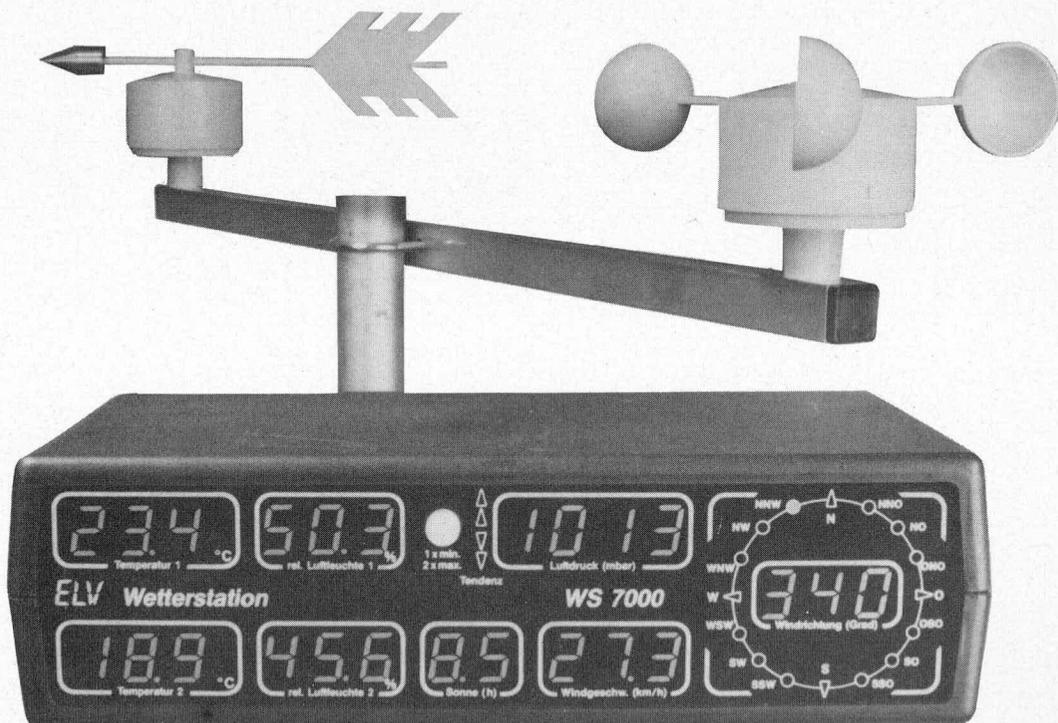


# ELV-Komfort-Wetterstation WS 7000



*Im hier vorliegenden zweiten Teil des Artikels über den Bau der Komfort-Wetterstation WS 7000 stellen wir Ihnen das komplette Hauptschaltbild sowie den praktischen Aufbau, beginnend mit den Sensoren, vor.*

## Teil 2

### Das Hauptschaltbild

In Bild 14 ist das Hauptschaltbild der ELV-Komfort-Wetterstation WS 7000 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:

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 Speicherzyklus mitgeteilt wird (bei manueller Speicherzeiteingabe).

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 30 an. Eine Entkopplung erfolgt über die Dioden D 2 bis D 5. Durch Fortlassen bestimmter Dioden kann auf diese Weise die Windgeschwindigkeit in anderen Maßeinheiten angezeigt werden. Die genaue Zuordnung ist aus Tabelle I ersichtlich. Sind alle 4 Dioden eingebaut (D 2 ist in jedem Fall erforderlich), erfolgt die Anzeige in km/h.

8. An Pin 5 des IC 10 liegt über R 60 die positive 5-V-Versorgungsspannung.

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).

**Tabelle I**

Auswahl der Maßeinheiten für die Messung der Windgeschwindigkeit (0 = Diode entfällt, 1 = Diode eingebaut)

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

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 einwandfreie 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 1 mal 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.

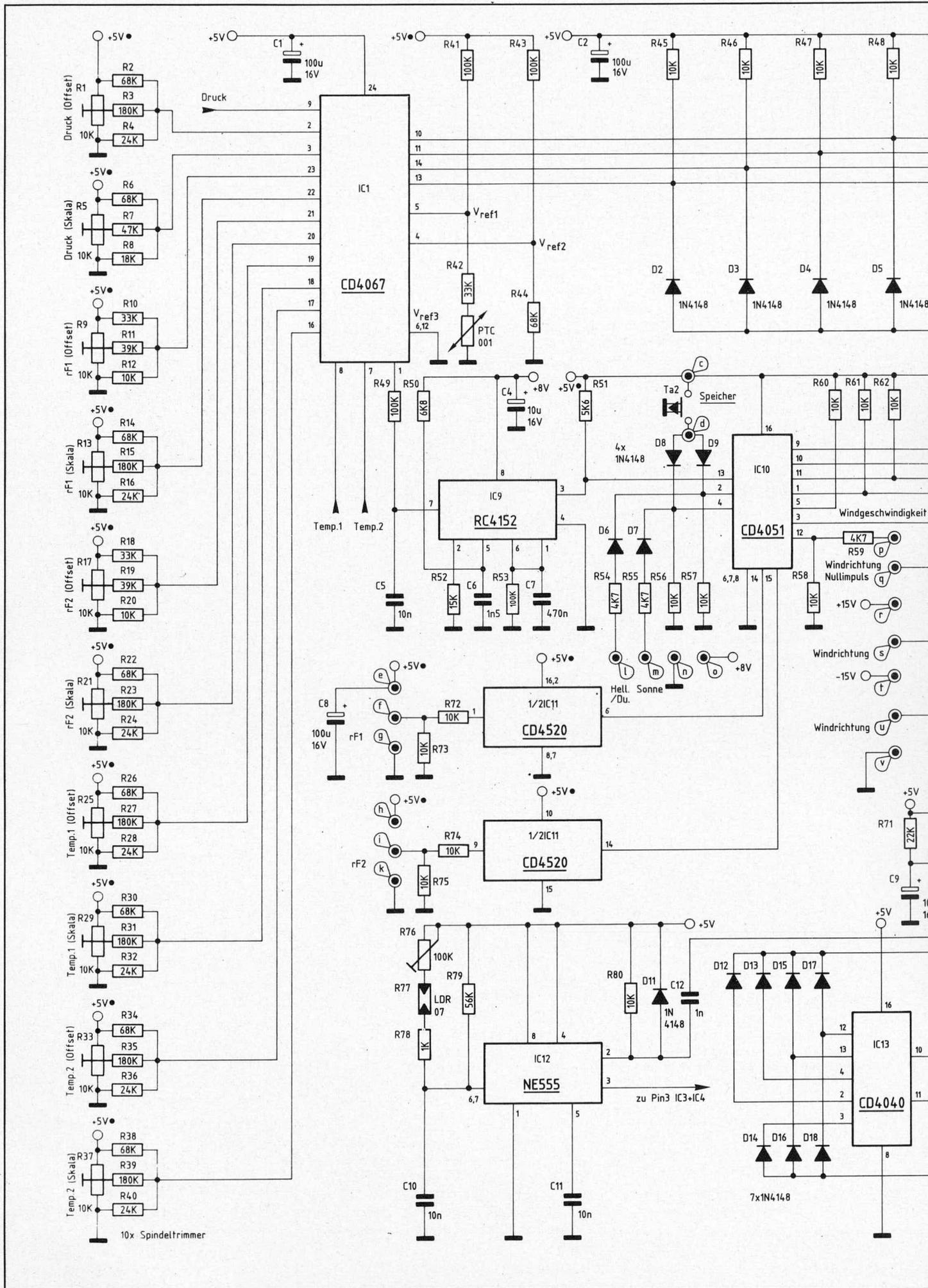
Diese eine Sekunde, in der die Windgeschwindigkeit gemessen wird und der Spannungs-Frequenz-Umsetzer bereits eingeschaltet ist, dient dazu, Einschwingvorgänge des IC 9, die die Genauigkeit beeinträchtigen könnten, wirksam zu unterdrücken.

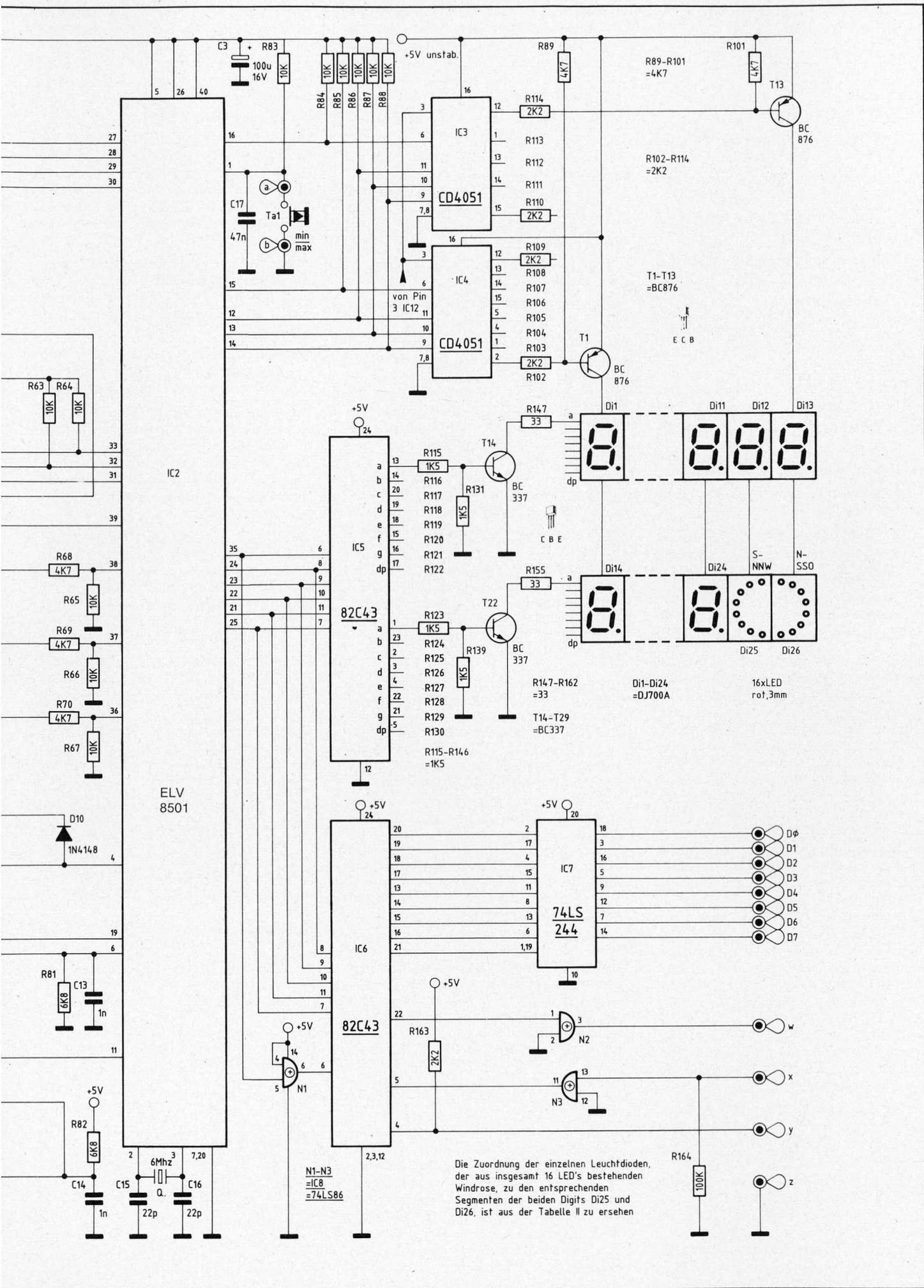
Erst nach Ablauf der Windgeschwindigkeitsmessung (nach 1 Sekunde) erfolgt für eine weitere Sekunde die Messung der Ausgangsfrequenz des IC 9, entsprechend der zugehörigen, von IC 1 durchgeschalteten Eingangsspannung.

Nachdem die Messung nach insgesamt 2 Sekunden abgeschlossen wurde, erfolgt wiederum die Messung der Windgeschwindigkeit 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 2. 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 Mikrosekunden 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 drei 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 zwei Kondensatoren und einen entsprechenden Quarz (6 MHz) benötigt (Pin 2 und Pin 3 des IC 2).

Intern wird die Frequenz von 6,000 MHz durch 15 geteilt, so daß am Ausgang Pin 11 des IC 2 genau 400 kHz zur Verfügung stehen.

Das IC 13 stellt mit seiner Zusatzbeschaltung D 14, D 16, D 18 sowie R 82 und C 14 einen Teiler durch 400 dar. Am Eingang Pin 6 des IC 2 steht somit eine Frequenz von genau 1,000 kHz an. Die Dioden D 12, D 13, D 15, D 17 sowie R 81 und C 13 sorgen in diesem Zusammenhang dafür, daß die Impulsbreite 80  $\mu\text{sec}$  beträgt („low“). Die Zeitdauer, in der das anstehende Signal („high“-Potential) aufweist, beträgt 920  $\mu\text{sec}$ . Eine volle Periode überstreicht somit eine Zeit von genau 1 msec, entsprechend 1 kHz.

An Pin 19 des IC 2 steht ebenfalls eine Frequenz von 1,000 kHz an, die zeitlich gegenüber den Impulsen an Pin 6 etwas verschoben ist. Außerdem ist bei den Impulsen an Pin 19 des IC 2 die Zeitdauer, in der das Signal „high“-Potential führt, sehr kurz.

Immer, wenn ein Wechsel von „high“ nach „low“ erfolgt, wird über C 12 der Triggeringang (Pin 2) des IC 12 gesetzt und der Ausgang des IC 12 (Pin 3) wechselt von „high“ nach „low“. Hierdurch wird über Pin 3 der IC's 3 und 4 der gerade eingeschaltete Digit-Treiber-Transistor (T 1 bis T 13) durchgesteuert (es ist jeweils nur ein einziger Transistor dieser 13 Transistoren durchgesteuert).

Solange Pin 3 der IC's 3 und 4 „high“-Potential führt, sind alle Transistoren T 1 bis T 13 gesperrt. Erst wenn Pin 3 der IC's 3 und 4 über den Ausgang (Pin 3) des IC 12 auf „low“-Potential (ca. 0 Volt) gezogen wird, kann derjenige Digit-Treiber-Transistor (aus T 1 bis T 13) durchgesteuert werden, dessen Basis über einen der Widerstände R 102 bis R 114 über IC 3 oder IC 4 auf den entsprechenden Pin 3 durchgeschaltet wurde.

Wie bereits erwähnt, erhält das IC 12 an seinem Triggereingang (Pin 2) über den Kondensator C 12 1000 mal pro Sekunde einen Startimpuls. IC 12 ist mit seiner Zusatzbeschaltung als Monoflop geschaltet, dessen Ausgang (Pin 3) unmittelbar nach Eintreffen des Triggerimpulses (fallende Flanke von C 12 übertragen) von „high“ nach „low“ (ca. 0 Volt) wechselt. Im selben Moment wird der entsprechende Digit-Treiber-Transistor (einer aus T 1 bis T 13) durchgesteuert. Nach einer Zeitspanne, die so bemessen wurde, daß sie 1 ms nicht überschreiten kann, geht der Ausgang des

IC 12 (Pin 3) wieder auf „high“ (ca. + 5 Volt). Je kürzer die „low“-Phase ist, desto kürzer ist auch die Einschaltdauer der Digit-Treiber-Transistoren. Dies wiederum bedeutet für den Betrachter, daß die 7-Segmentanzeigen dunkler werden.

Die Steuerung der entsprechenden Puls-Pausen-Zeiten erfolgt lichtabhängig über den Fotowiderstand R 77 des Typs LDR 07. Je größer die Umgebungshelligkeit ist, desto kleiner ist der Widerstand des LDR 07 und um so länger ist die Einschaltphase der Digit-Treiber-Transistoren (größere Helligkeit).

Nimmt die Umgebungshelligkeit ab, steigt der Widerstand des LDR 07, die Einschaltzeitdauer der Digit-Treiber-Transistoren nimmt ab, die 7-Segmentanzeigen werden dunkler.

Mit dem Trimmer-Widerstand R 76 kann eine Begrenzung der maximalen Helligkeit vorgenommen werden (Grundeinstellung).

Durch vorstehend beschriebene Teilschaltung wird jederzeit ein optimales Kontrastverhältnis der 7-Segmentanzeigen erreicht. Dies macht sich besonders bei geringer Umgebungshelligkeit angenehm bemerkbar, wo zu hell strahlende Leuchtdioden u. U. störend wirken könnten.

Möchte man jedoch immer die maximale Helligkeit bereitstellen, so kann das IC 12 mit seiner Zusatzbeschaltung ersatzlos entfallen, wobei dann eine Brücke von Pin 1 nach Pin 3 der IC-Beinchen des IC 12 zu legen ist, d. h. die Anschlußbeinchen 3 der IC's 3 und 4 liegen auf Masse.

Da die Digit-Treiber-Transistoren mit einer Frequenz von 1000 Hz angesteuert werden, beträgt die maximale Einschaltdauer eines einzelnen Digits 1 ms. Insgesamt sind 13 Digits vorhanden. Die Wiederholfrequenz beträgt somit ca. 77 (1000 : 13). 77 mal pro Sekunde wird also jedes Digit für maximal 1 ms eingeschaltet.

Als Besonderheit werden jeweils 2 Digits gleichzeitig angesteuert (Di 1 und Di 14, Di 2 und Di 15 bis Di 12 und Di 16). Anzumerken ist in diesem Zusammenhang, daß die Digits Di 25 und Di 26 nicht aus 7-Segmentanzeigen bestehen, sondern aus 8

Tabelle II Bezeichnung	Bauteil Nr.	Anoden- anschluß	Kathoden- anschluß	Zur Bauteile Nr. Äquivalente Segment- bezeichnung
N	D 32	T 13	R 161	g
NNO	D 33	T 13	R 160	f
NO	D 34	T 13	R 155	a
ONO	D 35	T 13	R 156	b
O	D 36	T 13	R 159	e
OSO	D 37	T 13	R 158	d
SO	D 38	T 13	R 157	c
SSO	D 39	T 13	R 162	dp
S	D 40	T 12	R 162	dp
SSW	D 41	T 12	R 157	c
SW	D 42	T 12	R 158	d
WSW	D 43	T 12	R 159	e
W	D 44	T 12	R 156	b
WNW	D 45	T 12	R 155	a
NW	D 46	T 12	R 160	f
NNW	D 47	T 12	R 161	g
Temp 1 Minusz.	D 48	T 1	R 154	dp
Temp 2 Minusz.	D 49	T 1	R 162	dp
schnell steigend	D 50	T 7	R 154	dp
langsam steigend	D 51	T 8	R 154	dp
langsam fallend	D 52	T 10	R 154	dp
schnell fallend	D 53	T 9	R 154	dp

Leuchtdioden, die jeweils eine Hälfte der Windrose darstellen.

Die Zuordnung der einzelnen Leuchtdioden, der aus insgesamt 16 LED's bestehenden Windrose zu den entsprechenden Segmenten der beiden Digits Di 25 und Di 26, ist aus Tabelle II zu ersehen.

Da jeweils 2 Digits parallel geschaltet sind, ist es erforderlich, daß die Segmentsteuerung ebenfalls 2 mal vorhanden ist, damit jedes der insgesamt 26 Digits vollkommen unabhängig von den übrigen 7-Segmentanzeigen angesteuert werden kann. Die Ansteuerung der einzelnen Segmente a, b, c, d, e, f, g sowie dp (Dezimalpunkt) erfolgt über das IC 5 mit den nachgeschalteten Treiber-Transistoren T 14 bis T 29. Die Segmente der Digits Di 1 bis Di 13 werden hierbei über T 14 bis T 21 und die Segmente der Digits Di 14 bis Di 26 über die Transistoren T 22 bis T 29 angesteuert. Auf diese Weise können über insgesamt 16 Segment-Ansteuer-Transistoren sowie nochmals 13-Digit-Treiber-Transistoren insgesamt 208 (!) einzelne Segmente angefahren werden. In der hier vorliegenden praktisch ausgeführten Schaltung sind es allerdings tatsächlich „nur“ 197 Digits, da einige Punkte nicht benötigt werden.

Die 8-Bit Parallel-Schnittstelle wird mit den IC's 6 bis 8 realisiert, die eine Daten-transformation vornehmen. Viel mehr ist zu diesem Hardware-Schaltungsteil an dieser Stelle nicht zu sagen. Wie mit dieser Schnittstelle gearbeitet werden kann, wird im weiteren Verlauf dieses Artikels noch ausführlich erläutert.

### Innenraumbeheizung für Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsaufnehmer

In Bild 15 ist ein weiteres Teilschaltbild zu sehen, das eine elektronische Heizungsregelung für die Innenräume des Windrichtungs- und des Windgeschwindigkeitsaufnehmers darstellt. Diese Schaltung ist somit 2 mal erforderlich. Die Bauteile finden jeweils auf derselben Platine Platz, auf der auch die Bauelemente des Windrichtungs- bzw. des Windgeschwindigkeitsaufnehmers angeordnet sind.

Die Versorgung erfolgt über zwei uninstabilisierte Gleichspannungen von + 15 und - 15 Volt, wobei die Schaltungsmasse den Spannungsmittelpunkt darstellt.

Mit dem OP 902 (IC 902) des Typs TL 081 ist in Verbindung mit der Zusatzbeschaltung R 901 bis R 906, TS 901, D 901 sowie T 901 eine kombinierte Temperatur-Steuer- und Regelschaltung aufgebaut, die in Abhängigkeit von der Außentemperatur eine Beheizung des entsprechenden Windrichtungs- bzw. Windgeschwindigkeitsaufnehmers vornimmt.

Hierzu muß man wissen, daß die entsprechenden Aufnehmer extremen Umweltbedingungen und Belastungen ausgesetzt sind. Die mechanischen Konstruktionen wurden so ausgeführt, daß sie langfristig wartungsfrei zuverlässig ihren Dienst tun.

Damit der Innenraum, in dem sich die entsprechenden elektronischen Schaltungen befinden, nicht antaut (Luftfeuchtigkeit

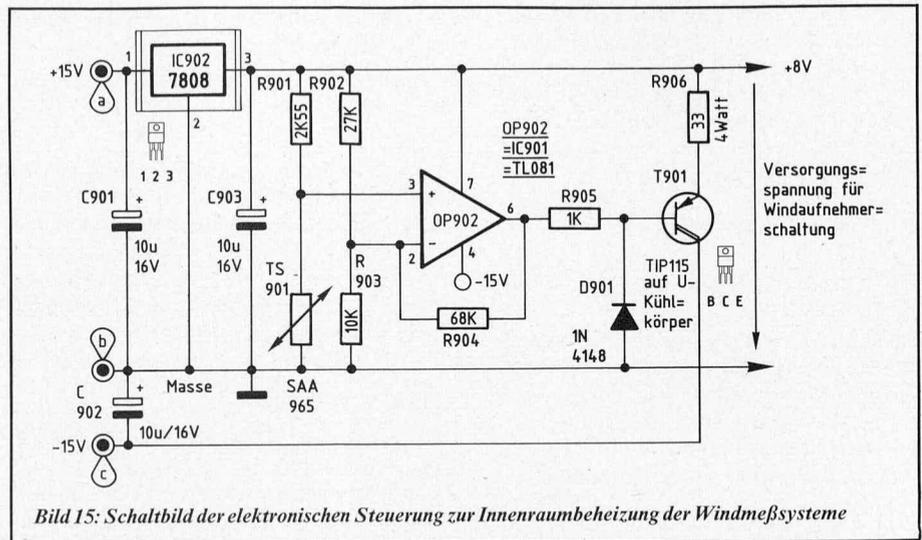


Bild 15: Schaltbild der elektronischen Steuerung zur Innenraumbeheizung der Windmeßsysteme

kondensiert an den Bauteilen), ist eine übliche Methode, die entsprechenden Gehäuse zu belüften. Diese Methode ist jedoch weder sicher noch langfristig erfolgversprechend. Darüber hinaus können Mikroben, Pilze und allerlei Kleintiere die Schaltung beeinträchtigen und die Lebensdauer empfindlich verkürzen. Da wir uns aber nicht mit einer wartungsfreien Lebensdauer, die den Garanzzeitraum nur unwesentlich überschreitet begnügen wollen, haben wir uns für die hier vorgestellte etwas aufwendigere Lösung der elektronischen Beheizung entschieden.

Hierzu wurden die Gehäuse sowohl des Windrichtungs- als auch des Windgeschwindigkeitsaufnehmers so konstruiert, daß sie weitgehend luftdicht, d. h. hermetisch gegenüber der Außenwelt abgeschlossen sind. Lediglich an einer einzigen Stelle kann ein Druckausgleich und somit ein

Luftaustausch stattfinden. Es ist dies der Spalt zwischen Stahlwelle und oberer Spezial-Gleitlagerung, der allerdings nur wenige hundertstel Millimeter beträgt. Das Eindringen von Schmutz, ja selbst feinsten Staubpartikeln sowie von Kleinstlebewesen ist dadurch wirksam unterdrückt.

Jetzt stellt sich aber das Problem der Kondensation, d. h. der Betauung um so mehr. Hier setzt nun die elektronische Übertemperaturregelung ein.

Die Kombination aus Steuerung und Regelung arbeitet so, daß die bereitgestellte Heizleistung und die damit erreichte Übertemperatur um so größer wird, je niedriger die Umgebungstemperaturen sind. Die maximale Heizleistung wird bei ca. - 40°C bereitgestellt, die dafür sorgt, daß die Innentemperatur nicht unter 0°C absinkt, während die Heizleistung bei steigenden Tem-

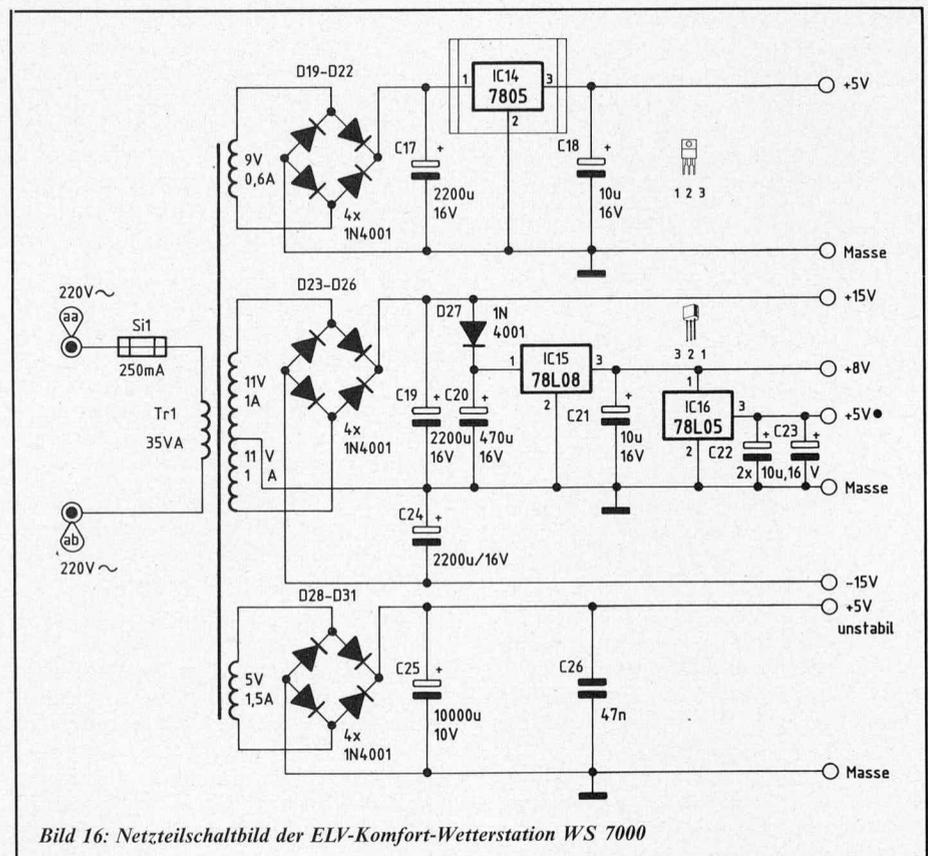


Bild 16: Netzteil-schaltbild der ELV-Komfort-Wetterstation WS 7000

peraturen immer weiter abnimmt und oberhalb 50° C auf 0 zurückfährt. Im mittleren Temperaturbereich wird eine Über-temperatur im Bereich von 10 bis 20 K eingestellt. Dies reicht im allgemeinen zuverlässig aus, um bei allen zu erwartenden Umweltbedingungen, ja selbst bei extremen Temperaturschwankungen den Innenraum der Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsaufnehmer trocken zu halten. Je größer die Übertemperatur, desto geringer die relative Luftfeuchte.

Allein aus vorstehendem Teilschaltbild ist zu ersehen, daß die Entwickler der ELV-Komfort-Wetterstation WS 7000 mit großer Liebe zum Detail und hohem schaltungstechnischen know how eine professionelle Meßstation geschaffen haben.

## Das Netzteil

Die Stromversorgung der ELV-Komfort-Wetterstation WS 7000 erfolgt über einen Netztransformator mit einer Leistung von 35 VA.

Die Station selbst benötigt hiervon lediglich 10 VA, so daß sich der Stromverbrauch normalerweise in Grenzen hält.

Sinken jedoch die Außentemperaturen deutlich unter den Gefrierpunkt, fordern die beiden Heizungsregler für Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsaufnehmer mehr Leistung ab, wodurch die Gesamtstromaufnahme entsprechend ansteigt. Im Jahresmittel sollte in unseren Breiten-graden die erforderliche Heizleistung zwischen 5 Watt und 10 Watt liegen, die dann zu der Leistungsaufnahme der Basisstation hinzuzurechnen ist.

Die Versorgung des zentralen Mikroprozessors mit seiner Zusatzbeschaltung erfolgt über den Festspannungsregler IC 14 des Typs 7805 aus der 9 V/0,6 A-Wicklung.

Die beiden 11 V/1 A-Wicklungen (22 V mit Mittelanzapfung) versorgen sowohl den Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsaufnehmer (einschl. Heizung) als auch über zwei Festspannungsregler die Meßaufnahmerelektronik des Basisgerätes.

IC 15 des Typs 78 L 08 dient hierbei zur Speisung des Spannungs-Frequenz-Umsetzers IC 9 sowie der Schaltung zur Heligkeitsmessung.

Das IC 16 des Typs 78 L 05 versorgt den gesamten analogen Sensorteil, einschl. des Trimmerkalibrierfeldes sowie zusätzlich die beiden Feuchtemeßschaltungen. Letztere sind allerdings nochmals über den Kondensator C 8 entkoppelt.

Die 5 V/1,5 A-Wicklung schließlich dient zur Speisung der 7-Segmentanzeigen. Da zum Betreiben von ca. 200 Digit ein erheblicher Strombedarf (ca. 1 A) erforderlich ist, haben wir hier bewußt auf eine elektronische Stabilisierung verzichtet, um die Verlustleistungen so klein wie möglich zu halten. Eine gewisse Restwelligkeit dieser unstabilisierten Versorgungsspannung (100 Hz Brumm) spielt keine Rolle, da die Wiederholfrequenz zur Digitalsteuerung 1000 Hz: 13 = 77 Hz beträgt und somit in keinem ganzzahligen Verhältnis zur Netzwechselspannung steht. Ein Flackern der

Anzeige durch Schwebungsfrequenzen ist somit ausgeschlossen.

Letztgenannte unstabilisierte Spannung darf ohne weiteres im Bereich von + 5 V bis + 7,5 V schwanken.

Insgesamt wurde die Stromversorgung der ELV-Komfort-Wetterstation WS 7000 so ausgelegt, daß Netzspannungsschwankungen von ± 10 % ohne Einfluß auf die einwandfreie Funktionsweise des Gerätes sind. Teilweise können noch größere Schwankungen verkraftet werden.

## Zum Nachbau

Nachdem sowohl die Funktionsweise als auch die praktische Schaltung der ELV-Komfort-Wetterstation WS 7000 ausführlich und im Detail beschrieben wurde, wollen wir nun an den praktischen Nachbau herangehen.

Beginnen wir hierbei mit dem Temperatursensor.

Der Temperatursensor TS 101 des Typs SAX 1000 befindet sich am Ende einer ca. 2,5 m langen isolierten und abgeschirmten Zuleitung. Der Sensor selbst ist hierbei wasserdicht über einen Schrumpfschlauch mit der Zuleitung verbunden.

Für die Messung der Innenraumtemperatur dürfte die Leitungslänge ausreichen, während für Außentemperaturmessungen eine Verlängerung ohne weiteres auf 10 Meter vorgenommen werden kann. Die Verbindungsstellen der beiden Zuleitungen (Sensorzuleitung und Verlängerungsleitung) müssen sorgfältig isoliert werden und unbedingt vor Kriechströmen geschützt sein.

Der Mittelleiter des Sensors für die Temperaturmeßstelle 1 wird an den Platinenanschlußpunkt „a 1“ und die Abschirmung an den Platinenanschlußpunkt „b 1“ angelötet. Entsprechendes gilt für den Mittelleiter des Temperatursensors 2, der an den Platinenanschlußpunkt „a 2“ und dessen Abschirmung an dem Platinenanschlußpunkt „b 2“ angeschlossen wird.

Die entsprechenden Platinenanschlußpunkte befinden sich auf der Basisplatine der ELV-Komfort-Wetterstation WS 7000.

Der Aufbau der Feuchtemeßschaltungen ist etwas aufwendiger. Da der Feuchtesensor des Typs LFS 10 der Firma VALVO nur verhältnismäßig geringe Kapazitätsänderungen zur Auswertung der relativen Luftfeuchte besitzt, müssen die Zuleitungen vom Sensor zur Oszillatorschaltung so kurz wie möglich gehalten werden.

Aus diesem Grunde wird der Oszillator selbst auf einer kleinen Leiterplatte aufgebaut, die unmittelbar dem eigentlichen Feuchtesensor nachgeschaltet ist.

Die Bestückung der Leiterplatte wird anhand des Bestückungsplanes in gewohnter Weise vorgenommen. Der Feuchtesensor des Typs LFS 10 wird mit seinen beiden nach hinten weisenden Anschlußstiften direkt an die beiden entsprechenden Leiterbahnen auf der Leiterbahnseite der Platine angelötet. Hierbei ist große Vorsicht geboten, da die Anschlußstifte leicht abbrechen können.

Vorher sind die nach links und rechts herausragenden „Kunststoff-Befestigungsschuhe“ am Sensorgehäuse abzukneifen, damit bei fertiggestellter Sensorschaltung das Kunststoff-Schutzröhrchen über die ganze Anordnung einschließlich 5 mm des Sensorfußes geschoben werden kann. Vorher ist noch das Zuleitungskabel an die Platinenanschlußpunkte „a“ (Ausgangsfrequenz), „b“ (+ 5 V) sowie „c“ (Masse) anzulöten.

Hat die Schaltung einige Tage einwandfrei gearbeitet, empfiehlt es sich, die gesamte Anordnung mit Gießharz aufzufüllen. Das Schutzrohr einschließlich ca. 5 mm des Sensorfußes sollte vom Gießharz umschlossen sein. Hierbei muß man allerdings sorgfältig darauf achten, daß keinesfalls auch nur eine kleine Menge Gießharz an die Lüftungsschlitze des Feuchtesensors gelangen kann. Zweckmäßigerweise dichtet man zunächst den Endbereich des Schutzröhrchens (mit dem angelöteten Sensor) zum Beispiel mit Knetmasse ab und vergießt den hinteren Teil. Nachdem das Gießharz ausgehärtet ist, kann die Knetmasse entfernt und der vordere Sensorteil vergossen werden.

Ist man mit dem Umgang mit Gießharz nicht so vertraut, reicht es u. U. auch aus, die Schaltung zunächst mit Löt- oder Schutzlack einzusprühen. Auch hier gilt aber, daß in das Lüftungsgitter des Luftfeuchtesensors keinesfalls Lack eindringen darf, da dies zur Zerstörung des Feuchtesensors führen könnte.

Auch für die Schaltung zur Messung der relativen Luftfeuchte gilt das gleiche wie für die Temperatursensoren hinsichtlich der Verlängerungsmöglichkeit. Im allgemeinen können die entsprechenden Zuleitungen ohne Genauigkeitsverlust bis auf 10 m (teilweise auch noch mehr) verlängert werden.

Der Masseanschluß („c“) der Schaltung für die erste Feuchtemeßstelle wird mit dem Platinenanschlußpunkt „g“ verbunden, während die positive Versorgungsspannung von 5 V („b“) mit dem Platinenanschlußpunkt „e“ und die Ausgangsfrequenz („a“) mit dem Platinenanschlußpunkt „f“ auf der Basisplatine verbunden wird.

Die zweite Feuchtemeßstelle wird an die Platinenanschlußpunkte „k“ (Masse), „h“ (+ 5 Volt) sowie „i“ (Ausgangsfrequenz) angeschlossen.

Damit bei der relativen Luftfeuchtemessung die hohe Genauigkeit von ca. 1 % erreicht werden kann, ist eine Temperaturkompensation der Feuchtemeßschaltung erforderlich. Dies wird auf einfache Weise dadurch möglich, indem jedem Feuchtesensor ein Temperatursensor zugeordnet wird.

Der Temperatursensor TS 101 (erste Temperaturmeßstelle) ist daher in räumlicher Nähe zum Meßwertaufnehmer der ersten Feuchtemeßstelle anzuordnen. Gleiches gilt für die zweite Temperatur- und Feuchtemeßstelle. Auch hier sind die beiden Sensoren (Temperatur und Feuchte) nahe beieinander anzordnen. Hierdurch wird auch bei größeren Temperaturunterschieden der

Feuchtemeßwert im zentralen Mikroprozessor über die tatsächlich herrschende Temperatur korrigiert, wodurch sich eine hochgenaue Anzeige der relativen Luftfeuchte ergibt.

Der Aufbau der Teilschaltung zur Messung des barometrischen Luftdruckes erfolgt mit auf der Basisplatte der ELV-Komfort-Wetterstation WS 7000 und wird bei der Beschreibung des entsprechenden Nachbauabschnittes besprochen.

Kommen wir als nächstes zum Aufbau der Teilschaltung zur Helligkeitsmessung.

Zur Vermeidung von Störeinstreuungen wurde auch hier die entsprechende Impulsformerelektronik in direkte Nähe zum Lichtsensor angeordnet. Am Ausgang werden lediglich rein digitale Signale mit hohen Störabständen übertragen.

Die Bestückung der Platine des Hellig-

keitsaufnehmers wird anhand des Bestückungsplanes in gewohnter Weise vorgenommen.

Auch hier empfiehlt sich ein Überziehen mit Schutzlack bzw. ein späteres Vergießen in dem Schutzröhrchen, wie dies auch beim Aufbau der Feuchtesensoren beschrieben wurde. Vorher sollte allerdings die Schaltung über einige Tage getestet werden.

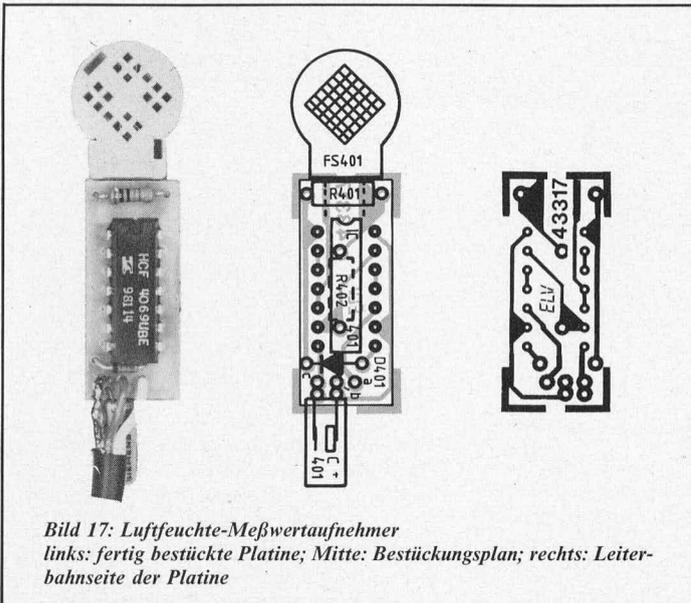
Bei der Schaltung des Helligkeitsaufnehmers ist ein Vergießen jedoch nicht so wichtig, wie bei den Schaltungen zur Messung der relativen Luftfeuchte, so daß man sich u. U. ein Korrigieren der Schaltschwellen bei der Helligkeitsmessung vorbehalten sollte und die Schaltung evtl. nur mit Schutzlack überzieht. Ist die Schaltung erst einmal vergossen, können nachträglich keine Veränderungen mehr vorgenommen werden.

Bei der Feuchtemeßschaltung spielt dies

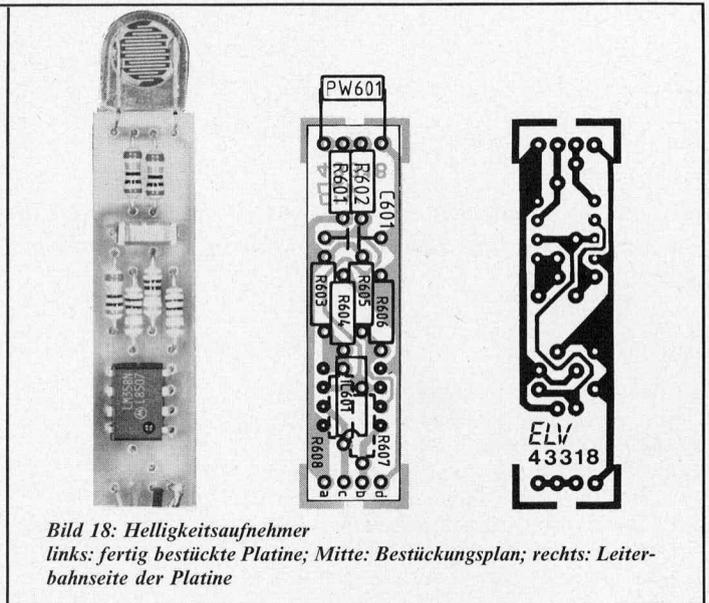
keine Rolle, da ein Abgleich ohnehin im Basisgerät vorgenommen wird. Ändert sich hingegen der Kennlinienlauf des Helligkeitssensors (LDR 05) kann dem nur dadurch entgegengewirkt werden, indem der Widerstand R 601 angepaßt wird. Ob dies allerdings während der gesamten Lebensdauer der Station erforderlich sein wird, kann nur schwer gesagt werden.

Insgesamt ist auch dieser Schaltungsteil für langfristigen und störungsfreien Betrieb ausgelegt. Größere Verschiebungen der Helligkeitsschaltsschwellen sind auch nach längerer Betriebsdauer nicht zu erwarten.

In der kommenden Ausgabe des „ELV journal“ wird dann der restliche Nachbau, beginnend mit den Aufnehmern für Windrichtung und Windgeschwindigkeit sowie der Basisstation beschrieben. Anschließend folgt ebenfalls im „ELV journal“ Nr. 44 die ausführliche Kalibrieranleitung.



**Bild 17: Luftfeuchte-Meßwertaufnehmer**  
links: fertig bestückte Platine; Mitte: Bestückungsplan; rechts: Leiterbahnseite der Platine



**Bild 18: Helligkeitsaufnehmer**  
links: fertig bestückte Platine; Mitte: Bestückungsplan; rechts: Leiterbahnseite der Platine