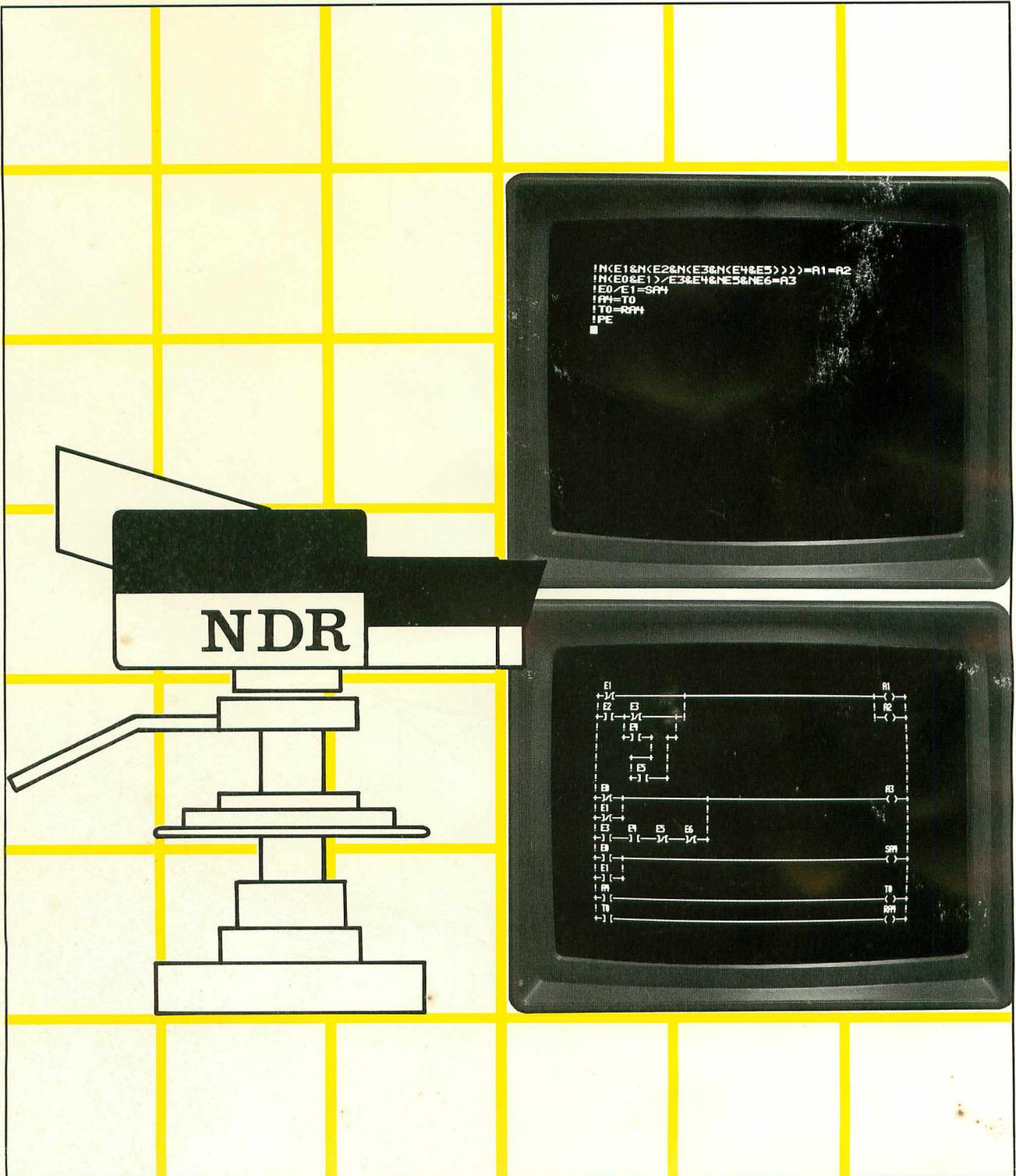
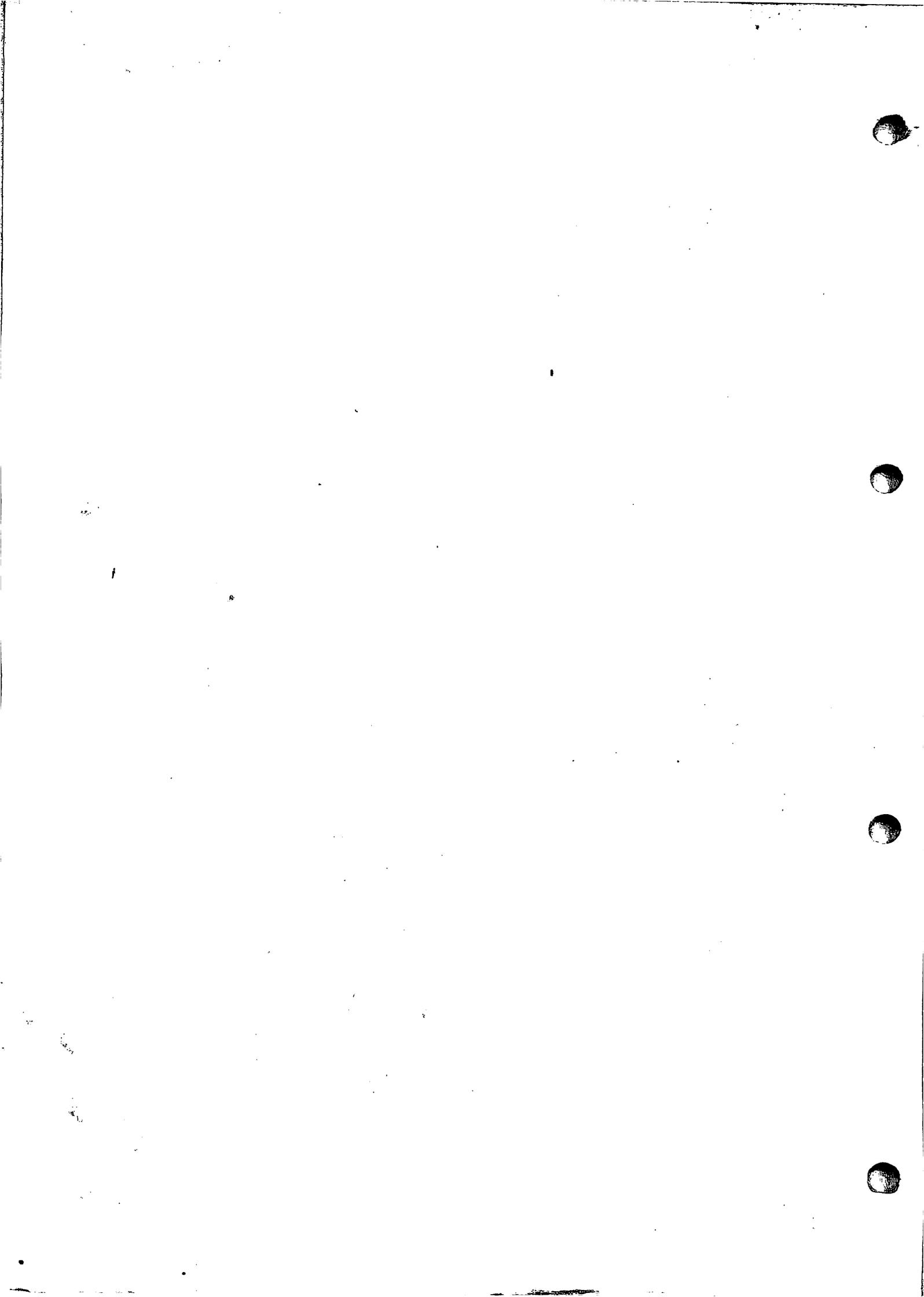


# Mikroelektronik SPS-Programmierung mit dem NDR-Computer

1



Christiani



Verfasser: Prof. Dipl.-Ing. Heinz Mann · Herausgeber: R. Christiani

---

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>A</b>	<b>Elektronische Steuerungstechnik</b>
	Steuern und Steuerungen . . . . . 5
	Steuerungskonzepte . . . . . 8
	Steuerungsstrukturen . . . . . 33
	Informationsdarstellung . . . . . 33
	Signal . . . . . 33
	Analoge Signalform . . . . . 34
	Binäre Signalform . . . . . 34
	Darstellung binärer Signalzustände . . . . . 35
	Digitale Informationsdarstellung . . . . . 36
	Signalverarbeitung . . . . . 37
	Verknüpfungssteuerung . . . . . 37
	Ablaufsteuerung . . . . . 38
	Prozeßgeführte Ablaufsteuerung . . . . . 38
	Zeitgeführte Ablaufsteuerung . . . . . 38
<b>B</b>	<b>Grundlagen der Digitaltechnik</b>
	Logische Grundfunktionen . . . . . 41
	Beschreibung logischer Verknüpfungen . . . . . 42
	Grundfunktionen UND, ODER und NICHT . . . . . 43
	Standardfunktionen NAND und NOR . . . . . 47
<b>D</b>	<b>NDR-Computer als SPS</b>
	Blockschaltung des NDR-Computers als SPS . . . . . 13
	Grundsätzliche Funktion des NDR-Computers als SPS . . . . . 14
	Busstruktur . . . . . 16
	Tastatur und Tastaturanschluß . . . . . 16
	Datensichtgerät (Monitor) mit Anschlußbaugruppe . . . . . 17
	Ein-/Ausgabebaugruppe und Experimentier- Ein-/Ausgabe . . . . . 18
	Stromversorgung . . . . . 19



<b>D</b>	<b>NDR-Computer als SPS (Fortsetzung)</b>	<b>Seite</b>
	Anschluß der Geräte an den NDR-Computer . . . . .	19
	Betrieb des NDR-Computers als SPS . . . . .	20
	Tastatur . . . . .	20
	Zeichen für Anweisungen und Steuerbefehle . . . . .	21
	Befehle zur Cursorsteuerung . . . . .	22
	Inbetriebnahme des Systems . . . . .	23
	Spielstunde mit dem NDR-Computer . . . . .	25

<b>E</b>	<b>Programmierung</b>	
	Programmierung der logischen Grundverknüpfungen . .	51
	Programmierung der UND-Verknüpfung . . . . .	51
	Programmierung der ODER-Verknüpfung . . . . .	57
	Programmierung der Signalumkehr (NICHT-Funktion) . . . . .	60
	Programmierung der Standardverknüpfungen NAND und NOR . . . . .	61
	Merker . . . . .	61
	Programmierung der NAND-Verknüpfung . . . . .	64
	Programm mit Merker . . . . .	64
	Programmierung der NOR-Verknüpfung . . . . .	66

<b>F</b>	<b>Aufgabenlösungen und Prüfungsaufgaben</b>	
	Was ist beim Anfertigen und Einsenden der Lösungen der Prüfungsaufgaben zu beachten? . . . . .	67
	Lösungen der im Text gestellten Aufgaben . . . . .	69
	Prüfungsaufgaben . . . . .	75

<b>G</b>	<b>Tafeln</b> . . . . .	77
----------	-------------------------	----

## Einleitung

Wir freuen uns, Ihnen einen Christiani Lehrgang vorlegen zu können, der Ihnen den Einstieg in ein wichtiges Gebiet der neuzeitlichen elektronischen Steuerungstechnik ermöglichen soll. Der Lehrgang wird Sie speziell mit der Arbeitsweise und Programmierung speicherprogrammierter Steuerungen vertraut machen. Der Einsatz des NDR-Computers als speicherprogrammierbare Steuerung ermöglicht Ihnen den Einstieg in das Fachgebiet nicht nur theoretisch, sondern die Programme führen Sie auch experimentell durch. Dazu haben wir – Autor und Lehrinstitut – den umfangreichen, vielschichtigen Stoff bei aller gebotenen Gründlichkeit leicht faßlich, interessant und anschaulich aufbereitet.

Es gibt heute kaum ein Arbeitsfeld in der industriellen Produktion, wo speicherprogrammierbare Steuerungen nicht im beträchtlichen Umfang zur Lenkung und Automatisierung von Prozessen eingesetzt werden, z. B. in der Antriebstechnik, in der Fertigung, in der Handhabungstechnik, in der Montage und in der Prüftechnik.

### Wie ist der Lehrgang aufgebaut und an wen wendet er sich?

Der Schwerpunkt dieses Lehrgangs liegt in der „Einführung in die Programmierung speicherprogrammierter Steuerungen“ (Abkürzung: SPS). Die Programmierung und damit auch die Programme sind zugeschnitten auf den NDR-Computer. Das modulare Konzept dieses Mikrocomputer-Systems macht es möglich, das System für unterschiedliche Aufgaben einzusetzen. Durch Austausch von EPROM-Bausteinen (was das ist, erfahren Sie im Laufe des Lehrgangs) ist das NDR-System auf verschiedene Funktionen umrüstbar. Wir setzen voraus, daß Sie die für diesen Lehrgang notwendigen Hardware-Komponenten des NDR-Computers besitzen. Alle Anwendungen und Beschreibungen beziehen sich auf diese Ausbaustufe des Systems.

Im Lehrgang finden Sie aber auch alle erforderlichen Randgebiete behandelt. Wir halten uns nicht an das Schema: „Drücke Taste A, dann Taste X,...“ usw. Sie sollen selbst entscheiden, welche Taste zu drücken ist, warum diese und keine andere. Natürlich werden Sie erst etwa am Ende des 3. Lehrbriefs soweit sein. Am Anfang geben wir Ihnen „Anweisungen“, was zu tun ist, damit Sie möglichst schnell mit Ihrem SPS-System arbeiten können.

Einleitend erhalten Sie noch einige Informationen aus dem Gebiet der **Steuerungstechnik**. Diese betreffen vor allem die **Steuerungsstrukturen**, also den strukturellen Aufbau von elektronischen Steuerungen. Wir betrachten und programmieren **binäre Steuerungen**. Binäre Steuerungssignale haben die beiden Zustände „vorhanden“ oder „nicht vorhanden“. Signale dieser Art können nach Regeln miteinander verknüpft werden, die aus der **Digitaltechnik** stammen. Aufgaben der logischen Verknüpfungen wurden bislang überwiegend mit fest-

verdrahteten Baugruppen gelöst, die mit integrierten Halbleiterschaltungen und anderen diskreten Bauelementen aufgebaut wurden. Wir werden die Verknüpfungen programmieren. Die zur Programmentwicklung erforderlichen Grundkenntnisse der Digitaltechnik werden wir Ihnen im Laufe des Lehrgangs vermitteln.

Unabhängig von der Lösung – verbindungsprogrammierte Steuerung (Abkürzung: VPS) oder speicherprogrammierte Steuerung (Abkürzung: SPS) – muß eine Steuerungsaufgabe exakt und verständlich formuliert werden. Nur dann ist anschließend eine Programmierung oder Schaltungsentwicklung möglich. Die wichtigsten Beschreibungsmethoden lernen Sie kennen und anwenden. Die Umsetzung der gestellten Aufgabe in ein Programm erfolgt in einer Programmiersprache, die unser NDR-Computer versteht. Natürlich erläutern wir Ihnen auch die Aufgabe und Funktion der verschiedenen Baugruppen des Gesamtsystems, soweit es zum Verständnis des Lehrstoffes notwendig ist.

**Programme** werden Sie in ausreichender Zahl vorfinden, einmal in Form von Demonstrationsprogrammen, zum anderen in Form von Übungsprogrammen. Die Programme der Übungsaufgaben müssen Sie selbst aufstellen – dazu geben wir Ihnen Lösungsvorschläge. Lösen Sie bitte jede Aufgabe. Nach dem Durcharbeiten des Lehrgangs haben Sie dann eine sehr gute Grundlage für die Programmierung industrieller SPS. Selbstverständlich werden mit industrieller SPS umfangreichere Programme erstellt. Mit ihren Grundkenntnissen werden Sie sich aber auch dort sehr schnell einarbeiten. Sie können aber auch Ihre NDR-SPS in der Firma oder für Ihr Hobby einsetzen. Sicherlich wird Ihnen das eine oder andere Lehrprogramm Anregungen geben.

**Ziel des Lehrgangs** ist es, Sie nach der Erarbeitung der Grundlagen mit der Arbeitsweise und der Programmierung der SPS vertraut zu machen. Der Stoff wird ausschließlich praxisorientiert behandelt, theoretische Berechnungs- und Entwurfsmethoden sind den Anwendungen angepaßt.

**Schwerpunkt des Lehrstoffes** ist die Analyse und Synthese von Schaltungen, die Darstellung von Funktionsplänen, die schrittweise Erarbeitung von Programmen, Programmierung von Schaltnetzen, Schaltwerken und einfachen Steuerungsabläufen.

Alle Programmierbeispiele sind auf den NDR-Computer als SPS bezogen. Er enthält den für den Lehrgang notwendigen Befehlsvorrat. Der Einstieg in die Programmierung der SPS erfolgt deshalb besonders leicht und anschaulich. Alle im Lehrgang entwickelten Programme sind auf einer kommerziellen SPS-Anlage lauffähig. Der Lehrgang ist nicht nur für **Elektroniker oder Steuerungstechniker** geschrieben. Er wendet sich an alle **Fachleute**, die sich mit der elektronischen Steuerungstechnik und speziell mit den speicherprogrammierten Steuerungen beschäftigen müssen, z. B. Elektriker, Elektroniker, Elektromeister, Betriebstechniker, Betriebsingenieure, Arbeitsvorbereiter oder Fertigungsplaner.

Obwohl es auf dem Gebiet der speicherprogrammierten Steuerungen eine Vielzahl von Systemen und Programmiersprachen gibt, lassen sich die im Lehrgang erworbenen Kenntnisse leicht auf die Steuerungsgeräte anderer Hersteller beziehen.

Der Lehrgang besteht aus vier Lehrbriefen, einer Tonbandkassette zur Lehrgangseinführung, einem Sammelordner mit Register und, falls noch nicht vorhanden, der erforderlichen Hardware, also dem NDR-Computer in der Ausbaustufe als SPS.

Der erste Lehrbrief liegt nun vor Ihnen. Sicher haben Sie ihn schon, wenn auch flüchtig, durchgeblättert. Über seine „innere Gliederung“ wollen wir Ihnen einige Hinweise geben. Sicher ist Ihnen schon aufgefallen, daß jede Seite zwei Seitenzahlen trägt. Am oberen Rand steht z. B.: 1/14, das bedeutet Lehrbrief 1, Seite 14. Außen am Rand einer Seite steht eine schwarze **Griffmarke**, z. B.: A12. Der Großbuchstabe bezeichnet ein Fachgebiet, die Zahl gibt die Seitenzahl innerhalb dieses Fachgebiets an.

Die Abbildungen, Tabellen, Formeln, Beispiele, Aufgaben und Bilder sind immer nach der Seite bezeichnet, auf der sie stehen, also z. B.: „Bild B 3.1“. Ein zweites Bild auf der Seite B 3 trägt die Bezeichnung „Bild B 3.2“. Aufgabe C18.1 ist z. B. die erste Aufgabe auf Seite 18 des Fachgebiets C.

Später, wenn Sie die Lehrbriefe als **Nachschlagewerk** benutzen wollen, sollten Sie die Blätter ohne Rücksicht auf die oben stehende Seitenzahl nach Fachgebieten in einem Ordner ablegen. Die Blätter lassen sich wie bei einem Briefblock aus dem Lehrbrief abtrennen. Der gesamte Lehrstoff, den Sie am Ende des Lehrgangs vorliegen haben, umfaßt folgende Fachgebiete:

- A Elektronische Steuerungstechnik
- B Grundlagen der Digitaltechnik
- C Methoden zur Beschreibung von Steuerungsaufgaben
- D NDR-Computer als SPS
- E Programmierung
- F Aufgabenlösungen und Prüfungsaufgaben
- G Tafeln

Unter der Griffmarke F finden Sie die Lösungsvorschläge der Übungsaufgaben. Wichtige Informationen, wie z. B. die Zusammenstellung der Anweisungen und der Kommandos, finden Sie als Arbeitstafeln unter der Griffmarke G.

### Wie wird mit dem Lehrgang erfolgreich gearbeitet?

Aufgrund unserer langjährigen Erfahrungen auf dem Gebiet der Erwachsenenbildung verbürgen wir uns dafür, daß die Ziele dieses Lehrgangs für Sie erreichbar sind. Nur eines können wir nicht: Ihnen das konsequente Durcharbeiten des Lehrstoffes ersparen.

Den optimalen Nutzen haben Sie nur, wenn Sie den Lehrstoff restlos verstehen und selbstständig wieder reproduzieren und anwenden können. Damit Sie dieses ohne übermäßige Anstrengung erreichen, sollten Sie die folgenden Hinweise zum Arbeiten mit dem Lehrgang beachten.

### **Gehen Sie ausgeruht und entspannt ans Werk.**

Ein überanstrengter Geist kann nichts Anspruchsvolles mehr leisten. Im Gegenteil: Durch weitere Anstrengung wird er noch mehr überlastet und kann dann die normalen Tagesaufgaben ebenfalls nur noch durch Mobilisierung weiterer Kräfte erfüllen, was zur noch größeren Belastung führt... Ein Teufelskreis!

Falls Sie sich gerade in diesem Kreis befinden, legen Sie den Lehrgang erst einmal zur Seite. Nehmen Sie ein Blatt Papier und stellen Sie eine sogenannte **Prioritätenliste** auf, geordnet nach Wichtigkeit Ihrer Vorhaben.

Schreiben Sie jeweils den geschätzten Zeitaufwand dazu. Für den Lehrgang „SPS-Programmierung mit dem NDR-Computer“ setzen Sie ca. 200 Stunden ein. Das entspricht etwa 1 bis 2 Monaten bei ganztägigem Arbeitseinsatz oder 4 Monaten, wenn Sie täglich nur etwa 2 Stunden oder die Wochenenden opfern können.

### **Richten Sie sich einen ungestörten Arbeitsplatz ein.**

Richten Sie sich einen Arbeitsplatz her, an dem Sie sich ganz auf Ihr Vorhaben konzentrieren können und an dem Sie sich wohlfühlen. Sehr von Vorteil ist ein Arbeitsplatz, an dem Sie Ihre SPS-Anlage auch ohne Aufsicht stehen lassen können. Das ist bei größeren Familien nicht immer ganz einfach! Wenn Sie (unter anderem) Familienvater sind, können Sie z. B. die ruhigen Stunden am Samstag- und Sonntagmorgen nutzen, solange sich die anderen Familienmitglieder noch nicht so recht aktiviert haben. In diesem Fall gibt es gute Gründe, die Zubereitung des Wochenendfrühstücks auf andere Familienmitglieder zu delegieren!

### **Übergehen Sie keinen unverstandenen Punkt.**

Vorkenntnisse in Mikroelektronik und Digitaltechnik werden nicht vorausgesetzt. Schwerpunkt wird die Programmierung mit dem „NDR-Computer“ sein.

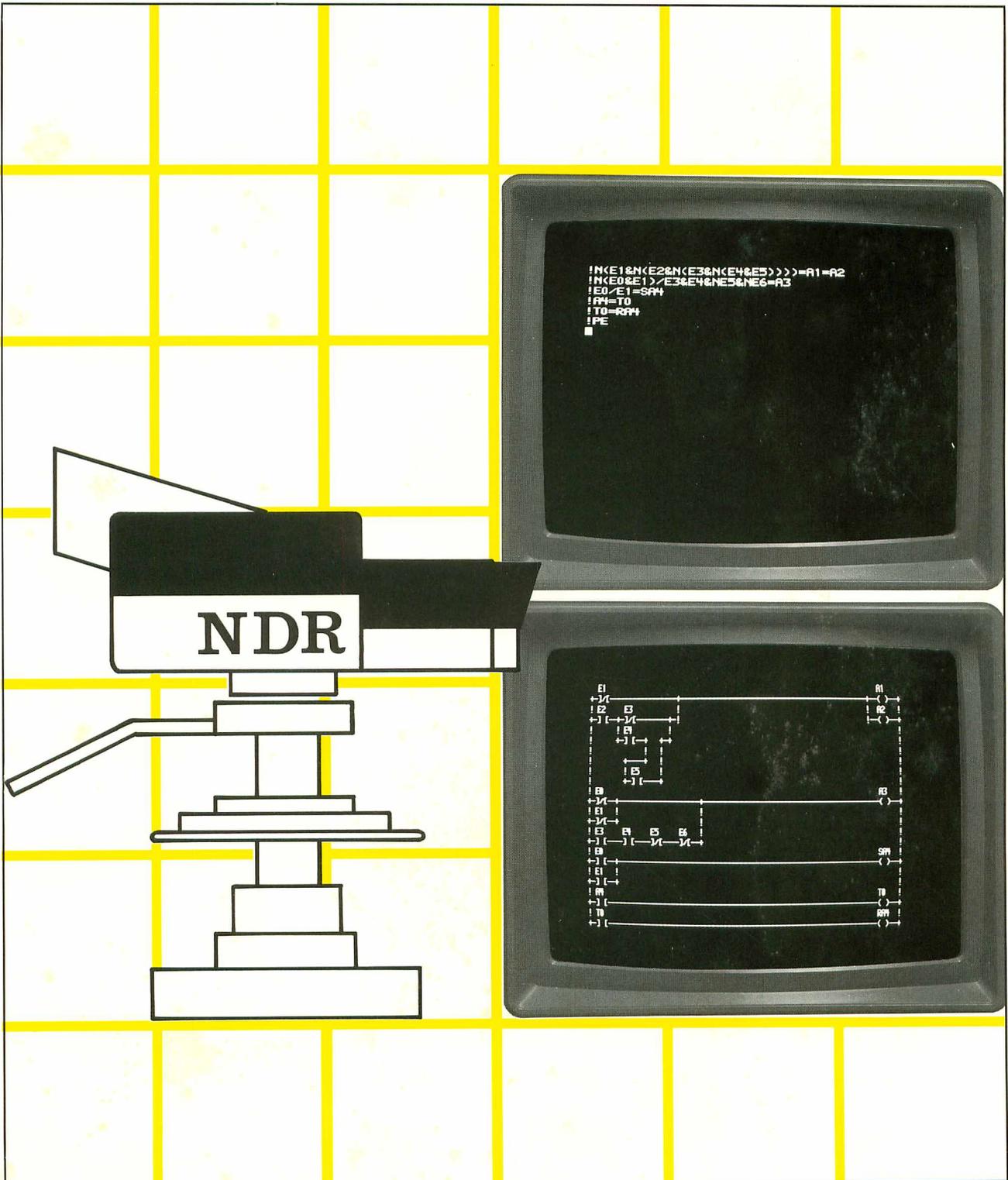
Wenn sich aber beim fortschreitenden Bearbeiten des Lehrstoffes doch einmal ein unbehagliches Gefühl des Nicht-verstehen-könnens oder eine ansteigende Verwirrung einstellt, gehen Sie im Text zurück bis an die Stelle, an der noch alles klar war. Arbeiten Sie sich ein zweites mal langsam vor, bis der berühmte Groschen fällt.

Falls dann immer noch ein Punkt unklar bleibt, notieren Sie ihn mit der Angabe der „Fundstelle“ (Seite, Absatz, Zeile, Stichwort) auf einem besonderen Blatt mit der Aufschrift „Klären!!“. Sammeln Sie solche Blätter und gehen Sie die Notizen im Laufe des Lehrgangs öfter durch, wobei die Punkte gestrichen werden, die inzwischen klar geworden sind. Wenn trotz allem noch Fragen offen bleiben, dann wenden Sie sich an uns. Wir betreuen Sie während des Fernstudiums und helfen Ihnen nach Möglichkeit weiter.

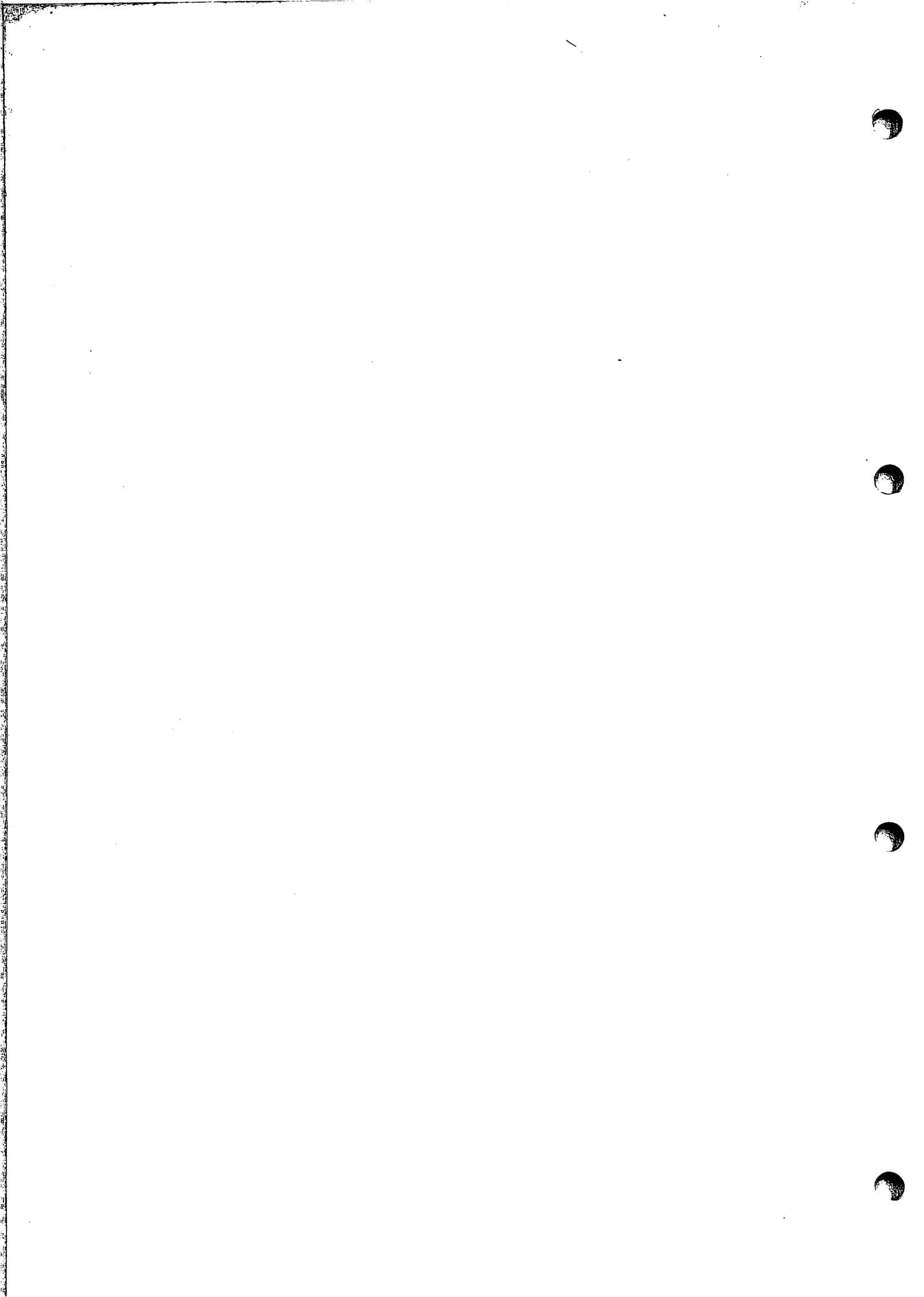
Und nun wünschen wir Ihnen viel Spaß beim Durcharbeiten des Lehrgangs „SPS-Programmierung mit dem NDR-Computer“.

# Mikroelektronik SPS-Programmierung mit dem NDR-Computer

2



Christiani



# SPS-Programmierung mit dem NDR-Computer

2

Verfasser: Prof. Dipl.-Ing. Heinz Mann Herausgeber: R. Christiani

---

## Inhaltsverzeichnis

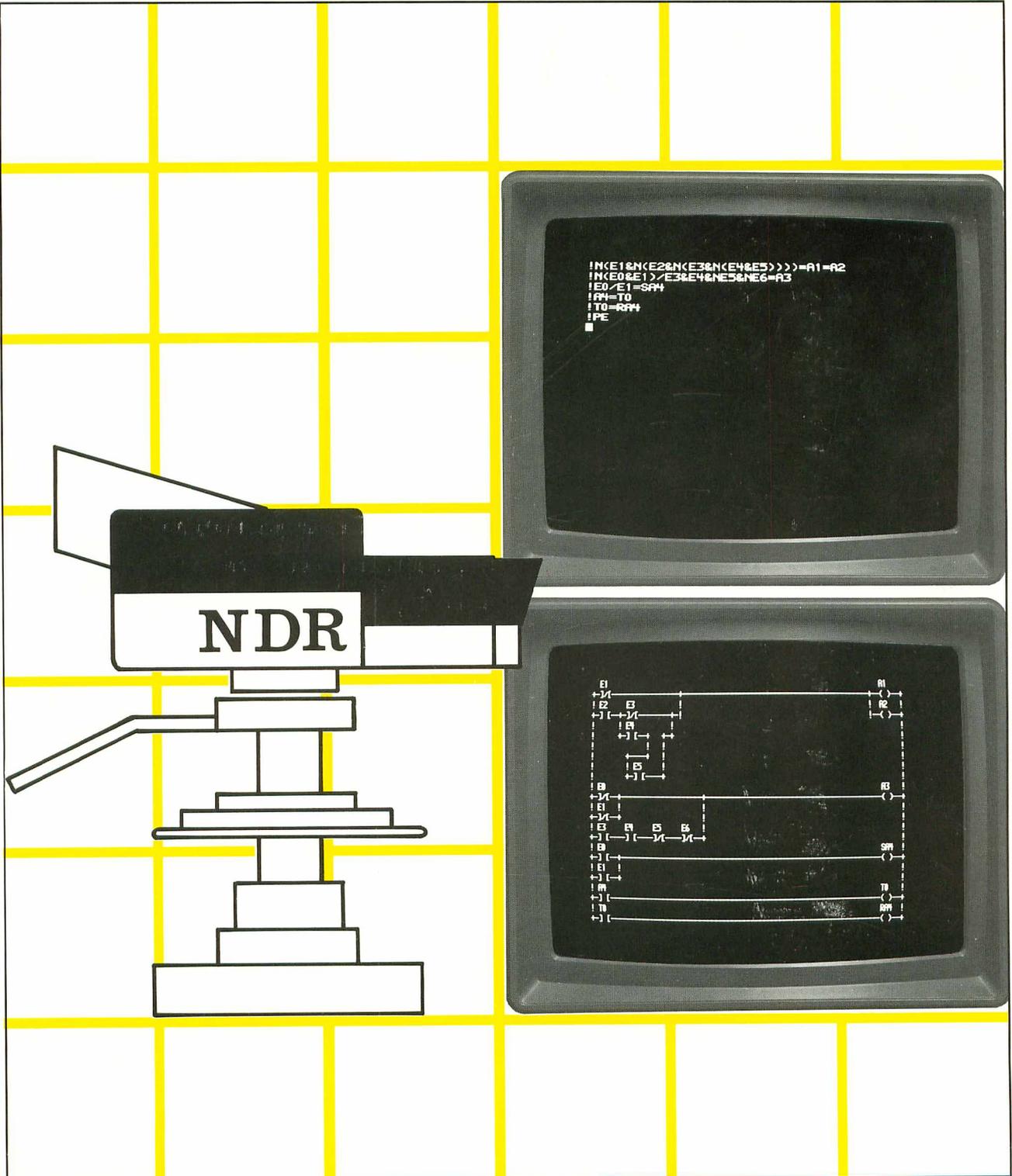
	Seite
<b>A</b>	
<b>Elektronische Steuerungstechnik</b>	
Programmierung der speicherprogrammierbaren Steuerungen . . . . .	9
Programmdarstellung . . . . .	10
Programm als Kontaktplan . . . . .	11
Programm als mathematische Funktion . . . . .	11
Programm als Anweisungsliste . . . . .	12
Programm als Funktionsplan . . . . .	12
<b>B</b>	
<b>Grundlagen der Digitaltechnik</b>	
Analyse und Synthese logischer Schaltnetze . . . . .	1
Analyse logischer Schaltnetze . . . . .	1
Grundgesetze der Schaltalgebra . . . . .	25
Postulate der Schaltalgebra . . . . .	25
Theoreme der Schaltalgebra . . . . .	25
Theoreme der UND-Verknüpfung . . . . .	26
Theoreme der ODER-Verknüpfung . . . . .	27
Synthese logischer Schaltnetze . . . . .	28
Entwurf eines Programms nach verbaler Aufgabenstellung . . . . .	28
Anwendung der Schaltalgebra zur Minimierung von Schaltfunktionen . . . . .	32
Auflösung von Klammern . . . . .	32
Vereinfachung von Schaltfunktionen . . . . .	34
Vereinfachung von Schaltfunktionen durch Ausklammern . . . . .	36
Speicherglieder . . . . .	51
Kippschaltungen . . . . .	52
Astabile Kippschaltung . . . . .	52
Monostabile Kippschaltung . . . . .	53
Bistabile Kippschaltung . . . . .	53
Statisches RS-Speicherglied . . . . .	54
Statische und dynamische RS-Speicherglieder mit Taktsteuerung . . . . .	59
RS-Master-Slave-FF . . . . .	61



<b>D</b>	<b>NDR-Computer als SPS</b>	
	Programmierverfahren für den NDR-Computer als SPS . . . . .	15
	Speicherfunktionen . . . . .	63
	Selbsthalteschaltung als Speicherfunktion . . . . .	64
	RS-Speicherfunktion . . . . .	66
	RS-Speicherfunktion mit Setz- oder Rücksetzdominanz . . . . .	66
	RS-Speicherfunktion mit Rücksetzdominanz . . . . .	68
	Merker mit speicherndem Verhalten . . . . .	71
<b>E</b>	<b>Programmierung</b>	
	Programmierung einfacher Schaltnetze . . . . .	17
	UND- vor ODER-Verknüpfung . . . . .	18
	ODER- vor UND-Verknüpfung . . . . .	20
	Überwachungsschaltung . . . . .	22
	Programmierung von Schaltnetzen . . . . .	41
	Programmierung einfacher Schaltwerke . . . . .	73
<b>F</b>	<b>Aufgabenlösungen und Prüfungsaufgaben</b>	
	Lösungen der im Text gestellten Aufgaben . . . . .	83
	Prüfungsaufgaben . . . . .	93
<b>G</b>	<b>Tafeln . . . . .</b>	99

# Mikroelektronik SPS-Programmierung mit dem NDR-Computer

3



Christiani

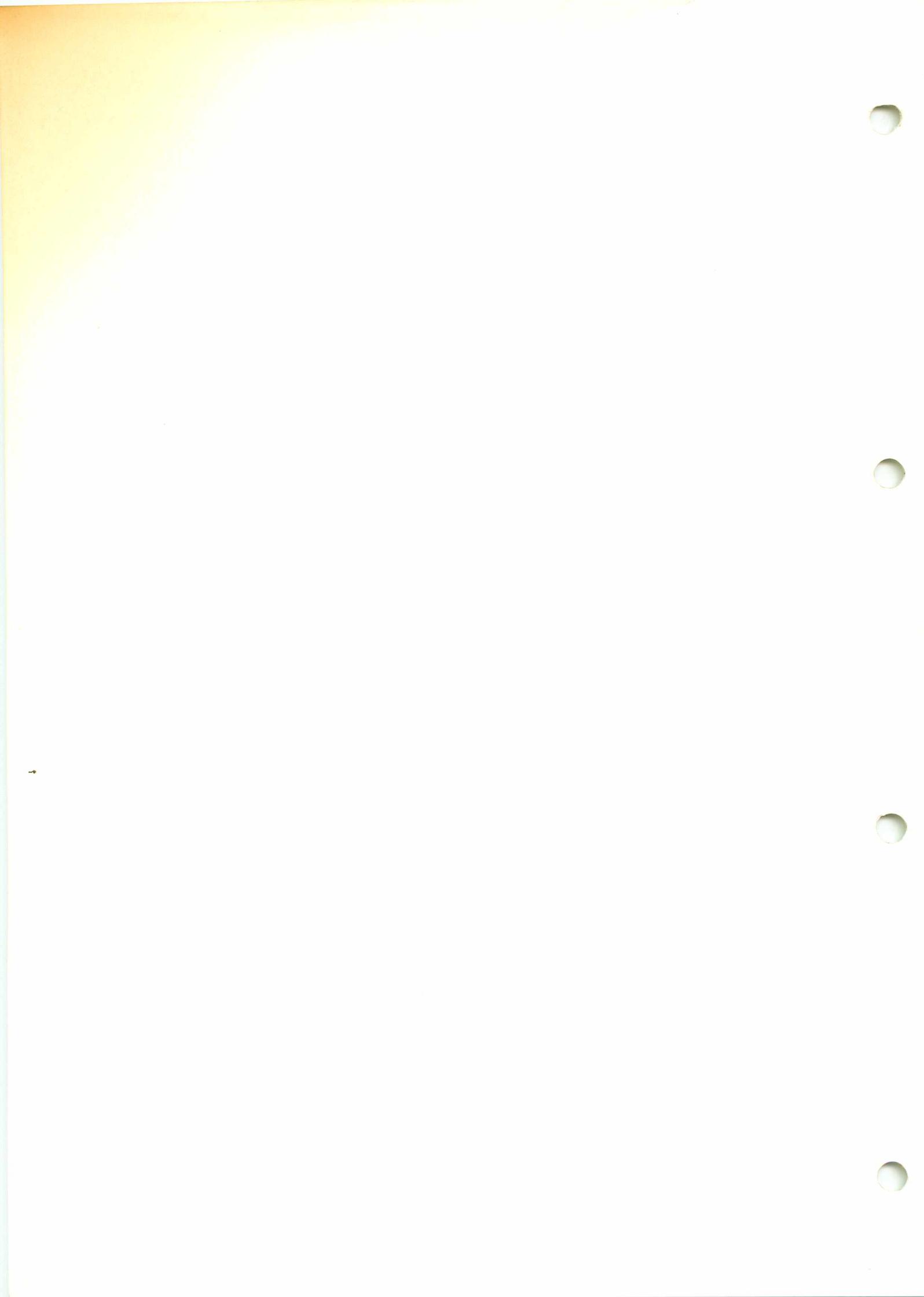


## Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>B</b> Grundlagen der Digitaltechnik	
Theoreme von de Morgan . . . . .	57
Erstes de Morgansches Theorem . . . . .	57
Kontaktplan der NAND-Verknüpfung . . . . .	58
Zweites de Morgansches Theorem . . . . .	59
Kontaktplan der NOR-Verknüpfung . . . . .	59
Funktionsplan der NOR-Verknüpfung . . . . .	60
Analyse und Programmierung von Schaltnetzen mit NAND- und NOR-Verknüpfungen . . . . .	61
Analyse eines Schaltnetzes mit NOR-Verknüpfungen . . . . .	61
Programmierung einer Vergleicherschaltung . . . . .	63
Schaltungsumformung mit Hilfe der de Morganschen Theoreme . . . . .	64
Programmierung von Schaltnetzen:	
Halbaddierer . . . . .	66
Schwellenwertschaltung . . . . .	67
Elektronische Schalter:	
Informationsweiche . . . . .	68
Drehschalter . . . . .	70
Zahlensysteme . . . . .	79
Dualsystem . . . . .	79
Arithmetik im Dualsystem . . . . .	80
Regeln für die Addition von Dualzahlen . . . . .	80
Halbaddierer . . . . .	82
Volladdierer . . . . .	83
Regeln für die Subtraktion von Dualzahlen . . . . .	84
Halbsubtrahierer . . . . .	85
Vollsubtrahierer . . . . .	86
<b>C</b> Methoden zur Beschreibung von Steuerungsaufgaben	
Verbale Beschreibung . . . . .	1
Steuerung einer Bunkertür . . . . .	1
Technologieschema . . . . .	3
Stromlaufplan . . . . .	4
Kontaktplan . . . . .	5
Schaltfunktion . . . . .	5
Programmablaufplan . . . . .	5
Programmablaufplan der Türsteuerung . . . . .	7
Programmablaufplan einer Füllstandssteuerung . . . . .	9
Funktionsplan . . . . .	21

<b>D</b>	<b>NDR-Computer als SPS</b>	
	Verzögerungsfunktion . . . . .	11
	Kontaktplan und Programm einer Zeitfunktion . . . . .	12
	Zeitfunktion der SPS des NDR-Computers . . . . .	12
	Taktgenerator mit zwei Zeitfunktionen . . . . .	17
<b>E</b>	<b>Programmierung</b>	
	Anwendung des Funktionsplans als Hilfsmittel zur Programmerstellung . . . . .	33
	Anwendung von Zeitfunktionen . . . . .	33
	Programmierung:	
	Monostabile Kippschaltung . . . . .	33
	Ausschaltverzögerung . . . . .	35
	Programme allgemeiner Steuer- und Über- wachungsschaltungen . . . . .	35
	Programm zur Anzeige des Schaltzustands von zwei Lüftern . . . . .	35
	Programmierung:	
	Auswahlschaltung . . . . .	40
	Zwei-Bit-Komparator . . . . .	40
	Steuerung eines chemischen Reaktors . . . . .	42
	Programmierung einfacher Schaltwerke . . . . .	47
	Programm zur Verriegelung von drei Speicherfunktionen, Auswahlschaltung 1 aus 3 . . . . .	47
	Programm zur Verriegelung von drei Speicherfunktionen, Auswahlschaltung 2 aus 3 . . . . .	49
	Automatische Steuerung des Füllvorgangs eines Flüssigkeitsbehälters mit einem Magnetventil . . . . .	49
	Automatische Steuerung des Füllvorgangs eines Flüssigkeitsbehälters mit einer Pumpe . . . . .	53
	Programmierung von Sonderfunktionen . . . . .	73
	Binäruntersetzer . . . . .	73
	Programmierung eines Taktgenerators mit anschließendem Binäruntersetzer . . . . .	75
	Flankenbewertung . . . . .	75
	Flankenmerker zur Auswertung einer steigenden Flanke . . . . .	76
	D-Speicherfunktion . . . . .	76
<b>F</b>	<b>Aufgabenlösungen und Prüfungsaufgaben</b>	
	Lösungen der im Text gestellten Aufgaben . . . . .	87
	Prüfungsaufgaben . . . . .	105
<b>G</b>	<b>Tafeln . . . . .</b>	111





# SPS-Programmierung mit dem NDR-Computer

4

Verfasser: Prof. Dipl.-Ing. Heinz Mann · Herausgeber: R. Christiani

---

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>A</b>	<b>Elektronische Steuerungstechnik</b>
	Ablaufsteuerung . . . . . 23
	Vereinfachter FUP für die Ablaufsteuerung . . . . . 28
	Zeitabhängige Ablaufsteuerung . . . . . 31
	Ablaufsteuerung mit Betriebsartenteil und Ablaufkette mit Makrobefehlen . . . . . 63
<b>B</b>	<b>Grundlagen der Digitaltechnik</b>
	Codierung . . . . . 1
	Binärcodes für Dezimalzahlen . . . . . 2
	Additive Codes . . . . . 2
	Minimalcodes und Maximalcodes . . . . . 3
	Einschrittige Codes . . . . . 3
	Fehlererkennungs-Codes . . . . . 3
	Alphanumerische Codes . . . . . 4
	Codeumsetzer . . . . . 4
	Codierer zur Umsetzung der Dezimalziffern in den Exzeß-3-Code . . . . . 6
	Umcodierer . . . . . 7
	Pseudotetradenkontrolle . . . . . 10
	Programm zur Fehlererkennung im Minimal- code mittels Parity-Check . . . . . 13
	Decoder . . . . . 15
	Zählfunktionen . . . . . 35
	Zählschaltungen . . . . . 37
	Asynchroner Vorwärtzähler für den Dualcode . . . . . 37
	Synchrone Vorwärtzähldekade für den BCD-Code . . . . . 39
<b>C</b>	<b>Methoden zur Beschreibung von Steuerungsaufgaben</b>
	Funktionsplan mit Makrosymbolen . . . . . 59
	Makrosymbol des NS-Befehls . . . . . 61
	Makrosymbol des S-Befehls . . . . . 61



<b>D</b>	NDR-Computer als SPS	
	Externe Speicherverfahren . . . . .	19
	Kassettenaufzeichnung . . . . .	19
	Kassetteninterface CAS . . . . .	21
<b>E</b>	Programmierung	
	Programmierung von Zählfunktionen . . . . .	43
	Dualzähler . . . . .	43
	Steuerung einer Ampelanlage . . . . .	46
	Dualzähler mit Flankenbewertung . . . . .	54
	Rücksetzen des 4-Bit-Dualzählers auf den Anfangswert . . . . .	56
	Zähldekade im BCD-Code, BCD-Korrektur . . . . .	56
	Programmier-Praxis . . . . .	71
	Transportbandsteuerung als Verknüpfungs- steuerung . . . . .	71
	Erweiterung der Anweisungen für Zeitfunktionen . . . . .	74
	Programme mit Zeitfunktionen	
	Signalfolge . . . . .	74
	Lauflicht . . . . .	75
	<b>F</b>	Aufgabenlösungen und Prüfungsaufgaben
Lösungen der im Text gestellten Aufgaben . . . . .		77
Prüfungsaufgaben . . . . .		88
<b>G</b>	Tafeln . . . . .	96