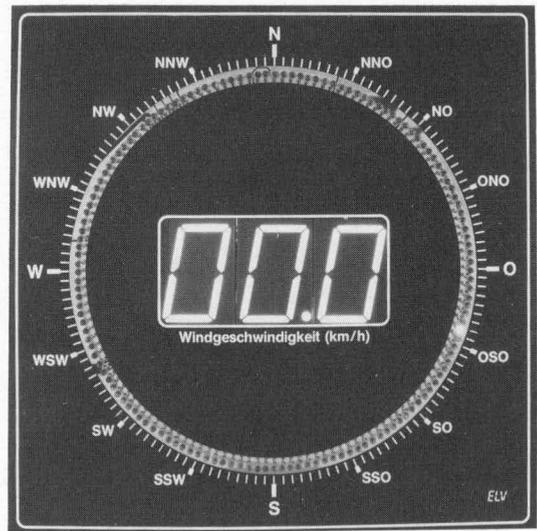
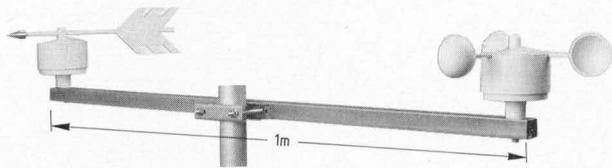


ELV-Wind-Großanzeige



Abmessungen: 250 mm x 250 mm

Die aus 144 Leuchtdioden bestehende Windrose mit einem Durchmesser von 185 mm zeigt die Windrichtung mit einer Auflösung von 2,5 Grad an.

Zur Anzeige der Windgeschwindigkeit dienen 3 LED-Großdisplays, mit einer Höhe von 50 mm.

Als Sensoren dienen die professionellen Meßwertaufnehmer für Windrichtung und Windgeschwindigkeit der ELV-Komfort-Wetterstation WS 7000.

Durch die konstruktive Ausführung bietet die ELV-Wind-Großanzeige neben einem imposanten Aussehen genaue Meßwerte mit einer hohen Auflösung. Aufgrund der gerätespezifischen Systemkonstanten in Verbindung mit einer Quarz-Ablaufsteuerung ergibt sich eine hohe Langzeitkonstanz, die einen Abgleich vollkommen erübrigt.

Ob als Schmuckstück in Büro, Eingangshalle, Wohnung, als Blickfang in Schau fenstern und auf Messen, oder ausschließlich als Präzisions-Meßgerät zur hochgenauen Anzeige der Windrichtung und der Windgeschwindigkeit, in jedem Fall bietet die im ELV-Labor entwickelte Wind-Großanzeige etwas Außergewöhnliches.

Als Meßwertaufnehmer dienen die gleichen, professionellen Geber für Windrichtung und Windgeschwindigkeit, wie sie auch in der ELV-Komfort-Wetterstation WS 7000 eingesetzt werden (beschrieben in einem 3-teiligen Artikel im ELV journal Nr. 42, 43 und 44). Die hohe Auflösung von 2,5 Grad wird mit Hilfe einer komplexen Elektronik erreicht und auf einer Windrose dargestellt, die aus 144 LEDs besteht. Eine zusätzliche Digitalanzeige in Grad ist bei diesen hohen Auflösungen nur in Sonderfällen noch sinnvoll, da die Windrichtung in den meisten Fällen ohnehin etwas schwankt. Wir haben uns aus diesem Grunde sowie nicht zuletzt aus Designgründen für die ausschließliche Anzeige der Windrichtung auf einer Windrose entschieden.

Die Windgeschwindigkeit wird digital auf einem 3-stelligen Großdisplay mit einer Anzeigehöhe von 50 mm (!) und einer Auflösung von 0,1 km/h angezeigt.

In diesem Zusammenhang sollte noch erwähnt werden, daß das Gerät zwar auch aus größeren Entfernungen gut ab-

gelesen werden kann, für eine Positionierung im Freien jedoch ungeeignet ist, da Leuchtdioden und entsprechende 7-Segmentanzeigen bei Sonnenschein im Freien nicht mehr ablesbar sind.

Zur Schaltung

Der Meßwertaufnehmer für die Windgeschwindigkeit liefert als Ausgangssignal eine Rechteckfrequenz, die aufgrund der hochwertigen Konstruktion direkt proportional zur Windgeschwindigkeit ist, und dies mit einer bemerkenswerten Linearität. Der Zusammenhang zwischen Windgeschwindigkeit und Ausgangsfrequenz entspricht der Formel:

$$v = \frac{f}{a} + b$$

v = Windgeschwindigkeit in Kilometern pro Stunde

f = Ausgangsfrequenz des Meßwertaufnehmers in Hz

a = systemspezifische Umsetzkonstante (hier 12,3 Hz/kmh)

b = Anlaufhysterese bzw. Parallelverschiebung (hier 3 kmh)

Aus der Formel ist zu ersehen, daß die Anlaufreibung mit ca. 3 kmh für ein so robustes und hoch belastbares System wie dieses extrem gering ist (3 kmh sind weniger als 1 Meter pro Sekunde). Wie hoch die Ansprechempfindlichkeit tatsächlich ist, wird durch folgendes Experiment eindrucksvoll unterstrichen:

Man bewegt seine Hand zwischen zwei 1 Meter auseinanderliegenden Punkten innerhalb einer Sekunde. Dies entspricht einer Geschwindigkeit von 1 Meter pro Sekunde. Den dort spürbaren Luftwiderstand wertet der ELV-Windgeschwindigkeitsaufnehmer bereits aus.

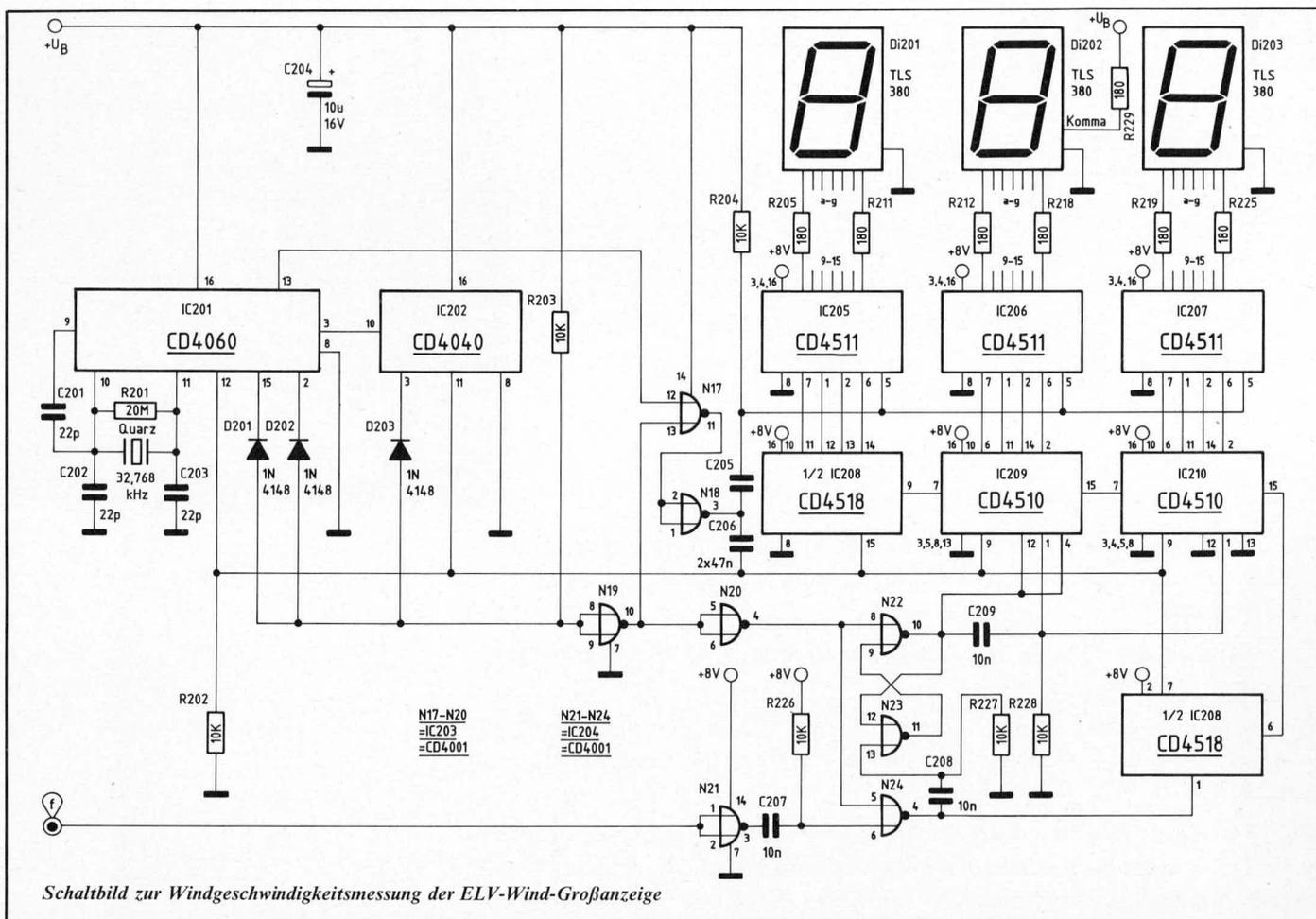
Für andere Anwendungen mit etwas geringeren Genauigkeitsanforderungen kann die Parallelverschiebung der Kurve vernachlässigt werden und von einer Umsetzrate von 12 Impulsen pro 1 kmh Windgeschwindigkeit ausgegangen werden.

Die Kurve ist linear bis hin zu höchsten Windgeschwindigkeiten (getestet bis 200 kmh — Hurricane entspricht ca. 120 kmh).

Der Windrichtungsaufnehmer besitzt 3 Datenleitungen. Die Amplitude der Steuersignale beträgt ca. 8 V.

1. Nullimpuls (entspricht Norden)
2. 72 auf den Umfang gleichmäßig verteilte Rechteck-Steuerimpulse
3. Signal wie unter 2 jedoch um 90 Grad phasenverschoben zur Drehrichtungserkennung

Die Elektronik hat nun die Aufgabe, beginnend beim Nullimpuls, die Signalimpulse zu zählen, unter Berücksichtigung der Drehrichtung. Auf diese Weise kann jederzeit die exakte Position der Windfahne bestimmt werden, wobei lediglich 3



Schaltbild zur Windgeschwindigkeitsmessung der ELV-Wind-Großanzeige

Datenleitungen erforderlich sind (zusätzlich natürlich noch Schaltungsmasse und die Stromversorgung).

Auf die detaillierte Schaltungsbeschreibung der Windmeßaufnehmer ist bereits in dem Artikel „ELV-Komfort-Wetterstation WS 7000“ in ELV journal Nr. 42 bis 44 ausführlich eingegangen, so daß an dieser Stelle auf eine weitere Erläuterung verzichtet werden soll.

Windgeschwindigkeitsmessung

Die vom Windgeschwindigkeitsaufnehmer kommenden Rechteckimpulse gelangen über den Platinenanschlußpunkt „f“ auf den Eingang des Gatters N 21. Hier werden die Impulse geformt, invertiert und anschließend über C 207, R 226 differenziert. Diese Maßnahme dient dazu, daß bei stehendem Rotor an Pin 6 des Gatters N 24 „high“-Potential anliegt und der Zählerstand des nachfolgenden Dezimalzählers exakt „000“ beträgt.

Der zweite Eingang (Pin 5) des als Tor arbeitenden Gatters N 24 erhält die Freigabeimpulse (Torsteuerung). Dies bedeutet, daß für genau 8,13 Sekunden Pin 5 von N 24 „low“-Potential führt. Die Eingangsimpulse gelangen für diese Zeit auf den Eingang (Pin 1) des Dezimalteilers (1/2 IC 208). Hier werden die Signale durch 10 geteilt, um anschließend über Pin 6 dem Eingang (Pin 15 des IC 210) des 3-stufigen Digitalzählers zugeführt zu werden. Dieser besteht aus den beiden programmierbaren Dezimalzählern IC 209 und IC 210 sowie der dritten, nicht programmierbaren Stufe (1/2 IC 208).

Die Ausgänge dieser ICs steuern direkt die 3 Speicher/Dekoder/Treiber-ICs des Typs CD 4511 an (IC 205 bis IC 207), deren Ausgänge über R 205 bis R 225 die 3 Großdisplays treiben.

IC 209 und IC 210 werden auf die Anlaufhysterese programmiert. Im vorliegenden Fall ist eine feste Programmierung des IC 209 mit der Dezimalzahl 3 (3 kmh) entsprechend der Dualzahl „0011“ vorgenommen, während IC 210 auf „0000“ vorprogrammiert ist. Dem Endanwender steht die Möglichkeit offen, durch Auftrennen und Umlegen der Programmierleiterbahnen einen Feinabgleich der Anlaufhysterese vorzunehmen, die dem individuellen Meßwertaufnehmer entspricht, um so die Genauigkeit bei sehr niedrigen Windgeschwindigkeiten zu optimieren. Da diese Möglichkeit jedoch nur in seltenen Fällen ausgeschöpft werden wird, haben wir eine feste Verdrahtung der Leiterplatte auf 3 kmh Anlaufhysterese vorgenommen, was dem mittleren, tatsächlichen Wert entspricht. Zu berücksichtigen ist hier selbstverständlich das Einlaufverhalten der Meßwertaufnehmer. Dies bedeutet, daß sich Präzisionswellen und Gleitlager aufeinander einstimmen müssen, um die minimalen Reibungswerte zu erreichen. Nach ca. 100 Stunden ist dieser Vorgang weitgehend abgeschlossen.

Die quartzgesteuerte Torzeit wird mit Hilfe der beiden ICs 201 und 202 mit Zusatzbeschaltung gewonnen und über N 19 und N 20 auf das Tor (N 24) gegeben.

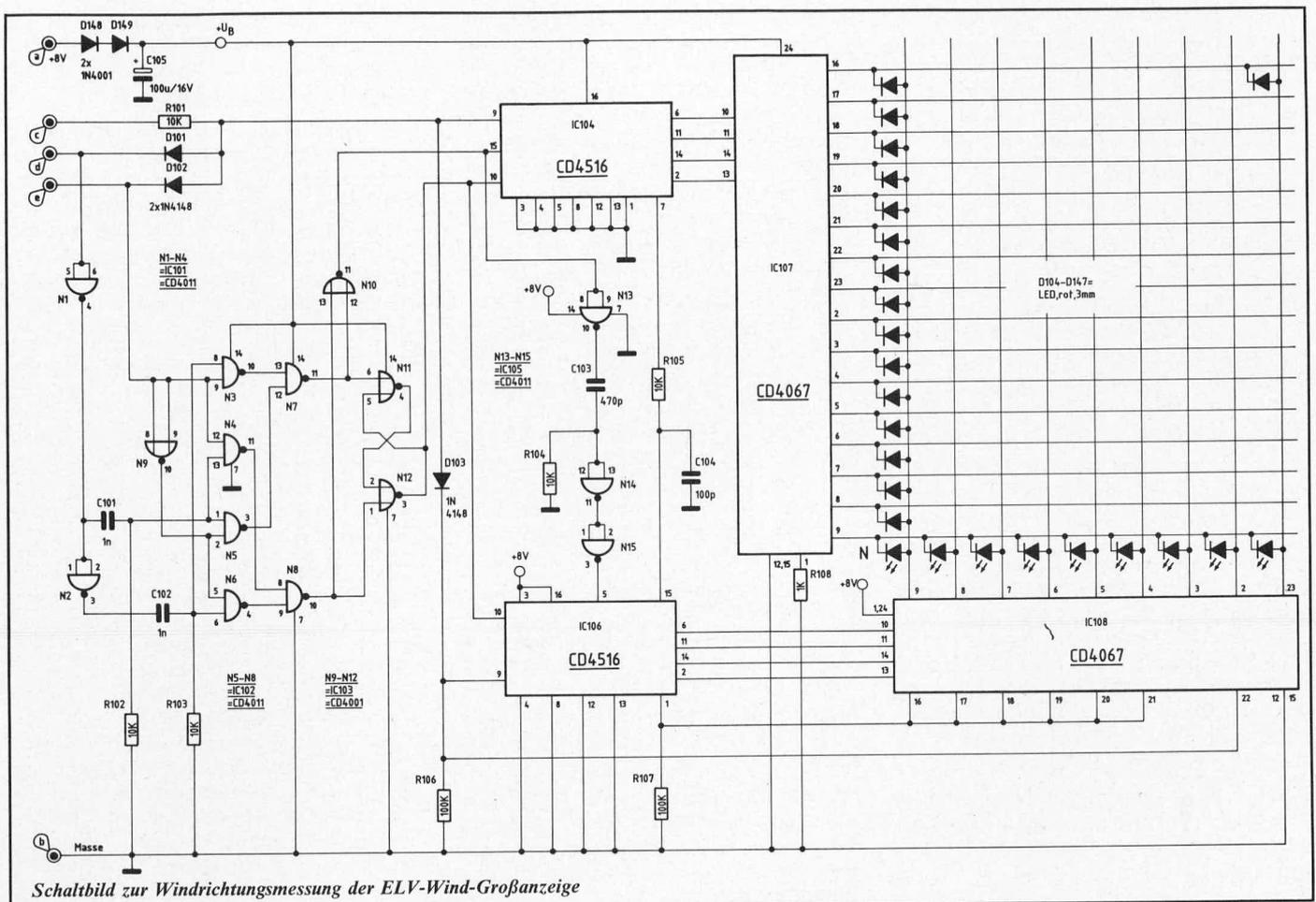
Die als Speicher geschalteten Gatter N 22, N 23 haben die Aufgabe, bei der Windgeschwindigkeit „000“ die Vorprogrammierung der ICs 209 und 210 zu unterdrücken. Erst wenn mindestens 1 Zählimpuls vom Windgeschwindigkeitsaufnehmer über C 208 auf N 23 (Pin 13) gelangt ist, wird der Speicher (N 22, N 23) gesetzt und die Vorprogrammierung ist aktiviert. Der Zähler (IC 208 bis IC 210) beginnt bei „3,0“ (kmh) zu zählen. Beim Ende einer jeden Torzeit wird ein Übernahmeimpuls über C 209 auf die entsprechenden Eingänge der ICs 209 und 210 gegeben, um die Übernahme zu ermöglichen. In der Praxis bedeutet dies, daß bei anhaltender Windstille erst bei der zweiten Messung die Anlaufhysterese hinzugeaddiert wird.

Der Speicherimpuls zur Übernahme des Zählerstandes in den Anzeigenspeicher wird mit den Gattern N 17/N 18 sowie C 205/R 204 gewonnen, während der nachfolgende Reset-Impuls mit Hilfe von N 17/N 18 und C 206/R 202 erzeugt wird.

Die Windrichtungsanzeige

Die drei vom Windrichtungsaufnehmer kommenden Datenleitungen werden an die Platinenanschlußpunkte „c“ (Nullimpuls), „d“ (Impulsleitung 1) sowie „e“ (Impulsleitung 2, um 90 Grad gegenüber Impulsleitung 1 phasenverschoben) angeschlossen.

Da der Nullimpuls etwas breiter als 1 Taktimpuls ist, wird er zusätzlich über D 101 und D 102 in Verbindung mit dem



Vorwiderstand R 101 verkürzt. Durch diese schaltungstechnische Maßnahme kann eine sehr präzise Nullimpulsabgabe realisiert werden. Am Reset-Eingang (Pin 9) des IC 104 sowie über D 103 des IC 106 wird ein exaktes „Nullsetzen“ (Richtung: Norden) bewirkt.

Vom Nullimpuls (Norden) ausgehend, stehen an den beiden Hauptdatenleitungen (d und e) für eine volle Umdrehung (360 Grad) 72 Rechteckimpulse an, die um 90 Grad gegeneinander phasenverschoben sind. Durch eine entsprechende Zählung der Impulse unter Berücksichtigung der Drehrichtung kann daraus die exakte Position zu jeder Zeit bestimmt werden. Grundsätzlich ist der Nullimpuls nur einmal nach dem Einschalten erforderlich, um das System in einen definierten Anfangszustand zu setzen. Dadurch, daß der Nullimpuls jedoch jedesmal beim Durchlaufen der Windfahne durch „Norden“ erneut auftritt, wird eine zusätzliche Störsicherheit erreicht.

Die weitere Auswertung der Windrichtung sieht nun wie folgt aus:

Die am Platinenanschlusßpunkt „d“ anstehenden Signalimpulse werden über die Gatter N1 und N2 geformt, invertiert und anschließend mit C101/R102 und C102/R103 differenziert. Es steht sowohl an jeder steigenden als auch an jeder fallenden Flanke eines jeden Rechteckimpulses ein Steuerimpuls zur Verfügung. Hierdurch wird die Auflösung verdoppelt (72 Rechteckimpulse entsprechen 144 Flankenwechsel). Die Auflösung liegt somit bei 360 Grad : 144 = 2,5 Grad.

Die differenzierten Impulse gelangen auf einen Digital-Umschalter, der mit den Gattern N3 bis N9 aufgebaut wurde.

Das am Platinenanschlusßpunkt „e“ anstehende zweite Steuersignal dient zur Ansteuerung des elektronischen Digital-Umschalters.

Am Ausgang (Pin 11) des Gatters N7 stehen dann die Impulse zur Aufwärtszählung an, während am Ausgang (Pin 10) des Gatters N8 die Impulse zur Abwärtszählung erscheinen. Die Impulse selbst haben eine Breite von 10 µsec.

Jeweils zu Beginn eines Impulses wird der mit N11/N12 aufgebaute Speicher gesetzt. Der Ausgang (Pin 3 von N12) steuert die Auf-/Ab-Zähler IC104 und IC106 von Aufwärtszählern („high“) auf Abwärtszählern („low“).

Das Gatter N10 gibt an seinem Ausgang (Pin 11) einen invertierten („low“) Impuls ab, der unabhängig vom Aufwärts- oder Abwärtszählen erscheint. Mit der steigenden Flanke (bei Impulsende) wird dann das Zähler-IC 104 an Pin 15 jeweils weitergeschaltet. Da 10 µsec vorher (beim Impulsanfang) der Speicher N11/N12 zur Richtungserkennung gesetzt wurde, ist eine korrekte Zählung unter Berücksichtigung der Drehrichtung gewährleistet.

Beim IC104 des Typs CD4516 handelt es sich um einen vorprogrammierbaren 4-stufigen Binär-Auf-/Ab-Zähler (Teiler durch 16). In der vorliegenden Beschaltung des IC104 wird von der Vorpro-

grammierung kein Gebrauch gemacht, da die gesamte Zählkapazität (0 bis 15) zum Einsatz kommt.

Insgesamt sind 144 Leuchtdioden anzusteuern, so daß ein weiterer Zähler mit einer Zählkapazität von 0 bis 8 (Teiler durch 9) benötigt wird ($16 \times 9 = 144$).

Diese Aufgabe übernimmt das IC106 (ebenfalls CD4516), das über R105 dem IC104 nachgeschaltet ist. Den Eingang stellt Pin 15 des IC106 dar. C104 bewirkt eine geringfügige Verzögerung der Eingangsimpulse, damit die Auf-/Ab-Funktion gesetzt ist, bevor der Übernahmeimpuls auf Pin 15 des IC106 gelangt. Ähnlich verhält es sich mit den Impulsformstufen N13 bis N15 mit zwischengeschaltetem Differenzierglied, die auf den Anschluß Pin 5 des IC106 arbeiten und bei bestimmten Zählerständen den Übernahmeimpuls unterdrücken. Dies ist wichtig, damit in allen Betriebsbereichen ein einwandfreies Zählen in beide Richtungen ohne Fehlimpulse gewährleistet ist.

Eine weitere Besonderheit stellt die Begrenzung auf den Zählerstand „8“ dar. Beim Aufwärtszählen wird beim Erreichen des Zählerstandes „9“ IC106 über IC108 sofort auf „0“ zurückgesetzt (Reset-Impuls auf Pin 9 des IC106).

Wird hingegen rückwärts gezählt, soll nach dem Zählerstand „0“ nicht der Zählerstand „15“, sondern „8“ folgen. Hier kommt nun die Programmiermöglichkeit zum Tragen. Sobald der Zähler auf die Position „15“ springt, wird sofort ebenfalls wieder über IC108 der Program-

miereingang (Pin 1 des IC 106) aktiviert und der Zähler nimmt unmittelbar die Stellung „8“ ein. Auf diese Weise wird sowohl beim Aufwärts- als auch beim Abwärtszählen nur im Bereich von 0 bis 8 bzw. von 8 bis 0 gearbeitet.

Bei den ICs 107 und 108 des Typs CD 4067 handelt es sich um 16-Kanal-Multiplexer. IC 107 wird von IC 104 angesteuert, während IC 108 dem IC 106 nachgeschaltet ist.

Die 144 Leuchtdioden werden in 16 Zeilen vom IC 107 sowie in 9 Spalten vom IC 108 angesteuert. Auf diese Weise kann jede der 144 Leuchtdioden vollkommen getrennt von den übrigen eingeschaltet werden.

Wie bereits erwähnt, dienen die 9 Ausgänge 0 bis 8 des IC 108 zur Spaltungsansteuerung der LEDs, während der Ausgang „9“ zum Rücksetzen des IC 106 und die Ausgänge 10 bis 15 zum Vorprogrammieren (über Pin 1) des IC 106 dienen. Hierbei wäre eigentlich nur der Ausgang „15“ erforderlich. Um definierte Bedingungen auch im Einschaltmoment zu erhalten, falls sich entsprechend andere Zählerstände des IC 106 einstellen würden, sind die übrigen Ausgänge (10 bis 15) ebenfalls mit beschaltet.

R 108 dient zur Strombegrenzung der jeweils eingeschalteten Leuchtdiode (D 104 bis D 147).

Das Netzteil

Die Stromversorgung der ELV-Wind-Großanzeige erfolgt über einen Netztransformator mit einer Leistung von 35 VA.

Das Basisgerät selbst benötigt hiervon lediglich ca. 5 VA für Elektronik und Digitalanzeige. Die Hauptmenge wird für die Wind-Meßwertempfänger bereitge-

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

Die Versorgung der Basisstation erfolgt 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 die darin angeordnete Elektronik, wobei eine interne Spannungstabilisierung innerhalb der Windmeßaufnehmer-einheiten vorhanden ist.

Zum Nachbau

Von den Windmeßwertempfängern einmal abgesehen, deren Beschreibung im „ELV journal“ Nr. 42 bis 44 ausführlich dargestellt ist, wird die gesamte, hier vorgestellte Schaltung auf 2 Leiterplatten aufgebaut.

Die Stromversorgung findet auf einer einseitigen Leiterplatte Platz, während die gesamte übrige Elektronik auf einer doppelseitig durchkontaktierten Platine untergebracht wird.

Die Bestückung wird in gewohnter Weise vorgenommen, wobei zunächst die passiven und anschließend die aktiven Bauelemente auf die Platine gesetzt und verlötet werden.

Die 144 Leuchtdioden sind in einem Abstand von 12 mm auf die Platine zu set-

zen und auf der Rückseite zu verlöten (gemeint ist der Abstand von der Bestückungsseite der Platine zur Gehäuseunterseite der Leuchtdiode).

Da es sich um eine durchkontaktierte Leiterplatte handelt, brauchen die Lötungen ausschließlich von der Platinenunterseite durchgeführt zu werden. Die zahlreichen, nicht mit Bauteilen bestückten Bohrungen haben die Aufgabe, aufgrund ihrer Durchkontaktierung eine leitende Verbindung von oberer zu unterer Platine herzustellen.

Die drei 7-Segment-Großdisplays werden als letztes über jeweils drei 5 mm Distanzhülsen und zugehörigen Schrauben und Muttern mit der Basisplatine verschraubt. Die elektrische Verbindung erfolgt über 22, direkt von oben nach unten durchgelöte, ca. 10 mm lange Silberdrahtabschnitte.

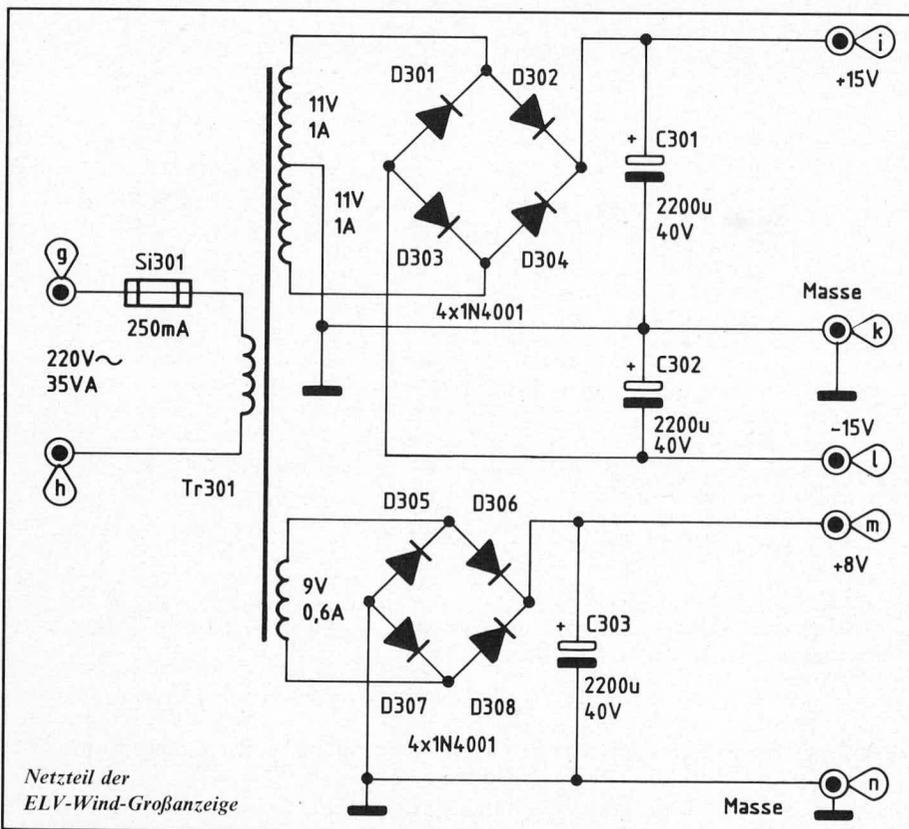
Vom Netzteil, das in einem geschlossenen, berührungssicheren Gehäuse unterzubringen ist, führen 2 Leitungen („n“ und „m“) zur Basisstation und 3 Anschlüsse („i“, „k“, „l“) zu den Windmeßaufnehmern. Zusätzlich führen 4 Steuerleitungen (3 für Windrichtung und 1 für Windgeschwindigkeit) von den Windmeßaufnehmern zur Basisstation. Grundsätzlich bietet es sich an, wie auch bei der ELV-Komfort-Wetterstation WS 7000 eine 8-adrige Zuleitung von den Windmeßaufnehmern zum Netzteil zu legen. Die Verteilung der 8 Adern sieht wie folgt aus:

1. + 15 V
 2. und 3.: Masse (doppelt legen)
 4. - 15 V
 5. Signalleitung für Windgeschwindigkeit
 6. Signalleitung für Windrichtung-Nullimpuls
 7. Signalleitung für Windrichtung-Signal 1
 8. Signalleitung für Windrichtung-Signal 2
- Vom Netzteil aus führen die 4 Signalleitungen sowie die Schaltungsmasse (ebensofalls wieder zweifach legen) und die positive 8 V Versorgungsspannung zur Basisstation.

Da die Basisstation ausschließlich mit Niederspannung betrieben wird, kann die Elektronik teilweise sichtbar bleiben, d. h. das verwendete Gehäuse braucht nicht unbedingt hermetisch geschlossen und berührungssicher zu sein (wohl aber das Netzteilgehäuse).

Die 3adrige Netzzuleitung wie auch die beiden anderen Kabelstränge werden über 3 Kabeldurchführungen mit Knickschutztüle und Zugentlastung in das Netzteilgehäuse geführt. Der Schutzleiter wird mit der Schaltungsmasse verbunden.

Als besonders dekorativ erweist sich z. B. eine 3 mm starke rote, transparente Plexiglasscheibe. An die Rückseite können an den entsprechenden 4 Stellen Abstandbefestigungsbolzen geklebt werden, die anschließend mit der Leiterplatte zu verschrauben sind oder aber es können 4 Bohrungen durch die Frontplatte gebohrt werden, so daß dann über Schrauben und Distanzhülsen die mechanische Verbindung zustandekommt.



Netzteil der ELV-Wind-Großanzeige

Stückliste:
Wind-Großanzeige
Windrichtungsanzeige

Halbleiter

IC 101, IC 102, IC 105	.....	CD 4011
IC 103	.....	CD 4001
IC 104, IC 106	.....	CD 4516
IC 107, IC 108	.....	CD 4067
D 101-D 103	.....	1 N 4148
D 104-D 147	.....	LED, 3 mm, rot
D 148, D 149	.....	1 N 4001

Kondensatoren

C 101, C 102	.....	1 nF
C 103	.....	470 pF
C 104	.....	100 pF
C 105	.....	100 µF/16 V

Widerstände

R 101-R 105	.....	10 kΩ
R 106, R 107	.....	100 kΩ
R 108	.....	1 kΩ

Sonstiges

6 Lötstifte

Windgeschwindigkeitsanzeige

Halbleiter

IC 201	.....	CD 4060
IC 202	.....	CD 4040
IC 203, IC 204	.....	CD 4001
IC 205-IC 207	.....	CD 4511
IC 208	.....	CD 4518
IC 209, IC 210	.....	CD 4510
D 201-D 203	.....	1 N 4148
Di 201-Di 203	.....	TLS 380

Kondensatoren

C 201-C 203	.....	22 pF
C 204	.....	10 µF/16 V
C 205, C 206	.....	47 nF
C 207-C 209	.....	10 nF

Widerstände

R 201	.....	10 MΩ
R 202-R 204, R 226-R 228	.....	10 kΩ
R 205-R 225, R 229	.....	180 Ω

Sonstiges

- 1 Quarz 32,768 kHz
- 30 cm Silberdraht
- 9 Schrauben M 3 x 10
- 9 Muttern M 3
- 9 5 mm Abstandsrollchen

Netzteil

Halbleiter

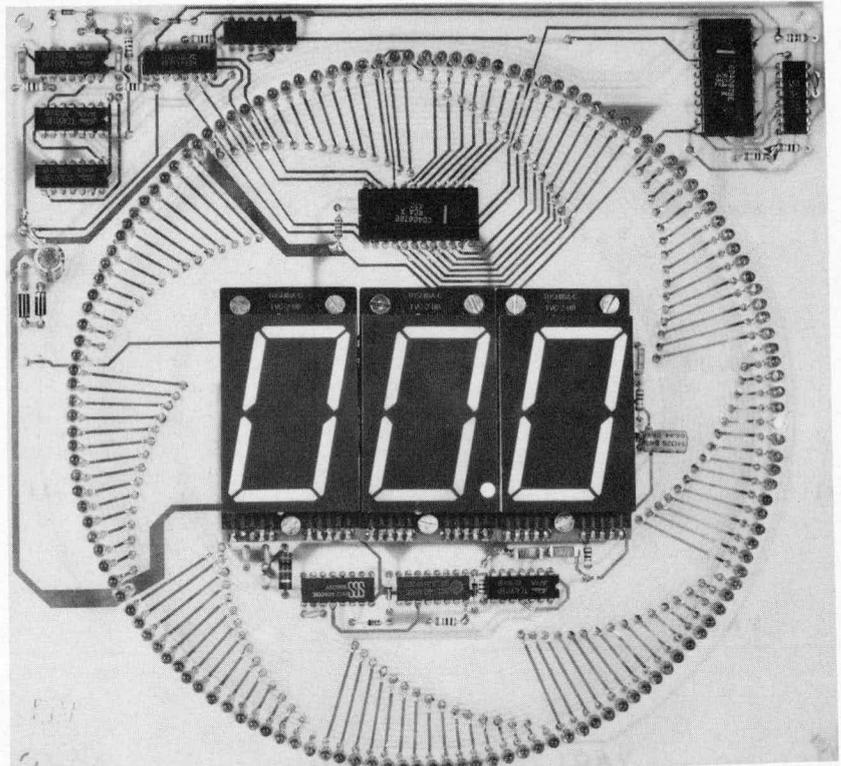
D 301-D 308	1 N 4001
-------------	-------	----------

Kondensatoren

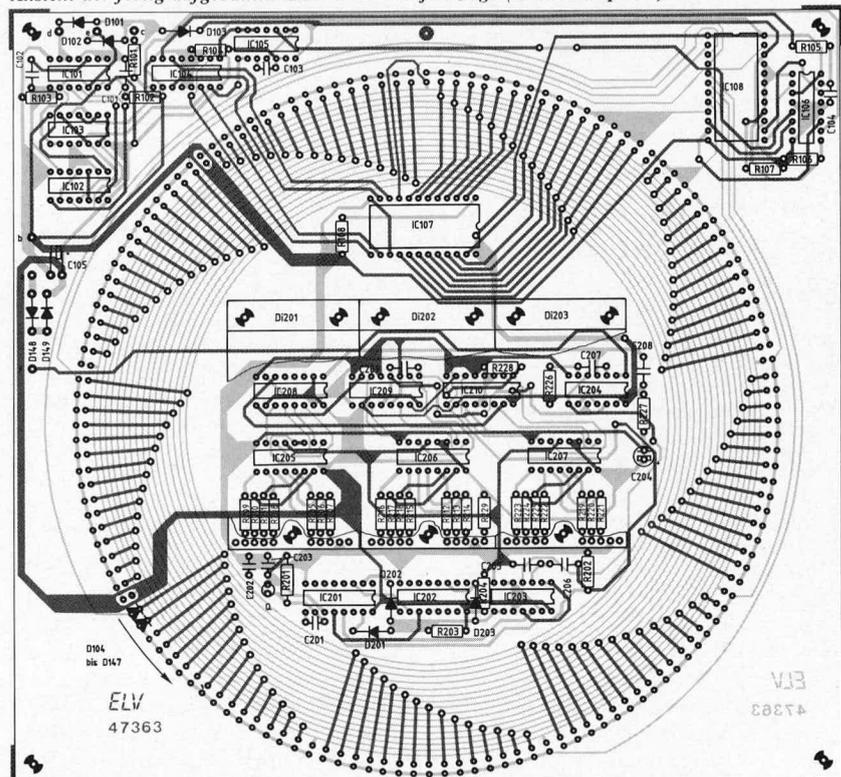
C 301-C 303	2200 µF/40 V
-------------	-------	--------------

Sonstiges

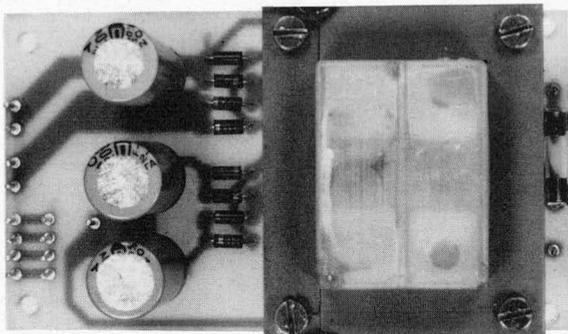
- Si 301 250 mA Sicherung
- Tr 301 Trafo prim.: 220 V/35 VA
sek.: 2 x 11 V/1 A, 1 x 9 V/0,6 A
- 1 Platinensicherungshalter
- 17 Lötstifte
- 4 Schrauben M 4 x 55
- 12 Muttern M 4
- 4 Schrauben M 3 x 5
- 3 Zugentlastungen mit Knickschutz
- 1 3adrige Netzleitung



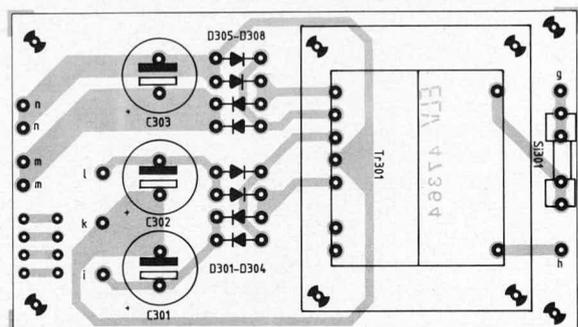
Ansicht der fertig aufgebauten ELV-Wind-Großanzeige (ohne Frontplatte)



Bestückungsplan der ELV-Wind-Großanzeige (Originalgröße: 220 mm x 200 mm)



Ansicht des Netzteils zur ELV-Wind-Großanzeige



Bestückungsplan (Originalgröße: 69 mm x 125 mm)