

Elektronik-Wetterstation WS 1000

Teil III

Das Hauptschaltbild

In Bild 14 ist das Hauptschaltbild der ELV-Elektronik-Wetterstation WS 1000 dargestellt.

Die grundsätzliche Funktionsweise wurde bereits anhand des Blockschaltbildes (Bild 1) ausführlich erläutert. Nachfolgend wollen wir nun die einzelnen Funktionseinheiten des Hauptschaltbildes in ihrer praktischen Schaltungsausführung näher betrachten.

Beginnen wir hierbei mit den Eingangsinformationen, die in mehr oder weniger komplexen Funktionsabläufen zu verarbeiten sind.

An dem 16-Kanal-Analog-Umschalter (IC 1 des Typs CD 4067) liegen insgesamt 16 verschiedene analoge Eingangsspannungen an. Folgende Zuordnung ist hierbei gegeben:

1. An Pin 2 des IC 1 liegt die Einstellspannung des Trimmers R 1 zur Offsetting (Parallelverschiebung) an, für die von der Druckaufnehmerschaltung kommende Spannung.
2. An Pin 3 liegt die Einstellspannung des Trimmers R 5 an, zur Skalenfaktor-Einstellung (Steigung), für die von der Druckaufnehmerschaltung kommende Spannung.
3. An Pin 23 liegt die Einstellspannung des Trimmers R 9 an, zur Offsetting (Parallelverschiebung) des vom Feuchtesensor 1 kommenden Signals. Daß die Feuchtesensoren eine Ausgangsfrequenz abgeben, spielt hierbei keine Rolle, da sämtliche Analog-Spannungen vor ihrer Verarbeitung vom zentralen Mikroprozessor über einen Spannungs-Frequenz-Umsetzer (IC 9 des Typs RC 4152) in eine direkt proportionale Ausgangsfrequenz umgesetzt werden.
4. An Pin 22 liegt die Einstellspannung des Trimmers R 13 an, zur Skalenfaktor-Einstellung (Steigung) des vom Feuchtesensor 1 kommenden Signals.
5. An Pin 21 liegt die Einstellspannung des Trimmers R 17 an, zur Offsetting (Parallelverschiebung) des vom Feuchtesensor 2 kommenden Signals.
6. An Pin 20 liegt die Einstellspannung des Trimmers R 21 an, zur Skalenfaktor-Einstellung (Steigung) des vom Feuchtesensor 2 kommenden Signals.
7. An Pin 19 liegt die Einstellspannung des Trimmers R 25 an, zur Offsetting (Nullpunkt) des Temperatursensors 1.
8. An Pin 18 liegt die Einstellspannung des Trimmers R 29 an, zur Skalenfaktor-Einstellung (Steigung) des Temperatursensors 1.
9. An Pin 17 liegt die Einstellspannung des Trimmers R 33 an, zur Offsetting (Nullpunkt) des Temperatursensors 2.
10. An Pin 16 liegt die Einstellspannung des Trimmers R 37 an, zur Skalenfaktor-Einstellung (Steigung) des Temperatursensors 2.
11. An Pin 8 liegt die Signalspannung vom Temperatursensor 1 an, die der Temperatur direkt proportional ist.
12. An Pin 7 liegt die Signalspannung vom Temperatursensor 2 an, die der Temperatur direkt proportional ist.
13. An Pin 9 liegt die von der Druckaufnehmerschaltung kommende Signalspannung an, die dem barometrischen Luftdruck direkt proportional ist.
14. An Pin 5 liegt die Referenzspannung $V_{ref 1}$ an.
15. An Pin 4 liegt die Referenzspannung $V_{ref 2}$ an.
16. An Pin 6 liegt die Referenzspannung $V_{ref 3}$ (Masse) an.

Die drei Referenzspannungen dienen zur automatischen Nullpunkt-Kompensation und Linearisierung des nachfolgenden Spannungs-Frequenz-Umsetzers IC 9 des Typs RC 4152.

Der Ausgang des 16-Kanal-Analog-Umschalters (Pin 1) ist über R 49 auf den Eingang (Pin 7) des eben erwähnten Spannungs-Frequenz-Umsetzers IC 9 des Typs RC 4152 geführt.

Welcher der 16 Eingänge des IC 1 auf den Ausgang (Pin 1) durchgeschaltet wird, steuert der zentrale Mikroprozessor (IC 2) über seine Ausgangsleitungen (Pin 27 bis Pin 30), die auf die Steuereingänge (Pin 10, 11, 13, 14) des IC 1 geschaltet sind.

Der Spannungs-Frequenz-Umsetzer (IC 9) erhält nun, von IC 2 vorgegeben und von IC 1 durchgeschaltet, nacheinander die entsprechenden Analog-Eingangsspannungen. An Pin 3 des IC 9 steht jeweils eine Ausgangsfrequenz an, die derjenigen Spannung direkt proportional ist, die an Pin 7 des IC 9 anliegt. Der Umsetzfaktor des IC 9 mit seiner Zusatzbeschaltung (R 49 bis R 53 sowie C 5 bis C 7) beträgt ca. 5 kHz pro Volt. Der exakte Wert spielt hierbei keine Rolle, da die Schaltung so ausgelegt wurde, daß eine automatische Kompensation der entsprechenden Faktoren vom zentralen Mikroprozessor vorgenommen wird.

Der Ausgang des Spannungs-Frequenz-Umsetzers (Pin 3 des IC 9) ist auf einen der Eingänge (Pin 13) des nachfolgenden 8-Kanal-Digital-Umschalters (IC 10) geführt. Bei dem hier eingesetzten IC des Typs CD 4051 handelt es sich ebenfalls um einen Analog-Umschalter, der im vorliegenden Anwendungsfall jedoch ausschließlich zum Schalten digitaler Signale eingesetzt wird. Im Blockschaltbild ist er daher auch als Digital-Umschalter bezeichnet. Im einzelnen stehen am IC 10 folgende Eingangsinformationen an:

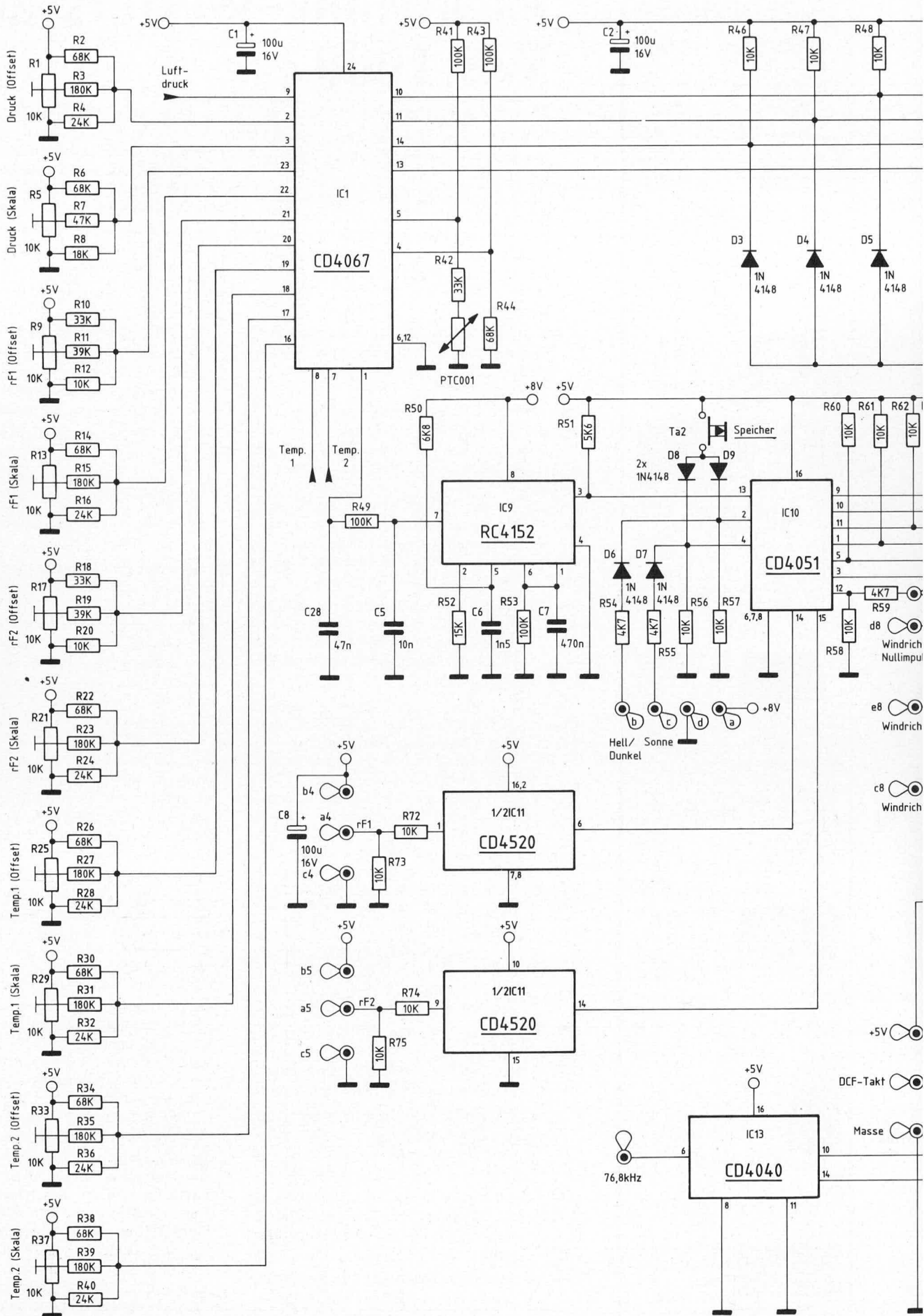
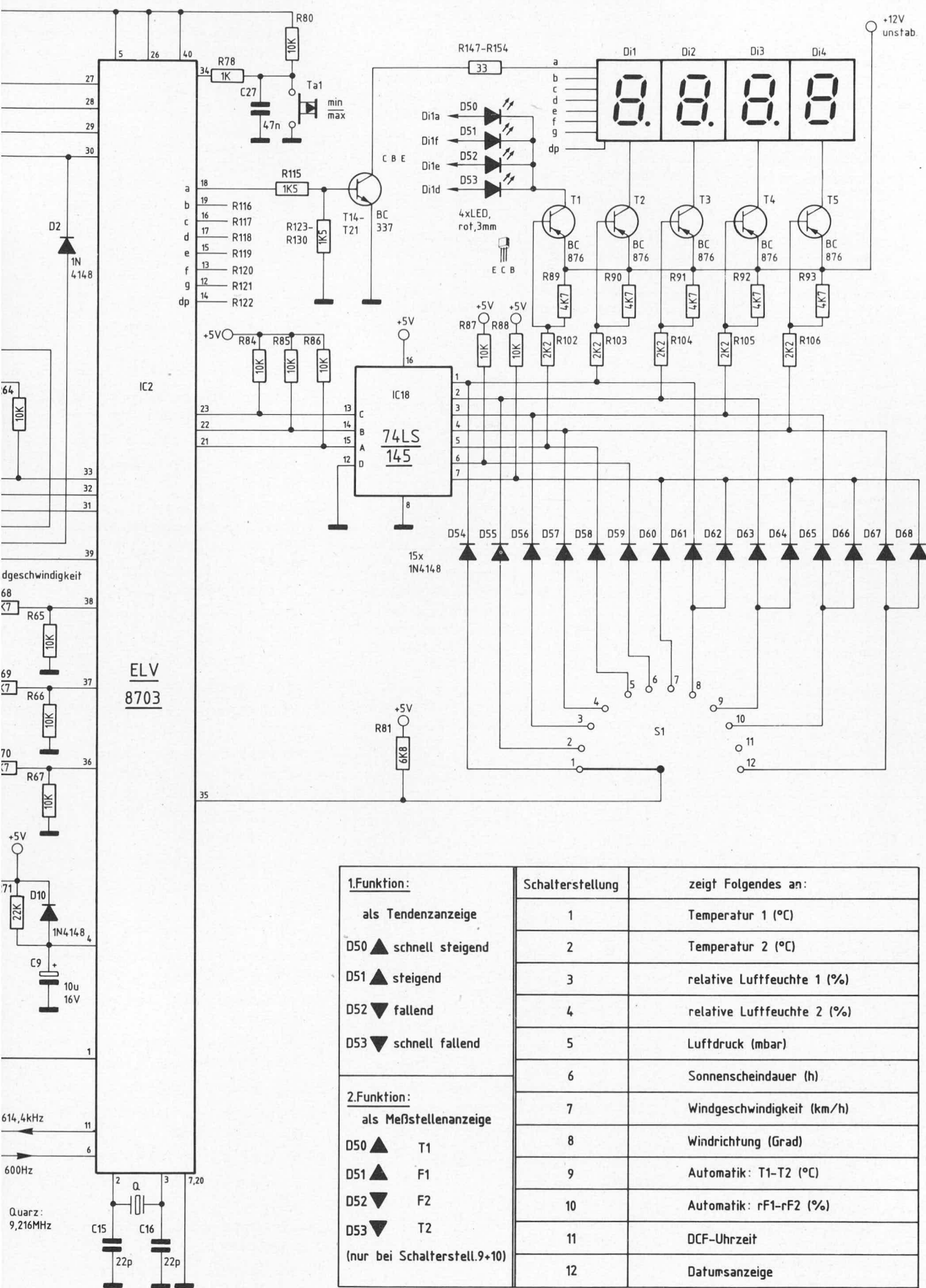


Bild 14: Hauptschaltbild der Elektronik-Wetterstation WS 7000



1.Funktion:	Schalterstellung	zeigt Folgendes an:
als Tendenzanzeige	1	Temperatur 1 (°C)
D50 ▲ schnell steigend	2	Temperatur 2 (°C)
D51 ▲ steigend	3	relative Luftfeuchte 1 (%)
D52 ▼ fallend	4	relative Luftfeuchte 2 (%)
D53 ▼ schnell fallend	5	Luftdruck (mbar)
	6	Sonnenscheindauer (h)
2.Funktion:	7	Windgeschwindigkeit (km/h)
als Messstellenanzeige	8	Windrichtung (Grad)
D50 ▲ T1	9	Automatik: T1-T2 (°C)
D51 ▲ F1	10	Automatik: rF1-rF2 (%)
D52 ▼ F2	11	DCF-Uhrzeit
D53 ▼ T2	12	Datumsanzeige
(nur bei Schalterstell.9+10)		

1. An Pin 2 des IC 10 steht die Hell-/Dunkel-Information des Helligkeitsmessers an.
 2. An Pin 4 des IC 10 steht die Sonnenschein-Information des Helligkeitsmessers an.
- Wird die Taste Ta 2 (Speicher) betätigt, so liegen beide Potentiale an Pin 2 und Pin 4 des IC 10 über die Dioden D 8 und D 9 auf „high“, wodurch dem zentralen Mikroprozessor der Beginn eines neuen Speicherzyklusses mitgeteilt wird (bei manueller Speicherzeitgabe).
3. An Pin 12 des IC 10 steht die zur Windgeschwindigkeit proportionale Ausgangsfrequenz des Windgeschwindigkeitsaufnehmers an.
 4. An Pin 13 des IC 10 steht die Ausgangsfrequenz des Spannungs-Frequenz-Wandlers IC 9 an.
 5. An Pin 14 des IC 10 steht die vorher mit dem IC 11 (1/2 CD 4520) durch 16 geteilte Meßfrequenz der Feuchtemeßschaltung 1 an.
 6. An Pin 15 steht die vorher mit dem IC 11 (1/2 CD 4520) durch 16 geteilte Meßfrequenz der Feuchtemeßschaltung 2 an.
 7. An Pin 1 des IC 10 stehen die Signale der Prozessorausgänge Pin 27 bis Pin 29 an. Eine Entkopplung erfolgt über die Dioden D 3 bis D 5. Durch Fortlassen bestimmter Dioden kann auf diese Weise die Windgeschwindigkeit in anderen Maßeinheiten angezeigt werden. Die genaue Zuordnung ist aus Tabelle 1 ersichtlich. Sind alle 3 Dioden eingebaut erfolgt die Anzeige in km/h.
 8. An Pin 5 des IC 10 liegt über D 2 entkoppelt das Signal von Pin 30 des Prozessors an. Diese Maßnahme dient zu speziellen, internen Prüfzwecken.

D 3	D 4	D 5	Einheit
0	0	0	kmh
0	0	1	m/s
0	1	0	mph
0	1	1	Beaufort
1	0	0	Knoten
1	1	1	kmh

Pin 3 des IC 10 stellt den Ausgang dar, an dem die entsprechend durchgeschaltete Eingangsinformation ansteht und weiter zum IC 2 geleitet wird (Pin 39).

Welcher Eingang des IC 10 zum Ausgang (Pin 3) durchgeschaltet werden soll, ergibt sich aus den Steuerinformationen, die vom IC 2 (Pin 31, 32, 33) auf die Eingänge (Pin 9, 10, 11) des IC 10 gegeben werden.

Die Information der Windrichtung besteht aus 2 um 90° gegeneinander phasenverschobenen Rechtecksignalen zur Positionserkennung sowie einem dritten Signal, dem Nullimpuls (Norden). Diese 3 Signale werden über die Spannungsteiler R 65 bis R 70 auf die entsprechenden Eingänge des IC 2 gegeben (Pin 36, 37, 38). Der Nullimpuls-Eingang ist hierbei Pin 38 des IC 2.

Nachdem wir die Umschaltung der Eingangssignale besprochen haben, wollen wir auf den zeitlichen Ablauf sowie die Meßreihenfolge eingehen.

Wird das Gerät eingeschaltet, erfolgt über R 71/C 9 ein Rücksetzen des zentralen Mikroprozessors, d. h. sämtliche Speicher und interne Zähler werden auf Null gesetzt.

Die erste Messung, die anschließend vom System durchgeführt wird, ist die Windgeschwindigkeitsmessung.

Gleichzeitig, während die Windgeschwindigkeit für 1 Sekunde gemessen wird, ist bereits der 16-Kanal-Analog-Umschalter IC 1 auf $V_{ref 3}$ (Pin 6) geschaltet. Eine Sekunde später, nachdem die Windgeschwindigkeitsmessung beendet wurde, erfolgt die Messung der Ausgangsfrequenz des Spannungs-Frequenz-Umsetzers für ebenfalls 1 Sekunde, die der Eingangsspannung an Pin 6 des IC 1 proportional ist.

Da es sich hierbei um das Masse-Potential handelt, muß die Ausgangsfrequenz im Bereich zwischen 0 Hz und 100 Hz liegen. Überschreitet die Frequenz 256 Hz, wertet dies der Prozessor als nicht einwandfreies Arbeiten des Spannungs-Frequenz-Umsetzers und bricht den Meßvorgang ab. Kennzeichnet wird dies optisch durch Aufleuchten der 3 Querstriche (Segmente „g“) der ersten Temperaturmeßstelle.

Die vorstehend beschriebene Messung wird nur einmal, gleich nach dem Einschalten des Gerätes, vorgenommen und dann jeweils einmal täglich, wenn die Schaltung zur Helligkeitsmessung einen Dunkel/Hell-Wechsel signalisiert.

Von vorstehend beschriebener Messung einmal abgesehen, laufen die Messungen in einem sich regelmäßig wiederholenden Zyklus mit einer Gesamtdauer von 34 Sekunden ab. Diese Zyklusdauer ist wiederum in Teilabschnitte zu jeweils 2 Sekunden aufgeteilt.

In der ersten Sekunde wird immer für eine Sekunde die Windgeschwindigkeit gemessen, d. h. also in der 1., 3., 5., 7. bis zur 33. Sekunde.

Bei den Messungen, die eine Spannungs-Frequenz-Umsetzung durch IC 9 (mit Zusatzbeschaltung) erfordern, wird mit Beginn einer Windgeschwindigkeitsmessung gleichzeitig die entsprechende Meßstelle (über IC 1) auf den Spannungs-Frequenz-Umsetzer geschaltet, ohne daß jedoch die entsprechende Ausgangsfrequenz des IC 9 (Pin 3) tatsächlich gemessen wird.

Diese eine Sekunde, in der die Windgeschwindigkeit gemessen wird und der Spannungs-Frequenz-Umsetzer bereits eingeschaltet ist, dient dazu, Einschwingvorgänge des IC 9, die die Genauigkeit beeinträchtigen könnten, wirksam zu unterdrücken.

Erst nach Ablauf der Windgeschwindigkeitsmessung (nach 1 Sekunde) erfolgt für eine weitere Sekunde die Messung der Ausgangsfrequenz des IC 9, entsprechend der zugehörigen, von IC 1 durchgeschalteten Eingangsspannung.

Nachdem die Messung nach insgesamt 2 Sekunden abgeschlossen wurde, erfolgt wiederum die Messung der Windgeschwin-

digkeit für 1 Sekunde bei gleichzeitigem Einschalten einer weiteren Eingangsspannung des IC 1. Eine Ausnahme bilden die beiden Messungen der Ausgangsfrequenz der Feuchtemeßschaltungen 1 und 2, da hier kein Einschwingvorgang des Spannungs-Frequenz-Umsetzers abzuwarten ist.

Die genaue Reihenfolge der verschiedenen Messungen soll nachfolgend aufgezeigt werden, wobei jeder Punkt von 1 bis 34 einen Zeitabschnitt von 1 Sekunde beschreibt:

1. $V_{ref 1}$ (Pin 5 des IC 1) einschalten.
2. $V_{ref 1}$ messen.
3. $V_{ref 2}$ (Pin 4 des IC 1) einschalten.
4. $V_{ref 2}$ messen.
5. Skala relative Luftfeuchte 1 (Pin 22 des IC 1) einschalten.
6. Skala relative Luftfeuchte 1 messen.
7. Offset relative Luftfeuchte 1 (Pin 23 des IC 1) einschalten.
8. Offset relative Luftfeuchte 1 messen.
9. Windgeschwindigkeit messen (Pin 12 des IC 10).
10. Relative Luftfeuchte 1 Ausgangsfrequenz der Sensorschaltung messen (Pin 14 des IC 10).
11. Skala relative Luftfeuchte 2 (Pin 20 des IC 1) einschalten.
12. Skala relative Luftfeuchte 2 messen.
13. Offset relative Luftfeuchte 2 (Pin 21 des IC 1) einschalten.
14. Offset relative Luftfeuchte 2 messen.
15. Windgeschwindigkeit messen (Pin 12 des IC 10).
16. Relative Luftfeuchte 2 Ausgangsfrequenz der Sensorschaltung messen (Pin 15 des IC 10).
17. Skalenfaktor Luftdruck (Pin 3 des IC 1) einschalten.
18. Skalenfaktor Luftdruck messen.
19. Offset Luftdruck (Pin 2 des IC 1) einschalten.
20. Offset Luftdruck messen.
21. Luftdruckmessung Ausgangsspannung (Pin 9 des IC 1) einschalten.
22. Luftdruckmessung Ausgangsspannung messen.
23. Skalenfaktor Temperatur 1 (Pin 18 des IC 1) einschalten.
24. Skalenfaktor Temperatur 1 messen.
25. Nullpunkt Temperatur 1 (Pin 19 des IC 1) einschalten.
26. Nullpunkt Temperatur 1 messen.
27. Temperatursensor 1 (Pin 8 des IC 1) einschalten.
28. Temperatursensor 1 Ausgangsspannung messen.
29. Skalenfaktor Temperatur 2 (Pin 16 des IC 1) einschalten.
30. Skalenfaktor Temperatur 2 messen.
31. Nullpunkt Temperatur 2 (Pin 17 des IC 1) einschalten.

32. Nullpunkt Temperatur 2 messen.
33. Temperatursensor 2 (Pin 7 des IC 1) einschalten.
34. Temperatursensor 2 Ausgangsspannung messen.
35. Wieder beginnen bei 1. usw.

Wie bereits erwähnt, erfolgt die Messung der Windgeschwindigkeit nicht allein in der 9. und 15. Sekunde eines jeden 34-Sekunden-Zyklus, sondern in jeder ungeraden Sekunde. Dies bedeutet, daß, wenn in der 1. Sekunde $V_{ref 1}$ eingeschaltet wird und der Spannungs-Frequenz-Umsetzer sich auf die entsprechende Frequenz einschwingt, zunächst die Windgeschwindigkeit gemessen wird, um erst in der zweiten Sekunde tatsächlich $V_{ref 1}$ zu messen usw.

Die Meßzeiten selbst sind geringfügig kürzer als die erwähnte 1 Sekunde. In den Zwischenzeiten, d. h. zwischen den einzelnen sekundlich vorgenommenen Messungen werden vom zentralen Mikroprozessor noch einige weitere Informationen mit einer Geschwindigkeit von wenigen Mikroskunden abgefragt, so zum Beispiel auch die Ausgangspegel der Schaltung zur Helligkeitsmessung sowie die Stellung des Tasters Ta 2. Um sicher zu gehen, daß die Information bei gedrücktem Taster Ta 2 vom Prozessor auch erkannt wurde, muß dieser Taster daher mindestens 1 Sekunde festgehalten werden (möglichst etwas länger).

Die Stellung des Tasters Ta 1 hingegen wird laufend abgefragt, so daß eine Betätigung praktisch verzögerungsfrei vom Prozessor registriert wird.

Ebenfalls fortlaufend überwacht werden die 3 Eingänge zur Windrichtungserkennung, genau wie der Taster Ta 1, d. h. die entsprechenden Informationen stehen direkt an den Eingängen des zentralen Mikroprozessors an, ohne Zwischenschaltung eines Multiplexers.

Nachdem die Meßdatenerfassung eingehend beschrieben wurde, wollen wir uns nun mit der weiteren Schaltungstechnik und mit dem zentralen Mikroprozessor befassen und hier im besonderen mit der Meßdatenausgabe.

Zunächst jedoch noch einige Erläuterungen zur Takterzeugung.

Der verwendete Prozessor besitzt einen internen Oszillator, der zum einwandfreien Arbeiten als äußere Beschaltung lediglich 2 Kondensatoren und einen entsprechenden Quarz (9,216 MHz) benötigt (Pin 2 und Pin 3 des IC 2).

Intern wird die Frequenz von 9,216 MHz durch 15 geteilt, so daß am Ausgang Pin 11 des IC 2 genau 614,4 kHz zur Verfügung stehen.

Beim IC 13 des Typs CD 4040 handelt es sich um einen mehrstufigen Binärteiler. Die an Pin 10 des IC 13 anstehende Eingangsfrequenz (614,4 kHz) wird zunächst durch 8 geteilt. Die entsprechende Frequenz von 76,8 kHz steht an Pin 6 des IC 13 zur Verfügung und dient zur Generierung der Zwischenfrequenz in Verbindung mit dem DCF 77-Empfänger. Wird dieser nicht angeschlossen, bleibt Pin 6 des IC 13 ungeschaltet.

Anschließend erfolgt eine weitere Teilung durch 128, so daß am Ausgang Pin 14 eine Frequenz von 600 Hz zur Verfügung steht. An Pin 6 des IC 2 eingespeist, dienen die 600 Hz als Basis zur Ansteuerung der im Multiplexbetrieb arbeitenden Digitalanzeige.

Pin 21, 22, 23 steuern den Digital-Multiplexer IC 18 des Typs 74 LS 145. Die Ausgänge Pin 1 bis 4 steuern über die Transistoren T 2 bis T 5 die 4 Digits (gemeinsame Anoden) der 7-Segment-Anzeigen Di 1 bis Di 4 an. Der Ausgang Pin 5 des IC 18 steuert über T 1 das fünfte Digit an, das aus den 4 Dioden D 50 bis D 53 zur Tendenzanzeige besteht.

Die einzelnen Segmente sowie die Dezimalpunkte werden über die Transistoren T 14 bis T 21 gespeist, die ihre Informationen von den Ausgängen Pin 12 bis Pin 19 des IC 2 erhalten.

Darüber hinaus hat das IC 18 die Aufgabe zur Meßstellenumschaltung in Verbindung mit dem 12stelligen Drehschalter S 1 sowie den Dioden D 54 bis D 68. Je nachdem, welche Ausgangskombination (Pin 1 bis Pin 7) des IC 18 über S 1 auf den Rückkopplungseingang Pin 35 des IC 2 geschaltet wird, erkennt der Prozessor daraus die eingestellte Betriebsfunktion.

Der Eingang Pin 34 des IC 2 fragt den Zustand der Taste Ta 1 zur „Min./Max.“-Umschaltung ab.

Der DCF 77-Takt wird an Pin 1 des IC 2 eingespeist. Dieser Anschluß bleibt ungeschaltet sofern der entsprechende Empfänger nicht angeschlossen wird. Der Prozessor arbeitet dann intern im 24-Stunden-Zyklus.

Die ausführliche Beschreibung des Hauptschaltbildes ist damit abgeschlossen. Nachfolgend soll noch kurz die Stromversorgung beschrieben werden, die recht einfach und preiswert gehalten werden konnte.

Das Netzteil

Die Stromversorgung der ELV-Elektronik-Wetterstation WS 1000 erfolgt über ein 12 V-Steckernetzteil, dessen Strombelastbarkeit 500 mA betragen sollte. Hierin sind

ausreichende Sicherheitsreserven einkalkuliert, da die mittlere Stromaufnahme der WS 1000 bei rund 3000 mA liegt.

Die Versorgung des zentralen Mikroprozessors mit seiner Zusatzbeschaltung des gesamten analogen Sensorteils einschließlich des Trimmerkalibrierfeldes sowie der beiden Feuchtemeßschaltungen erfolgt über den Festspannungsregler IC 16 des Typs 78L05.

Die Speisung des Spannungs-Frequenz-Umsetzers IC 9 sowie der Schaltung zur Helligkeitsmessung erfolgt mit einer 8 V-Festspannung, die mit den Transistoren T 30 bis T 32 sowie Zusatzbeschaltung aufgebaut ist.

Die genaue Schaltung ist in Bild 16 dargestellt.

Insgesamt wurde die Stromversorgung so ausgelegt, daß Netzspannungsschwankungen von $\pm 10\%$ ohne Einfluß auf die einwandfreie Funktionsweise des Gerätes bleiben. Teilweise können noch größere Schwankungen verkraftet werden.

Vorstehend beschriebene Stromversorgung kann Einsatz finden, sofern die Windmeßaufnehmer nicht mit angeschlossen werden. Sollen auch Windrichtung und Windgeschwindigkeit gemessen werden, so sind 2 zusätzliche Spannungen von +15 V und -15 V erforderlich mit einer Belastbarkeit von jeweils ca. 1 A zur Versorgung der Windmeßaufnehmer, einschließlich der darin enthaltenen elektronischen Beheizung. Hierzu kann der Transformator Tr 1 aus der ELV-Komfort-Wetterstation WS 7000 herangezogen werden, bei dem dann lediglich die beiden 11 V/1 A-Wicklungen, einschließlich Dioden, Gleichrichtung und den beiden 2200 μ F/16 V Elkos zum Einsatz kommen. Eine elektronische Stabilisierung dieser beiden Spannungen ist nicht mehr erforderlich. Als Platine für Trafo, Dioden, Elkos dient die Netzteilplatine der ELV-Windgroßanzeige („ELV journal“, Nr. 47) mit der Nr. 47394. Selbstverständlich kann auch eine entsprechende Eigenkonstruktion gewählt werden.

In der kommenden Ausgabe des „ELV journal“ stellen wir Ihnen im IV. Teil dieser Artikelserie den kompletten Nachbau ausführlich vor.

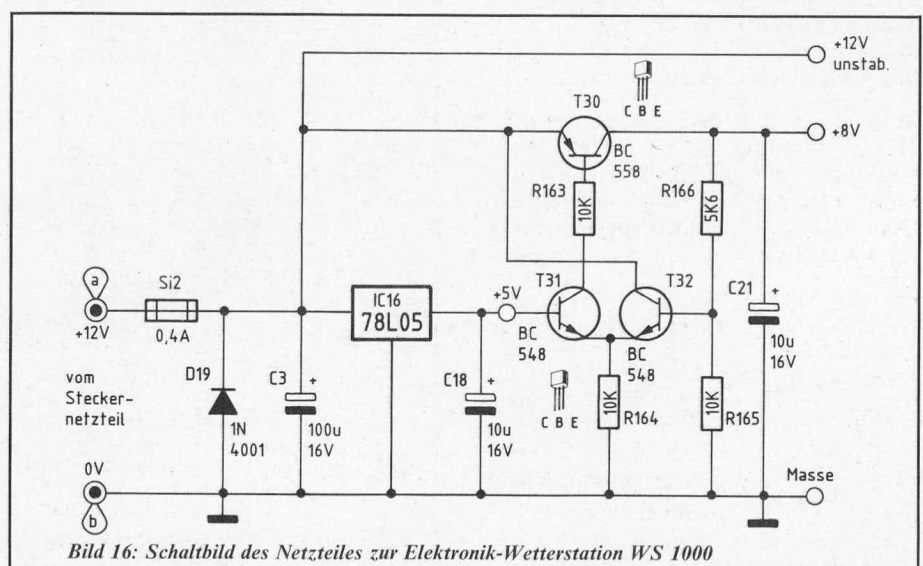


Bild 16: Schaltbild des Netzteiles zur Elektronik-Wetterstation WS 1000