



Windgeschwindigkeits- und Windrichtungsmeß-Gerät WGR 7000

Mikroprozessorgesteuertes, digitales Anzeigegerät zur Erfassung der Windgeschwindigkeit in km/h, m/s, mph, Beaufort und Knoten mit einer Auflösung von 0,1 km/h sowie der Windrichtung mit einer Auflösung von 5 Grad. Ein zusätzlicher Relaisausgang erlaubt die Steuerung externer Komponenten in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit.

Allgemeines

Dieses komfortable, mikroprozessorgesteuerte Meßgerät zur Erfassung der Windrichtung und Windgeschwindigkeit basiert auf den vielfältigen Erfahrungen von ELV im Bereich der Wettermeßtechnik mit den Komfort-Wetterstationen WS 7000, WS 7001 und WS 9000. Anwenden, die nur die Windrichtung und Windgeschwindigkeit erfassen möchten, steht hiermit eine preiswerte Alternative zur Verfügung.

Die Darstellung der Windrichtung mit 5 Grad Auflösung und der Windgeschwindigkeit erfolgt jeweils auf einer 3stelligen 7-Segment-Anzeige.

Zusätzlich zur digitalen Anzeige wird die Windrichtung grafisch über eine angenehm ablesbare, aus 16 Leuchtdioden bestehende Windrose mit 22,5° Auflösung angezeigt.

Für die Anzeige der Windgeschwindig-

keit können verschiedene Maßeinheiten programmiert werden. So kann die Anzeige wahlweise in km/h, m/s, mph, Beaufort oder Knoten erfolgen.

Für die Windgeschwindigkeit werden die Minimum- und Maximumwerte der vorangegangenen 24 Stunden automatisch abgespeichert. Darüber hinaus besteht zusätzlich unabhängig vom 24-Stunden-Speicher die Möglichkeit, die Minimum- und Maximumwerte für einen individuell festlegbaren Zeitraum (z.B. Monats- oder Jahreswerte) zu speichern und bei Bedarf wieder abzurufen.

Ein universell nutzbarer Relaisausgang, dessen Schaltschwelle in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit programmiert werden kann, dient zur Steuerung externer Komponenten oder Geräte. So können z. B. bei Erreichen der programmierten Schaltschwelle eine Markise automatisch eingefahren oder die Fenster eines Gewächshaus geschlossen werden.

Sämtliche Speicherwerte werden in ei-

nem EEPROM abgelegt und bleiben auch bei einem Netzausfall, selbst über Jahre hinaus, erhalten.

Dieses Speicherverfahren bietet ein Maximum an Information, so daß zum einen ständig aktualisierte, und zum anderen auch Langzeitdaten zur Verfügung stehen.

Das WGR 7000 kommt völlig ohne Abgleich aus, da sämtliche systemspezifischen Parameter und Konstanten im zentralen Mikroprozessorsystem implementiert sind und langfristig unverändert bleiben. Als Außeneinheit wird die gleiche, jahrelang praxiserprobte Windgeschwindigkeits- und Windrichtungsmeßwertaufnehmereinheit wie bei den ELV Komfort-Wetterstationen eingesetzt. Die Systemkonstanten des Windgeschwindigkeitsaufnehmers wurden in einem aufwendigen Windkanaltest bis 200 km/h (!) bei der DLVFR (Deutsche Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt) in Braunschweig ermittelt.

Der Windgeschwindigkeitsaufnehmer arbeitet mit einem dreiflügligen Windrad nach dem Prinzip des Flügelrad-Anemometers, dessen Drehzahl proportional zur Windgeschwindigkeit ist.

Die Windfahne des Windrichtungsaufnehmers treibt, wie im übrigen auch der Windgeschwindigkeitsaufnehmer, über eine Achse eine Präzisionsrasterscheibe an, die sich genau im Strahlengang einer 3fach Lichtschranke bewegt. Ausgangsseitig liefert der Windrichtungsaufnehmer zwei um 90° phasenverschobene Signale zur Drehrichtungserkennung und einen 270°-Impuls (Westen) zur Kalibrierung.

Gefertigt werden die innen beheizten Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsaufnehmer aus einem witterungs- und UV-beständigen Spezialkunststoff. Eine detaillierte Beschreibung der robusten und langfristig wartungsfreien ELV-Windmeßaufnehmer ist im „ELVjournal“ 6/92 und 3/93 zu finden.

Doch kommen wir nun wieder zum Basisgerät zurück, wo wir uns als nächstes mit der Bedienung befassen.

Bedienung

Während des „normalen“ Betriebs ist genaugenommen überhaupt keine Bedienung erforderlich, da die Windgeschwindigkeit und die Windrichtung permanent auf den beiden 3stelligen 7-Segment-Anzeigen und der Windrose angezeigt werden. Lediglich zur Abfrage der Minimum- und Maximumwerte der vorangegangenen 24 Stunden und des individuell festzulegenden Speicherzeitraumes sind die entsprechenden Taster zu betätigen. Des weiteren muß eine einmalige Konfigurierung der seriellen Schnittstelle und die Einstellung der Maßeinheit für die Windgeschwindigkeit erfolgen.

24 h Minimum- und Maximum-Speicherung

Das WGR 7000 legt automatisch die Minimum- und Maximummeßwerte der Windgeschwindigkeit in einem Ringspeicher, dessen Inhalt im 10-Minuten-Raster aktualisiert wird, ab. Bei diesem Speicherungsverfahren werden Werte, die älter als 24 h plus Rastereinheit sind, verworfen, so daß zu jedem Zeitpunkt eine optimale Aussage über die minimale und maximale Windgeschwindigkeit der vorangegangenen 24 h erfolgen kann.

Abgerufen werden die Minimumwerte durch eine einmalige und die Maximumwerte durch eine zweimalige Betätigung der „24 h“-Taste.

Zur Kennzeichnung des 24-Stunden-Speichers erscheint im Windrichtungsdisplay die Anzeige „24 h“. Zusätzlich werden Minimumwerte durch Aufleuchten der

untersten LED (Süd) und Maximumwerte durch Aufleuchten der obersten LED (Nord) der Windrose gekennzeichnet.

Durch eine dritte Tastenbetätigung kann wieder in den aktuellen Anzeigemodus gewechselt werden. Erfolgt innerhalb einer Minute keine Tastenbetätigung, so wechselt die Anzeige automatisch in den aktuellen Anzeigemodus zurück.

Langzeitspeicherung der Windgeschwindigkeit

Für einen Zeitraum, der individuell wählbar ist, steht ein Langzeitspeicher zur Verfügung. Mit Hilfe der Taste „MAN“ können die gespeicherten Werte abgefragt werden, wobei eine einmalige Tastenbetätigung die Minimum- und eine zweimalige Tastenbetätigung die Maximumwerte zur Anzeige bringt. Auch hier werden die Min-/Max-Werte durch Aufleuchten der entsprechenden LEDs der Windrose (S, N) gekennzeichnet.

Analog zur Funktion des 24-Stunden-Speichers wechselt auch bei der Langzeitspeicherung die Anzeige mit der dritten Tastenbetätigung oder, wenn innerhalb einer Minute keine Taste gedrückt wird, in den Anzeigemodus zurück.

Durch gleichzeitiges Betätigen der „MAN“- und „PROG“-Taste, die mindestens 2 Sekunden gedrückt zu halten sind, wird der Startzeitpunkt für den Beginn des zu speichernden Zeitraumes festgelegt. Sollen z.B. die Monatswerte erfaßt werden, so

werden die beiden Tasten zu Beginn eines jeden Monats betätigt und bei der Erfassung der Jahreswerte empfiehlt sich als Startzeitpunkt der 1. Januar.

Bei der Abfrage des manuellen Speichers wird auf dem Windrichtungsdisplay die Anzahl der Tage ab dem Startzeitpunkt, d.h. die Zeitspanne des Speicherzeitraumes angezeigt.

Programmierung der Maßeinheit für die Windgeschwindigkeit

Um in den Programmiermodus zu gelangen wird die Taste „PROG“ ca. 3 Sekunden lang betätigt. Danach erscheint auf dem Windgeschwindigkeitsdisplay „SPE“ und auf der Windrichtungsanzeige eine Ziffer zwischen 1 und 5 mit folgender Bedeutung:

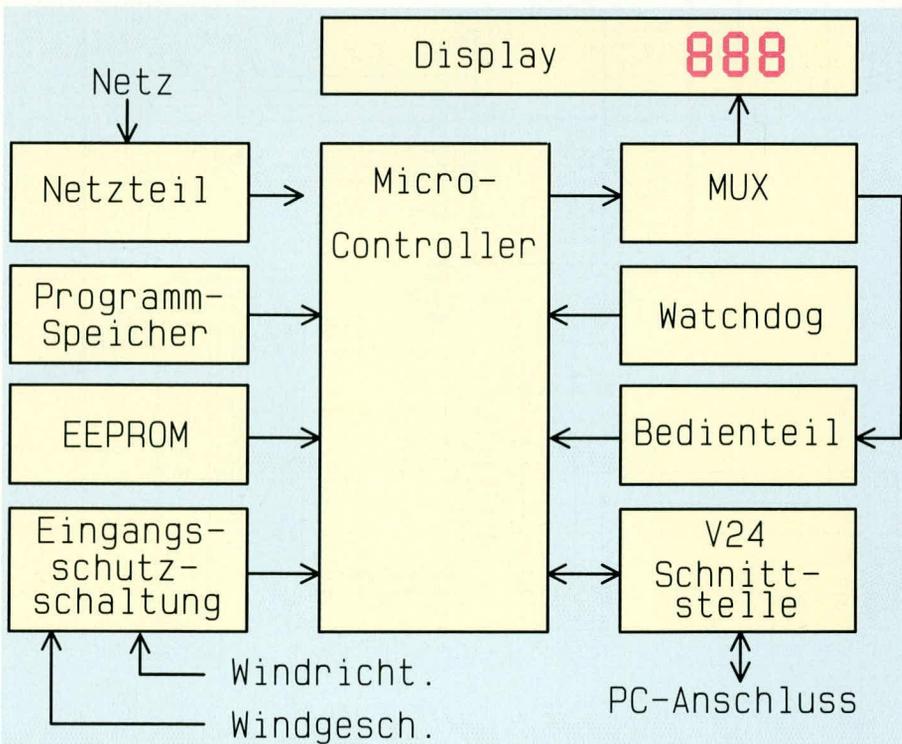
- 1 : km/h
- 2 : m/s
- 3 : Knoten
- 4 : mp/h
- 5 : Beaufort

Mit der „24 h“-Taste können nun die Ziffern aufwärts und mit der „MAN“-Taste abwärts verändert werden. Zum Abspeichern der eingestellten Maßeinheit muß die „PROG“-Taste 3 Sekunden lang betätigt werden. Gleichzeitig wird dadurch der Programmiermodus wieder verlassen.

Programmierung der Schaltschwellen des Relaisausgangs

Die Einstellung der Schaltschwellen für den Relaisausgang wird ebenfalls im Programmiermodus vorgenommen. Zunächst ist auch hier, um in den Programmiermodus zu gelangen, die „Prog“-Taste 3 Se-

Das Blockschaltbild verschafft einen ersten Überblick über die Schaltung des WGR 7000



kunden lang zu betätigen. Danach wird durch eine kurze Betätigung dieser Taste der erste Menüpunkt (Maßeinheit der Windgeschwindigkeit, SPE) übersprungen und auf dem Windgeschwindigkeitsdisplay erscheint „SAE“ für die Einschaltsschwelle. Mit Hilfe der „24h“- oder „MAN“-Taste ist nun die Windgeschwindigkeit einzustellen, bei welcher der Schaltausgang aktiviert werden soll. Danach wird der nächste Menüpunkt (SAA) angewählt („Prog“-Taste kurz betätigen) und die Ausschaltsschwelle eingegeben.

Die Hysterese ist so einzustellen, daß auch bei böigem Wind ein „flattern“ des

Relais sicher verhindert wird.

Zum Abspeichern der eingestellten Schaltschwellen muß die „Prog“-Taste ebenfalls 3 Sekunden lang betätigt werden. Nach dem Abspeichern wird auch hier der Programmiermodus automatisch wieder verlassen.

V24-Schnittstelle

Zur Protokollierung der Windgeschwindigkeitsmeßwerte mit Hilfe eines PCs besitzt das WGR 7000 eine Standard-V24-Schnittstelle.

Der Datentransfer zum Computer kann wahlweise mit 4.800 oder 9.600 Baud erfolgen (softwaremäßig einstellbar), wobei für die Weiterverarbeitung im Rechner auch das komfortable, für die Wetterstationen WS 7000, WS 7001 und WS 9000 konzipierte Softwarepaket genutzt werden kann. Die Software ist auf allen IBM-PC-XT/AT

und kompatiblen Rechnern lauffähig. Natürlich ist auch der Datentransfer zu anderen Rechnertypen mit V24-Schnittstelle und selbsterstellter Software möglich.

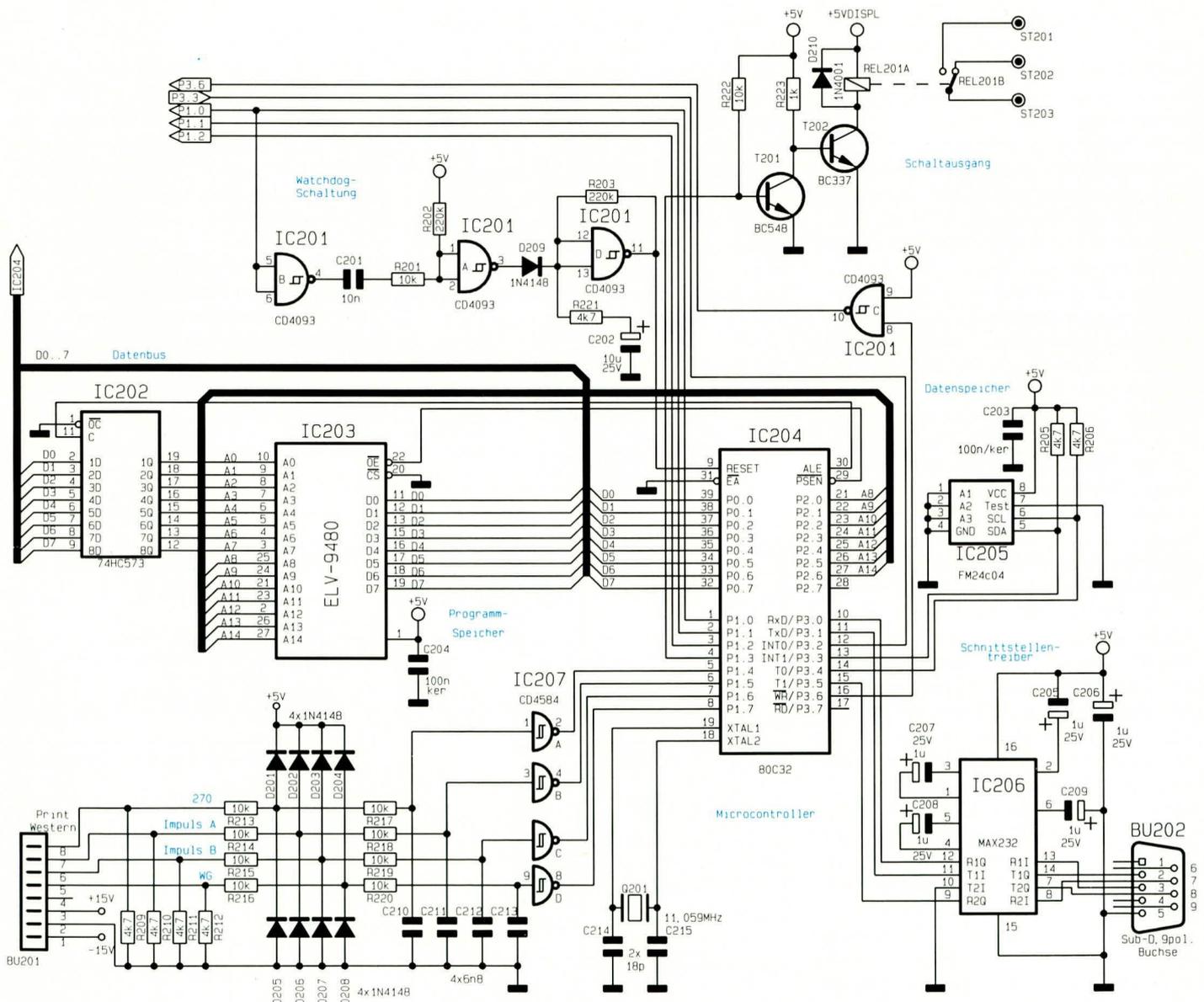
Blockschaltbild (Bild 1)

Das übersichtliche Blockschaltbild des ELV-Windmeßgerätes WGR 7000 ist in Abbildung 1 zu sehen.

Zentraler Baustein ist der Single-Chip-Mikrocontroller des Typs 80C32 in Bildmitte, der sein Betriebsprogramm aus dem links unterhalb des Netzteils eingezeichneten Programmspeicher holt.

Die Außeneinheiten zur Erfassung der Windrichtung und der Windgeschwindigkeit liefern digitale Signale, die über eine Eingangsschutzschaltung direkt dem Single-Chip-Mikrocontroller zugeführt werden.

Bild 2: Hauptschaltbild des WGR 7000



Sowohl die Min-/Max-Werte der vorangegangenen 24 h und der Langzeitmessung als auch die Konfiguration der seriellen Schnittstelle und die Maßeinheit für die Windgeschwindigkeit werden in einem externen EEPROM abgelegt, das seine Daten auch bei Netzausfall, selbst über Jahre nicht verliert.

Das aus insgesamt sechs 7-Segment-Anzeigen und sechzehn Einzel-Leuchtdioden bestehende Display wird über den rechts oben eingezeichneten Multiplexer angesteuert. Des Weiteren werden die drei Bedientaster des WGR 7000 im Multiplexbetrieb abgefragt.

Eine Watchdog-Schaltung überwacht die Multiplexanzeigen und führt bei Bedarf einen Reset des Controllers, d. h. eine Neuinitialisierung des Prozessors durch.

Zur Kommunikation mit der Außenwelt besitzt der WGR 7000 neben dem Display eine Standard V 24-Schnittstelle zum Anschluß eines PCs.

Die Betriebsspannung des Gerätes und der Außeneinheiten wird von dem links oben eingezeichneten Netzteil bereitgestellt.

Schaltung

Das Hauptschaltbild des WGR 7000 ist in Abbildung 2 zu sehen, während Abbildung 3 die Anzeigeeinheit mit Multiplexansteuerung und Abbildung 4 das Netzteil zeigen.

Hauptschaltbild (Bild 2)

Wir beginnen die Vorstellung der Schaltung mit der Beschreibung des in Abbildung 2 dargestellten Hauptschaltbildes. Zentraler Baustein ist der Single-Chip-Mikrocontroller IC 204, der von der Datenerfassung bis zur Anzeige, bzw. Ausgabe über die serielle Schnittstelle sämtliche Steuerungs- und Auswerteaufgaben innerhalb des WGR 7000 übernimmt.

Um auf schnell wechselnde Windgeschwindigkeiten optimal reagieren zu können, wurde zur Messung ein eigener Counter des Mikrocontrollers, angeschlossen an Port 1.7, verwendet.

Die Impulse des Windgeschwindigkeitsaufnehmers und der Windrichtungsauswertung gelangen von der 8poligen Western-Modular-Buchse kommend über die mit R 213 bis R 216 und D 201 bis D 208 aufgebaute Eingangsschutzschaltung zunächst auf je einen Tiefpaßfilter, realisiert mit R 217 bis R 220 sowie C 210 bis C 213.

Daraufhin nehmen die Schmitt-Trigger IC 207 A bis D eine Impulsaufbereitung vor, so daß wieder einwandfreie, von Störungen befreite Rechtecksignale auf die Porteingänge des Mikrocontrollers gelangen.

Das Betriebsprogramm des Mikrocon-

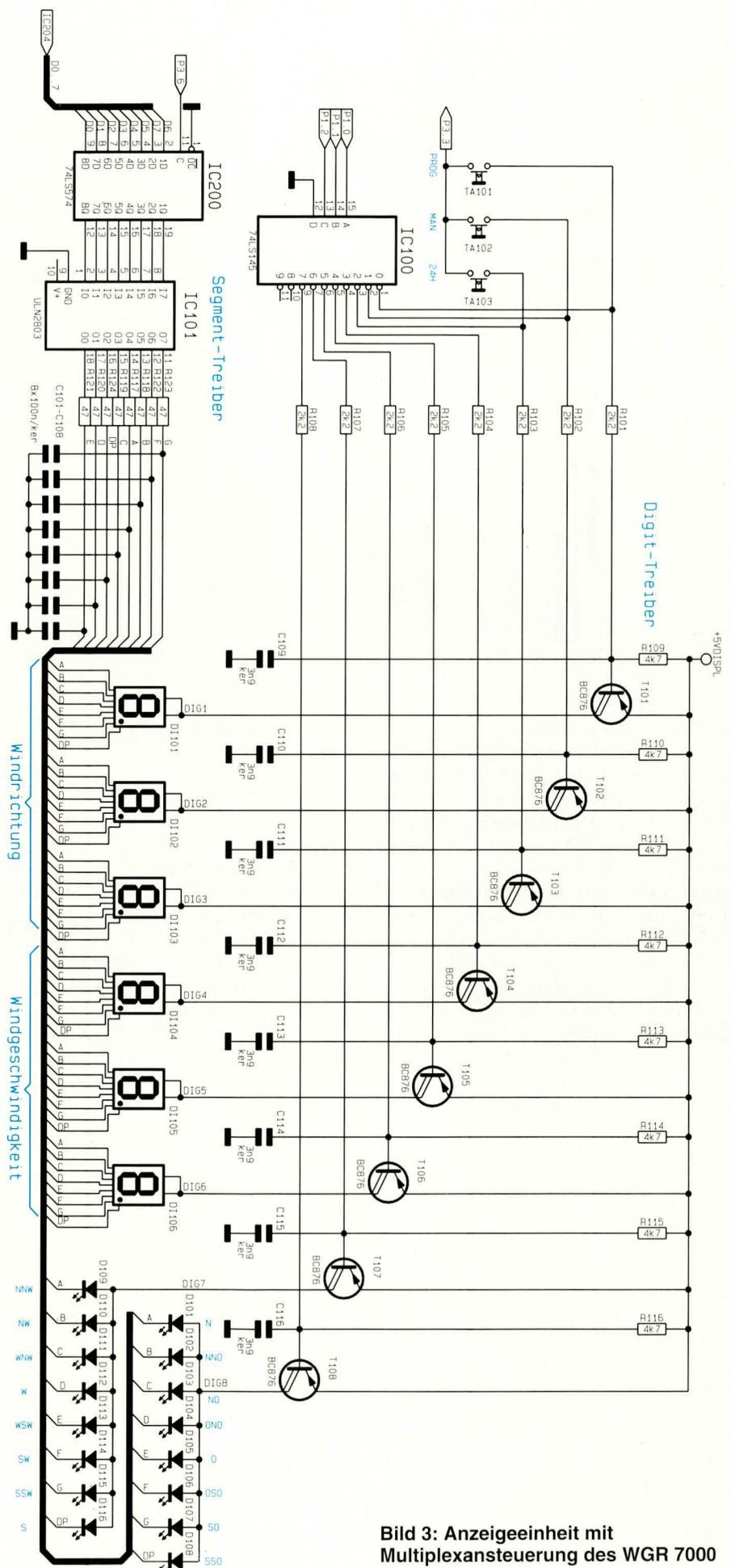


Bild 3: Anzeigeeinheit mit Multiplexansteuerung des WGR 7000

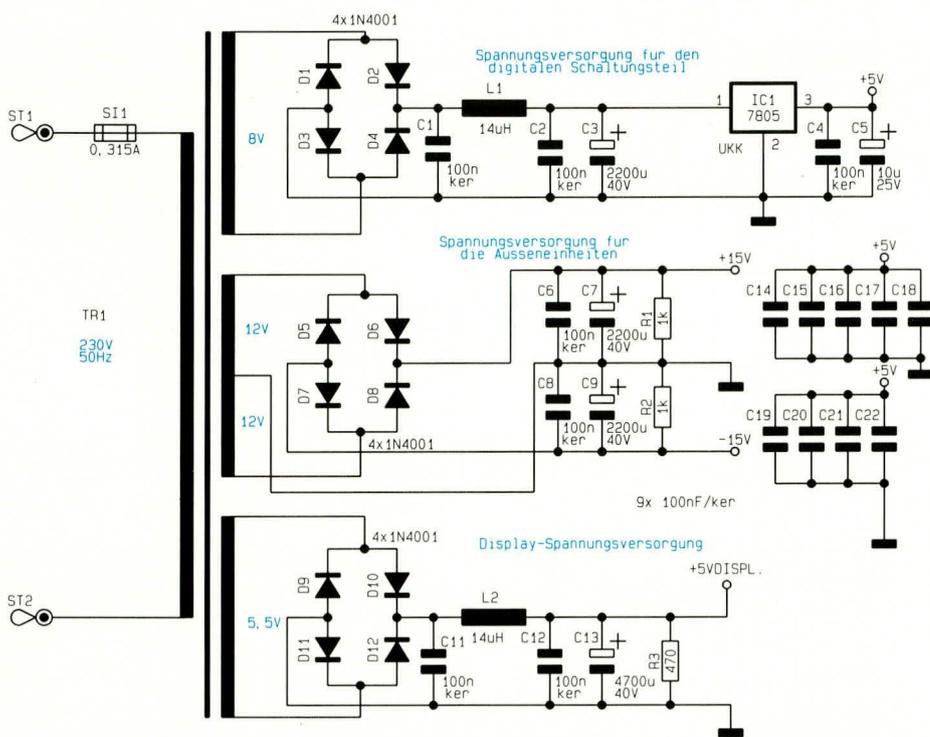


Bild 4: Netzteil
des WGR 7000

trollers und die systemspezifischen Konstanten des Windgeschwindigkeitsaufnehmers befinden sich im Programmspeicher IC 203 (EPROM).

Ein an Port 3.3 und 3.4 angeschlossenes PC-BUS-EEPROM dient als Datenspeicher für die Min/Max-Werte und enthält die veränderbaren Konfigurationsdaten der seriellen Schnittstelle sowie die Maßeinheit für die Windgeschwindigkeit, die auch bei Netzausfall erhalten bleiben.

Der Datentransfer zu einem externen Computer kann über eine Standard-V24-Schnittstelle erfolgen. Als Datenübertragungsraten stehen hierbei die vom Mikrocontroller intern erzeugten Baudraten von 4.800 und 9.600 Baud zur Verfügung.

Über den Port 3.1 (TXD) gibt der Controller das vom Menü her ausgewählte Datentelegramm an den SIO-Treiberbaustein Max 232 (IC 206), der wiederum das TTL-Signal auf den für V24 erforderlichen Spannungshub konvertiert. In umgekehrter Richtung gelangen die Daten vom Computer (z.B. beim Auslesen einzelner Speicherplätze) mit V24-Pegel auf den Schnittstellenbaustein Max 232, der dann die Daten auf TTL-Pegel umsetzt und Pin 10 des Mikrocontroller zuführt.

Eine mit IC 201 und externer Beschaltung aufgebaute Watchdog-Schaltung überwacht die Display-Ansteuerung und führt ggf. durch einen Reset die Neuinitialisierung des Controllers durch.

Solange die Multiplexansteuerung des Displays arbeitet, d.h. an Port 1.0 eine

Frequenz anliegt, wird C 201 über das Gatter IC 201 B ständig wieder entladen. Dadurch erhalten wir am Ausgang des Schmitt-Trigger-Gatters IC 201 A (Pin 3) ein High-Signal, welches über D 209 den mit IC 201 D und externer Beschaltung aufgebauten Oszillator stoppt.

Liefert Port 1.0 kein Signal zur Displayansteuerung, so wird C 201 nicht entladen, am Ausgang des Gatters IC 201 A erhalten wir ein Low-Signal, und der Oszillator führt einen Reset des Controllers durch. Gleichzeitig sorgt die Dimensionierung des Oszillators im Einschaltmoment für einen definierten Power-On-Reset.

Der programmierbare Schaltausgang des WGR 7000 ist mit T 201, T 202 sowie dem Leistungsrelais REL 201, angeschlossen an Port 1.3 des Mikrocontrollers, realisiert. Die Schaltung wurde so konzipiert, daß auch nach einem kurzzeitigen Stromausfall bzw. bei einem Reset des Controllers das Relais nicht kurzzeitig anziehen kann.

Anzeigeeinheit (Bild 5)

Abbildung 3 zeigt die Anzeigeeinheit mit den Bedienelementen des WGR 7000, wo eine 3stellige Gruppe für die Windgeschwindigkeit, eine weitere 3stellige Grup-

pe für die Windrichtung und 16 Einzel-leuchtdioden für die Windrose zuständig sind. Des weiteren sind oben links die drei ebenfalls im Multiplexbetrieb abgefragten Bedientaster zu sehen.

Die vom Datenbus des Mikrocontrollers zur Verfügung gestellten Segment-Informationen werden zunächst im 8-Bit-D-Register (IC 200, Hauptschaltbild) zwischengespeichert und gelangen dann auf den Segmenttreiber des Typs ULN 2803 (IC 101).

Die Widerstände R 117 bis R 124 dienen zur Segmentstrombegrenzung und C 101 bis C 108 zur Verschleifung der Signalfanken und somit zur Minimierung von Störstrahlungen.

Über den Multiplexer IC 100 mit Open-Kollektor-Ausgangsstufen erfolgt die Ansteuerung der mit den Transistoren T 101 bis T 108 aufgebauten Digit-Treiber und somit auch die Digit-Auswahl.

Die Kondensatoren C 109 bis C 116 verhindern im Bereich der Digit-Auswahl steile Anstiegsflanken, die sonst eine Störaussendung verursachen könnten.

Die drei Bedientaster T 101 bis T 103 werden über die Digit-Adresse 0 bis 2 abgefragt und sind mit Port 3.3 des Mikrocontrollers verbunden.

Netzteil (Bild 4)

Das Netzteil des WGR 7000 ist besonders einfach und liefert drei unstabilierte und eine stabilisierte Spannung.

Die an der oberen Sekundärwicklung anstehende Spannung von 8 V wird mit den zum Brückengleichrichter geschalteten Dioden D 1 bis D 4 gleichgerichtet und über L 1 dem Pufferelko C 3 und Pin 1 des Festspannungsreglers IC 1 zugeführt. Am Ausgang kann dann die auf 5 V stabilisierte Spannung zur Versorgung der Digital-elektronik entnommen werden.

Die mittlere Wicklung mit Mittelanzapfung dient zur Versorgung der Außen-einheiten. Nach der Zweifweg-Mittelpunktgleichrichtung mit D 5 bis D 8 und der Pufferung mit C 7 und C 9 stehen die unstabilierten +/- 15 V bereit.

Zur Versorgung der Anzeigenelemente dient die untere Trafowicklung. Nach der Gleichrichtung mit D 9 bis D 12 und der Glättung mit dem ausreichend großen Ladeelko C 13 wird die Spannung unstabiliert zur Versorgung des Displays herangezogen.

Die im Netzteil und an den einzelnen integrierten Schaltkreisen positionierten Keramik-kondensatoren dienen zur Stör- unterdrückung.

Im zweiten und gleichzeitig abschließenden Teil dieses Artikels folgt die Beschreibung von Nachbau und Inbetriebnahme des WGR 7000.