

Tischrechnergesteuerte Verkehrsmeßeinrichtung

Vermittlungstechnik, Verkehrsmessungen

Von Rudolf Nocker*) und Georg Orgaß**)

DK 621.395.31

Gliederungsübersicht:

- 0 Zusammenfassung
 - 1 Einleitung
 - 2 Aufbau des Gesamtsystems
 - 3 Multiplexgerät
 - 4 Datenübertragung über das Anschaltkabel
 - 5 Schnittstellengerät
 - 6 Testprogramm
 - 7 Schrifttum
-

Vorbemerkung der Redaktion

Der nachstehende Beitrag zeigt, daß die Probleme der Verkehrsdatenerfassung mittels der heute zur Verfügung stehenden Technik erheblich eleganter gelöst werden können.

Auch vom FTZ wird zur Zeit mit der Entwicklung eines modernen Verkehrsdaten-Sammelsystems begonnen. Vorgesehen ist dabei die permanente Erfassung der Verkehrsdaten, deren Analyse gegenüber Abweichungen von Sollwerten sowie die kurzfristige Speicherung der Ergebnisse.

Die fernmelde-praxis wird ausführlich über dieses Thema berichten, sobald das Entwicklungskonzept der FTZ und der entsprechenden Firmen abgeschlossen ist.

0 Zusammenfassung

Zur Messung der Verkehrsbelastung von maximal 2048 Abnehmern wurde eine von einem Tischrechner mit V24-Schnittstelle steuerbare,

*) Prof. Dr.-Ing. Rudolf Nocker ist Professor an der Fachhochschule Hannover.

***) Dipl.-Ing. Georg Orgaß ist Mitarbeiter der DBP.

elektronische Verkehrsgrößenabtasteinrichtung entwickelt. Diese besteht aus 8 in den vermittlungstechnischen Betriebsräumen angeordneten Multiplexgeräten, welche sternförmig über jeweils eine maximal 200 m lange 4drähtige Anschalteitung und ein Schnittstellengerät an den Tischrechner angeschlossen sind. Die Steuerung der Abtastvorgänge und die Auswertung der rückgemeldeten Belegzustände erfolgen durch den Tischrechner. Bei BASIC-Programmierung ist für 2048 Abnehmer ein kürzestmögliches Abtastintervall von rund 10 s, bei Assembler-Programmierung von kleiner 1 s erreichbar. Der prinzipielle Aufbau und die Funktion der Teilschaltungen werden beschrieben.

1 Einleitung

Die Aufgabe aller Verkehrsuntersuchungen in Nachrichtenverkehrssystemen ist die Sicherstellung der zukünftigen Verkehrsgüte. Aus diesem Grund wird unter anderem auch die Verkehrsbelastung vermittlungstechnischer Einrichtungen regelmäßig gemessen. Die Zeitreihen der Meßergebnisse dienen der Erstellung von Prognosen, mittels derer der zukünftige Ausbau dieser Einrichtungen geplant wird [1].

In rechnergesteuerten Vermittlungseinrichtungen werden diese Messungen vom Vermittlungsrechner mitübernommen. Im derzeit bestehenden Fernsprechnet sind bis heute fast ausschließlich elektromechanische Vermittlungseinrichtungen im Einsatz. Bei einer Lebensdauer dieser Einrichtungen von rund 20 bis 30 Jahren ist auch für die absehbare Zukunft mit vorwiegend elektromechanischen Vermittlungseinrichtungen im Fernsprechnet zu rechnen. Für die Messung der Verkehrsmeßbelastung sind hier spezielle Verkehrsmeßeinrichtungen vorhanden.

Das gebräuchliche Meßverfahren bei der Messung der Verkehrsbelastung ist das Abtastverfahren. Dabei werden die einzelnen Leitungen bzw. Schaltglieder in einem bestimmten, festen Zeitintervall – genannt Abtastintervall – abgetastet und entsprechend ihrem momentanen Belegzustand als frei oder belegt für das folgende Abtastintervall registriert [1]. Der Belegzustand ist dabei durch die Spannung an einem bestimmten Meßpunkt gekennzeichnet. Bei Wählern beispielsweise wird die Spannung an der Belegungsader (c-Ader) hierfür verwendet, bei anderen Schaltgliedern sind hierfür besondere Ausgänge verfügbar. Eine nach dem Abtastverfahren arbeitende Verkehrsmeßeinrichtung wird als Verkehrsgrößenabtasteinrichtung bezeichnet.

Nachfolgend wird die Funktion und der Aufbau einer „elektronischen“ Verkehrsgrößenabtasteinrichtung beschrieben, bei der die Steuerung und die Auswertung durch einen handelsüblichen Tischrechner mit V24-Schnittstelle erfolgt. Die Entwicklung und der Auf-

bau dieses Systems erfolgten im Rahmen einer an der Fachhochschule Hannover ausgegebenen Diplomarbeit [2] auf Anregung durch Dienststellen der Deutschen Bundespost. Ein erfolgreicher Testein-
satz wurde durchgeführt.

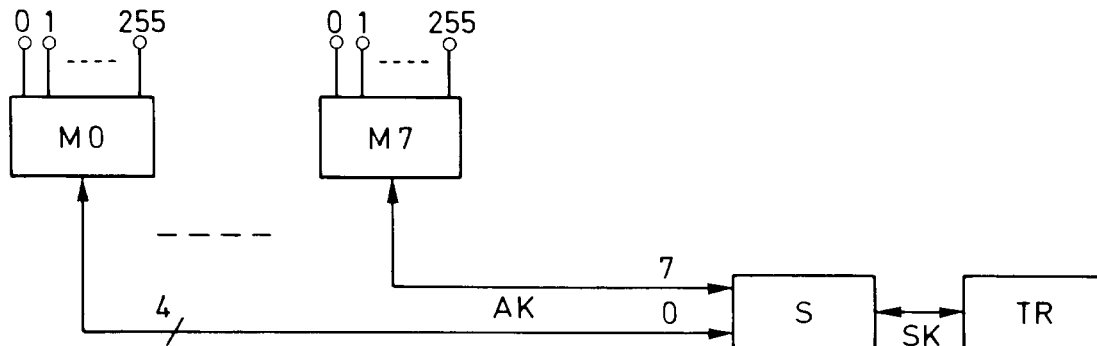


Bild 1: Blockschaltbild der tischrechnergesteuerten Verkehrsgrößenabtasteinrichtung.
 Mi = Multiplexergerät i; S = Schnittstellengerät; TR Tischrechner; AK = Anschaltkabel;
 SK= Schnittstellenkabel;

2 Aufbau des Gesamtsystems

Das Blockschaltbild der tischrechnergesteuerten Verkehrsgrößenabtasteinrichtung zeigt Bild 1. Maximal 8 Multiplexergeräte für jeweils 128 Abnehmer (alternativ 256 Abnehmer, vgl. Abschnitt 3) sind sternförmig über jeweils eine maximal 200 m lange 4drähtige Anschalteleitung an ein Schnittstellengerät angeschlossen. Das Schnittstellengerät hat tischrechnerseitig eine V24-Schnittstelle und ist über ein kurzes (maximal 15 m lang) Schnittstellenkabel mit der V24-Schnittstelle des Tischrechners verbunden. Dabei ist unterstellt, daß die Multiplexergeräte in den vermittlungstechnischen Betriebsräumen, der Tischrechner mit dem Schnittstellengerät in einem in der Nähe gelegenen Büroraum untergebracht sind.

Ein Abtastvorgang läuft wie folgt ab: Der Tischrechner sendet seriell dem Schnittstellengerät eine 8-Bit-Adresse. Diese wird vom Schnittstellengerät über die Anschalteleitungen zu allen Multiplexergeräten weitergesendet. Jedes Multiplexergerät schaltet nach dem Empfang einer vollständigen Adresse den Belegzustand des zugehörigen Abnehmers über die Anschalteleitung zum Schnittstellengerät durch. Dort liegt damit der momentane Belegzustand der (durch die Empfangsregister in den jeweiligen Multiplexergeräten) aktuell adressierten Abnehmer vor. Diese 8 Belegzustände werden im Schnittstellengerät zu einem 8-Bit-Datenwort zusammengefaßt und seriell über die V24-Schnittstelle zum Tischrechner übertragen.

Die Übertragung vom Tischrechner zu den Multiplexergeräten sowie vom Schnittstellengerät zum Tischrechner erfolgt asynchron nach dem bekannten Start-Stop-Verfahren. Das Datenformat ist ein Start-, acht Daten- und ein Stopbit, die Übertragungsgeschwindigkeit beträgt 19.2 kBd (alternativ 9.6 kBd, 4.8 kBd, 2.4 kBd, 1.2 kBd). Auf

dem Übertragungsabschnitt vom jeweiligen Multiplexergerät zum Schnittstellengerät liegt – wie oben beschrieben – der momentane Belegzustand des aktuell im Multiplexergerät adressierten Abnehmers „statisch“ an. Nachfolgend werden Aufbau und Funktion der einzelnen Blöcke beschrieben.

3 Multiplexergerät

Das Multiplexergerät besteht aus folgenden Funktionsblöcken (Bild 2) auf jeweils einer Europakarte:

- (M1) 16fach-Eingangsschaltung mit 16/1-Multiplexer A,
- (M2) 16/1-Multiplexer B,
- (M3) Übertragungsbaugruppe.

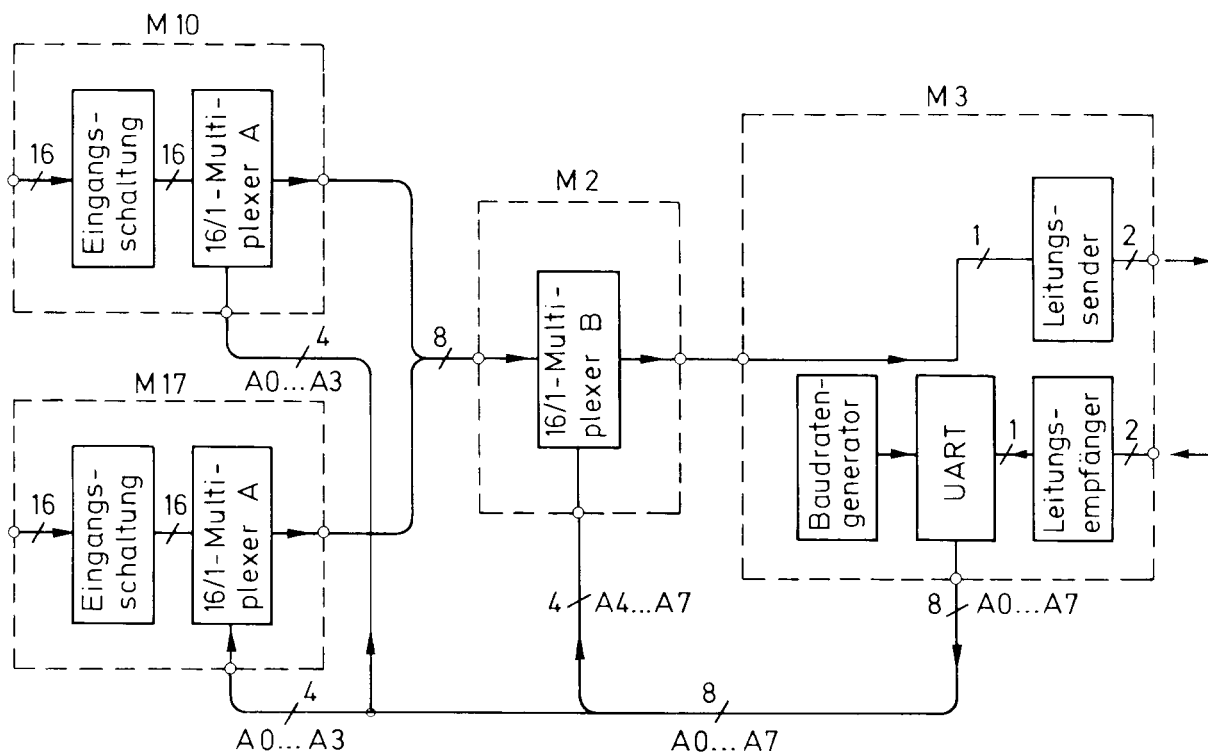


Bild 2: Blockschaltbild eines Multiplexergeräts.

3.1 Eingangsschaltung mit Multiplexer A

Die 16fach-Eingangsschaltung hat die Aufgabe, die Frei-/Belegpotentiale der untersuchten vermittlungstechnischen Einrichtungen in TTL-Logikpegel umzusetzen. Die Eingangsschaltung ist diesen anlagenspezifischen Bedingungen entsprechend verschiedenartig ausgelegt. Bild 3 zeigt eine für mehrere Einsatzfälle geeignete Grundschaltung. Für ein einfaches Beispiel sind die Bauelementewerte angegeben. Bei der Schaltungsauslegung wurde insbesondere darauf geachtet, daß die in dieser Umgebung möglichen Spannungsspitzen (bis 400 V, Dauer $\sqrt{I} < 1 \mu\text{s}$) sowie falsche Dauerbeschaltung des Ein-

gangs (im ungünstigsten Fall – 60 V) keine Beschädigung der Eingangsschaltung verursachen. Kurzzeitige Überspannungen am Eingang werden durch den Eingangstiefpaß aus den Widerständen R_1 bis R_3 und C_1 von den Anschlüssen der IC's ferngehalten. Langzeitige Überspannungen werden durch die Klemmdioden auf 5.7 V bzw. – 0.7 V begrenzt. Zusammen mit der internen „latchup“-Schutzschaltung des verwendeten CMOS-Bausteins der Firma VALVO ergibt sich resultierend ein vollständiger Schutz der im Multiplexgerät enthaltenen integrierten Schaltungen.

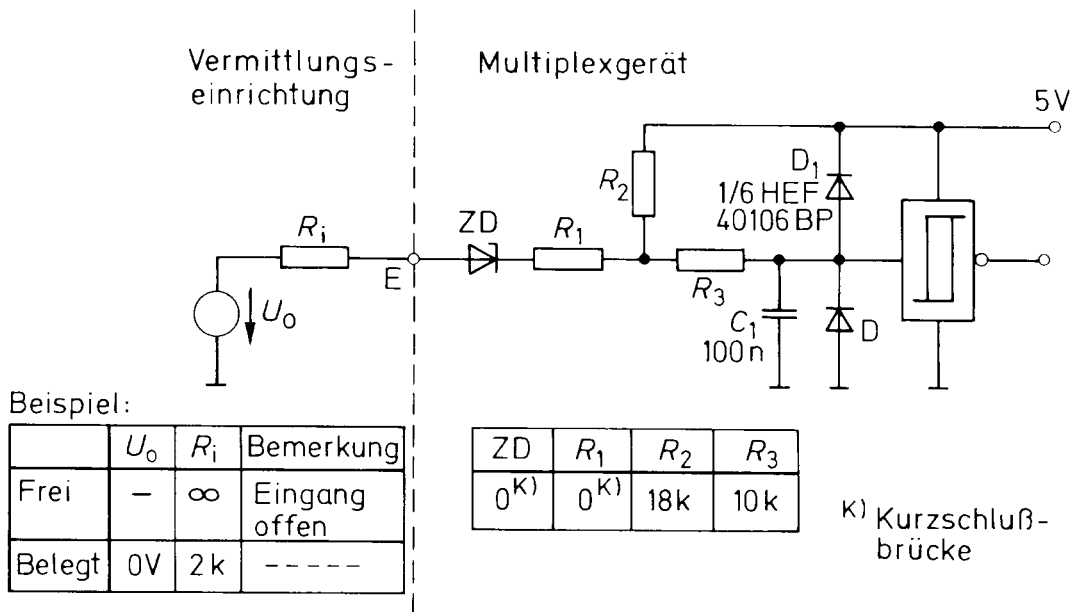


Bild 3: Eingangsschaltung mit Bauelementewerten für ein einfaches Beispiel.
E = Eingang; ZD = Zenerdiode; D1, D2 = Dioden 1N4148;

Die bei positiver Überspannung über die Klemmdioden eingespeisten Ströme müssen natürlich von der Stromversorgung des Multiplexgeräts ausgeregelt werden. Dies kann durch entsprechende Vorbelastung der Stromversorgungskarten stets sichergestellt werden.

Mit dem 16/1-Multiplexer A werden die vier niederwertigen Adressbits A_0 bis A_3 ausgewertet. Der am adressierten Eingang der Baugruppe M_{1i} ($i = 0, 1, \dots, 15$) anliegende Belegzustand wird zum zugehörigen Eingang i des 16/1-Multiplexers B (Baugruppe M_2) durchgeschaltet.

3.2 Multiplexer B

Der 16/1-Multiplexer B wertet die vier höherwertigen Adressbit A_4 bis A_7 aus. Der Belegzustand des adressierten Eingangs — und damit der Belegzustand eines der maximal 256 adressierbaren Abnehmer — wird damit zur Übertragungsbaugruppe durchgeschaltet.

Maximal sind je Multiplexgerät 16 Funktionsblöcke M_1 — entsprechend 256 Abnehmern — einsetzbar. In vielen Anwendungsfällen

wird nur eine Teilbestückung erforderlich sein. Beim realisierten Multiplexgerät sind acht Funktionsblöcke M1 — entsprechend 128 Abnehmern — vorhanden. Die acht unbenutzten Eingänge des 16/1-Multiplexers B können dann mit einer vom Tischrechner abfragbaren Prüfkombination belegt werden.

3.3 Übertragungsbaugruppe

Die Übertragungsbaugruppe (M3) muß

- (1) die vom Schnittstellengerät ausgesendete 8-Bit-Adresse empfangen und bis zum Eintreffen der Folgeadresse an den Adreßbus des Multiplexgeräts anschalten und
- (2) den Belegzustand des adressierten Abnehmers zum Schnittstellengerät senden.

Auf die Auslegung und die Funktion von Leitungssender und Leitungsempfänger wird in Abschnitt 4 eingegangen. Die o. g. Teilaufgabe (1) wird von einem UART (Universal Asynchronus Receiver Transmitter)-Baustein ausgeführt. Der Baudatengenerator liefert diesem Baustein das erforderliche Taktsignal. In Richtung zum Schnittstellengerät wird — wie bereits erklärt — der Belegzustand des durch den Inhalt des Empfangsregisters im UART-Baustein adressierten Eingangs dauernd durchgeschaltet.

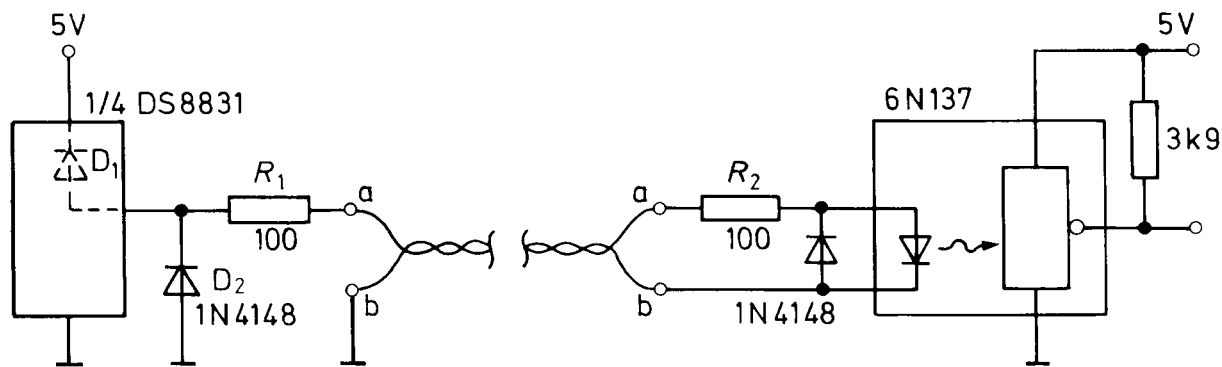


Bild 4: Sende- und Empfangsschaltung für die Datenübertragung auf dem Anschaltkabel.

4 Datenübertragung über das Anschaltkabel

Bild 4 zeigt die Schaltung für jeweils eine Richtung der Datenübertragung zwischen Multiplex- und Schnittstellengerät. Sendeseitig wird ein unsymmetrischer Leitungssender verwendet, der sowohl im „high“- wie im „low“-Zustand einen niedrigen Innenwiderstand (ca. 10 Ohm) besitzt. Empfangsseitig wird ein Optokoppler als Leitungsempfänger eingesetzt. Eine galvanische Verkopplung des Datenstromkreises mit benachbarten Stromkreisen in den vermittlungstechnischen Betriebsräumen wird dadurch verhindert.

Die Dimensionierung der beiden Längswiderstände R1, R2 erfolgte so, daß ohne zwischengeschaltete Leitung der Optokoppler-Eingangsstrom i_o noch unter dem maximal zulässigen Wert $i_{o\max}$ lag. Mit den Datenblatt-Werten

$u_s(i_o)$ = Leitungssender – Ausgangsspannung beim Strom i_o ,

$u_o(i_o)$ = Optokoppler – Eingangsspannung beim Strom i_o ,

ergibt sich aus

$$u_s(i_o) = (R1 + R2) i_o + u_o(i_o),$$

$$i_o < i_{o\max},$$

bei gleichmäßiger Aufteilung der Längswiderstände auf Sende- und Empfangsseite

$$R1 = R2 \approx 100 \text{ Ohm}$$

als geeigneter Wert.

Der Widerstand R1 begrenzt den Ausgangsstrom bei versehentlichem Dauer-Kurzschluß auf unkritische Werte. Zusammen mit den Klemmdioden D1, D2 schützt er den Leitungssender vor äußeren Überspannungen. Die Diode D3 schützt den Optokoppler-Eingang vor einer falsch gepolten Eingangsspannung. Selbst kleine Sperrströme können ansonsten zu einer Abnahme des Stromübertragungsverhältnisses führen [3].

Die angegebene Übertragungsschaltung ist auch für weit höhere als die hier benutzten Übertragungsgeschwindigkeiten (maximal 19,2 kBd) einsetzbar. Bei einer zu überbrückenden Leitungslänge von maximal 200 m Kabelleitung mit 0,4 mm Durchmesser ergab sich auch bei $v = 200$ kBd eine einwandfreie Funktion.

5 Schnittstellengerät

Das Schnittstellengerät besteht aus folgenden Funktionsblöcken (Bild 5) auf jeweils einer Europakarte:

(S1) V24-Schnittstellenbaugruppe,

(S2) 8fach Leitungssender,

(S3) 8fach Leitungsempfänger.

Die V24-Schnittstellenbaugruppe hat die Aufgabe, die Datenübertragung zwischen Tischrechner und Schnittstellengerät bzw. Multiplexergeräten abzuwickeln. Hierzu wird das von der V24-Schnittstelle des Tischrechners empfangene serielle, bipolare Start-Stop-Datensignal in TTL-Spannungspegel umgesetzt und über jeweils einen Leitungssender zu jedem Multiplexergerät durchgeschaltet.

In Rückwärtsrichtung werden die über die 8fach Leitungsempfänger empfangenen acht Belegzustände an das Senderegister des UART-

Bausteins angeschaltet. Durch die Startbitflanke der vom Tischrechner ausgehenden Adresse wird nach Ablauf einer Verzögerungszeit (10-Bit-Dauern + Sicherheitszuschlag, die reine Signallaufzeit ist dagegen vernachlässigbar) das serielle Auslesen des UART-Senderegisters zum Tischrechner eingeleitet. Die TTL-Spannungspegel werden durch V24-Leitungssender in V24-Spannungspegel umgesetzt.

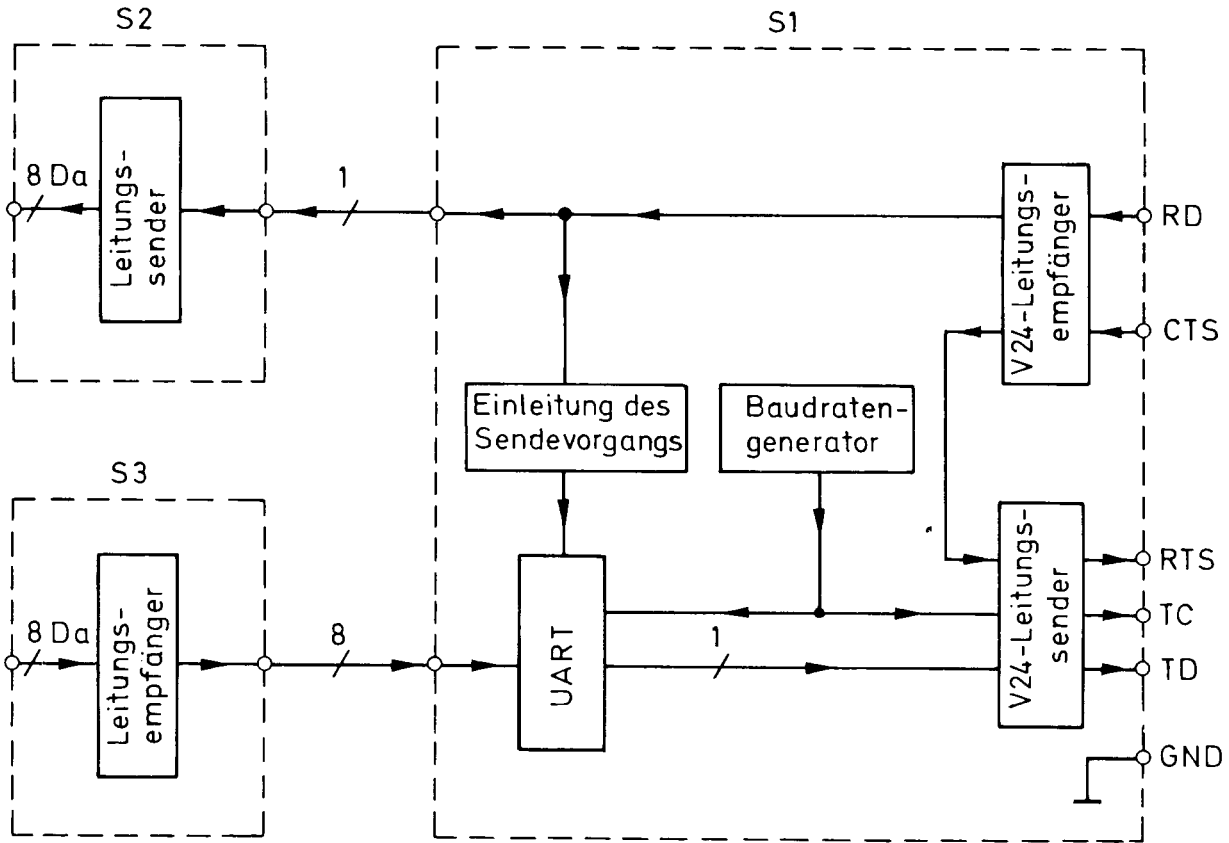


Bild 5: Blockschaltbild des Schnittstellengeräts.

RD = Receive Data; CTS = Clear to Send; RTS = Request to Send; TD = Transmit Data; TC = Transmit Clock; GND = Ground;

Die zum Betrieb der UART-Bausteine sowohl auf der V24-Schnittstellenbaugruppe als auch im Tischrechner erforderliche Taktfrequenz wird durch einen Baudatengenerator auf der Schnittstellenbaugruppe (auf gleiche Nominalfrequenz wie in den Multiplexgeräten eingestellt) erzeugt. Zur Funktion der V24-Schnittstelle sei auf [4] verwiesen.

6 Testprogramm

Für den Testbetrieb der Verkehrsmeßeinrichtung wurde folgendes Programm entwickelt:

Über die V24-Schnittstelle des Tischrechners werden nacheinander die Adressen 0 bis 255 (alternativ 127) ausgesendet. Pro Adresse werden jeweils acht von den Multiplexgeräten rückgemeldete Belegzustände empfangen. Für jedes Abnehmerbündel getrennt werden die

Belegungsanzahlen — also die „Momentanbelastungen“ — der acht Bündel ermittelt und auf dem Bildschirm des Tischrechners ausgegeben. Dieser Vorgang wird in einer Endlosschleife bis zum Programmabbruch wiederholt.

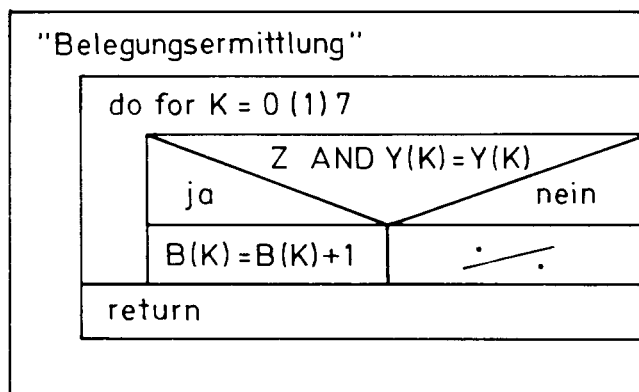
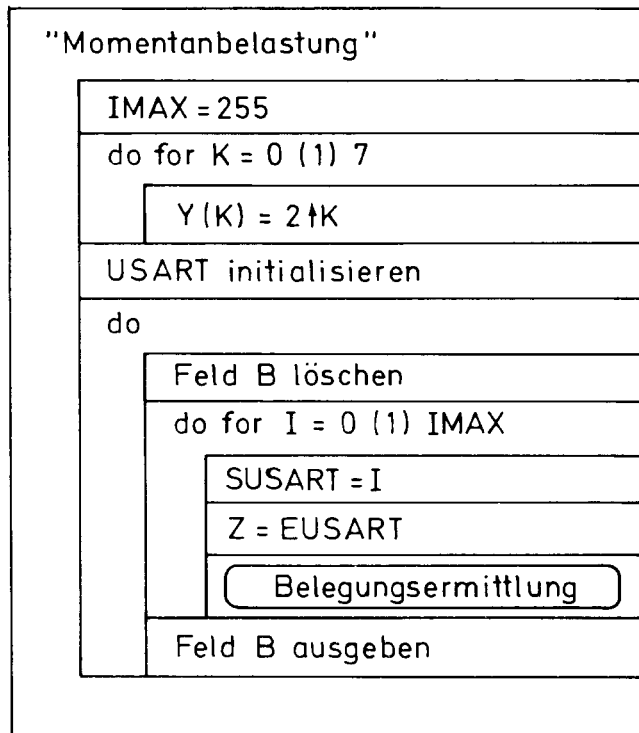


Bild 6: Struktogramm zum Testprogramm für die Ermittlung der Momentanbelastungen.

IMAX	Maximalzahl der Abnehmer je Multiplexgerät;
K	Zählvariable (Bündelnummer);
Y	Feld mit 8 Vergleichswerten;
B	Feld mit 8 Belegungsanzahlen;
SUSART	USART-Senderegister;
EUSART	USART-Empfangsregister;
Z	Belegungsbyte (8 Belegbit);

In Bild 6 ist das zugehörige Struktogramm dargestellt. Am Programmstart erfolgt die Wertzuweisung für IMAX (maximale Abnehmeranzahl pro Bündel), die Vorbelegung der Feldelemente $Y(K)$, $K = 0, 1, \dots, 7$ mit den Zahlenwerten 2^K und die Initialisierung

des USART-Bausteins. Es folgt die oben beschriebene Endlosschleife. Das Senderegister des USART-Bausteins des Tischrechners ist mit SUSART, das Empfangsregister mit EUSART bezeichnet. Die Auswertung der einzelnen Bit des empfangenen Belegungsbytes Z (Bit K, $K = 0, 1, \dots, 7$ kennzeichnet den Belegzustand des aktuell adressierten Abnehmers im Abnehmerbündel K sowie das Aufaddieren der Belegungsanzahlen erfolgen im Unterprogramm „Belegungsermittlung“. Zur Abfrage des Kten Bits wird mit einem 8-Bit-Wort „AND“ — verknüpft, bei dem nur das Kte Bit gesetzt ist (entspricht dem Zahlenwert 2^K , dem Wert des Feldelements $Y(K>)$). Es wird geprüft, ob in diesem Ergebnis das Kte Bit den logischen Wert 1 hat (also der entsprechende Zahlenwert $B(K)$ gleich 2^K ist). Falls ja, erfolgt die Erhöhung des Belegungs Zählers $B(K)$ für das Kte Bündel. Nach Rücksprung ins Hauptprogramm erfolgt die Ausgabe der Momentanbelastungen, anschließend ein neuer Durchlauf der Endlosschleife.

Wird dieser Algorithmus in BASIC codiert, so werden (bei $IMAX = 255$, Übertragungsgeschwindigkeit $v = 19,2$ kBd) für einen Schleifenrumpf-Durchlauf rund 10 s benötigt. Dies entspricht dem kürzestmöglichen Abtastintervall. Die reine Übertragungszeit trägt hierzu nur knapp 0,3 s bei. Bei Assembler-Codierung kann mit einem kürzestmöglichen Abtastintervall von kleiner 1 s gerechnet werden.

7 Schrifttum

- [1] Bergmann, K.: Lehrbuch der Fernmeldetechnik. Fachverlag Schiele & Schön GmbH, Berlin 1978
- [2] Orgaß, G.: Tischrechnergesteuerte Verkehrsgrößentasteinrichtung (Hardware). Diplomarbeit, Fachhochschule Hannover 1983
- [3] Fischbach, J.-U. u. a.: Optoelektronik. Expert Verlag GmbH, Grafenau 1982
- [4] Langer, S.: Die Schnittstelle RS 232 – Beschreibung und Anwendung. MC 1982, Heft 9, S. 28–30