohr befestigt. Dabei empfiehlt es sich, einen gemeinsamen Träger für diese beiden Meßwertaufnehmer zu verwenden.

Im nächsten Teil folgt die ausführliche Beschreibung der Wind-Meßaufnehmer. **ELV**