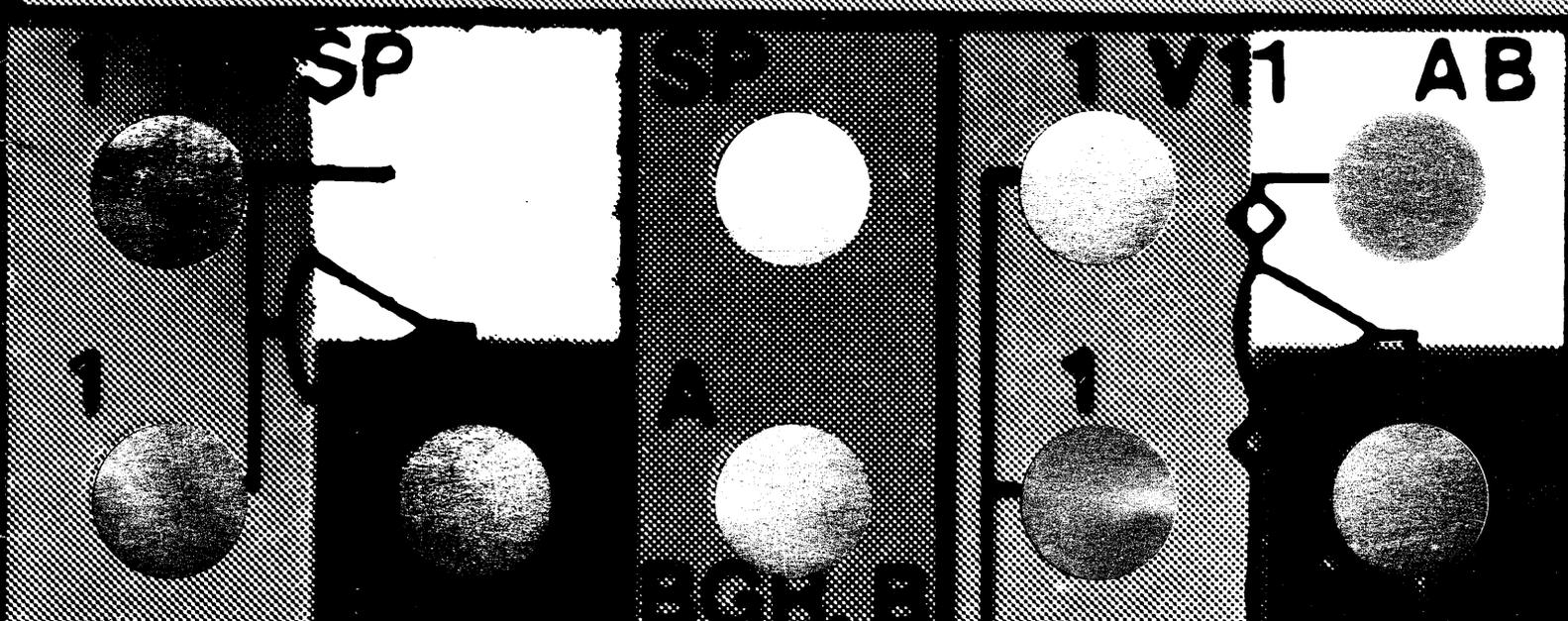
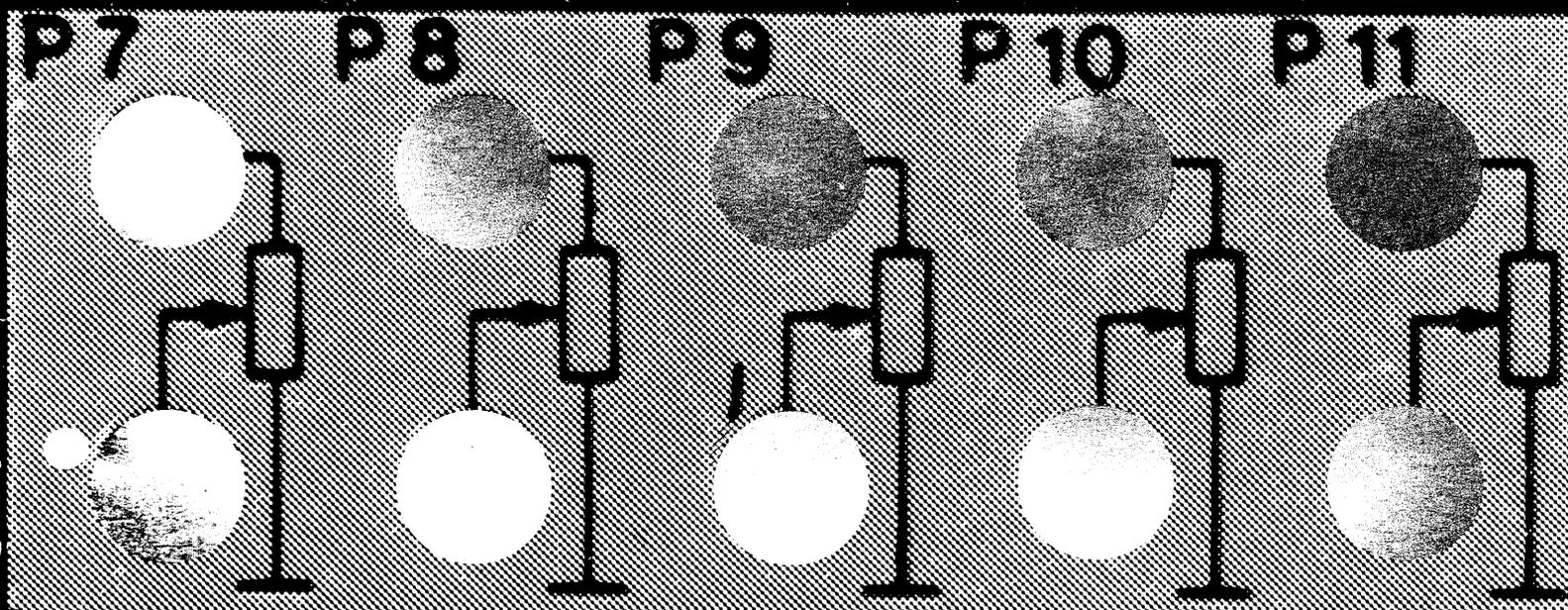


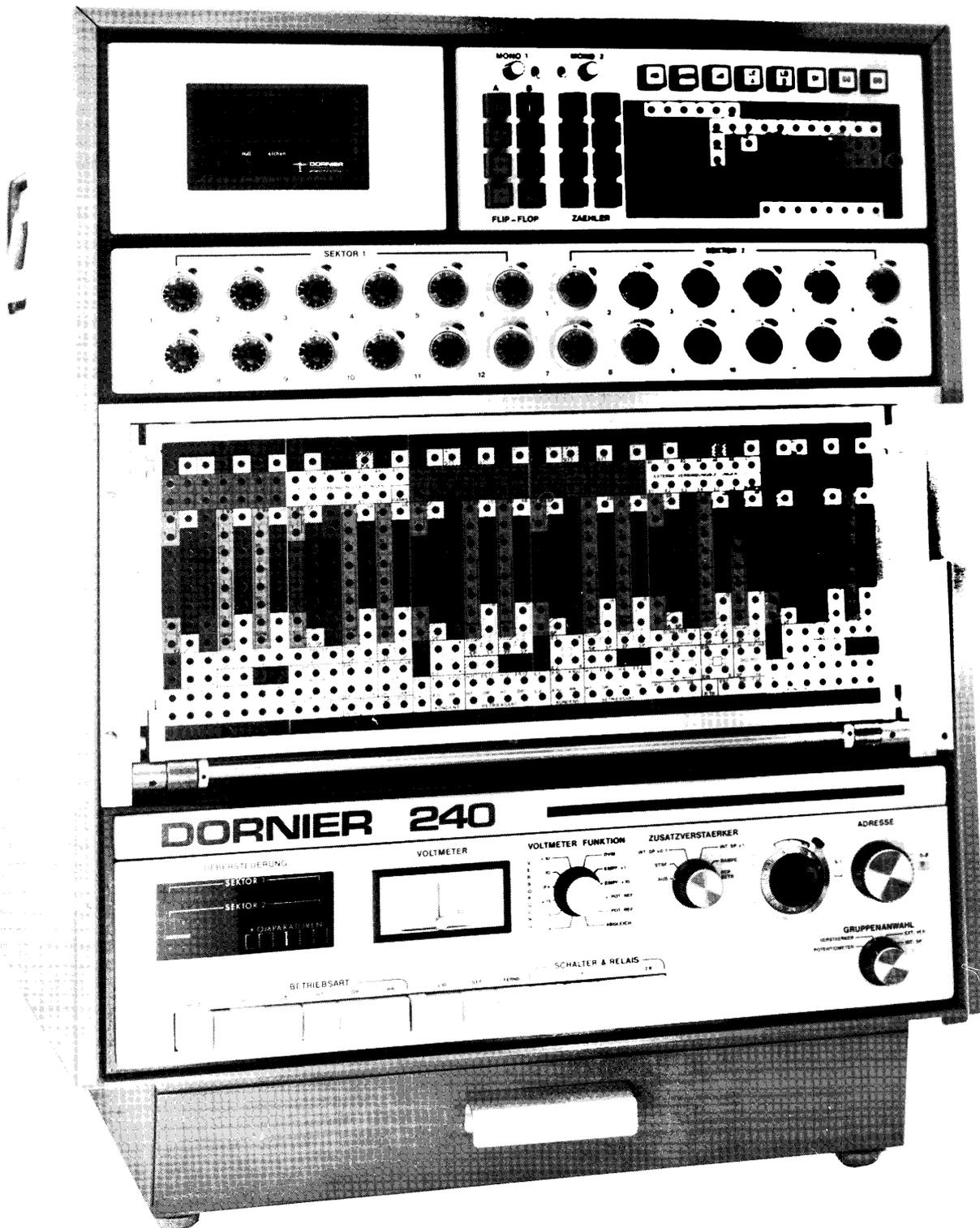
DORNIER ELECTRONICS

ANALOGRECHNER DORNIER 840



I N H A L T

1. Allgemeines
2. Einsatzgebiete
3. Hauptmerkmal
4. Vollausbau
5. Aufbau des Rechners
6. Aufteilung des Steckfelds und Anordnung der Rechenelemente
7. Summierer/Integrierer
8. Summierer
9. Multiplizierer
10. Funktionsgeber
11. Potentiometer
12. Logikzusatz



MONO 1 MONO 2

FLIP-FLOP ZÄHLER

Seven indicator lights and two columns of switches.

SEKTOR 1 SEKTOR 2

Two rows of knobs, numbered 1 through 12.

Large panel with a grid of switches and connectors, likely a rotor or key stream generator.

DORNIER 240

SEKTOR 1 SEKTOR 2

Two small displays or indicators.

VOLTMETER

A rectangular display window for a voltmeter.

VOLTMETER FUNKTION

A rotary selector switch with multiple positions.

ZUSATZVERSTÄRKER

A rotary knob for an amplifier.

ADRESSE

A rotary knob for address selection.

GRUPPENWAHL

A rotary knob for group selection.

SCHALTER & RELAIS

A row of several push buttons.

1. Allgemeines

Der DORNIER 240 ist ein volltransistorisierter Präzisions-Tischanalogrechner mit einer Rechenspannung von 10 Volt. Er enthält im Vollausbau 49 Rechenverstärker.

Alle Rechenelemente sind als Teile eines Baukastensystems ausgeführt, so daß ein variabler Ausbau des DORNIER 240 entsprechend einer Vielzahl von auftretenden Problemen möglich wird. Gleichfalls kann bei der Anschaffung des 240-Rechners mit einem preiswerten Grundausbau begonnen werden, der später bis zum Vollausbau erweitert wird.

Der DORNIER 240 ist mit einer Reihe technischer Besonderheiten ausgestattet, wie sie sonst nur größeren Anlagen eigen sind. Dadurch erschließt der DORNIER 240 Wege zur Lösung selbst komplizierter Differentialgleichungssysteme. Die Programmierung bleibt dabei einfach, da völlig neuartige Rechenkomponenten wie z.B. Digitalpotentiometer dem Programmierer zur Verfügung stehen.

Zur Programmierung und zum Betrieb des DORNIER 240-Analogrechners sind keinerlei elektronische Kenntnisse mehr erforderlich, da sowohl das Bedienfeld als auch das Steckbrett einfach und leicht verständlich aufgebaut sind.

Dadurch eignet sich der DORNIER 240 vorzüglich zur Lösung von Differentialgleichungssystemen in allen Bereichen der Wissenschaft und Technik.

2. Einsatzgebiete

Analogrechner werden überall dort eingesetzt, wo es um die Lösung von Differentialgleichungen geht. Sie ermöglichen u.a. die Echtzeit-Nachbildung dynamischer Systeme und reduzieren den Aufwand zur Durchführung von zeitraubenden, kostspieligen und gefährlichen praktischen Versuchen.

Typische Analogrechnerprobleme fallen in folgenden Bereichen an:

Regelungstechnik:	Simulation von Regelungssystemen, Parameterstudien, Frequenzgangmessungen
Luft- und Raumfahrt:	Simulation von Flugkörpern
Medizin und Biologie:	Simulation und Untersuchung biomedizinischer Vorgänge
Fahrzeugindustrie:	Schwingungsprobleme, Untersuchung des Fahrverhaltens
Kerntechnik:	Reaktorsimulationen
Chemie:	Simulation chemischer Reaktionen
Ausbildung:	Demonstration dynamischer Vorgänge
Meßtechnik:	Pegelanpassungen, Aufbau von Filtern

3. Hauptmerkmale

- Ausbaubar von einem preiswerten Erstausbau bis zu einem Hochleistungsrechner für komplizierte Simulationen.
- Austauschbarkeit aller Rechenelemente zwischen DORNIER 240 und DORNIER 720
- Absolute Dauerkurzschluß-Festigkeit aller Komponenten
- Volltransistorisierte Verstärker mit über 350 kHz Bandbreite
- Parabelmultiplizierer mit eingebauten Eingangsinvertiern
- Einstellbare Funktionsgeber mit eingebauten Verstärkern
- Einzeln steuerbare Integrierer
- Elektronische Betriebsartensteuerung mit TTL-Logik
- Eingebauter Digitalzusatz mit TTL-Logikelementen
- Eingebautes Digitalvoltmeter mit 4 1/2 Stellen
- Erholungszeit der Verstärker aus der voll gesättigten Übersteuerung kleiner als 1 Millisekunde
- Adressierbarkeit aller Rechenelemente, Integrierer-Summenpunkte und externen Verbindungsleitungen
- Repetierfrequenz von 0 bis 78 Hz einstellbar (Pause 3 ms, Rechnen 10 ms)
- Wahl kleinerer Integrationskondensatoren durch Knopfdruck oder Einzelsteuerung
- Zusätzlicher Verstärker zur Erzeugung einer Rampe als Ablenkspannung für Registriergeräte und als Taktgeber für repetierendes Rechnen
- Komfortabler digitaler Taktgeber zur Steuerung von 3 repetierenden Betriebsarten

4. Vollausbau

	1)	2)
Gesamtverstärker	40	56
davon Summierer/Integrierer	12	12
Summierer	12	12
frei verfügbare Inverter (Multiplizierer)	8	-
nicht frei verfügbare Inverter (Multiplizierer und Funktionsgeber)	8	32
Handpotentiometer	24	24
Digitalpotentiometer (7bit)	2	2
Hochgenaue Multiplizierer mit Eingangsinvertern	4	-
Standard-Multiplizierer komplett mit Verstärkern	-	8
Einstellbare Funktionsgeber	4	4
Festeingestellte Funktionsgeber ($\sin x$, $\cos x$, x^2 , $\log x$)	4	4
Begrenzer	4	4
Komparatoren	6	6
Funktionsrelais	2	2
Funktionsschalter	2	2
Frei programmierbare Widerstandsnetzwerke (1,1,10,10)	12	12
Externe Verbindungsleitungen (Trunks)	26	26
Flipflops	8	8
Gatter	11	11
Monostabile Kippstufen	2	2
Logik-Funktionsschalter	3	3
Zähler	1	1
Bei gleichzeitigem Einsatz aller nichtlinearer Komponenten noch frei verfügbare Verstärker	16	20

1) Bei Bestückung mit hochgenauen Multiplizierern

2) Bei Bestückung mit Standard-Multiplizierern

5. Aufbau des Rechners

Die Grundeinheit des D0 240 enthält alle Stromversorgungen, die komplette Verdrahtung und das Anzeige- und Bedienfeld. Oberhalb des Anzeige- und Bedienfeldes befindet sich das auswechselbare Programmierbrett, hinter dem die Netzwerk-Moduln zur Aufnahme der Rechelemente angeordnet sind. Darüber liegt das Potentiometerfeld mit den maximal 24 Handpotentiometern. Im oberen rechten Teil des Rechners besteht die Möglichkeit zum Einbau eines Logikzusatzes, während daneben ein Einschubplatz entweder für ein Digitalvoltmeter oder einen quarz stabilisierten Repetiertaktgeber existiert. Beim Einbau des Taktgebers kann ein handelsübliches Digitalvoltmeter über Buchsen an der Rückseite des Rechners angeschlossen werden.

Anzeige- und Bedienfeld



Das Anzeige- und Bedienfeld im unteren Teil des DORNIER 240 enthält alle zum Betrieb erforderlichen Anzeige- und Bedienelemente.

Das Übersteuerungsfeld (links neben dem Voltmeter) zeigt außer dem Zustand der 6 Komparatoren noch die überlasteten Verstärker an.

Die Betriebsartensteuerung erfolgt über die Tasten POT (Potentiometer einstellen), AB (Anfangsbedingung), HT (Halt), DR (Dauerrechnen) und RR (repetierend Rechnen). Es stehen hinsichtlich der Betriebsarten zwei Typen von Integrationsnetzwerken zur Verfügung. Entweder werden DR und AB elektronisch und HT mit einem Relais oder alle drei Betriebsarten elektronisch gesteuert. Für den Repetierbetrieb besitzt der DORNIER 240 standardmäßig einen Taktgeber, der Repetierfrequenzen zwischen 0 und ca. 78 Hz ermöglicht. Anstelle des Digitalvoltmeters kann ein digitaler Taktgeber installiert werden, der zyklisch die Betriebsarten AB, DR und HT mit einstellbaren Zeiten von je 1 μ s bis 99 sec. ansteuert.

Über die Taste X10 kann das gesteckte Programm im zeitlichen Ablauf um einen Faktor 10 beschleunigt werden. Die Taste RR beschleunigt das Programm um einen Faktor 100. Nichtsdestoweniger ist eine individuelle Auswahl von Zeitkonstanten für einzelne Integriererpaare am Steckbrett möglich.

Die Taste STT (statisch Testen) schaltet an die mit STT bezeichneten Buchsen des Steckfeldes ± 10 V Referenzspannung, die als Prüfspannungen zur Durchführung statischer Tests verwendet werden können.

Über den Schalter FERNBEDIENUNG wird der Rechner als Nebenrechner eines anderen DORNIER 240 oder 720 geschaltet. Die mit 1 und 2 bezeichneten Tasten sind die am Steckbrett verfügbaren Funktionsschalter, während die Tasten 1R und 2R eine manuelle Steuerung der am Steckbrett verfügbaren Funktionsrelais erlauben.

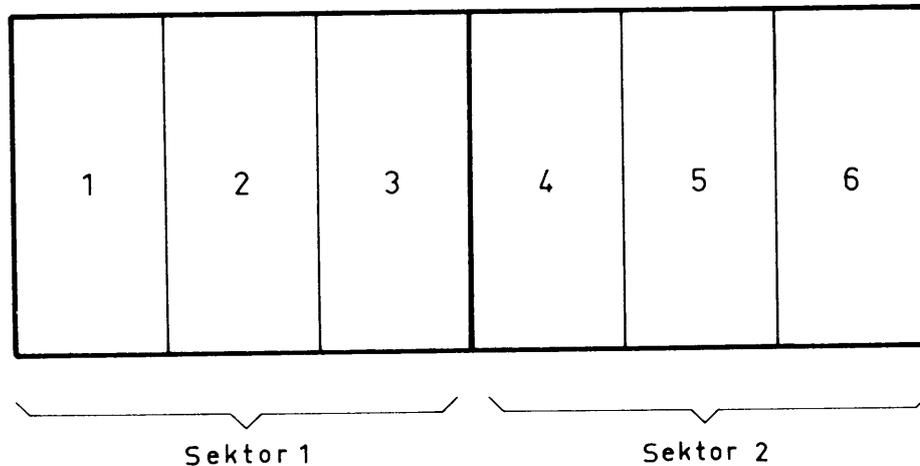
Der VOLTMETER-FUNKTION-Drehschalter ermöglicht das Überprüfen der Versorgungsspannungen mit Hilfe des Voltmeters. Gleichzeitig wird über diesen Schalter der Meßbereich des Voltmeters ausgewählt und in der Stellung + POT REF bzw. - POT REF das Voltmeter für genaue Kompensationsmessungen gegen das zehngängige Zusatzpotentiometer geschaltet.

Der Schalter ZUSATZVERSTÄRKER steuert die Betriebsart des standardmäßig installierten Zusatzverstärkers. In den Stellungen INT SP x 1 bzw. INT SP x 0,1 mißt der Verstärker mit den Verstärkungen 1 bzw. 0,1 die Summeneingangsspannung eines angewählten Integrierers. In der Stellung STSF (statisches Setzen von Funktionsgebern) dient der Verstärker zusammen mit dem Zusatzpotentiometer als Einstellverstärker für die variablen Funktionsgeber, die sich im Sockel des Rechners befinden. In der Betriebsart RAMPE liefert der Verstärker mit Beginn der Betriebsart DR eine einmalige Rampe, deren Steigung mit Hilfe des Zusatzpotentiometers eingestellt wird. In der Stellung REP. BETR. erzeugt der Zusatzverstärker eine schnell repetierende Rampe. In beiden Fällen kann die Ausgangsspannung des Verstärkers als Zeitablenkspannung eines Registriergeräts verwendet werden.

Über die beiden Drehschalter ADRESSE und GRUPPENANWAHL kann jedes beliebige Rechenelement angewählt und seine Ausgangsspannung am Analog- und/oder Digitalvoltmeter angezeigt werden. Der Schalter GRUPPENANWAHL bestimmt dabei die Art des anzuwählenden Elements (Potentiometer, Verstärker usw.) und der Schalter ADRESSE gibt die Nummer des Elements und des betreffenden Sektors an.

6. Aufteilung des Steckfeldes und Anordnung der Rechenelemente

Das Programmierfeld ist in zwei identische Hälften unterteilt (Sektor 1 und Sektor 2).



Die Rechenelemente befinden sich in maximal sechs Netzwerkmodulen, von denen je drei einen Sektor bilden. Innerhalb eines Sektors sind die beiden äußeren Module (1 und 3, bzw. 4 und 6) identisch; der jeweils mittlere Modul (2 und 5) den beiden äußeren ähnlich.

Die Modulplätze können wie folgt bestückt werden:

Platz 1: Modul 1.005 (Best.-Nr. 2000 1M01)

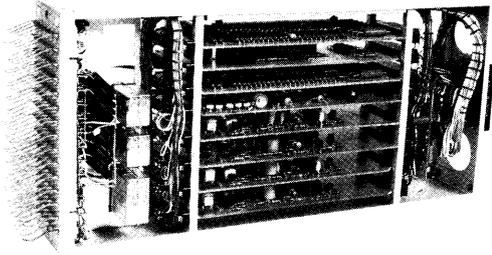
Platz 2: Modul 1.105 (Best.-Nr. 2000 1M02)

Platz 3: Modul 1.005 (Best.-Nr. 2000 1M01)

Platz 4: Modul 1.005 (Best.-Nr. 2000 1M01)

Platz 5: Modul 1.105 (Best.-Nr. 2000 1M02)

Platz 6: Modul 1.005 (Best.-Nr. 2000 1M01)



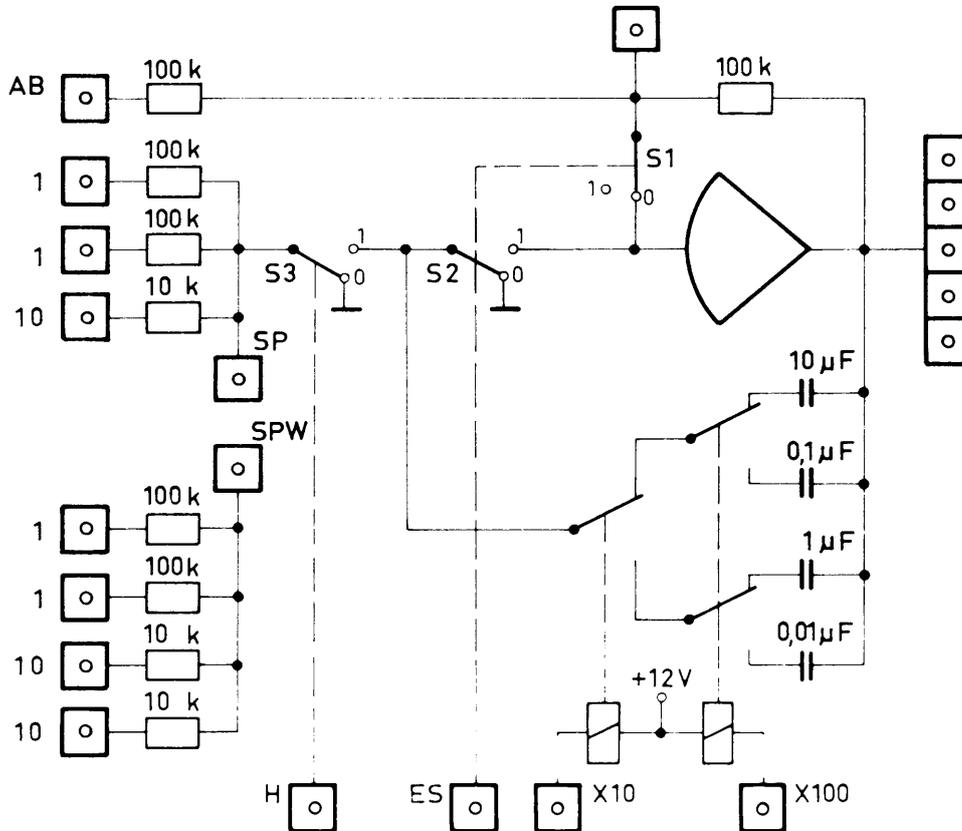
Die Moduln sind über vergoldete Kontaktfedern aus Beryllium-bronze mit dem auswechselbaren Programmierbrett verbunden und enthalten alle zum Betrieb der Rechenelemente erforderlichen Einrichtungen wie Beschaltungswiderstände, Relais usw. Auf den einzelnen Steckerplätzen (von unten her mit 1 bis 8 bezeichnet) können folgende Komponenten eingesetzt werden:

Platz	Modul 1.005	Modul 1.105
1 und 2	je 1 Summierer	je 1 Summierer
3 und 4	je 1 Summierer oder Summierer/Integrierer	je 1 Summierer oder Summierer/Integrierer
5	1 Komparator und 1 Schaltnetzwerk für zwei Integrierer	1 Komparator und 1 Schaltnetzwerk für zwei Integrierer
6	1 hochgenauer Multiplizierer	1 7 bit-Digitalpotentiometer
7		
8	2 Standard-Multiplizierer	2 feste Funktionsgeber (sin x, cos x, log x, x ²)

Darüber hinaus besitzen die Moduln Steckfeldanschlüsse für Referenzspannungen, Potentiometer, Steuerleitungen für Integrierer, externe Verbindungsleitungen usw.

7. Summierer/Integrierer

Die vereinfachte Schaltung eines Summierer/Integrierers in seiner Betriebsform als Integrierer zeigt das nachstehende Bild.



Jeder Summierer/Integrierer-Platz beinhaltet ein frei programmierbares Widerstandsnetzwerk, dessen Summenpunkt mit SPW bezeichnet ist. Ein Verbinden von SP mit SPW erhöht damit die Zahl der Integrierereingänge auf fünf Einer- und drei Zehnereingänge. Diese Widerstandsnetzwerke sind darüber hinaus natürlich auch völlig frei verwendbar (z.B. mit anderen Verstärkern).

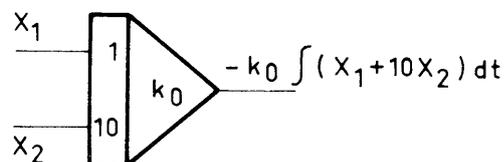
Die als mechanische Kontakte dargestellten Schalter S_1 , S_2 und S_3 sind tatsächlich rein elektronische Schalter mit folgender Wahrheitstabelle:

Steuereingänge		Schalterstellung			Betriebsart
H	ES	S_1	S_2	S_3	
0	0	0	1	1	Halt (HT)
0	1	0	0	0	Anfangsbedingung(AB)
1	0	1	1	1	Dauerrechnen (DR)
1	1	1	0	0	Anfangsbedingung(AB)

Die Buchsen H und ES sind mit der jeweiligen Verstärkernummer versehen, am hinteren Ende eines jeden Integrierers herausgeführt. Unmittelbar darunter befinden sich die Ausgangsbuchsen der durch die Drucktasten AB, DR und HT gesteuerten Sammelschienen (Bezeichnung DR und HT). Jeder Integrierver, dessen ES-Eingang mit der DR-Buchse und H-Eingang mit der HT-Buchse verbunden ist, folgt somit den Drucktastenkommandos.

Die Umschaltung der Zeitkonstanten, also der Integrationskondensatoren erfolgt über die Buchsen X10 und X100 mit folgender Wahrheitstabelle:

X10	X100	Kondensator		k_0
offen	offen	10	μF	1
geerdet	offen	1	μF	10
offen	geerdet	0,1	μF	100
geerdet	geerdet	0,01	μF	1000

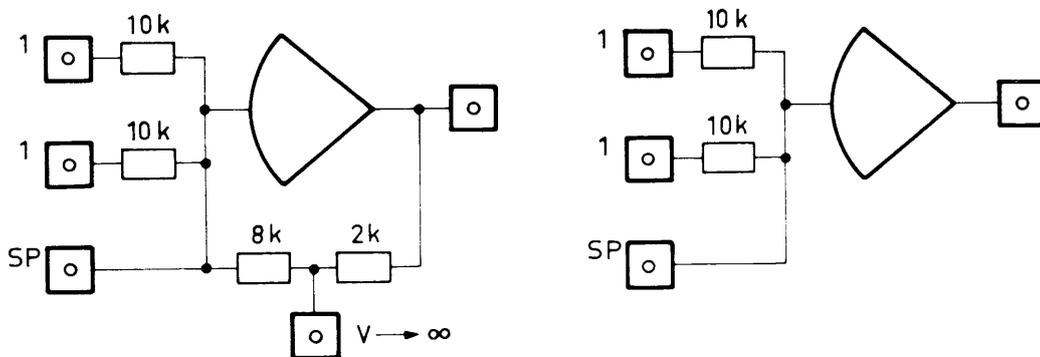


Auch unter der x 10- bzw. x 100-Buchse liegen die Ausgänge der von den Tasten x 10 und RR (repetierend Rechnen) gesteuerten Sammelschienen.

Damit sind die Integrierer in den Betriebsarten einzeln und in den Zeitkonstanten paarweise steuerbar. Eine Ausnahme bilden die Integrierer im mittleren Modul eines Sektors, bei denen zwar auch die Betriebsarten einzeln steuerbar sind, die Zeitkonstantensteuerung jedoch fest verdrahtet bedingungslos über die Tasten RR und x 10 erfolgt, was jedoch zu keiner Einschränkung der Flexibilität führt.

8. Summierer

Es existieren zwei Arten von Summierern:



Summierer auf Platz 1,2,9
und 10 eines Sektors
(stark vereinfachte Schaltung)

Summierer/Inverter auf Platz
5 und 6 eines Sektors
(stark vereinfachte Schaltung)

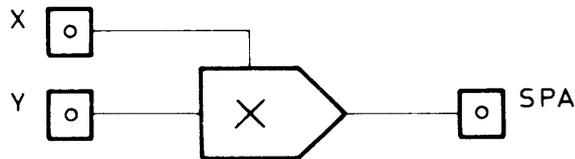
Wie bei den Summierer/Integrierern ist auch bei den Summierern der Summenpunkt SP frei verfügbar. Damit können zusammen mit frei programmierbaren Widerstandsnetzwerken auch Eingänge der Wertigkeit 0,1, 0,5, 5, 2, 10 usw. erzielt werden.

Jeder Summierer kann auch als offener Verstärker betrieben werden. Im ersten Fall dient hierzu die Buchse $V \rightarrow \infty$, die zu diesem Zweck geerdet sein muß.

Die Summierer sind mit $10\text{ k}\Omega$ -Widerständen ausgerüstet, weil einerseits die hochgenauen Multiplizierer einen Ausgangsverstärker mit $10\text{ k}\Omega$ -Rückführung benötigen und ferner die festen Funktionsgeber zu ihrem Betrieb eines mit $10\text{ k}\Omega$ -Widerständen beschalteten Verstärkers bedürfen.

9. Multiplizierer

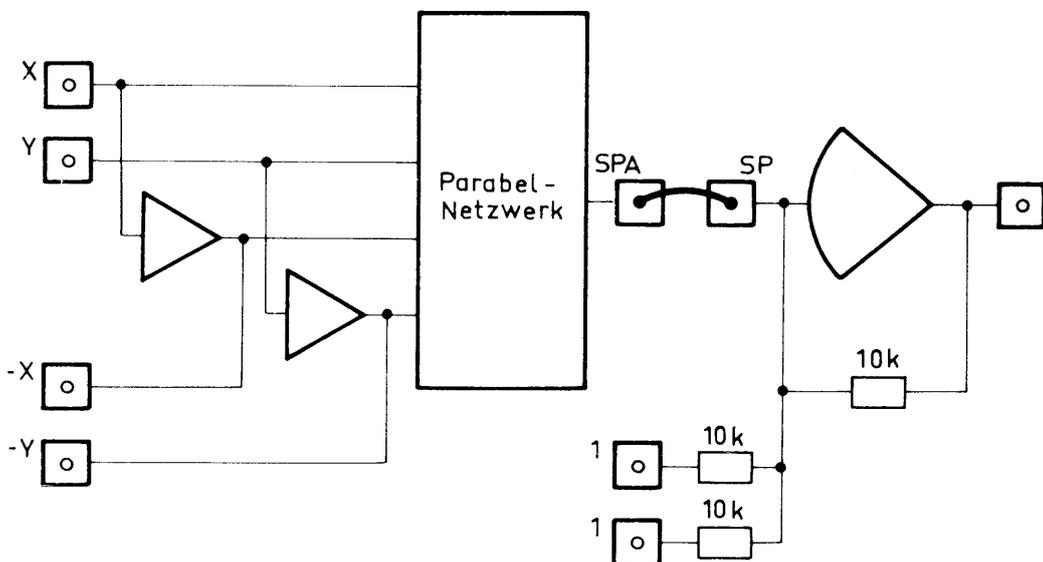
Es existieren zwei Typen von Multiplizierern - der Standard-Multiplizierer und der Parabel-Multiplizierer hoher Genauigkeit.



Steckfeldanschlüsse des Standard-Multiplizierers

Der Standard-Multiplizierer ist mit allen erforderlichen Verstärkern ausgerüstet.

Der Parabel-Multiplizierer ist mit den beiden Eingangsinvertiern ausgerüstet und benötigt zum Betrieb noch einen mit $10\text{ k}\Omega$ rückgeführten Endverstärker.



Über den Endverstärker wird dann auch die Operation

$$x \cdot y + \sum Z_i$$

möglich, wobei $\sum Z_i$, die an den Eingängen des Endverstärkers anliegenden Variablen darstellt.

10. Funktionsgeber

An festeingestellten Funktionsgebern kann unter folgenden ausgewählt werden:

$$y = -x^2 \quad (x > 0)$$

$$y = x^2 \quad (x < 0)$$

$$y = \log x \quad (x > 0)$$

$$y = \log (-x) \quad (x < 0)$$

$$y = \sin x$$

$$y = \cos x$$

Die festeingestellten Funktionsgeber benötigen zu ihrem Betrieb einen mit $10 \text{ k}\Omega$ rückgeführten oder (je nach Betriebsform) einen offenen Verstärker. Jeder Funktionsgeber kann auch zur Darstellung der Umkehrfunktion verwendet werden.

$$y = \sqrt{x}$$

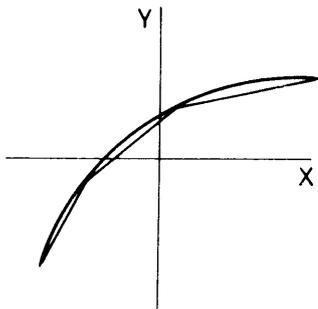
$$y = 10^x$$

$$y = \arcsin x$$

$$y = \arccos x$$

Neben den festeingestellten existieren im Schubfach unterhalb des Bedienfeldes maximal vier einstellbare Funktionsgeber (im folgenden kurz als VDFG = Variabler Dioden-Funktionsgeber bezeichnet) für die Nachbildung von mathematisch nicht geschlossenen darstellbaren Funktionen (wie z.B. Meßkurven u.a.) Jeder VDFG ermöglicht die Approximation

solchen Kurven über einen Polygonzug. Zu diesem Zweck besitzt jeder VDFG zehn einstellbare Stützstellen als Knickpunkte des Polygonzugs. Desweiteren kann die Steigung der einzelnen Symente eingestellt werden.



Eine Änderung der Gesamtverstärker des VDFG durch ein spezielles Potentiometer dehnt die Funktion in y-Richtung.
 $y = f(x) \longrightarrow y = K \cdot f(x)$

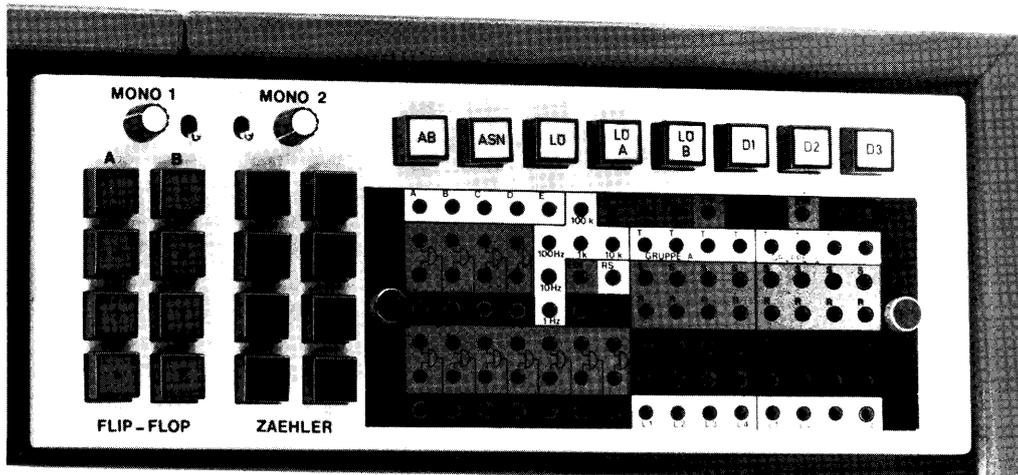
Zur Nachbildung komplizierter Verläufe können zwei VDFG parallelgeschaltet werden, wodurch sich die Anzahl der Stützstellen auf 20 erhöht.

Jeder VDFG ist mit den zu seinem Betrieb erforderlichen Verstärkern ausgerüstet, so daß kein weiterer Verstärker eingesetzt werden muß.

11. Potentiometer

Der DO 240 ist mit bis zu 24 Handpotentiometern ausrüstbar. Jedes Handpotentiometer ist als zehngängiges Drahtpotentiometer mit Skala ausgeführt. Der Schleifer ist durch einen Überstromschutz gegen Zerstörung durch Kurzschluß oder Gegenspannung geschützt. Die Einstellung erfolgt über ein Digitalvoltmeter (falls installiert oder als separates Gerät vorhanden) oder über eine Kompensationsschaltung mit Hilfe des Voltmeters und Referenzpotentiometers im Anzeige- und Bedienteil.

12. Logikzusatz



Frontansicht des Logikzusatzes

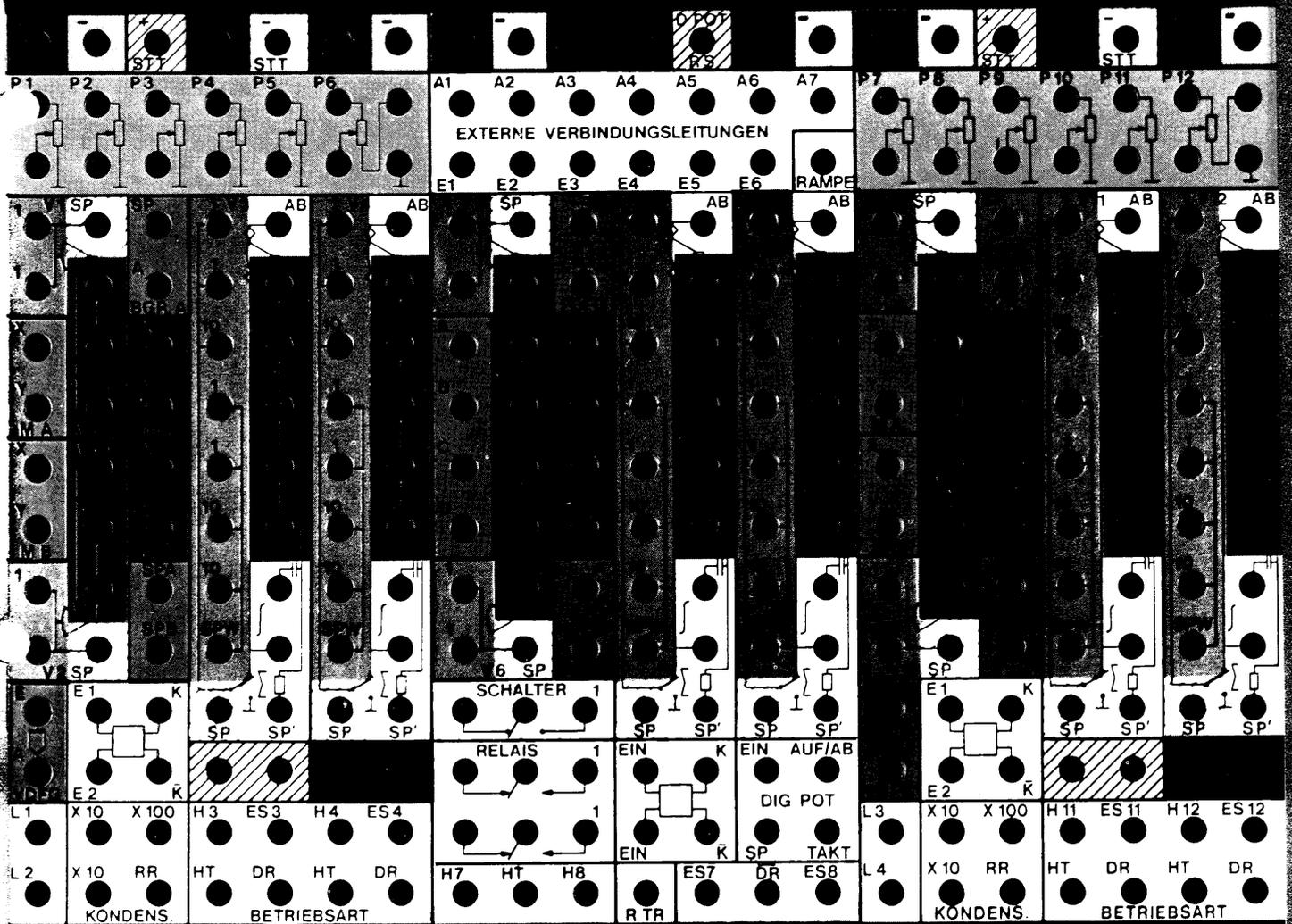
Auf Wunsch wird im DORNIER 240 ein Logikzusatz installiert, dessen Vollausbau weiter vorn definiert ist.

Der Logikzusatz besitzt über die Tasten AB und ASYN eine eigene Betriebsartensteuerung besonderer Art. Mit der Taste ASYN können alle 8 Flipflops zwischen einem synchronen (getakteten) und asynchronen (ungetakteten) Betrieb umgeschaltet werden. Die Takte AB steuert die Betriebsarten "Anfangsbedingung" und "Rechnen". Dabei besteht die Möglichkeit, in der Betriebsart AB über die als Drucktasten ausgeführten Anzeigelampen der Flipflops diese in einen definierten Anfangszustand zu setzen. Dieser Anfangszustand wird immer wieder eingenommen, wenn die Logik in die Betriebsart AB gesteuert wird. Ein erneutes Setzen aller Flipflops vor Beginn eines neuen Rechendurchgangs entfällt somit. Ein Betätigen der Löschtasten löscht einzelne Flip-Flop-Gruppen. Die generelle LÖ-Taste löscht alle Flipflops und Zähler.

Die acht Anzeigelampen des 8 bit-Abwärtszählers sind gleichfalls als Tasten ausgeführt und entsprechend ihrer Wertigkeit beschriftet. Über diese Tasten kann der Zähler vorgesetzt werden.

Auf dem Logik-Programmierbrett existieren fünf Steuerleitungen für eine Betriebsartensteuerung des Analogteils durch die Logik. Gleichfalls kann über zwei dieser Steuerleitungen die Betriebsartensteuerung der Logik vorgenommen werden.

Anstelle des Digitalvoltmeters kann ein komfortabler digitaler Taktgeber installiert werden, dessen Ausgangssignale sowohl die Steuerung der Betriebsarten AB, DR und HT des Analogteils übernehmen und auch separat am Logik-Programmierbrett zur Verfügung stehen. Die Dauer der einzelnen Signale AB, DR und HT (und damit die Zeit, während der der Rechner in diesen Betriebsarten verbleibt) ist mit den Rändelrädern im Bereich zwischen 1 μ s und 99 s einstellbar. Der Taktgeber ist nach Abschaltung des internen 1 MHz-Takts auch als dreifacher dekadisch einstellbarer Zähler verwendbar. In jeder Betriebsart wird über die Leuchtröhrenanzeige der momentane Zählerstand des gerade laufenden Zählers angezeigt.





DORNIER

Dornier Aviation GmbH

Postfach 10 15 50

7050 Heidenheim

Telefon (07141) 14-1

Telex 2 101 200

