

Elektronik-Wetterstation WS 1000

Teil 2



In diesem zweiten Teil stellen wir Ihnen die Funktionsbeschreibung sowie einen Teil der Sensorschaltungen vor.

Funktionsbeschreibung

Bei der ELV-micro-line Elektronik-Wetterstation WS 1000 handelt es sich um ein komplexes, umfangreiches Schaltungssystem, das aus einer Vielzahl von Teilschaltungen besteht. Zum besseren Verständnis wollen wir daher die grundsätzliche Funktionsweise zunächst anhand des in Bild 1 dargestellten Blockschaltbildes beschreiben.

Die 8 Meßwertaufnehmer teilen sich auf in 3 analog (100, 200, 300) und 5 digital (400 bis 800) arbeitende Sensorschaltungen. Zusätzlich ist der Anschluß eines DCF-Empfängers (1100/1200) möglich. Hierbei befindet sich die Aktiv-Antenne sowie die gesamte Empfängerelektronik gemeinsam in einem Kunststoff-Rohrgehäuse, das zwecks optimaler Stabilität und Witterungsbeständigkeit vergossen werden kann.

Bei den analog arbeitenden Meßwertaufnehmern handelt es sich um die beiden Temperatursensoren sowie den Luftdrucksensor. Die Ausgänge dieser 3 Teilschaltungen werden auf einen 16-Kanal-Analog-Umschalter gegeben, der von dem zentralen Single-Chip-Mikroprozessor gesteuert wird, d. h. der Prozessor bestimmt, welcher der 16 Eingänge auf den Ausgang durchgeschaltet wird.

Weitere 3 der insgesamt 16 Eingänge werden durch verschiedene Referenzspannungen (V_{ref1} bis V_{ref3}) belegt, die zu Korrektur- und Prüfzwecken benötigt werden. Die restlichen 10 Eingänge werden mit dem Spindeltrimmer-Kalibrierfeld beschaltet. Mit insgesamt 10 Spindeltrimmern werden die Meßwertaufnehmerschaltungen 100 bis 500 kalibriert, d. h. jeweils 2 Spindeltrimmer legen Parallelverschiebung und Steigung der Kennlinie eines Sensors fest.

Der Ausgang des 16-Kanal-Analog-Umschalters wird auf einen Spannungs-/Frequenzumsetzer gegeben, der die Analogspannung in eine digital weiter zu verarbeitende Frequenz umsetzt. Dies ist erforderlich, da der zentrale Mikroprozessor ausschließlich digitale Signale verarbeiten kann.

Ein 8-Kanal-Digital-Umschalter, der ebenfalls vom zentralen Mikroprozessor kontrolliert wird, erhält an seinen Eingängen die Informationen der Sensoren 400 bis 600, die Ausgangsfrequenz des Spannungs-frequenzumsetzers sowie des Windgeschwindigkeitsaufnehmers (700). Letzterer gibt seine Digitalinformation in Form einer Frequenz, die zur Windgeschwindigkeit proportional ist, an den Prozessor.

Am Ausgang dieses Umschalters, der auf einen Eingang des Single-Chip-Mikroprozessors geschaltet ist, stehen nun nacheinander die 16 digitalisierten Eingangsinformationen des Analog-Umschalters zuzüglich der von vornherein digital arbeitenden Sensorschaltungen (400 bis 700) zur Verfügung. Je nachdem, welchen der insgesamt 20 Meßwerte der Mikroprozessor benötigt, gibt er seine entsprechenden Steuerbefehle an den Analog- sowie den Digital-Umschalter.

Vom Windrichtungsaufnehmer kommen 3 weitere Signalleitungen, welche direkt auf die Eingänge des zentralen Mikroprozessors zur Positionserkennung gegeben werden.

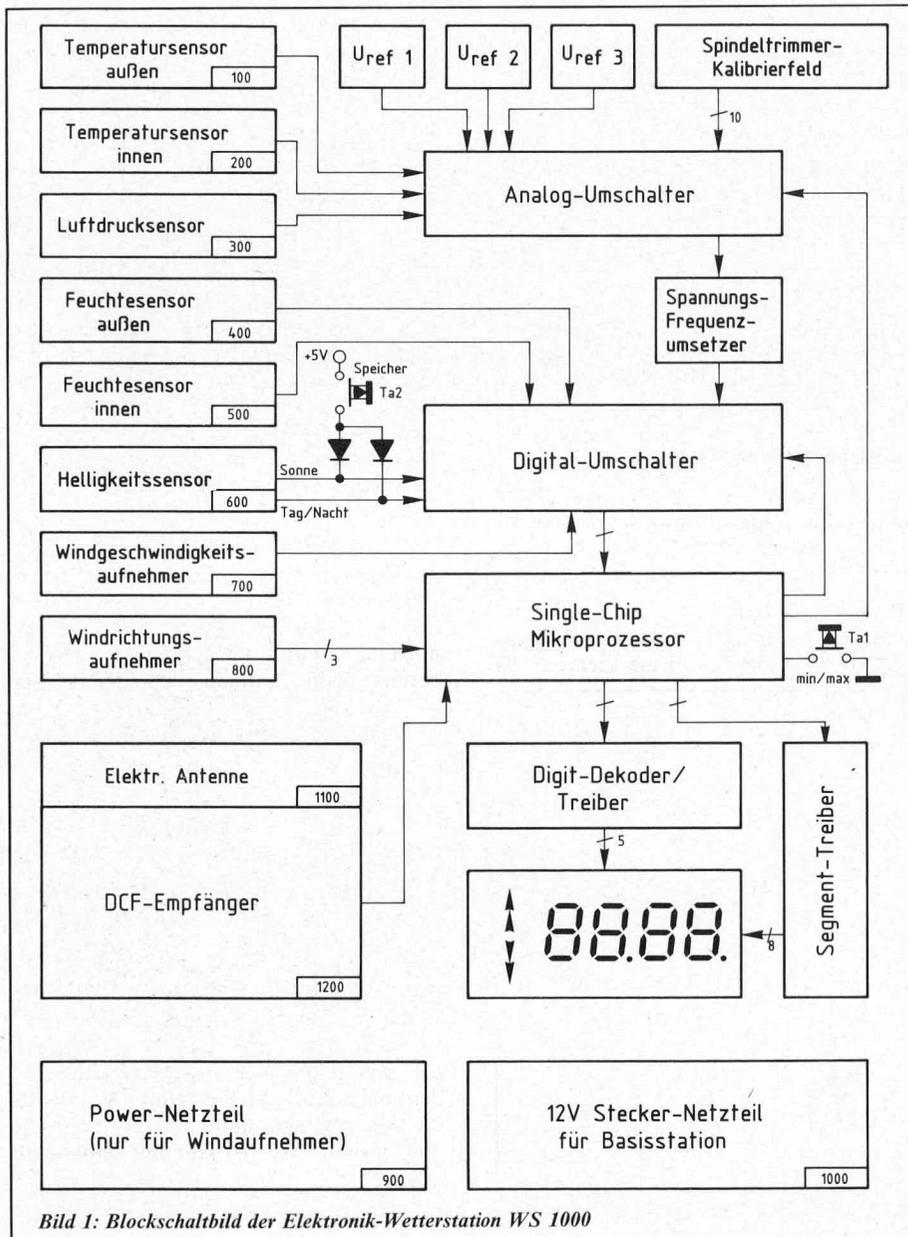


Bild 1: Blockschaltbild der Elektronik-Wetterstation WS 1000

Ebenso gelangt das Steuersignal vom Ausgang des DCF-Empfängers zur Auswertung direkt auf einen Prozessoringang.

Im zentralen Single-Chip-Mikroprozessor werden vorstehend aufgeführte Meßergebnisse ausgewertet und so verarbeitet, daß über entsprechende Dekoder/Treiberstufen die 7-Segment-Anzeigen direkt angesteuert werden können.

Hervorzuheben ist noch, daß sowohl bei den Feuchtesensoren als auch bei dem Windgeschwindigkeitsaufnehmer im Rechner eine Software-Linearisierung vorgenommen wird, die zur Erhöhung der Präzision der Meßergebnisse entscheidend beiträgt. Darüber hinaus erfolgt eine Temperaturkompensation der Feuchtesensorschaltungen über die entsprechenden Temperatursensoren, um so auch bei größeren Temperaturschwankungen zuverlässige Meßergebnisse der relativen Luftfeuchte zu erhalten. Der Temperatursensor „außen“ und der Feuchtesensor „außen“ sollten daher räumlich dicht beieinander angeordnet werden. Gleiches gilt für die Sensoren für „innen“.

Da sowohl die Sensoren für „außen“ als auch für „innen“ gleiche Meßbereiche aufweisen, kann die Entscheidung, an welchem Ort welcher Sensor anzuordnen ist, selbstverständlich individuellen Erfordernissen angepaßt werden, d. h. es können zum Beispiel auch beide Temperatur- und beide Feuchtesensoren zur Innen-Messung in unterschiedlichen Räumen herangezogen werden.

Die Sensorschaltungen

Temperaturmessung

In Bild 3 sind die Sensorschaltungen der Temperaturmeßstellen für „außen“ und „innen“ (Bezeichnungen in Klammern) dargestellt.

Die Versorgung erfolgt über den Linearisierungs-Vorwiderstand R 101 bzw. R 201, der zur Begradigung des Kennlinienverlaufes beiträgt. Durch die exakte Dimensionierung ist eine anschließende Korrektur des Kurvenverlaufes nicht mehr erforderlich, so daß lediglich Nullpunkt und Skala-

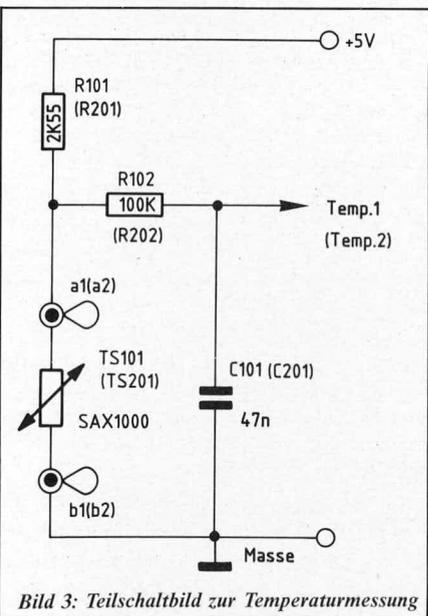


Bild 3: Teilschaltbild zur Temperaturmessung

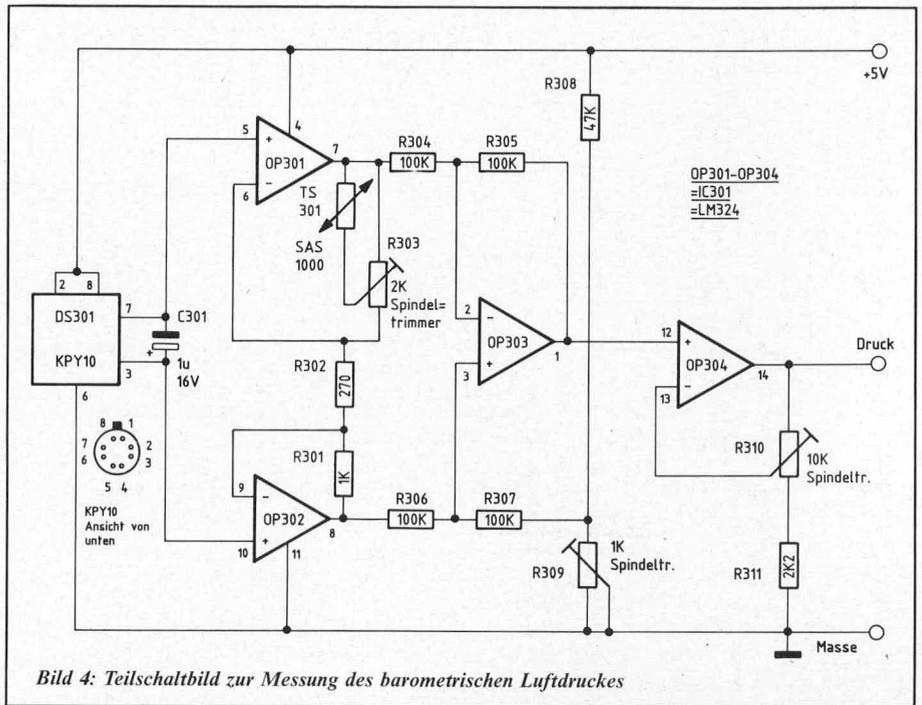


Bild 4: Teilschaltbild zur Messung des barometrischen Luftdruckes

lenfaktor einer jeden Temperaturmeßstelle bei der Kalibrierung eingestellt werden müssen. Der Meßbereich erstreckt sich von ca. -55°C bis ca. $+100^{\circ}\text{C}$ mit einer Auflösung von $0,1^{\circ}\text{C}$. Die Abweichung von typ. $0,2\text{K}$ ist im Bereich zwischen -30°C und $+100^{\circ}\text{C}$ gegeben.

Bild 5a zeigt eine Abbildung des Sensorkopfes, der mit einem ca. 2,5 m langen abgeschirmten Kabel wasserdicht verbunden ist. Die Verlängerung der Zuleitung kann ohne nennenswerte Genauigkeitseinbuße auf 10 Meter und mehr vorgenommen werden. Beachten sollte man lediglich, daß die Zuleitung nicht in die Nähe von Netzleitungen oder sonstigen Störeinstrahlungsquellen verlegt wird.

Luftdruckmessung

Kommen wir als nächstes zur Beschreibung der Schaltung zur Messung des barometrischen Luftdruckes, die in Bild 4 aufzeichnet ist.

Das Herzstück dieses Schaltungsteiles besteht aus dem Drucksensor des Typs KPY 10 (Bild 5b) der Firma Siemens. Es

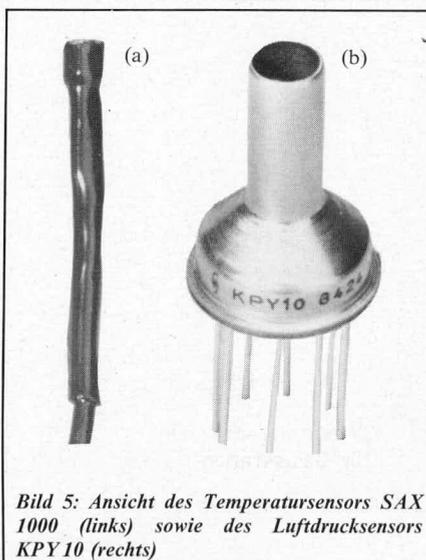


Bild 5: Ansicht des Temperatursensors SAX 1000 (links) sowie des Luftdrucksensors KPY 10 (rechts)

handelt sich hierbei um ein elektronisches Bauelement, in dessen Gehäuse sich eine Miniatur-Meßbrücke befindet, die mit Dehnungsmessstreifen aufgebaut ist. Über ein Röhrchen kann die Außenluft eintreten.

Die an den Anschlußbeinchen 3 und 7 des KPY 10 anstehende, dem Luftdruck direkt proportionale Brückenspannung, wird mit den OP 301 bis 304 verstärkt. Da der Drucksensor verhältnismäßig temperaturabhängig ist, ist es unbedingt erforderlich, eine exakt dimensionierte Temperaturkompensation einzubauen, damit nicht bei Temperaturänderungen die Anzeige schwankt und dadurch eine Druckänderung vortäuscht, die in Wirklichkeit gar nicht existiert. Eine Kompensation des Temperaturganges des Drucksensors wird mit dem Temperatursensor TS 301 vorgenommen.

Die genaue individuelle Anpassung wird durch die Einstellung des Spindeltrimmers R 303 erreicht. Auf die Einstellung gehen wir im weiteren Verlauf dieses Artikels noch näher ein. Zu beachten ist allerdings bereits beim Aufbau, daß der Sensor TS 301 in direktem thermischen Kontakt mit dem Drucksensor DS 301 steht. Durch Hinzufügen von etwas Wärmeleitpaste kann dieser wichtige thermische Kontakt noch verbessert werden.

Der Spindeltrimmer R 309 dient zur Einstellung einer evtl. Höhenkorrektur und sollte zunächst auf „Null Ohm“ gedreht werden.

Da mit dem Spindeltrimmer R 303 während der Temperaturkompensations-Einstellung auch die Verstärkung des gesamten Systems verändert wird, ist am Ausgang der Spindeltrimmer R 310 eingefügt mit dem nach erfolgter Einstellung von R 303 die Ausgangsspannung auf die Höhe der günstigsten Arbeitsspannung eingestellt wird.

Obwohl sich vorstehende Beschreibung zunächst vielleicht etwas kompliziert an-

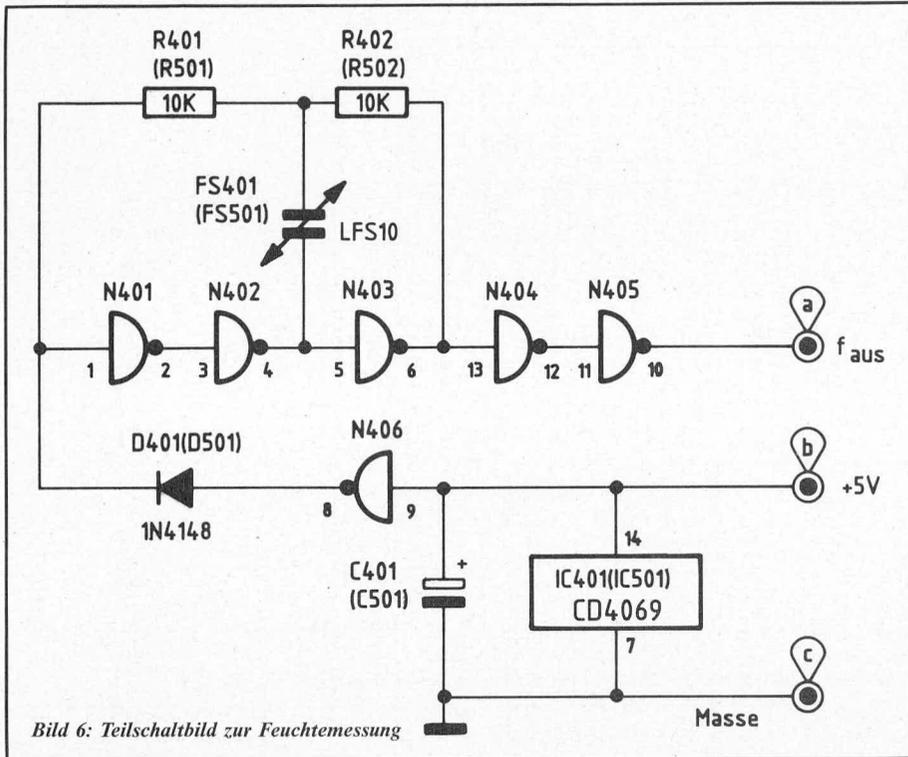


Bild 6: Teilschaltbild zur Feuchtemessung

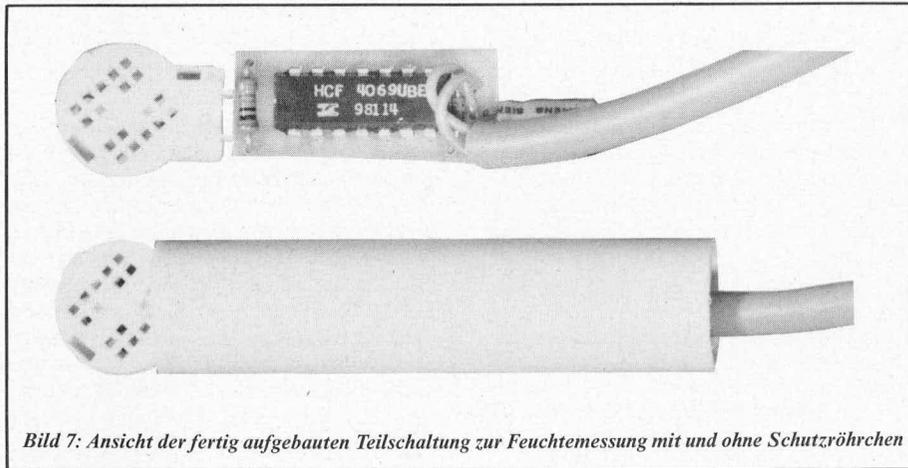


Bild 7: Ansicht der fertig aufgebauten Teilschaltung zur Feuchtemessung mit und ohne Schutzröhrchen

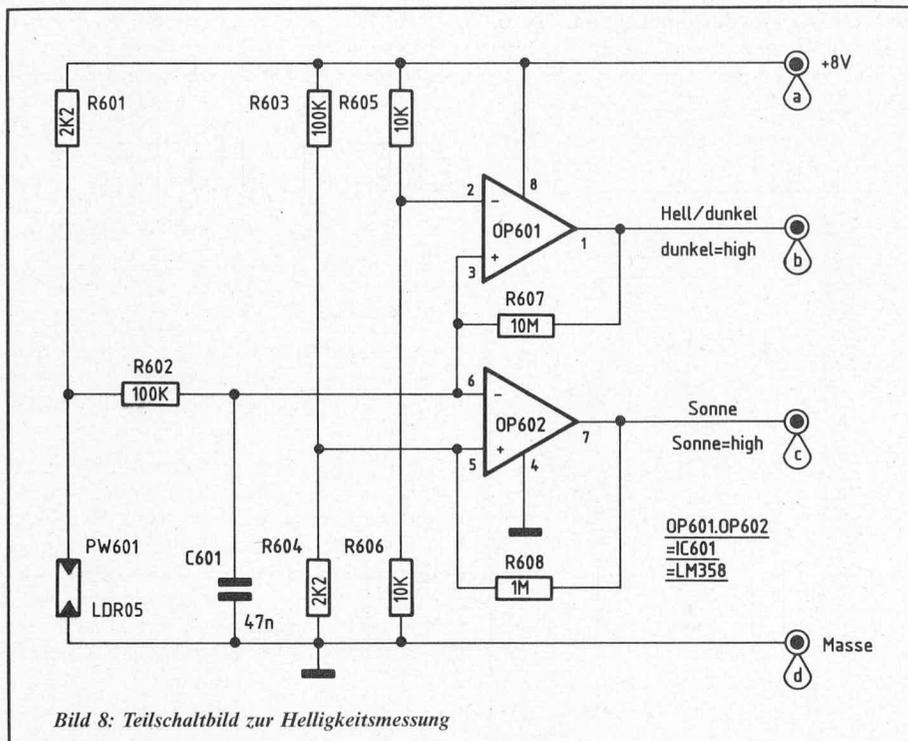


Bild 8: Teilschaltbild zur Helligkeitsmessung

hört, ist sie jedoch mit einfachen Mitteln durchzuführen, wie man auch im weiteren Verlauf dieses Artikels sehen wird.

Feuchtemessung

In Bild 6 wird das Teilschaltbild der Feuchtemeßschaltung gezeigt. Als Meßwertnehmer dient ein Feuchtesensor der Firma VALVO. Dieser besteht aus einem perforierten Kunststoffgehäuse, in das eine beidseitig mit einem Goldfilm bedampfte Spezialfolie eingespannt ist. Die Folie stellt das Dielektrikum eines Plattenkondensators dar, während die beiden Goldfilme die Elektroden bilden. Unter dem Einfluß der Luftfeuchte ändert sich die Dielektrizitätskonstante der Folie und damit die Kapazität des Kondensators. Ein besonderer Vorteil dieses Feuchtesensors ist die verhältnismäßig große Kapazitätsveränderung in bezug auf die relative Luftfeuchte, während ein Nachteil in dem nicht linearen Kurvenverlauf und einer gewissen Temperaturabhängigkeit liegt. Für Präzisionsmessungen ist daher zur Meßwertanzeige eine vorhergehende Temperaturbereinigung sowie anschließende Linearisierung der Kennlinie erforderlich. Die komplette Verarbeitung erfolgt bei der WS 1000 in dem zentralen Mikroprozessor.

Um ein Höchstmaß an Präzision der Anzeigergebnisse zu erreichen, wurden bereits für die ELV-Komfort-Wetterstation WS 7000 umfangreiche Untersuchungen in aufwendigen Meßreihen vorgenommen, um Berechnungsformeln zu entwickeln, mit deren Hilfe der Rechner der WS 7000 die erforderlichen Operationen vornehmen kann. Die Ergebnisse kommen nun in dem hier vorgestellten System ebenfalls im vollen Umfang zur Geltung. Der Benutzer der WS 1000 kann der Überzeugung sein, daß die angezeigten Meßergebnisse mit einem Minimum an Fehlern behaftet sind, und dies in einem weiten Temperaturbereich.

Die Funktionsweise der Schaltung selbst ist wie folgt:

Mit den Gattern N 401 bis N 403 ist ein RC-Oszillator aufgebaut, der mit einer Frequenz von ca. 250 kHz schwingt. Die genaue Frequenz ist von der Kapazität des Feuchtesensors abhängig.

Die Gatter N 404 und N 405 nehmen eine Impulsformung und Pufferung vor, so daß am Ausgang eine Frequenz zur Verfügung steht, die der relativen Luftfeuchte proportional ist (allerdings nicht linear). Die anschließende softwaremäßige Linearisierung und Temperaturbereinigung erfolgt im Prozessor.

Die in Klammern in dem Schaltbild angegebenen Bezeichnungen stehen für die zweite Feuchte-Meßschaltung.

In Bild 7 ist der praktische Aufbau dieser Teilschaltung mit und ohne Schutzröhrchen abgebildet.

Helligkeitsmessung

Als nächstes wollen wir die Schaltung des Helligkeitssensors beschreiben (Bild 8):

Zur Registrierung der Umgebungshelligkeit wird der Fotowiderstand des Typs LDR 05 herangezogen.

Im Lastkreis des Fotowiderstandes PW 601 liegt der Arbeitswiderstand R 601. Je nach einfallender Lichtstärke bewegt sich der Spannungsabfall am LDR 05 im Bereich von 0 bis 8 V.

0 V entspricht hierbei starker Sonneneinstrahlung, während 8 V Dunkelheit signalisiert.

Über R 602 gelangt die Spannung auf je einen Eingang der beiden OPs 601 und 602. C 601 dient lediglich der Unterdrückung kurzer Störspitzen.

Die OPs 601 und 602 sind als Komparatoren mit geringer Hysterese geschaltet. Die Schwellen sind so dimensioniert, daß sie in Verbindung mit dem Arbeitswiderstand R 601 die gewünschten Ausgangssignale liefern. Im einzelnen bedeutet dies:

OP 601 schaltet, sobald eine gewisse Grundhelligkeit vorhanden ist, wobei Dunkelheit einem „high“-Signal und Helligkeit einem „low“-Signal entspricht. Bei Sonnenschein oder vergleichbarer großer Helligkeit geht der bis dahin auf „low“ liegende Ausgang des OP 602 (Pin 7) ebenfalls auf „high“. Im selben Moment beginnt die Zeitzählung zur Messung der Sonnenscheindauer.



Bild 9: Ansicht der fertig aufgebauten Teilschaltung zur Helligkeitsmessung

Bild 9 zeigt die praktische Realisierung dieses Schaltungsteiles vor dem Einbau in ein Schutzröhrchen (wie bei der Feuchtemeßschaltung). Die spätere Anordnung dieses Sensors sollte so erfolgen, daß der Sonnenscheineinfall von allen Seiten gut gewährleistet ist, der Sensor aber trotzdem vor stärkerer Verschmutzung geschützt ist.

Windgeschwindigkeit, Windrichtung

Die zu den interessantesten Details der ELV-micro-line Elektronik-Wetterstation WS 1000 zählende Messung der Windgeschwindigkeit und der Windrichtung erfolgt in identischer Weise wie bei der ELV-Komfort-Wetterstation WS 7000. Die Beschreibung ist ausführlich bereits im „ELV journal“ Nr. 42 bis 44 veröffentlicht. Da zudem dieser Schaltungsteil ohne den umfangreichen Mechanikbausatz, dem selbstverständlich eine ausführliche Bauanleitung beiliegt, nicht aufgebaut werden kann, wollen wir an dieser Stelle gleich mit der Beschreibung neuer Schaltungsteile fortfahren.

Für den Fall, daß die Windmeßaufnehmer mitangeschlossen werden, erfolgt die Stromversorgung des gesamten Gerätes, d. h. Basisstation und Windmeßaufnehmereinheit aus einem speziell hierfür aufzubauenden Power-Netzteil (wie WS 7000). Andernfalls wird die Basisstation über ein 12 V-Steckernetzteil versorgt.

DCF-Empfänger

In Bild 12 ist das Teilschaltbild der Aktiv-Antenne zum DCF-Empfänger dargestellt. Bild 13 zeigt das Teilschaltbild der eigent-

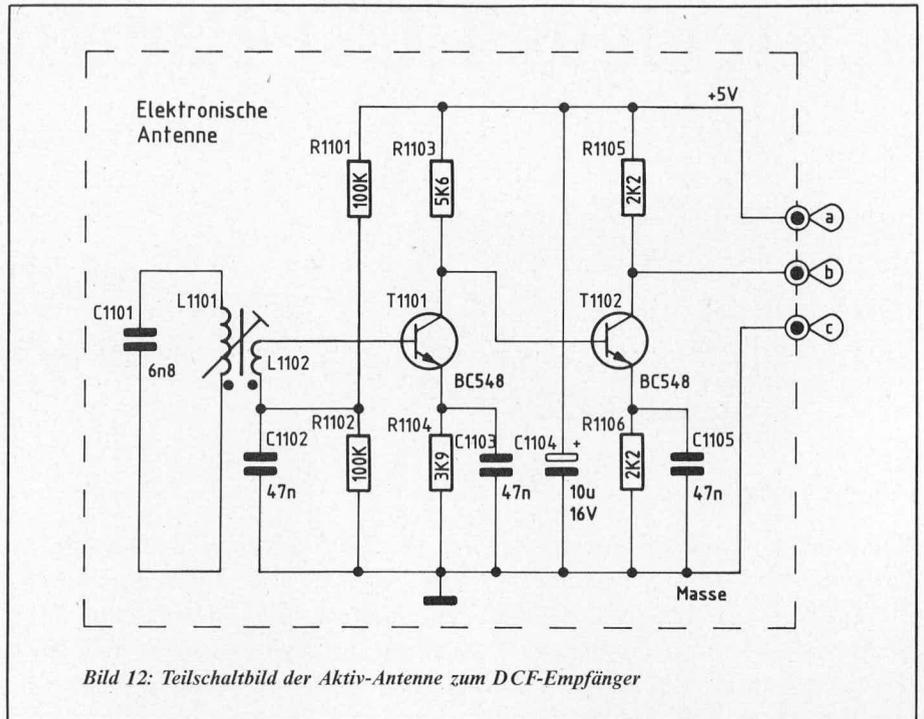


Bild 12: Teilschaltbild der Aktiv-Antenne zum DCF-Empfänger

chen Empfangsschaltung. Beide Schaltungen werden zusammen mit einem Abstand von ca. 3 cm in ein Kunststoff-Panzerrohr eingebaut. Die Verbindung mit der Basisstation erfolgt lediglich über eine 2adrig, abgeschirmte, isolierte Leitung, deren Länge ohne weiteres 10 m und mehr betragen kann.

Da sowohl die in Bild 12 als auch die in Bild 13 dargestellte Schaltung bereits ausführlich im Rahmen des Artikels „Funkuhrensystem DCF 86“ im „ELV journal“ Nr. 45 bis 47 beschrieben wurde, wollen wir die wesentliche Funktion in Kurzform aufzeigen.

Die Spule L 1101 bildet in Verbindung mit dem engtolerierten Kondensator C 1101 den Eingangsempfangskreis für das 77,500 kHz DCF-Signal.

Über L 1102 wird das Empfangssignal ausgekoppelt und auf die nachfolgenden Ver-

stärkerstufen gegeben. Anschließend gelangt das Signal über C 1201 auf den HF-Eingang des IC 1201, das eine weitere Verstärkung vornimmt. Es folgt eine Mischung zur Erzielung einer 700 Hz Zwischenfrequenz, eine Filterung (OP 1, OP 2 mit Zusatzbeschaltung) sowie eine weitere Verstärkung. An Pin 7 verläßt das so aufbereitete Empfangssignal das IC 1201. OP 3 und OP 4 sind als Verstärker und Komparator geschaltet. Am Ausgang des OP 4 (Pin 8) steht das demodulierte Empfangssignal an, und zwar als Rechteck-Sekundenimpuls mit unterschiedlichen Tastverhältnissen, die der senderseitigen Modulation entsprechen. Dieses Signal wird vom zentralen Single-Chip-Prozessor direkt verarbeitet.

In der kommenden Ausgabe des „ELV journal“ stellen wir Ihnen im dritten Teil dieser Artikelserie das komplette Hauptschaltbild der Elektronik-Wetterstation WS 1000 vor.

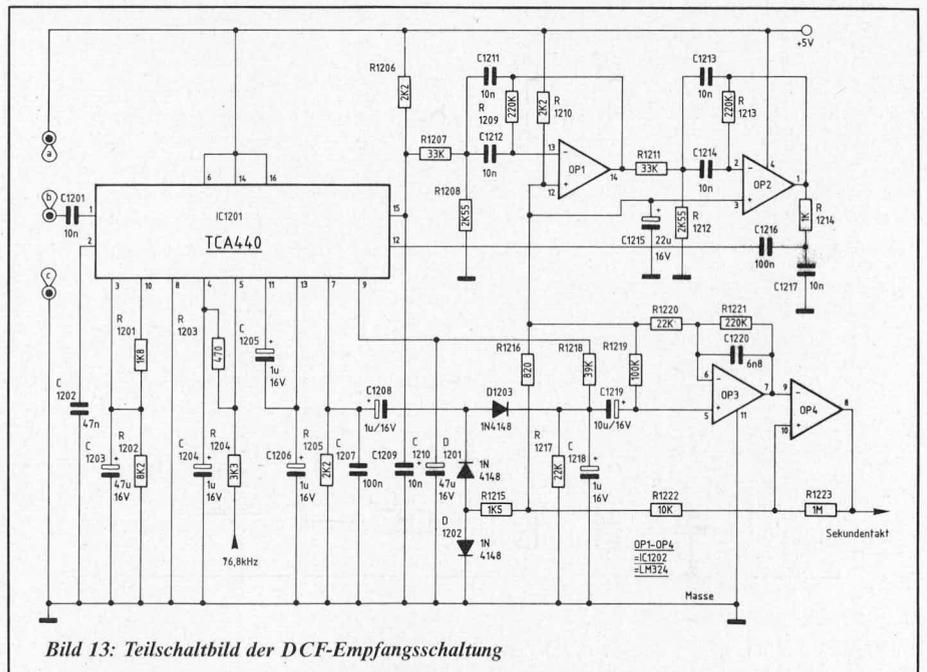


Bild 13: Teilschaltbild der DCF-Empfangsschaltung