

# **SIEMENS**

## **SIMATIC S5**

### **Modulare PID- und Fuzzy-Regelung**

**Handbuch**

**Bestell-Nr.: C79000-G8500-C901  
Ausgabe 02**

---

**Inhalt**

---

Einleitung	<b>1</b>
Bausteinübersicht	<b>2</b>
Anwendung der Modularen Regelung	<b>3</b>
Anwendung der Fuzzy-Regelung	<b>4</b>
Beschreibung der Funktionsbausteine	<b>5</b>
Technische Daten	<b>6</b>
Beispiele	<b>7</b>
Stichwortverzeichnis	<b>8</b>
	<b>9</b>
	<b>10</b>
Korrekturzettel	

---

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> . . . . .	<b>1-1</b>
1.1	Übersicht . . . . .	1-1
1.2	Konfigurationsliste . . . . .	1-1
1.3	Modulare Regelung . . . . .	1-1
1.4	Fuzzy-Regelung . . . . .	1-3
<b>2</b>	<b>Bausteinübersicht</b> . . . . .	<b>2-1</b>
<b>3</b>	<b>Anwendung der Modularen Regelung</b> . . . . .	<b>3-1</b>
3.1	Prinzip der Modularen Regelung . . . . .	3-1
3.2	Systemrahmen . . . . .	3-3
3.2.1	Aufgaben und Aufbau . . . . .	3-3
3.2.2	Datenorganisation . . . . .	3-6
3.2.2.1	DB "ODAT" . . . . .	3-6
	3.2.2.1.1 Zeittaktverteilung . . . . .	3-6
	3.2.2.1.2 Eckdaten der Regelkreise . . . . .	3-7
3.2.2.2	DB "INTER" . . . . .	3-11
3.3	Vereinfachter Systemrahmen . . . . .	3-14
3.3.1	Aufgaben und Aufbau . . . . .	3-14
3.3.2	DB "INTER" Organisatorische Daten . . . . .	3-15
3.4	Belegte Merker, Zeiten, Zähler, Systemdaten . . . . .	3-17
3.5	Begriffe der Modularen Regelung . . . . .	3-17
3.5.1	Anlaufarten . . . . .	3-18
3.5.2	Bedienen . . . . .	3-18
<b>4</b>	<b>Anwendung der Fuzzy-Regelung</b> . . . . .	<b>4-1</b>
4.1	Prinzip der Regelung . . . . .	4-1
4.2	Aufrufstruktur und Datenorganisation . . . . .	4-3
4.3	Projektion mit SIFLOC S5 . . . . .	4-5
<b>5</b>	<b>Beschreibung der Funktionsbausteine</b> . . . . .	<b>5-1</b>
5.1	Organisatorische Funktionsbausteine . . . . .	5-1
5.1.1	FB 38/FB 39: Merkerbereich retten/laden (RETTEN/LADEN) . . . . .	5-1
5.1.2	FB 63: Anlauf ("ANLAUF") . . . . .	5-2
5.1.3	FB 69: Organisation ("ORGANI") . . . . .	5-3
5.1.4	FB 20: Anlauf-Mini ("ANL-MINI") . . . . .	5-4
5.1.5	FB 23: Organisation-Mini ("ORG-MINI") . . . . .	5-5
5.2	Regelungsbausteine . . . . .	5-6
5.2.1	FB 14: Mathematischer Baustein ("MATHE") . . . . .	5-6
5.2.2	FB 61: Glättungsglied ("GLAETTEN") . . . . .	5-8
5.2.3	FB 62: PID-Regler ("PID-REG") . . . . .	5-11
5.2.4	FB 78: Analogeingabe ("ANEI") . . . . .	5-16
5.2.5	FB 79: Analogausgabe ("ANAU") . . . . .	5-20
5.2.6	FB 84: Einfachglättung ("EINFGLAT") . . . . .	5-21
5.2.7	FB 95: Schnelle Analogeingabe ("ANES") . . . . .	5-23
5.2.8	FB 96: Sollwertsteller ("SOSTELL") . . . . .	5-26
5.2.9	FB 98: Vergleichsstelle ("VERGLEI") . . . . .	5-30
5.2.10	FB 99: Additionsstelle ("ADDITION") . . . . .	5-31
5.2.11	FB 104: Differenzierglied ("DIFF-GL") . . . . .	5-33
5.2.12	FB 111: Sollwertausgabe für BCD-Anzeigen ("BCD-AUSG") . . . . .	5-35

5.2.13	FB 112: Extremwertauswahl ("EXTRAUSW")	5-37
5.2.14	FB 114: Grenzsingalglied ("GRENZSIG")	5-38
5.2.15	FB 115: 2-Kanal-Auswahl ("K-AUSW")	5-40
5.2.16	FB 117: Polygonzug ("POLYGON")	5-41
5.2.17	FB 118: Zeitplangeber ("ZEITPLAN")	5-44
5.2.18	FB 119: Schnelle Analogausgabe ("ANAS")	5-53
5.2.19	FB 174: Totzone ("TOTZONE")	5-54
5.2.20	FB 176: IPD-Regler ("IPD-REG")	5-56
5.2.21	FB 177: Impulsausgabe ("IMP-AUSG")	5-66
5.2.22	FB 178: Koeffizientenglied ("KOEFFIZ")	5-71
5.2.23	FB 179: Integrationsglied (I-GLIED")	5-73
5.2.24	FB 188: Totzeitglied ("TOTZEIT")	5-76
5.2.25	FB 189: Zeitlicher Mittelwert ("ZEITMWT")	5-78
5.3	Fuzzy-Bausteine	5-80
5.3.1	FB 113 - Fuzzifizierung ("FUZ:FUZ")	5-80
5.3.2	FB 116 - Defuzzifizierung ("FUZ:DFUZ")	5-82
<b>6</b>	<b>Technische Daten</b>	<b>6-1</b>
6.1	Programmtechnische Daten	6-1
6.2	Kennlinien einiger Meßwertaufnehmer für Temperaturen	6-4
6.3	Beispielhafte Laufzeit- und Speicherplatzberechnung	6-11
<b>7</b>	<b>Beispiele</b>	<b>7-1</b>
7.1	Einschleifige Regelung mit Sollwertsteller, IPD-Regler und Impulsausgabe (DPSI-Betrieb)	7-1
7.2	Einschleifige Regelung mit PID-Regler und Impulsausgabe (DPSP-Betrieb)	7-10
7.3	Mehrgrößenregelung (Brennerregelung)	7-16
7.4	Regelung mit PD-Anteil im Vorwärtszweig und PD-Anteil im Rückwärtszweig	7-30
7.5	Zustandsregelung mit I-Anteil und reduziertem Beobachter	7-37
7.6	Anpassung der Reglerverstärkung eines PID-Reglers mit Hilfe einer Fuzzy-Regelung	7-46
7.6.1	Streckenmodell	7-46
7.6.2	Festlegung der Regelungsstruktur	7-49
7.6.3	Zugehörigkeitsfunktionen und Regelwerk des Fuzzy-Reglers	7-50
7.6.4	Festlegung der Parameter für die modularen Regelungsbausteine	7-51
7.6.5	Festlegung der Verschaltungsstruktur und Datenablage	7-52
7.6.5.1	Reglerbausteine	7-52
7.6.5.2	Streckenbausteine	7-57
7.6.5.3	Schnittstelle zwischen Regler und Strecke	7-59
7.6.6	Parametrierung der Datenbausteine	7-59
7.6.6.1	Reglerbausteine	7-59
7.6.6.2	Bausteine für die Streckensimulation	7-61
7.6.7	Aufrufstruktur für Anlauf und Zyklusbetrieb - Vereinfachter Systemrahmen	7-62
7.6.8	Inbetriebnahme	7-63
7.6.9	Simulationsergebnisse	7-63
<b>8</b>	<b>Stichwortverzeichnis</b>	<b>8-1</b>

# 1 Einleitung

## 1.1 Übersicht

Die konventionelle Modulare Regelung wird durch die Fuzzy-Regelung ergänzt. Das Standard-Funktionsbausteinpaket "Modulare PID- und Fuzzy-Regelung" enthält die Fuzzy-Regelung und die Bausteine des bisherigen Paketes "Modulare Regelung".

Auf der Originaldiskette sind folgende Dateien enthalten:

- REG155ST.S5D      Modulare PID- und Fuzzy-Regelung für CPU 946/947, 948, 946R/947R
- REG135ST.S5D      Modulare PID- und Fuzzy-Regelung für CPU 922\*, 928\*\*, 928B
- REG115ST.S5D      Modulare PID- und Fuzzy-Regelung für CPU 945
- REGBSPST.S5D      Beispiel zur PID-Regelung für CPU 946/947, 948
- FUZBSPST.S5D      Beispiel zur Fuzzy-Regelung für CPU 946/947, 948

## 1.2 Konfigurationsliste

CPU	im AG
CPU 922*	im AG 135 U oder AG 155 U
CPU 928**	im AG 135 U oder AG 155 U
CPU 928B	im AG 135 U oder AG 155 U
CPU 945	im AG 115 U
CPU 946/947	im AG 155 U
CPU 948	im AG 155 U
CPU 946R/947R***	im AG 155 H

\* ausgenommen Fuzzy-Bausteine und Vereinfachter Systemrahmen

\*\* bis 6ES5 928-3UA11 ausgenommen Fuzzy-Bausteine und Vereinfachter Systemrahmen

\*\*\* H-spezifische Funktionen können beim Einlesen von Analogwerten mit dem FB 78 nicht genutzt werden.

## 1.3 Modulare Regelung

Bei vielen Regelungsaufgaben steht nicht allein der klassische PID-Regler als prozeßführendes Instrument im Vordergrund, sondern es werden weit höhere Anforderungen an die Signalverarbeitung gestellt. Häufig soll durch die Berücksichtigung von zusätzlichen Größen eine Optimierung erzielt werden, z.B. durch eine Störgrößenaufschaltung oder durch angepaßte Berechnung von Führungsgrößen. Außerdem gibt es die Forderung nach der Kombination von Binär- und Analogsignalverarbeitung. Damit soll der Regler (z.B. durch programmgesteuerte Adaption der Parameter) bzw. das Stellglied beeinflußt werden.

Zur Lösung derart komplexer und umfangreicher Aufgaben steht ein Satz von Standard-funktionsbausteinen zur Verfügung. Ein Funktionsbaustein verkörpert jeweils eine bestimmte Funktion, z.B. Regler, Sollwertsteller, Extremwertauswahl, Totzeit usw.. Diese Funktionsbau-

steine lassen sich frei miteinander kombinieren und somit an unterschiedliche anwenderspezifische Aufgabenstellungen anpassen.

Eine ausschließlich mit diesen Standardfunktionsbausteinen aufgebaute Regelung ist eine reine Softwareregelung. Zum Aufbau von Regelkreisen sind also keine speziellen Baugruppen mehr erforderlich. Die Verbindung zum Prozeß wird über digitale und analoge Ein- und Ausgabebaugruppen hergestellt.

Die mit diesen SIMATIC-S5-Standardfunktionsbausteinen realisierbaren Regler sind grundsätzlich digitale Abtastregler (DDC-Regler, direct digital control). Abtastregler arbeiten zeitgesteuert, d.h. sie werden in immer gleichen Zeitabständen (Abtastzeit TA) bearbeitet. Die Abtastzeit wird abhängig von der Regelstrecke bestimmt. Für die hier verwendeten Regelalgorithmen gilt:

$$TA \leq 1/2 \cdot \text{Zeitkonstante des geschlossenen Regelkreises.}$$

Der Systemrahmen der Regelung stellt wählbare Abtastzeiten ab 0.1 s zur Verfügung. Damit können Regelstrecken mit Zeitkonstanten von 0.2 s und größer beherrscht werden.

Neu hinzugekommen ist ein Vereinfachter Systemrahmen. Mit ihm können Abtastzeiten ab 10 ms realisiert werden.

Dementsprechend liegt der Anwendungsbereich der Modularen Regelung in der Verfahrenstechnik (z.B. Druck-, Temperatur- und Füllstandsregelungen) und in der Antriebstechnik.

An Regelungsarten können u.a. realisiert werden:

- Festwertregelung
- Folgeregelung
- Verhältnisregelung
- Kaskadenregelung
- adaptive Regelung
- ablösende Regelung
- Beobachterstrukturen.

Die Standardfunktionsbausteine für die Modulare Regelung stehen in drei Dateien zur Verfügung. Es ist darauf zu achten, daß die Bausteine der drei Dateien nicht vermischt oder vertauscht werden. Sie können anhand der Bibliotheksnummer entscheiden, ob Sie den richtigen Funktionsbaustein geladen haben. Alle Bibliotheksnummern der Funktionsbausteine aus der Datei REG135ST.S5D beginnen mit der Ziffer 9 (Kennbuchstabe A oder B; Bsp.: P71200-S9014-A-1, P71200-S9038-B-1). Alle Bibliotheksnummern der Funktionsbausteine aus der Datei REG155ST.S5D beginnen mit der Ziffer 6 in Verbindung mit dem Kennbuchstaben B (Bsp.: P71200-S6038-B-1) oder mit der Ziffer 9 in Verbindung mit dem Kennbuchstaben A (Bsp.: P71200-S9078-A-2).

Alle Bibliotheksnummern der Funktionsbausteine aus der Datei REG115ST.S5D beginnen mit der Ziffer 3 in Verbindung mit dem Kennbuchstaben B (Bsp.: P71200-S3014-B-1).

Die Originaldiskette enthält noch eine weitere Datei (REGBSPST.S5D). In ihr finden Sie das Beispiel, das im Kapitel 7.1 beschrieben wird. Die Standard-Funktionsbausteine müssen zusätzlich geladen werden.

## 1.4 Fuzzy-Regelung

Einen weiteren Beitrag zur Lösung komplexer Regelungsaufgaben liefert die Fuzzy-Regelung. Mathematisch schwer beschreibbare Prozesse, für die sich kein oder nur unter hohem Zeitaufwand ein theoretisches Modell berechnen läßt, können von konventionellen Reglern (PID, Zustandsregler etc.) nicht oder nur unbefriedigend beherrscht werden. Liegt empirisches Wissen eines Anlagenfahrers vor und läßt sich dieses in WENN-DANN-Regeln formulieren, so kann zur Lösung des Problems ein Fuzzy-Regler erstellt werden. Vorteilhaft wirkt er sich bei nichtlinearen oder zeitinvarianten Prozessen sowie bei der Mehrgößenregelung aus. Er kann die konventionellen Regler sowohl ersetzen als auch ergänzen.

Das Standardfunktionsbausteinpaket enthält Bausteine zur Realisierung einer Fuzzy-Regelung. Fuzzifizierung und Defuzzifizierung erfolgen jeweils durch einen Standardfunktionsbaustein. Dadurch läßt sich der Fuzzy-Regler modular konfigurieren.

Die Ein- und Ausgänge können mit den Bausteinen der Modularen Regelung weiterverschaltet werden.

Zur Projektierung des Fuzzy-Reglers wird das Werkzeug SIFLOC S5 geliefert. Anwenderfreundliches Konfigurieren, Analysieren, Bedienen und Beobachten werden hiermit erst möglich.

Die Standardfunktionsbausteine sind in der Datei REG135ST.S5D bzw. REG115ST.S5D und REG155ST.S5D abgelegt. Ein Beispiel, das die Einbindung in den Systemrahmen der Modularen Regelung zeigt, ist auf der Datei REGBSPST.S5D hinterlegt (siehe Abschnitt 1.1). Die Standardfunktionsbausteine müssen zusätzlich geladen werden.

## 2 Bausteinübersicht

Bausteinname	Baustein- nummer	Kurzbeschreibung
ADDITION	99	Der Funktionsbaustein besitzt 3 Eingänge, die jeweils mit vorgebbaren Faktoren multipliziert werden.
ANAS	119	Mit dem Funktionsbaustein lassen sich Analogwerte über folgende Analogausgabebaugruppen an den Prozeß ausgeben: 6ES5 243-1AA11 6ES5 243-1AC11
ANAU	79	Mit dem Funktionsbaustein lassen sich Analogwerte über folgende Analogeingabebaugruppen vom Prozeß ausgeben: 6ES5 470-4U.11 6ES5 475-AA11 6ES5 476-3AA12
ANEI	78	Mit dem Funktionsbaustein lassen sich Analogwerte mit folgenden Analogeingabebaugruppen vom Prozeß einlesen: 6ES5 46-5AA.1 6ES5 46-4U.11 6ES5 465-3AA12
ANES	95	Mit dem Funktionsbaustein lassen sich Analogwerte mit folgenden Analogeingabebaugruppen vom Prozeß einlesen: 6ES5 243-1AA11 6ES5 243-1AB11
ANLAUF	63	Organisatorischer Funktionsbaustein; er ist in den Organisationsbausteinen OB 20, OB 21 und OB 22 aufzurufen.
ANL-MINI	20	Organisatorischer Funktionsbaustein; er ist in den Organisationsbausteinen OB 20, OB 21 und OB 22 aufzurufen (Verwendung zusammen mit ORG-MINI).
BCD-AUSG	111	Der Funktionsbaustein versorgt maximal 4 digitale Anzeigen (BCD, vierstellig, ohne Vorzeichen) über einen 16-bit-Datenbus (Ausgangswort) mit dem jeweiligen Sollwert, der mit Hilfe eines parametrierbaren Faktors an die Einheit der Anzeige angepaßt werden kann.
DIFF-GL	104	Der Funktionsbaustein differenziert beliebige Eingangsfunktionen nach der Trapezregel.
EINFLAT	84	Der Funktionsbaustein glättet beliebige Eingangswerte. Er wirkt wie ein Verzögerungsglied 1. Ordnung.
EXTRAUSW	112	Der Funktionsbaustein ermittelt aus 4 Eingangswerten den Extremwert (Minimalwert oder Maximalwert).
FUZ:FUZ	113	Fuzzifizierung einer Eingangsgröße
FUZ:DFUZ	116	Defuzzifizierung einer Eingangsgröße
GLAETTEN	61	Der Funktionsbaustein glättet beliebige Eingangswerte. Er wirkt wie ein Verzögerungsglied 1. Ordnung und ist rückkoppelbar.
GRENZSIG	114	Der Funktionsbaustein überprüft einen Eingangswert auf 4 vorgebbare Grenzen.
IMP-AUSG	177	Der Funktionsbaustein wandelt die von einem Reglerbaustein ausgegebene Stellgröße in Stellimpulse um und gibt diese anschließend über Binärausgänge an den Prozeß aus.
IPD-REG	176	Reglerbaustein; der Funktionsbaustein arbeitet wahlweise mit dem PID-Stellungsalgorithmus oder dem PID-Geschwindigkeitsalgorithmus. Der PID-Regler ist modular aufgebaut. Die Anteile (P; I; D) können einzeln abgeschaltet werden. Es ist eine neue Reglerstruktur (PD-Anteil in der Rückführung) wählbar. Der Funktionsbaustein verfügt außerdem über einen Störgrößen- und einen Handwerteingang.
I-GLIED	179	Der Funktionsbaustein integriert beliebige Eingangsfunktionen nach der Trapezregel und ist rückkoppelbar.

## Bausteinübersicht

Bausteinname	Baustein- nummer	Kurzbeschreibung
KOEFFIZ	178	Der Eingangswert des Funktionsbausteins wird mit einem vorgebbaren Faktor multipliziert. Der so erhaltene Wert kann wahlweise nach oben und unten begrenzt oder die Überschreitung der Grenzen nur angezeigt werden.
K-AUSW	115	Mit dem Funktionsbaustein "2-Kanal-Auswahl" läßt sich einer von zwei Eingangswerten abhängig von zwei Steuersignalen auf einen von zwei Ausgängen schalten.
LADEN	39	Organisatorischer Funktionsbaustein; er schreibt die durch FB"RETTEN" gesicherte Daten zurück an ihre ursprünglichen Adressen.
MATHE	14	Der Funktionsbaustein enthält verschiedene über eine Funktionsnummer auswählbare mathematische Funktionen.
ORGANI	69	Organisatorischer Funktionsbaustein; er ist im 100 ms-Takt aufzurufen.
ORG-MINI	23	Organisatorischer Funktionsbaustein; er kann in allen Weckalarm-OB's aufgerufen werden.
PID-REG	62	Reglerbaustein; der Funktionsbaustein stellt einen PID-Regler dar, der modular aufgebaut ist. Die Anteile (P, I, D) können einzeln abgeschaltet werden. Es ist eine neue Reglerstruktur (PD-Anteil in der Rückführung) wählbar.
POLYGON	117	Mit dem Funktionsbaustein kann ein Analogwert über eine Kennlinie (Polygonzug) angepaßt werden.
RETTEN	38	Organisatorischer Funktionsbaustein; die Merkworte 200 bis 254 werden in einem wählbaren Datenbaustein gesichert.
SOSTELL	96	Der Funktionsbaustein dient dem Umsetzen eines Sollwertsprungs in eine für verschiedene Stellglieder benötigte Rampenfunktion.
TOTZEIT	188	Mit dem Funktionsbaustein lassen sich bis zu 3 Totzeiten in einem Regelkreis realisieren. Die Totzeiten besitzen einen gemeinsamen Eingang.
TOTZONE	174	Mit dem Funktionsbaustein läßt sich ein "unempfindlicher" Bereich realisieren. Solange sich der Eingangswert des Bausteins innerhalb dieses Bereichs befindet, bleibt der Ausgangswert konstant.
VERGLEI	98	Der Funktionsbaustein bildet die Differenz seiner beiden Eingangswerte.
ZEITMWT	189	Der Funktionsbaustein bildet aus einer Anzahl von Werten, die jeweils zum Abtastzeitpunkt erfaßt werden, den Mittelwert.
ZEITPLAN	118	Mit dem Funktionsbaustein lassen sich Fahrkurven erstellen und ausführen.

### 3 Anwendung der Modularen Regelung

#### 3.1 Prinzip der Modularen Regelung

Das Prinzip der Modularen Regelung besteht darin, einzelne regelungstechnische Funktionen zu einem Regelkreis oder einer komplexen Regelstruktur zu verschalten. Auf diese Weise kann der Anwender seine Regelung an die gestellte Aufgabe anpassen und auch Funktionen realisieren, die mit Kompaktreglern nicht möglich sind.

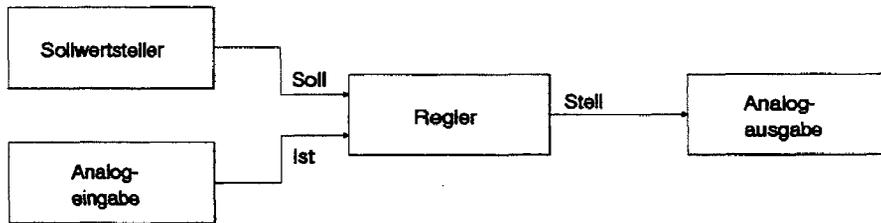


Bild 3-1 Einfache Regelstrukturen (Regelkreis)

Jede regelungstechnische Funktion wird durch einen Funktionsbaustein realisiert. Da sie miteinander kommunizieren müssen, z.B. um den Sollwert, den Istwert oder den Stellwert zu übergeben werden Schnittstellen benötigt, die bei der Erstellung der Regelung festzulegen sind. Bei der Modularen Regelung sind die Schnittstellen Datenworte, deren Adressen bei der Erstellung der Regelung als Aktualparameter einzutragen sind.

**Beispiel:**

	SPA FB"ANEI"	Analogeingabe
NAME:	ANEI	
	.	
	.	
XA :	DD100	Ausgang
	.	
	.	
	SPA FB"PID"	Regler
NAME:	RLG:PID	
	.	
	.	
IST :	DD100	Istwerteingang
	.	
	.	

Neben den Übergabewerten zwischen den Bausteinen existieren noch Parameter, wie z.B. die Reglerparameter Verstärkung, Integrationszeitkonstante und Differenzierungszeitkonstante. Sie bilden die Schnittstellen zwischen dem Anwender und den Regelungsbausteinen.

Weil der Anwender die auszuführenden Funktionen frei wählen kann, ist die Anzahl und Art der Parameter im voraus unbekannt. Deshalb sind ihre Adressen bei der Erstellung der Regelungsstrukturen mit Hilfe von Aktualparametern festzulegen.

**Beispiel:**

SPA FB"PID"

	NAME : PID-REG	
Parameter	STEW : DW97	Steuerbyte
Übergangswert	SOLL : DD98	Sollwerteingang
Übergabewert	IST : DD100	Istwerteingang
Übergabewert	XA : DD102	Ausgang (Stellwert)
Parameter	OBXA : DD104	Obere Begrenzung von XA
Parameter	UBXA : DD106	Untere Begrenzung von XA

Neben den Übergabewerten und Parametern gibt es noch Vergangenheits- und interne Rechenwerte einiger Funktionsbausteine, die vom System selbständig verwaltet werden, und organisatorische Daten. Zu den letzteren gehören wiederum die Abtastzeiten, die Eckdaten der einzelnen Regelkreise und reine interne Verwaltungsdaten.

Die Anordnung der verschiedenen Daten in den Datenbausteinen wird in Abschnitt 3.3 erläutert.

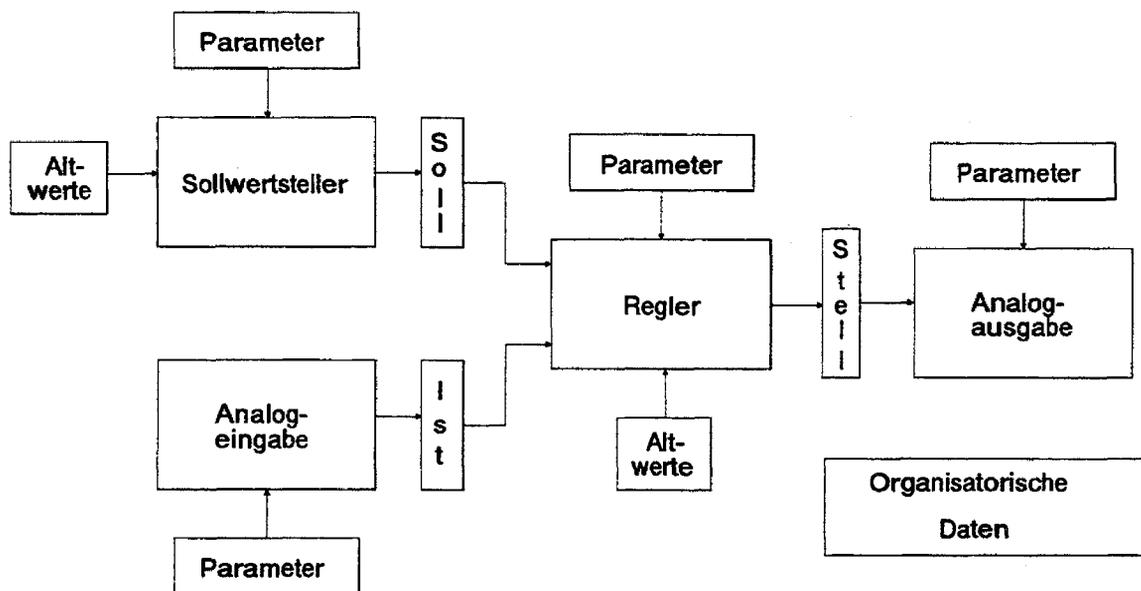


Bild 3-2 Einfache Regelstruktur (Regelkreis) mit allen dazugehörigen Daten

## 3.2 Systemrahmen

Neben dem bisher schon verfügbaren Systemrahmen gibt es jetzt auch einen Vereinfachten Systemrahmen (vgl. Abschnitt 3.3).

### 3.2.1 Aufgaben und Aufbau

Hauptaufgabe des Systemrahmens ist es, alle Regelungsbausteine entsprechend ihren Taktzeiten aufzurufen und ihnen den nötigen Speicherplatz für die Vergangenheits- und internen Werte zur Verfügung zu stellen. Außerdem teilt der Systemrahmen den Bausteinen mit, in welchem Zustand sich das AG befindet (Anlaufart, zyklischer Betrieb). Diese Information ist für die Initialisierung verschiedener regelungstechnischer Funktionen nötig. Dementsprechend existieren 2 Funktionsbausteine, die die Aufgaben des Systemrahmens wahrnehmen:

- FB 63      ANLAUF      aufzurufen bei allen Anlaufarten
- FB 69      ORGANI      aufzurufen im zyklischen Betrieb

Der Anwender kann seine Regelung frei erstellen, indem er die Regelungsbausteine aufruft und entsprechend parametrisiert. Um einen reibungslosen Ablauf zu gewährleisten, ist es jedoch notwendig, bestimmte Vereinbarungen zu treffen.

Die Standardfunktionsbausteine werden zur Realisierung einer Regelungsstruktur<sup>®</sup> in Programmbausteinen zusammengefaßt, nacheinander aufgerufen und parametrisiert. Damit ist das Programm übersichtlich aufgebaut und modular zu testen.

Bei verfahrenstechnischen oder ähnlichen Regelstrecken ist es nicht notwendig, die Regelabweichung in kurzen Zeitabständen zu messen und dem Regler zur Verarbeitung zuzuführen, da die Regelstrecke einer schnellen Stellgrößenänderung nicht folgen kann. Es genügt also die Regelabweichung in größeren Zeitabständen (= Abtastzeit) zu erfassen und sie im Regler weiterzuverarbeiten. Es gibt aber auch Regelungsfunktionen, die möglichst rasch aufeinanderfolgend bearbeitet werden müssen, um eine ausreichende Genauigkeit zu erreichen. Ein Beispiel dafür ist die Impulsausgabe. Damit das Stellglied genau positioniert werden kann, muß die Mindestimpulsdauer bzw. das Stellinkrement klein sein.

Um den Anforderungen beider Typen von Regelfunktionen gerecht zu werden, muß der Anwender die Funktionen seines Regelkreises auf zwei Programmbausteine verteilen:

**PB "100 ms"**      Programmbaustein, der im 100 ms-Takt bearbeitet wird; in ihm sind alle Funktionsbausteine einzubinden, die in kurzen Zeitabständen bearbeitet werden sollen.

**PB "ABTAST"**      Programmbaustein, der im Takt der Abtastzeit bearbeitet wird; in ihm sind alle Funktionsbausteine einzubinden, die lediglich zu den Abtastzeitpunkten bearbeitet werden müssen.

Die Aufteilung des Programms in einen Teil, der im 100 ms-Takt bearbeitet werden muß, und in einen Teil, der zu den Abtastzeitpunkten bearbeitet wird, erhöht zudem die Effektivität des Automatisierungsgeräts.

Programme mit kleinen Abtastzeiten belasten den Zentralprozessor des AG's sehr stark. Daher werden nur solche Funktionen im PB "100ms" eingebunden, die eine kurze Abtastzeit erfordern, während alle übrigen im PB "ABTAST" eingebunden werden. Damit bleibt dem Zentralprozessor noch Zeit für die Bearbeitung anderer Aufgaben.

**Beispiel:**

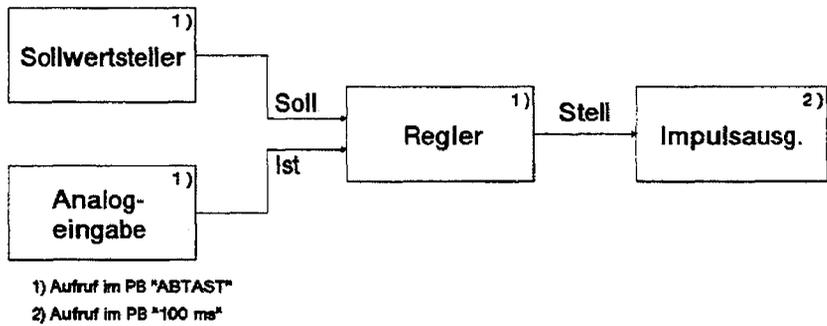


Bild 3-3 Einfache Regelstruktur (Regelkreis)

Die beiden Programmbausteine sind vom Anwender zu erstellen. Die Programmbausteinnummern sind im Bereich 0...255 beliebig wählbar.

Für den Systemrahmen ergibt sich folgende Programmstruktur:

Ein Regelkreis besteht jeweils aus einem PB "Abtast" und einem PB "100 ms". In einem organisatorischen Rahmen können mehrere Regelkreise eingebunden werden (1,2 ...). Alle PB "100 ms" werden im 100 ms-Takt aufgerufen, alle PB "ABTAST" im für sie parametrisierten Zeittakt. Im PB "100 ms" bzw. PB "ABTAST" ist dann automatisch der vom Anwender festzulegende DB "INTER" gültig.



**Hinweis:**

Werden im PB "100 ms" bzw. PB "ABTAST" anwenderspezifische Datenbausteine aufgeschlagen, so ist spätestens zum nächsten Standardfunktionsbausteinanruf "Modulare Regelung" der entsprechende DB "INTER" als gültig zu erklären

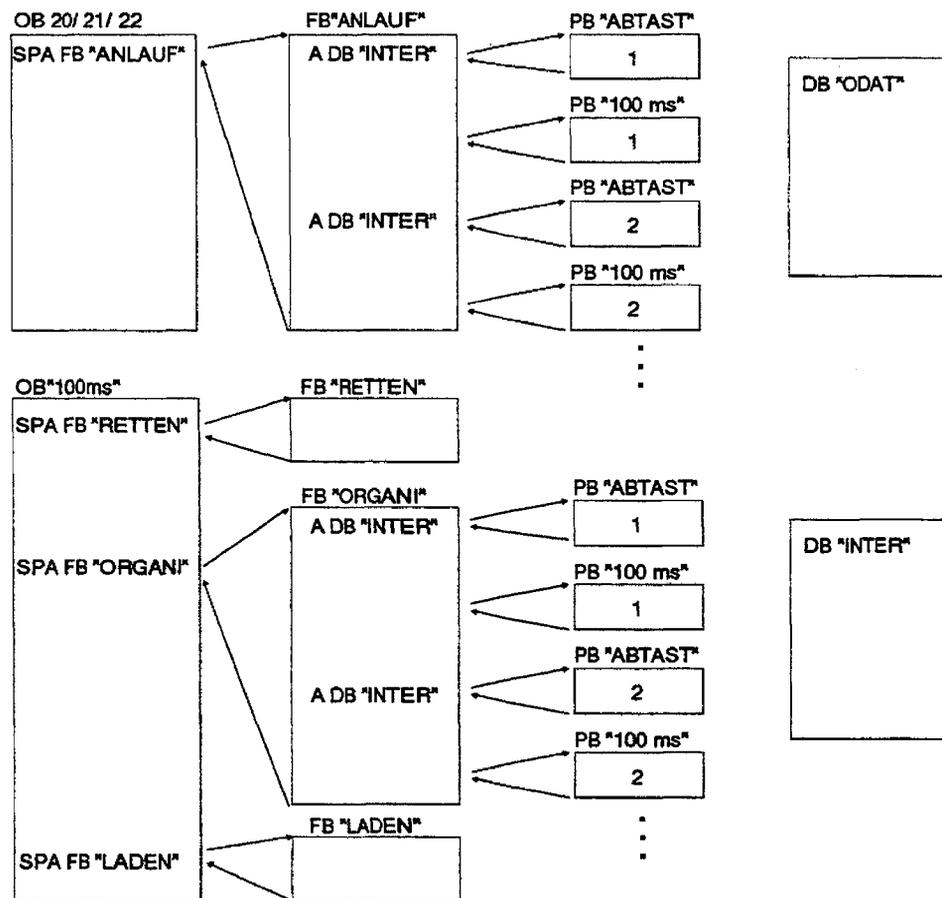


Bild 3-4 Systemrahmen: Aufrufstruktur

Der Anwender muß die Aufrufe der Funktionsbausteine FB "ANLAUF" und FB "ORGANI" programmieren.

Die Aufrufe SPA FB "RETTEN" und SPA FB "LADEN" (vgl. 5.1.1) werden nur benötigt, wenn andere Programme durch das zeitalarmgesteuerte Regelungsprogramm unterbrochen werden können.

Wird das Regelungsprogramm seinerseits durch alarmgesteuerte Programme unterbrochen, sind in diesen ebenfalls die Aufrufe zum Retten und Laden der Merker einzubinden.

In den verschiedenen Anlauf Routinen müssen einige Regelungsbausteine Initialisierungsroutinen durchlaufen. Zu diesem Zweck ist der FB "ANLAUF" in den entsprechenden Organisationsbausteinen einzubinden. Er ruft alle parametrisierten Programmbausteine mit den Regelungsbausteinen auf und teilt ihnen die Anlaufart mit.

Der zeitgesteuerte Teil des Programms ist in einem Organisationsbaustein aufzurufen, der vom Betriebssystem im 100 ms-Takt bearbeitet wird.

FB "ORGANI" verwaltet alle organisatorischen Daten und ruft alle PB "ABTAST" und PB "100 ms" auf.

Alle Standardfunktionsbausteine werden im AG nur einmal benötigt. Die verschiedenen Regelungsstrukturen entstehen durch die unterschiedlichen Verschaltungen (Reihenfolge der Aufrufe in den Programmbausteinen und Datenrangierung) und die verschiedenen Datenbausteine, die den Regelkreisen zugewiesen werden.

### 3.2.2 Datenorganisation

Alle vom Programm benötigten Daten befinden sich in 2 Datenbausteinen, dem DB "ODAT" und dem DB "INTER". DB "ODAT" enthält rein organisatorische Daten. DB "INTER" enthält sowohl organisatorische Daten, als auch Übergabewerte, Parameter und Vergangenheitswerte der Regelungsbausteine.

#### 3.2.2.1 DB "ODAT"

DB "ODAT" besteht aus 4 Teilen. Der 1. und 4. Teil sind den organisatorischen Funktionsbausteinen vorbehalten. Im zweiten Teil kann der Anwender die verschiedenen Abtastzeiten parametrieren (Zeittaktverteilung). Im 3. Teil sind alle zu bearbeitenden Regelkreise zu parametrieren (Eckdaten der Regelkreise).

DB "ODAT"

Datum	Benennung
DW 0 DW 12	Verwaltungsdaten (werden vom System eingetragen)
DW 13 DW 28	Zeittaktverteilung (sind vom Anwender zu parametrieren)
DW 29 DW 255	Eckdaten der Regelkreise (sind vom Anwender zu parametrieren)
DW 256 DW n	Verwaltungsdaten (werden vom System eingetragen)

#### 3.2.2.1.1 Zeittaktverteilung

Der Systemrahmen kann bis zu 8 frei wählbare Abtastzeiten verwalten. Sie müssen lediglich Vielfache von 100 ms mit Maximum 3276.7 s sein. Der Systemrahmen bildet intern für jede Abtastzeit eine Zeitzelle, die bei jedem Programmdurchlauf inkrementiert wird, bis sie den Wert der Abtastzeit erreicht hat.

DB "ODAT"

Datum	Format	Benennung
DD 13	KG	Abtastzeit 1 [s]
DD 15	KG	Abtastzeit 2 [s]
DD 17	KG	Abtastzeit 3 [s]
DD 19	KG	Abtastzeit 4 [s]
DD 21	KG	Abtastzeit 5 [s]
DD 23	KG	Abtastzeit 6 [s]
DD 25	KG	Abtastzeit 7 [s]
DD 27	KG	Abtastzeit 8 [s]

Der Anwender kann sich sein optimales Zeittaktverteilungssystem aufbauen, indem er die gewünschten Abtastzeiten ab DD 13 bis DD 27 in geschlossener Reihenfolge einträgt. Als Abtastzeit 1 (DD 13) muß normalerweise die größte gewünschte Zeit eingetragen werden (siehe 4.1.2), ansonsten ist die Reihenfolge beliebig.

Werden nicht alle 8 Abtastzeiten benötigt, sollte man aus Laufzeitgründen KG 0 hinter der letzten gültigen Abtastzeit eintragen.

**Beispiel:**

DB "ODAT"

Datum	Format	Benennung
DD 13	KG	+1600000+02 [s]
DD 15	KG	+8000000+01 [s]
DD 17	KG	+4000000+01 [s]
DD 19	KG	+0000000+00 [s]

### 3.2.2.1.2 Eckdaten der Regelkreise

Die Eckdaten eines Regelkreises sind

- Nummer des PB "ABTAST"
- Nummer des PB "100 ms"
- Zeittaktnummer
- Verschiebezeit
- Nummer des DB "INTER".

Es sind bis zu 75 Regelkreise parametrierbar. Werden mehr Regelkreise benötigt, muß ein weiterer Systemrahmen erstellt werden.

Zeittaktnummer, Verschiebezeit:

Die Abtastzeiten sind von 1 bis 8 nummeriert. Jedem Regelkreis kann mit Hilfe der Zeittaktnummer eine dieser Abtastzeiten zugewiesen werden. Damit kann jeder Regelkreis an die zugehörige Strecke angepaßt werden.

Mit Hilfe der Verschiebezeiten wird die gesamte Regelung (alle Regelkreise) an das AG angepaßt, d.h. es wird versucht, eine möglichst ausgeglichene zeitliche Belastung der CPU zu erreichen. Die Verschiebezeit gibt an, bei welchem Wert der gewählten Zeitzelle der PB"ABTAST" aufgerufen werden soll (Einheit der Zeitzellen: 100 ms).

**Beispiel:**

Es wurden zwei Regelkreise programmiert. Beide arbeiten mit der Abtastzeit 0.2 s und der Verschiebezeit 0. Das bedeutet, daß sich die maximale Programmlaufzeit aus den Laufzeiten für

- den Systemrahmen (FB 69),
- den PB "100 ms" des 1. Regelkreises,
- den PB "ABTAST" des 1. Regelkreises,
- den PB "100 ms" des 2. Regelkreises und
- den PB "ABTAST" des 2. Regelkreises

ergibt.

Wird für Regelkreis 1 die Verschiebezeit 0 und für Regelkreis 2 die Verschiebezeit 1 gewählt, wird PB "ABTAST" des Regelkreises 1 weiterhin immer dann aufgerufen, wenn die Zeitzelle den Wert 0 enthält. PB "ABTAST" des Regelkreises 2 wird nun jedoch aufgerufen, wenn die Zeitzelle den Wert 1 besitzt (also 100 ms später). Die maximale Programmlaufzeit berechnet sich nun aus folgenden Laufzeiten:

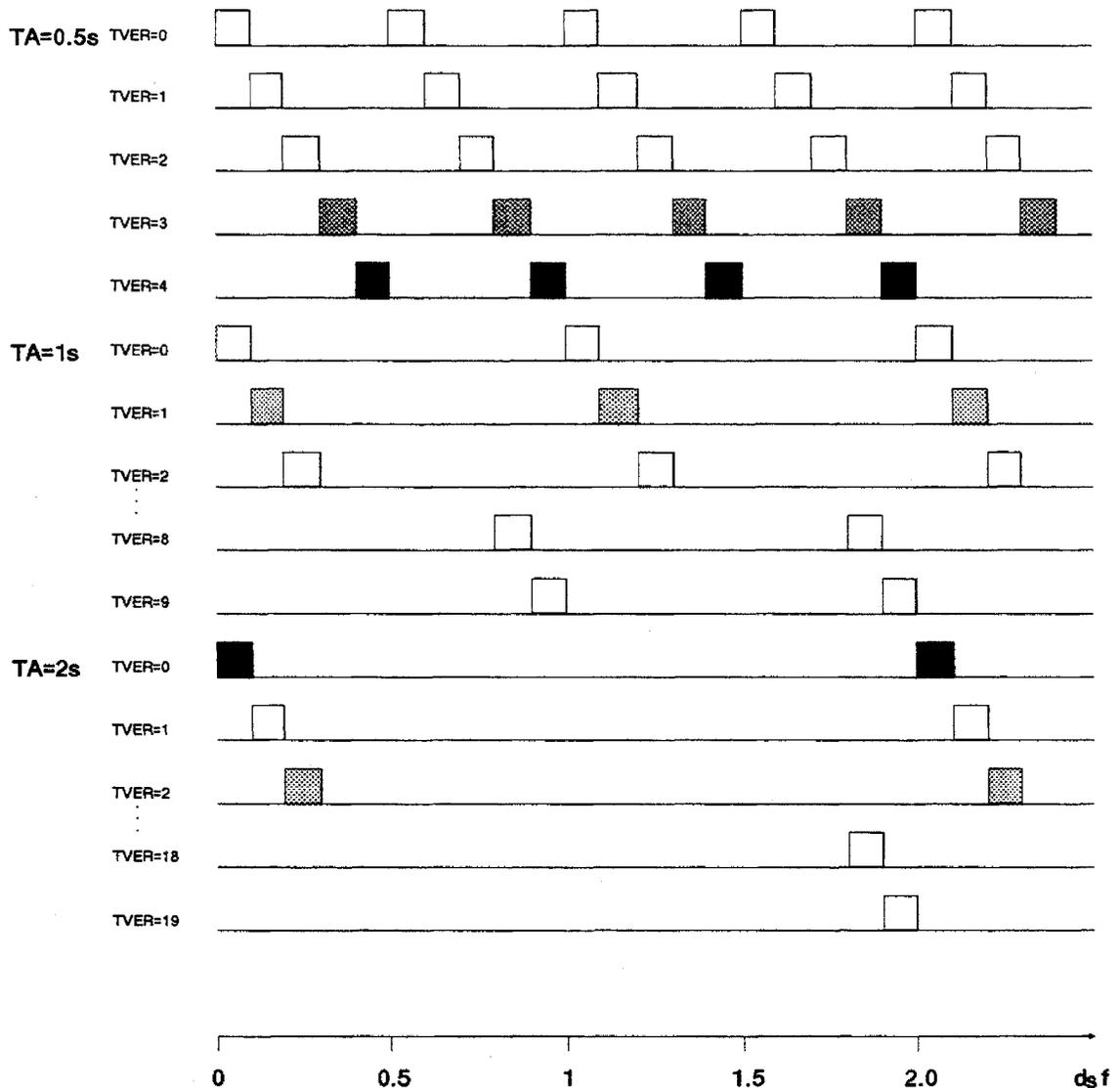
- Laufzeit für den Systemrahmen (FB 69),
- Laufzeit für den PB "100 ms" des 1. Regelkreises,
- Laufzeit für den PB "100 ms" des 2. Regelkreises,
- entweder Laufzeit des PB "ABTAST" 1 oder des PB "ABTAST" 2.

Im zweiten Fall werden die Programmbausteine PB "ABTAST" 1 und PB "ABTAST" 2 abwechselnd von der CPU bearbeitet. Dadurch geht nur noch die Laufzeit eines PB "ABTAST" in die Berechnung ein, d.h. die maximale Programmlaufzeit wird wesentlich kürzer (die meisten Regelungbausteine können bzw. müssen in den PB "ABTAST" eingebunden werden).

Ziel der Zeittaktverteilung ist, möglichst wenige (optimal 1) PB "ABTAST" während eines Durchlaufs des 100 ms-Grundtakts zu bearbeiten. Dies kann nur dann gewährleistet werden, wenn alle parametrisierten Abtastzeiten folgender Bedingung genügen:

$$T_{Am} = T_{Amin} \cdot n \quad \text{mit } m = 1 \dots 8 \quad n = 1, 2, 4, 8, \dots$$

Im folgenden Beispiel sind 5 Regelkreise in verschiedenen Zyklen programmiert (leere Kästchen: mögliche Aufrufzeitpunkte; gefüllte Kästchen: benutzte Aufrufzeitpunkte):



**Nummer des DB "INTER"**

Jedem Regelkreis muß ein DB "INTER" zugeordnet werden. Dabei gilt folgende Regel: Mehrere voneinander unabhängige Regelkreise können einen gemeinsamen oder auch unterschiedliche DB "INTER" besitzen. Werden Regelkreise jedoch miteinander zu einer Regelstruktur verschaltet, muß ihnen ein gemeinsamer DB "INTER" zugewiesen werden.

Das folgende Bild zeigt die Anordnung der Eckdaten der Regelkreise im DB "ODAT".

DB "ODAT"

Datum	Format	Benennung	
		Datum links	Datum rechts
DW 29	KF	Adresse des letzten Regelkreises	
DW 30	KY	Verschiebezeit für Bedienungseintrag	Zeittaktnummer für Bedienungseintrag
DW 31	KY	PB "100 ms" 1	PB "ABTAST" 1
DW 32	KY	Verschiebezeit	Zeittaktnummer
DW 33	KY	DB "INTER"	Bedienbit (Bit 0)
DW 34	KY	PB "100 ms" 2	PB "ABTAST" 2
DW 35	KY	Verschiebezeit	Zeittaktnummer
DW 36	KY	DB "INTER"	Bedienbit (Bit 0)
DW 37	KY	PB "100 ms" 3	PB "ABTAST" 3
DW 38	KY	Verschiebezeit	Zeittaktnummer
DW 39	KY	DB "INTER"	Bedienbit (Bit 0)
•	•	•	•
•	•	•	•
•	•	•	•
DW 253	KY	PB "100 ms" 75	PB "ABTAST" 75
DW 254	KY	Verschiebezeit	Zeittaktnummer
DW 255	KY	DB "INTER"	Bedienbit (Bit 0)

Bild 3-5 Eckdaten der Regelkreise im DB "ODAT"

**Bedienungseintrag:**

Die Abtastzeit und die Verschiebezeit eines Regelkreises können im Betrieb wie folgt geändert werden:

- Eintragen der neuen Zeittaktnummer und Verschiebezeit im DW 30
- Setzen des Bedienbits (Bit-Nr. 0) im betreffenden Regelkreis.

Das System übernimmt daraufhin die Daten aus dem DW 30 in die Eckdaten des Regelkreises und teilt den darin programmierten Regelungsbausteinen den Bedienungseintrag mit. Im allgemeinen übernehmen die Regelungsbausteine daraufhin ihre Parameter einschließlich der Abtastzeit erneut (die genaue Reaktion der einzelnen Bausteine ist den entsprechenden Abschnitten in Kapitel 5 zu entnehmen).

Der Bedienungseintrag in den Eckdaten des Regelkreises wird vom System gelöscht.

**Adresse des letzten Regelkreises:**

Die Eckdaten der Regelkreise sind ab DW 31 fortlaufend in den DB "ODAT" einzutragen. In DW 29 ist die Nummer des Datenworts einzutragen, das die Programmbausteinnummern für den letzten Regelkreis enthält.

**Länge des DB "ODAT":**

Es ist darauf zu achten, daß DB "ODAT" in einer ausreichenden Länge zur Verfügung stehen muß. Es gilt folgende Regel:

$$\text{DB "ODAT"} = 256 + 2 \cdot \text{Anzahl der Regelkreise (ohne Vorkopf)}.$$

**3.2.2.2 DB "INTER"**

DB "INTER" kann in 3 Datenbereiche unterteilt werden. Der 1. Teil ist für organisatorische Daten reserviert. Im 2. Teil muß der Anwender die Verschaltung und Parametrierung der Regelungsbausteine durchführen. Im 3. Teil speichern die Regelungsbausteine ihre Vergangenheitswerte und Hilfsdaten.

DB "INTER"

Datum	Format	Benennung
DW 0		organisatorische Daten (werden vom System eingetragen)
DW 15		
DW 16	KF	Startadresse der Vergangenheitswerte (=n+1) (vom Anwender einzutragen)
DW 17		Schnittstellen (Interfaces) und Parameter (vom Anwender parametrieren)
DW n		
DW n+1		Vergangenheits- und Hilfsgrößen (Systemdaten)
DW m		

n: legt der Anwender durch die Verschaltung der Bausteine fest

m: hängt von den verwendeten Regelungsbausteinen ab

Bild 3-6 Struktur des DB "INTER"

**Organisatorische Daten:**

Dieser Bereich wird vom System zum Austausch organisatorischer Daten benutzt. Er darf vom Anwender nicht beschrieben werden.

**Schnittstellen und Parameter:**

Dieser Datenbereich ist ganz der Verantwortung des Anwenders unterworfen. In ihm muß der Anwender die Verschaltung der Regelungsbausteine und ihre Parametrierung durchführen. Durch die Vorgabe der Aktualoperanden bei den Aufrufen der Regelungsbausteine legt der Anwender die Belegung dieses Bereichs selbst fest.

**Beispiel:**

SPA FB"PID"  
 NAME : RLG:PID  
 STEW : DW23                    Steuerwort  
 SOLL : DD24                    Sollwerteingang  
 IST : DD26                    Istwerteingang  
 XA : DD28                    Ausgang (Stellwert)  
 OBXA : DD30                  Obere Begrenzung von XA  
 UBXA : DD32                  Untere Begrenzung von XA

DB "INTER"

Datum	Format	Benennung
DW 0		organisatorische Daten (werden vom System eingetragen)
DW 15		
DW 16	KF	Startadresse der Vergangenheitswerte (n+1)
DD 17	KG	+0000000+00
DD 19	KG	+1000000+01
DD 21	KG	Schmierwort für unbenutzte Ausgänge
DW 23	KM	Steuerwort
DD 24	KG	Sollwerteingang
DD 26	KG	Istwerteingang
DD 28	KG	Ausgang
DD 30	KG	Obere Begrenzung von XA
DD 32	KG	Untere Begrenzung von XA
•	•	•
•	•	•
•	•	•
DW n+1		Vergangenheitswerte und Hilfsdaten (Systemdaten)
DW m		

Die Erfahrung hat gezeigt, daß es oft vorteilhaft ist, die Datenworte DW 17 bis DW 22 wie gezeigt zu belegen. Auf diese Weise können Eingänge oder Parameter (z.B. beim Additionsglied oder beim Mathematischen Baustein) mit 0 oder 1 vorbesetzt werden ohne jedesmal eine Speicherzelle zu reservieren.

Die Länge des Bereichs für Schnittstellen und Parameter ergibt sich aus der Zahl und der Art der Verschaltungen der Regelungsbausteine. Er endet jedoch spätestens beim DW 255. Benötigen die Regelkreise in einem AG mehr Speicherplatz für Schnittstellen und Parameter, muß versucht werden, einige von ihnen in einen zweiten Systemrahmen "auszulagern".

**Startadresse der Vergangenheitswerte:**

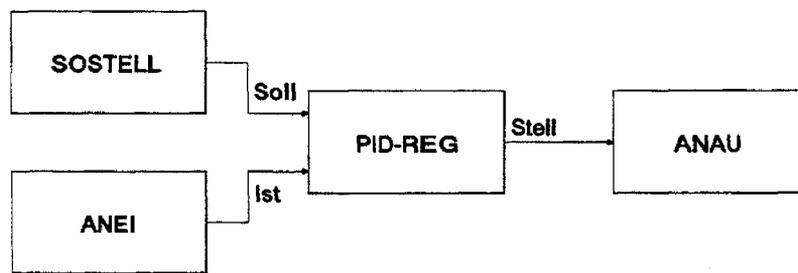
Einzutragen ist die Nummer des 1. Datenworts, das nicht mehr zum Bereich für Schnittstellen und Parameter gehört (maximal 256).

**Vergangenheitswerte und Hilfsdaten:**

Dieser Bereich ist den Regelungsbausteinen vorbehalten. Er wird von ihnen und FB 69 selbständig verwaltet. Er kann ganz oder teilweise oberhalb der Grenze von DW 255 liegen.

**Länge des DB "INTER":**

Die Länge des DB "INTER" wird durch die Größe des Schnittstellen- und Parameterbereichs und durch die Anzahl der Vergangenheitswerte der Regelungsbausteine festgelegt. Die Summe der Vergangenheitswerte kann mit Hilfe der Tabelle 1 des Abschnitts "Technische Daten" ermittelt werden.

**Beispiel:****Anzahl der Altwerte (AG 155U):**

Sollwertsteller	10
Analogeingabe	0
PID-Regler	12
Analogausgabe	0
Summe	22

**Hinweis:**

Sowohl im DB "ODAT" als auch im DB "INTER" werden Daten gespeichert, die in jedem Zyklus ausgewertet und neu berechnet werden (z.B. Zeitzellen im DB "ODAT" und Vergangenheitswerte im DB "INTER"). Deshalb ist bei der Vorgabe neuer Parameter im Betrieb darauf zu achten, daß nur die dafür reservierten Speicherzellen beschrieben werden.

Bei AG 155H ist zu beachten, daß nur Datenbausteine in die CPU geladen werden dürfen, die zuvor mit Hilfe des COM 155H im Projektierungs-Datenbaustein DX 1 eingetragen, d.h. freigegeben wurden (vgl. Handbuch Programmiergeräte-Software COM 155H, Kap. 3.2 Transferdaten).

### 3.3 Vereinfachter Systemrahmen

#### 3.3.1 Aufgaben und Aufbau

Sind nur wenige Regelkreise zu erstellen, kann der Vereinfachte Systemrahmen angewandt werden. Die Einbindung ist nicht auf die 100 ms- Ebene beschränkt. Für schnelle Regelungen können Abtastzeiten bis 1 ms (CPU 945) erreicht werden.

Der Vereinfachte Systemrahmen besteht aus den Standard-Funktionsbausteinen FB "ANL-MINI" und FB "ORG-MINI".

Der Vereinfachte Systemrahmen besitzt die folgende Programmstruktur:

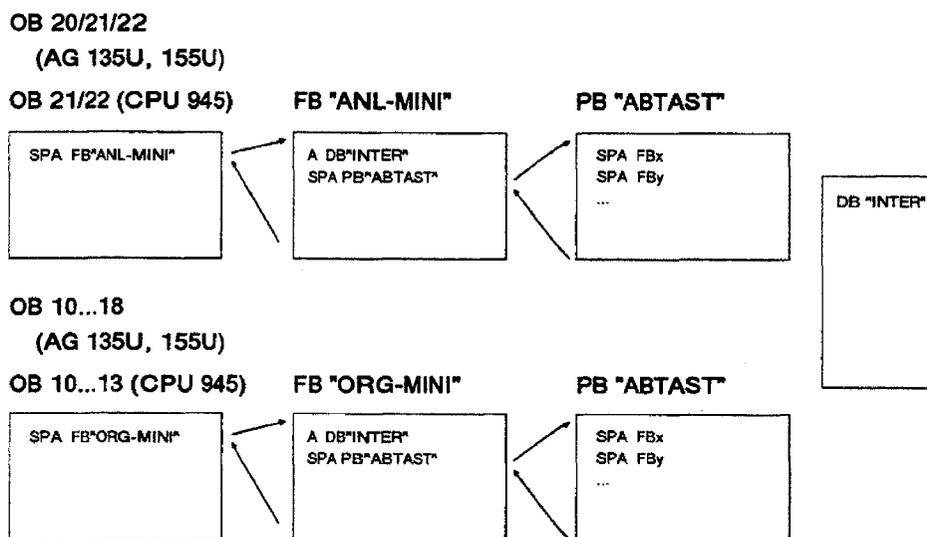


Bild 3-7 Vereinfachter Systemrahmen, Aufrufstruktur

Pro Aufruf von FB "ORG-MINI" kann nur ein Regelkreis bearbeitet werden. Dieser wird im Zeittakt des Organisationsbausteins aufgerufen, in dem der FB "ORG-MINI" eingebunden ist. Die Unterteilung der Funktionsbausteinaufrufe in einen schnellen Zyklus und einen Abtastzyklus entfällt.

Zeit-OB	einjustellende Abtastzeit in sek
OB 10	KG = +10000000-01
OB 11	KG = +20000000-01
OB 12	KG = +50000000-01
OB 13	KG = +10000000+00
OB 14	KG = +20000000+00
OB 15	KG = +50000000+00
OB 16	KG = +10000000+01
OB 17	KG = +20000000+01
OB 18	KG = +50000000+01

Abtastzeiten zu den einzelnen Organisationsbausteinen mit festen Taktzyklen (CPU 928, 928B)

Die Handhabung erfolgt wie beim konventionellen Systemrahmen bis auf die im Folgenden aufgeführten Punkte:

- Die Funktionsbausteine FB "ANLAUF" und FB "ORGANI" werden ersetzt durch FB "ANL-MINI" und FB "ORG-MINI".
- Pro Aufruf von FB "ORG-MINI" kann nur ein Regelkreis realisiert werden.
- Es gibt nur den Programmbaustein PB "ABTAST". Hier erfolgt der Aufruf der einzelnen Funktionsbausteine.
- Die Abtastzeit TA wird beim Anlaufbaustein FB "ANL-MINI" eingegeben. Sie entspricht dem Zeittakt des zeitgesteuerten Organisationsbaustein, der den Aufruf des FB "ORG-MINI" enthält. Will man ein Vielfaches dieser Grundzyklen als Abtastzeit parametrieren (z.B. 20s), so muß auch die neue Abtastzeit (20s) im Anlaufbaustein FB "ANL-MINI" eingetragen werden. Zusätzlich muß noch eine Untersetzung (Faktor 4) im zeitgesteuerten Organisationsbaustein (OB 18, 5s in CPU 928, 928B) programmiert werden.
- Der Datenbaustein DB "ODAT" entfällt.
- Bausteine, die nur im PB "100 ms" aufrufbar sind, können mit dem Vereinfachten Systemrahmen nicht bearbeitet werden. Hierunter fallen:
  - IMP-AUSG
  - SOSTELL in Betriebsart 100 ms
  - ZEITPLAN

### 3.3.2 DB "INTER" Organisatorische Daten

Der Bereich der organisatorischen Daten wird vom Systemrahmen und den von den Regelungsbausteinen zum Austausch globaler Daten gemeinsam benützt.

Im Bereich der Vergangenheits- und Hilfsgrößen legen die Regelungsbausteine ihre internen Daten ab. Sie werden vom Systemrahmen verwaltet.

**Diese Bereiche dürfen vom Anwender nicht beschrieben werden.**

Zum besseren Verständnis der Arbeitsweise des Vereinfachten Systemrahmens werden auch die Systembereiche des DB "INTER" näher erläutert.

- **DW0-DW4: Globale Daten einiger Standard-Funktionsbausteine**  
Die Datenwörter DW0 bis DW4 haben im Zusammenhang mit den Standard-Funktionsbausteinen des Systemrahmens keine Aufgabe. Sie dienen jedoch einigen Standard-Funktionsbausteinen zur Ablage von "globaler" Information.
- **DW5: Offset der Altwerte für PB "ABTAST"**  
Der Offset zeigt auf den Beginn der Altwerte im DB "INTER" für PB "ABTAST".

- **DW6: Offset der Altwerte für PB "100 ms"**  
Der Offset zeigt auf den Beginn der Altwerte im DB "INTER" für PB "100 ms"
- **DW7: Nummer des DB "ODAT"**
- **DW8: Nummer des DB "INTER"**
- **DW9: Nummer des PB "100 ms"**
- **DD10: Abtastzeit**  
Die Abtastzeit ist im Gleitpunktformat und der Einheit Sekunde anzugeben
- **DW12: Anlaufart, AG-Kennung, Bedienung**
  - D12.0: Bedienbit**  
Bei einer Änderung der Abtastzeit wird bei allen zeitabhängigen Bausteinen das Bedienbit gesetzt.
  - D12.3: Abtastkennung**  
Die Abtastkennung wird nur bei Aufruf von PB "ABTAST" gesetzt.
  - D12.6,7: AG-Kennung**
    - D12.6,7: 0,1 CPU 922 = 1
    - D12.6,7: 1,0 CPU 928 = 2
    - D12.6,7: x,x AG 155U, CPU 945 = beliebig
  - D12.8: Neustartbit**  
Bei Neustart ist D12.8 = 1 sonst 0
  - D12.9: Wiederanlauf manuell**  
Bei einem manuellen Wiederanlauf muß das Datenbit D12.9 =1 gesetzt werden.
  - D12.10: Wiederanlauf nach Netzspannungsausfall**  
Bei einem Wiederanlauf nach Netzspannungsausfall muß das Datenbit D12.10 =1 gesetzt werden.
- **DW13 (AG 135 U), DD13 (AG 155 U, CPU 945): Adresse des DB "INTER"**  
Die Adresse des DB "INTER" wird von FB "ORGANI" aktualisiert.
- **DW15: Offset der Vergangenheitswerte**  
Die einzelnen Funktionsbausteine erhöhen den Offset um den benötigten Speicherbereich und tragen den aktuellen Offset in DW15 ein. Der folgende Baustein findet den richtigen Offset für seine Vergangenheitswerte vor.
- **DW<sub>n</sub>+1-DW<sub>l</sub>: Vergangenheitswerte und Hilfsgrößen für FB's aus PB "ABTAST"**
- **DW<sub>l</sub>+1-DW<sub>m</sub>: Vergangenheitswerte und Hilfsgrößen für FB's aus PB "100 ms"**

Organisatorische Daten:

Datum	Benennung
DW0	Globale Daten einiger Standardfunktionsbausteine
DW4	
DW5	Offset der Altwerte für PB "ABTAST" (n+1)
DW6	Offset der Altwerte für PB "100 ms" (l+1)
DW7	Nummer des DB "ODAT"
DW8	Nummer des DB "INTER"
DW9	Nummer des PB "100 ms"
DD10	Abtastzeit
DW12	Anlaufart, AG-Kennung, Bedienung
DW13	Adresse des DB "INTER"
DW14	
DW15	Offset der Vergangenheitswerte

\*: DW13 (AG135U), DD13 (AG 155U, CPU 845)

DWn+1	Vergangenheits- und Hilfsgrößen für FB's aus PB "ABTAST"
DWl	
DWi+1	Vergangenheits- und Hilfsgrößen für FB's aus PB "100 ms"
DWm	

n: legt der Anwender durch die Verschaltung der Bausteine fest  
l, m: hängt von den verwendeten Regelungsbausteinen ab

Bild 3-8 Organisatorische Daten im DB "INTER"

### 3.4 Belegte Merker, Zeiten, Zähler, Systemdaten

Die Standardfunktionsbausteine belegen den Merkerbereich von MW 200 bis MW 254. Will der Anwender diesen Bereich im zyklischen Anwenderprogramm ebenfalls nutzen, muß er die Daten dieses Merkerbereichs am Anfang des Regelungsprogramms retten (FB "RETTEN") und am Ende wieder laden (FB "LADEN"). In alarmgesteuerten Programmen muß der Inhalt des Merkerbereichs (MW 200 bis MW 254) ebenfalls gesichert werden.

Zeiten und Zähler sind nicht belegt.

In den Geräten CPU 922 (R-Prozessor) und CPU 928/928B werden die Systemdaten BS 60 und BS 61 benutzt. Bei Unterbrechung an den Befehls Grenzen und Nutzung dieser Zellen muß der Inhalt gerettet und am Ende zurückgeschrieben werden.

### 3.5 Begriffe der Modularen Regelung

Zum näheren Verständnis des folgenden Kapitels sollen an dieser Stelle die noch verbleibenden, feststehenden Begriffe der Modularen Regelung definiert werden.

### 3.5.1 Anlaufarten

Im **Anlaufbetrieb** befindet sich die Modulare Regelung, wenn das Betriebssystem des AG bzw. der CPU die Organisationsbausteine OB 20, OB 21 oder OB 22 bearbeitet und den dort aufgerufenen FB "ANLAUF" durchläuft.

Ein **Erstlauf** liegt dann vor, wenn das AG bzw. die CPU den OB 20 (OB 21 bei CPU 945) bearbeitet, d.h. ein Erstlauf ist gleichbedeutend mit dem Begriff Neustart.

### 3.5.2 Bedienen

Der Anwender der Modularen Regelung hat zwei unterschiedliche Bedienarten zur Auswahl:

- Setzen des **Bedienungseintrages** (Bedienbit Bit 0 im DB "ODAT", s. S. 3 - 9, 3 - 10). Es werden nicht nur die Zeittaktnummer und Verschiebezeit aktualisiert, sondern auch sämtliche Größen aller im Regelkreis vorhandener Standardfunktionsbausteine, deren Wertübernahme mittels SBED = 1 erfolgt. Ein Bedienungseintrag wirkt also regelkreisweit.
- **Lokale Bedienung über SBED.**

Es werden gezielt nur die Größen eines Standardfunktionsbausteines übernommen. Der Anwender hat es in der Hand, ob die Übernahme **dynamisch**, d.h. immer, oder **adaptiv**, d.h. flankengesteuert, geschieht. Die flankengesteuerte Wertübernahme hat der Anwender selbst zu programmieren.

## 4 Anwendung der Fuzzy-Regelung

### 4.1 Prinzip der Regelung

Zunächst müssen die analogen Eingangssignale in linguistische Werte umgewandelt werden. Ein linguistischer Wert ist eine natürlichsprachliche Größe wie "klein", "groß", "heiß", "kalt" etc.. Um den gesamten Meßbereich eines Eingangssignals abzudecken sind in der Regel mehrere linguistische Werte nötig. Typischerweise überdecken sich teilweise deren Geltungsbereiche. Die Anzahl der Werte ist anwendungsabhängig. Denkbar sind z.B. (eiskalt, kalt, kühl, lau, warm, heiß) oder (niedrig, mittel, hoch). Die Umwandlung der Eingangsgröße in mehrere linguistische Werte wird als Fuzzifizierung bezeichnet.

Wie sehr eine Eingangsgröße einem linguistischen Wert entspricht, wird intern durch einen Wahrheitswert (Wahrheitsgehalt) zwischen 0.0 und 1.0 dargestellt. Das heißt, wenn die aktuelle Eingangsgröße dem linguistischen Wert gar nicht zuzuordnen ist, erhält man den Wahrheitswert 0.0. Entspricht die Eingangsgröße dem linguistischen Wert voll, dann erhält man den Wahrheitswert 1.0. Jeder andere Zwischenwert ist möglich. Die Umwandlung selbst erfolgt durch sogenannte Zugehörigkeitsfunktionen. Für jeden linguistischen Wert ist eine Zugehörigkeitsfunktion nötig. Die Zugehörigkeitsfunktionen haben im allgemeinen die Form eines Trapezes (siehe Bild 4.1).

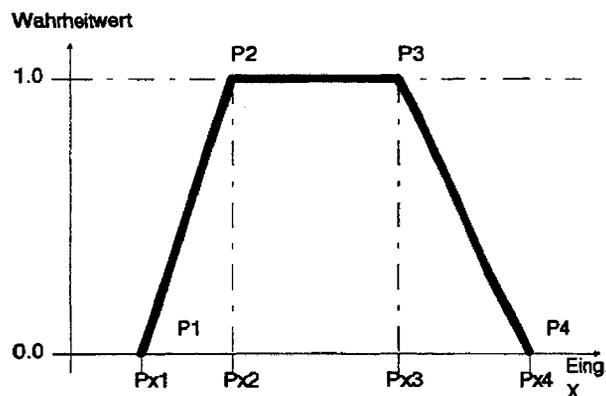


Bild 4.1 Allgemeine Zugehörigkeitsfunktion

Das Trapez ist durch die vier Eckpunkte P1, P2, P3 und P4 bestimmt. Die Y-Koordinaten dieser Punkte liegen fest:

$$P1y = 0.0; \quad P2y = 1.0; \quad P3y = 1.0; \quad P4y = 0.0;$$

Die Form des Trapezes ist also nur durch die X-Koordinaten variabel. Für die X-Koordinaten gilt die Einschränkung:

$$P1x \leq P2x \leq P3x \leq P4x;$$

Wenn X-Koordinaten durch gleiche Werte zusammenfallen ergeben sich Sonderformen des Trapezes (siehe Bild 4.2).

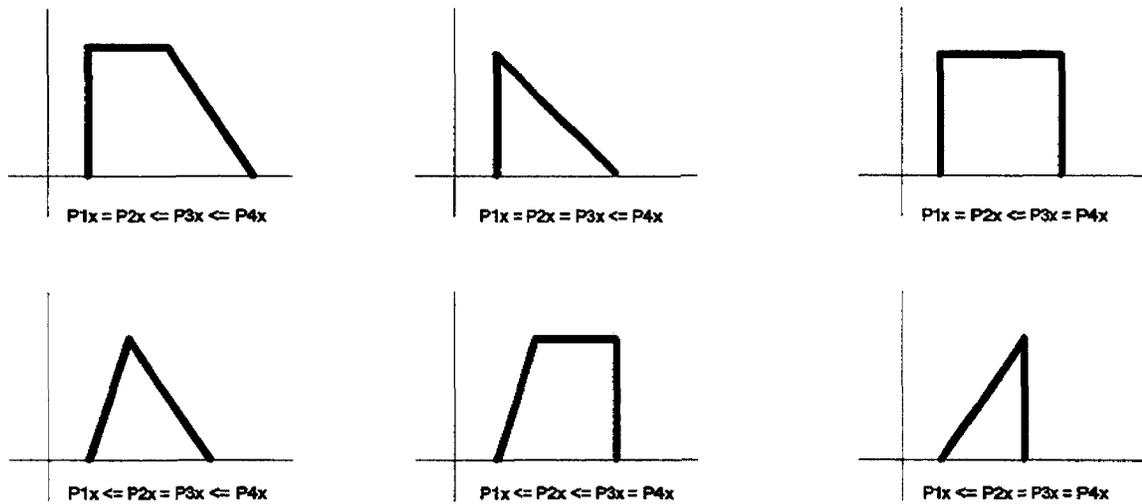


Bild 4.2 Sonderformen der Zugehörigkeitsfunktionen

Die Wahrheitswerte werden dann in einem Regelwerk verknüpft. Praxisnahe WENN-DANN-Regeln werden, wie bei binärer Logik, durch AND-, OR- und NOT-Funktionen gebildet. Die AND-Funktion entspricht dabei der Minimalwert-Funktion, die OR-Funktion der Maximalwert-Funktion und die NOT-Funktion ergibt sich nach der Formel NOT (Wahr) = 1.0 - Wahr.

Die Ergebnisse des Regelwerks, wiederum Wahrheitswerte, werden in einer Defuzzifizierungsstufe in einen analogen Wert umgewandelt. Die Defuzzifizierung erfolgt ebenfalls durch Umwandlung über Zugehörigkeitsfunktionen. Für jede Ausgangsgröße des Regelwerks ist eine Zugehörigkeitsfunktion nötig. Je nach Größe des Wahrheitswertes ergibt sich in der Zugehörigkeitsfunktion eine Teilfläche. Diese Teilfläche hat bei der MAX-MIN-Inferenzmethode wieder die Form eines Trapezes. Dadurch entstehen zwei neue Eckpunkte, deren X-Koordinaten hier mit X2 und X3 bezeichnet sind (siehe Bild 4.3).

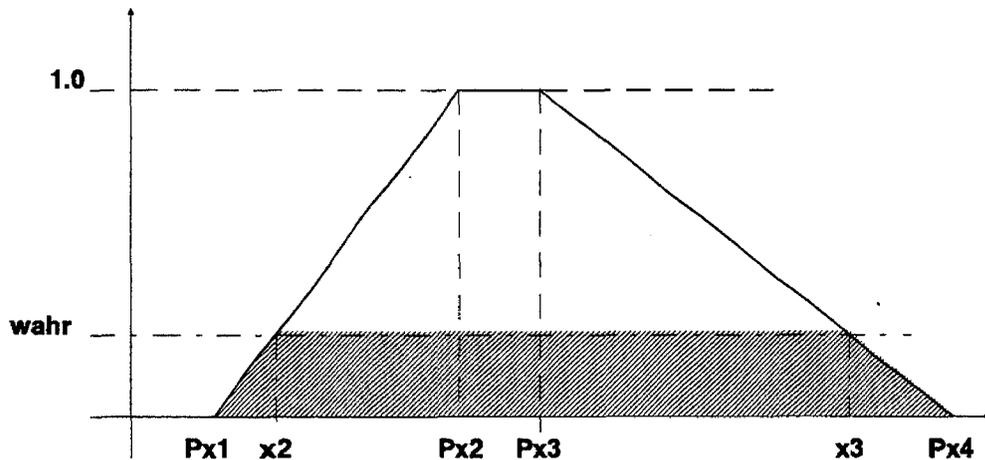


Bild 4.3 Teilfläche des Trapezes

Pro Ausgangsgröße des Regelwerks ergibt sich so eine Teilfläche. Die Teilflächen aller Zugehörigkeitsfunktionen einer Ausgangsgröße werden zusammengefaßt. Für die Bildung des Ausgangssignals wird der Flächenschwerpunkt der Gesamtfläche berechnet. Die X-Koordinate des Schwerpunkts ergibt die Größe des Ausgangssignals (siehe Bild 4.4).

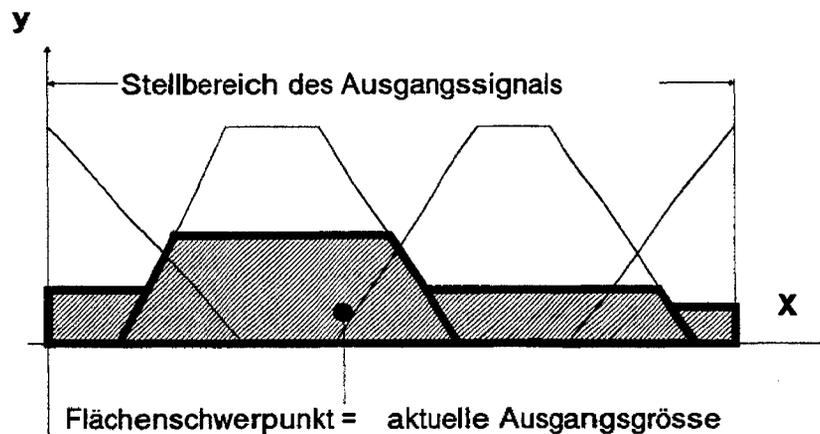


Bild 4.4 Flächenschwerpunkt

## 4.2 Aufrufstruktur und Datenorganisation

Der Aufruf der Funktionsbausteine pro Regelkreis wird in einem Programmbaustein PB "ABTAST" zusammengefaßt. Hier erfolgt auch der Aufruf des Fuzzy-Applikationsbausteins FUZ:APP. Vor und nach dem Aufruf müssen die Daten für die Fuzzy-Ein- und Fuzzy-Ausgänge übertragen werden.

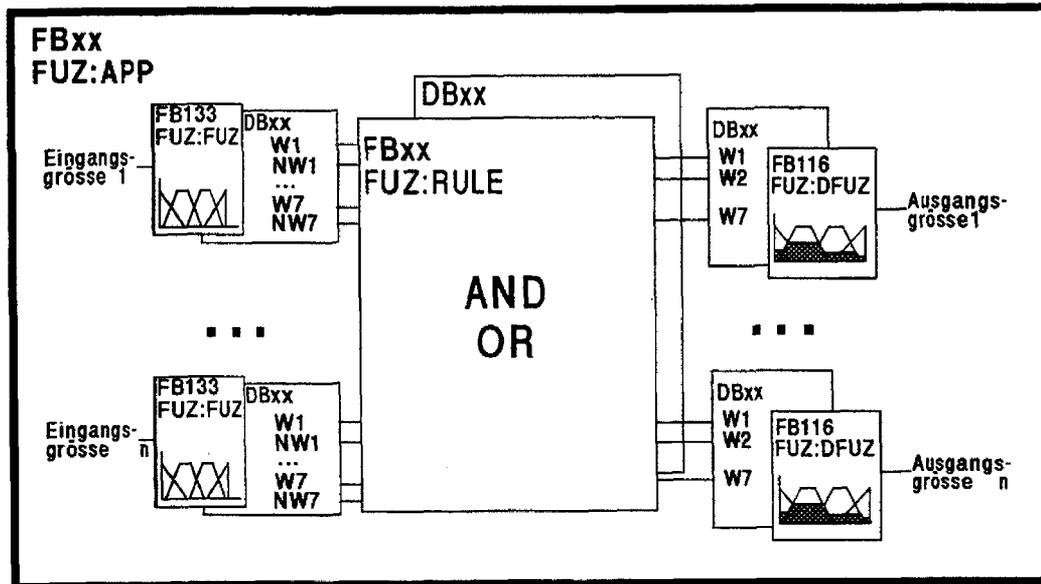
Zum Beispiel:

```

:L DD "Datendoppelwort innerhalb von DB "INTER"
:A DB ..
:T DD 1           Eingang 1
...
:L DD "Datendoppelwort innerhalb von DB "INTER"
:A DB ..
:T DD 1           Eingang n
:SPA FB ..
NAME :FUZ:APP
:A DB ..
:L DD 4           Ausgang 1
:A DB Nummer des DB "INTER"
:T DD "Datendoppelwort innerhalb von DB "INTER"
...
:A DB ..
:L DD 4           Ausgang n
:A DB Nummer des DB "INTER"
:T DD "Datendoppelwort innerhalb von DB "INTER"
... Bausteinnummer wird vom Anwender vorgegeben
    
```

Der Aufruf des Fuzzy-Applikationsbausteins kann auch außerhalb des Programmbausteins erfolgen. Er ist nicht an einen Systemrahmen gebunden.

Innerhalb des Fuzzy-Applikationsbaustein FUZ:APP wird pro Eingangsgröße der Standard-Funktionsbaustein FB113 FUZ:FUZ aufgerufen. Das Regelwerk wird durch einen anwendungsspezifischen Funktionsbaustein FUZ:RULE abgearbeitet. Pro Ausgangsgröße wird der Standard-Funktionsbaustein FB116 FUZ:DFUZ aufgerufen (siehe Bild 4.5).



xx: Bausteinnummern werden vom Anwender vorgegeben

Bild 4.5 Modulares Baustein-Konzept des Fuzzy-Reglers

Alle Daten und Parameter der Fuzzy-Regelung werden in Datenbausteinen abgelegt. Für jeden Aufruf des FUZ:FUZ und des FUZ:DFUZ ist ein Datenbaustein in ausreichender Länge anzulegen (siehe Abschnitt 5.3). Bei Generierung des Funktionsbausteins FUZ:RULE über die Fuzzy-Parametrierungssoftware SIFLOC S5 wird auch ein Datenbaustein zur Ablage interner Daten des Regelwerks erstellt.

### 4.3 Projektierung mit SIFLOC S5

Für die Parametrierung, Analyse sowie Bedien- und Beobachtung eines Fuzzy-Reglers steht das Programm SIFLOC S5 zur Verfügung. Grafische Eingabe der Zugehörigkeitsfunktionen und ein tabellenorientierter Editor zur textuellen Eingabe der Regeln sind nur zwei Beispiele aus einer Vielzahl von Vorzügen, die SIFLOC S5 bietet.

Automatisch werden generiert:

- Fuzzy-Applikationsbautein FUZ:APP
- Fuzzy-Regelwerksbaustein FUZ:RULE  
mit dazugehörigem Datenbaustein
- alle Datenbausteine für die Fuzzifizierung und Defuzzifizierung

Die Bausteine können Online in das Automatisierungsgerät geladen werden.

## 5 Beschreibung der Funktionsbausteine

### 5.1 Organisatorische Funktionsbausteine

#### 5.1.1 FB 38/FB 39: Merkerbereich retten/laden (RETTEN/LADEN)

Wird ein zyklisch laufendes Anwenderprogramm durch das zeitgesteuerte Regelungsprogramm unterbrochen, besteht die Gefahr, daß die im "Merkerschmierbereich" (MW 200 bis MW 254) gespeicherten Daten des zyklischen Anwenderprogramms überschrieben werden. Der FB "RETTEN" sichert die Daten dieses Speicherbereichs, indem er sie auf Datenworte überträgt. Er ist am Anfang des Regelungsprogramms aufzurufen und rettet somit die Daten des zyklischen Programms. Am Ende des zeitgesteuerten Programmteils muß FB 39 aufgerufen werden. Er schreibt die "geretteten Daten" zurück in den "Merkerschmierbereich".

Die Funktionsbausteine FB 38 und FB 39 sind immer paarweise zu benutzen und mit demselben Datenbaustein zu parametrieren.

#### CPU 948, CPU 946/947, CPU 946R/947R:

Die Funktionsbausteine sind in max. 16 unterschiedlichen Alarmebenen aufrufbar und retten den "Schmierbereich" in einem "Stack" (dem parametrierten Datenbaustein). D.h., daß diese Funktionsbausteine auch in verschiedenen Unterbrechungsebenen mit dem gleichen Datenbaustein zu parametrieren sind. Der Datenbaustein muß 817 Datenworte (ohne Vorkopf) lang sein (DW 0 bis DW 816).

Im Fehlerfall geht die CPU in den STOP-Zustand über. Mögliche Fehler sind (Fehlernummer im Akku1):

F001	△	DB-Retten/Laden nicht vorhanden
F002	△	Merkerstacküberlauf
F003	△	DB-Retten/Laden zu kurz

Abhilfen können sein:

F001:

DB-Retten/Laden ins AG übertragen

F002:

FB 38/39 immer paarweise anwenden.

Am Anfang des unterbrechenden OB ist FB 38 und am Ende FB 39 aufzurufen.

Der OB darf nicht vorher mit BEB abgebrochen werden.

F003:

DB-Retten/Laden mit der Länge 817 laden.

#### CPU 945, CPU 928B, CPU 928, R-Prozessor (CPU 922):

Die Bausteine für diese Geräte besitzen dieselbe Aufgabe, wie die oben beschriebenen. Es existiert jedoch ein wesentlicher Unterschied. Während die Bausteine für das AG 155U den Inhalt des "Merkerschmierbereichs" auch auf unterschiedlichen Unterbrechungsebenen immer in denselben Datenbaustein retten, muß hier für jeden Aufruf des FB-Paares ein eigener Datenbaustein gewählt werden. Im Normalfall bedeutet dies, daß für jede Unterbrechungsebene ein Datenbaustein mit der Länge von 28 Wörtern (ohne Vorkopf) benötigt wird.

Formaloperandenliste

Name	Verwendung/Benennung	Art	Typ
DB	Datenbaustein, in den die Daten des "Märkerschmierbereichs" übertragen werden.	B	-

**5.1.2 FB 63: Anlauf ("ANLAUF")**

Der Funktionsbaustein "ANLAUF" ist im AG 155U und AG 135U in den Organisationsbausteinen

OB 20 - Neustart

OB 21 - Wiederanlauf manuell

OB 22 - Wiederanlauf nach Netzspannungsausfall

aufzurufen. Bei den Aufrufen ist dem Baustein die Anlaufart wie folgt mitzuteilen:

OB 20	...	Neustart.....	Art = 0
OB 21	...	Wiederanlauf manuell .....	Art = 1
OB 22	...	Wiederanlauf nach Netzspannungsausfall .....	Art = 2

Für die CPU 945 gibt es die ANLAUF-Programmbearbeitungen im OB 21 bei manuellem Neustart und OB 22 bei automatischem Neustart nach Netzwiederkehr, wenn die CPU vorher in der Betriebsart RUN gewesen ist. Bei den Aufrufen ist dem Baustein die Anlaufart wie folgt mitzuteilen:

OB 21	manueller Neustart	ART = 0
OB 22	automatischer Neustart nach Netzwiederkehr	ART = 2

FB "ANLAUF" benötigt weiterhin die Vorgabe der AG-Kennung. Es gilt folgende Zuordnung:

AG	Automatisierungsgerät/CPU
1	R-Prozessor (CPU 922)
2	CPU 928, CPU 928B

Für die Programmpakete des AG 155U und CPU 945 ist dieser Parameter bedeutungslos. Es kann ein beliebiger Wert eingetragen werden.

Der Standardfunktionsbaustein "Anlauf" hat folgende Aufgaben:

- Markieren der Anlaufart in allen DB "INTER"
- Eintragen des AG-Typs in allen DB "INTER" (bei Neustart)
- Aufruf aller PB "ABTAST" und PB "100 ms" (bei Neustart)
- Ermittlung des Speicherbedarfs der PB "ABTAST" und der PB "100 ms" für Altwerte (bei Neustart)
- Überprüfung der Längen des DB "ODAT" und aller DB "INTER" (nur bei Neustart). Ist ein DB zu kurz, geht das AG mit dem AKKU-Inhalt F002 in STOP. Aus dem USTACK kann entnommen werden, welcher DB zu kurz ist. Vor dem erneuten Start muß der Anwender die Bausteine, die im AG-Speicher hinter dem betroffenen DB liegen, kontrollieren, ob sie korrekt sind.

Findet ein Wiederanlauf statt, werden die Regelungsbausteine nicht vom FB "ANLAUF" selbst aufgerufen. Statt dessen wird in allen DB "INTER" die Anlaufart markiert und erst nach Ablauf der in DD 13 angegebenen Abtastzeit gelöscht. Damit ist sichergestellt, daß alle Regelungsbausteine ihre entsprechenden Programmroutinen durchlaufen können, wenn in DD 13 die größte Abtastzeit eingetragen wird.

## Formaloperandenliste

Name	Verwendung/Benennung	Art	Typ
AG	AG-Kennung	D	KF
ART	Anlaufart	D	KF
ODAT	Nummer des DB "ODAT"	D	KF

### 5.1.3 FB 69: Organisation ("ORGANI")

Die Aufgaben des FB "ORGANI" wurden zum Teil bereits in Kapitel 3 erläutert. Es sind:

- Verwaltung der Zeitzellen
- Verwaltung des Speicherbereichs für Vergangenheits- und interne Werte
- Bedienkennung nach DB "INTER" übertragen
- Abtastzeit nach DB "INTER" übertragen
- DB "INTER" aufschlagen
- PB "ABTAST" aufrufen
- PB "100 ms" aufrufen

FB "ORGANI" sorgt dafür, daß jeder Regelkreis die für ihn gültigen organisatorischen Daten (z.B. Abtastzeit) im DB "INTER" vorfindet und ruft sie in der parametrisierten Reihenfolge auf. Er beachtet dabei die für die PB "ABTAST" geltenden Tast- und Verschiebezeiten.

Der für den Formalparameter ODAT vorgegebene Wert muß mit dem entsprechenden des FB "ANLAUF" übereinstimmen.

## Formaloperandenliste

Name	Verwendung/Benennung	Art	Typ
ODAT	Nummer des DB "ODAT"	D	KF

### 5.1.4 FB 20: Anlauf-Mini ("ANL-MINI")

Der Funktionsbaustein "ANL-MINI" ist Bestandteil des Vereinfachten Systemrahmens. Im AG 135U oder AG 155U ist er in den Organisationsbausteinen OB 20 - Neustart, OB 21 - Wiederanlauf manuell bzw. OB 22 - Wiederanlauf nach Netzspannungsausfall aufzurufen. Bei den Aufrufen ist dem Baustein die Anlaufart wie folgt mitzuteilen:

OB 20 ... Neustart ..... ART = 0  
 OB 21 ... Wiederanlauf manuell ..... ART = 1  
 OB 22 ... Wiederanlauf nach Netzspannungsausfall ..... ART = 2

Für die CPU 945 gibt es die ANLAUF-Programmbearbeitungen im OB 21 bei manuellem Neustart und OB 22 bei automatischem Neustart nach Netzwiederkehr, wenn die CPU vorher in der Betriebsart RUN gewesen ist. Bei den Aufrufen ist dem Baustein die Anlaufart wie folgt mitzuteilen:

OB 21     manueller Neustart                             ART = 0  
 OB 22     automatischer Neustart nach Netzwiederkehr     ART = 2

Findet ein Wiederanlauf statt, werden die Regelungsbausteine nicht vom FB"ANL-MINI" selbst aufgerufen. Statt dessen wird im DB "INTER" die Anlaufart markiert, sodaß alle Regelungsbausteine ihre entsprechenden ProgrammROUTINEN durchlaufen können.

Über die Formaloperanden DBNR und PBNR wird dem Systemrahmen die Datenbaustein-Nummer des DB "INTER" und die Programmbaustein-Nummer des PB "ABTAST" mitgeteilt. Der DB "ODAT" entfällt.

#### Formaloperandenliste

Name	Verwendung/Benennung	Art	Typ
ART	Anlaufart	D	KF
DBNR	Nummer des DB "INTER"	D	KF
PBNR	Nummer des PB "ABTAST"	D	KF
TA	Abtastzeit	D	KG

Der Funktionsbaustein "ANL-MINI" hat folgende Aufgaben:

- Markieren der Anlaufart im DB"INTER"
- Aufruf des PB "ABTAST" bei Neustart
- Ermittlung des Speicherbedarfs des PB "ABTAST" für Altwerte (nur bei Neustart)
- Überprüfung der Länge des DB "INTER" (nur bei Neustart). Ist ein DB zu kurz, geht das AG mit dem AKKU-Inhalt F002 in STOP. Aus dem USTACK kann die Nummer des DB's entnommen werden. Vor dem erneuten Start muß der Anwender die Bausteine, die im AG-Speicher hinter dem betroffenen DB liegen, kontrollieren, ob sie korrekt sind.

### 5.1.5 FB 23: Organisation-Mini ("ORG-MINI")

Der Funktionsbaustein "ORG-MINI" wird in einem der Organisationsbausteine für Weckalarm aufgerufen (OB 10 ... 18).

Über die Formaloperanden DBNR und PBNR wird dem Systemrahmen die DatenbausteinNummer des DB "INTER" und die Programmbaustein-Nummer des PB "ABTAST" mitgeteilt. Der DB "ODAT" entfällt.

#### Formaloperandenliste

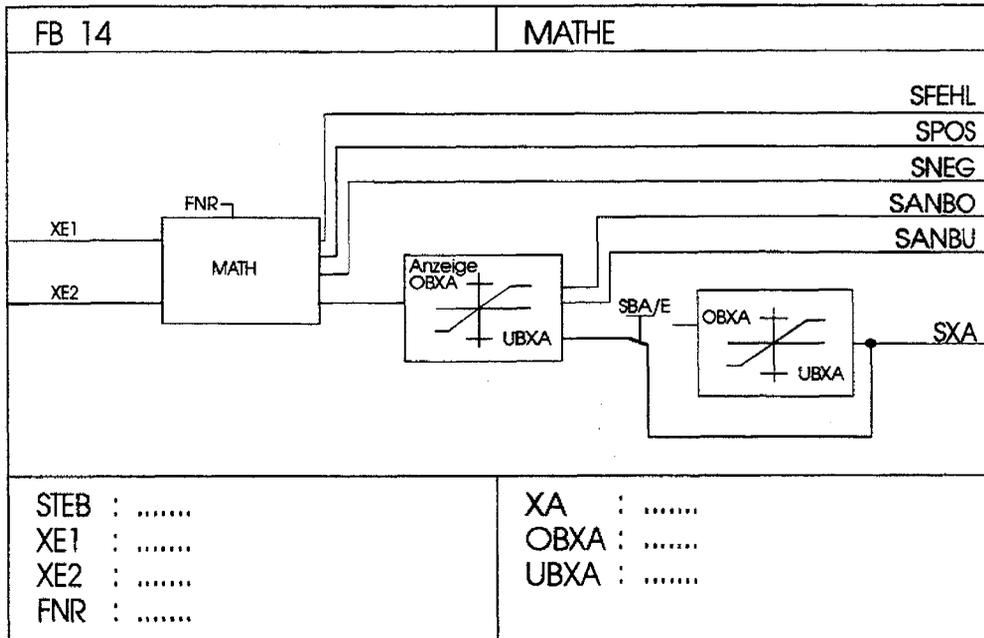
Name	Verwendung/Benennung	Art	Typ
DBNR	Nummer des DB "INTER"	D	KF
PBNR	Nummer des PB "ABTAST"	D	KF

Die Aufgaben des FB "ORG-MINI" sind:

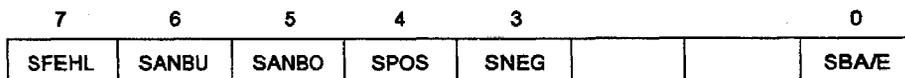
- Verwaltung des Speicherbereichs für Vergangenheits- und interne Werte
- DB "INTER" aufschlagen
- PB "ABTAST" aufrufen.

## 5.2 Regelungsbausteine

### 5.2.1 FB 14: Mathematischer Baustein ("MATHE")



#### STEB



Der Funktionsbaustein FB "MATHE" beinhaltet mehrere mathematische Funktionen, die mit Hilfe der Funktionsnummer FNR angewählt werden können. Die Begrenzung des Ausgangs auf die Grenzwerte OBXA und UBXA kann mit Hilfe des Steuerbits SBA/E zu- und abgeschaltet werden. Das Erreichen eines Grenzwerts wird immer durch die Bits SANBO und SANBU angezeigt.

In folgenden Fällen wird die Fehlermeldung SFEHL speichernd gesetzt:

- falsche Funktionsnummer
- Division durch 0; der Ausgang bleibt unverändert
- Radikant kleiner als 0; es wird die Wurzel des Betrags gebildet.

Folgende mathematische Funktionen sind wählbar:

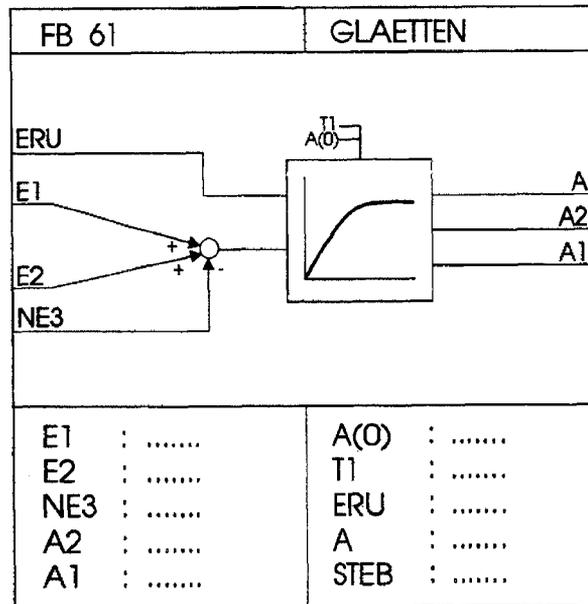
FNR	Formel	Funktion
1	$XE1 - XE2$	Differenz
2	$\frac{1}{XE1}$	Kehrwert
3	$\frac{XE1}{XE2}$	Division
4	$\frac{XE1 + XE2}{2}$	Mittelwert
5	$XE1 \cdot XE2$	Multiplikation
6	$-XE1 \cdot XE2$	Negation mit Normierung
7	$ XE1  \cdot XE2$	Betrag mit Normierung
8	$\sqrt{XE1 \cdot XE2}$	Wurzel mit Normierung

Bei der Kehrwertbildung ist der Eingang XE2 irrelevant. Es kann eine Dummy-Adresse vorgegeben werden.

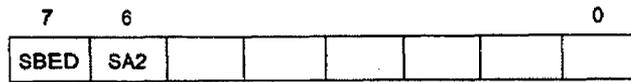
Formaloperandenliste

Name	Verwendung/Benennung	Art	Typ
STEB	<b>Steuer- und Meldebyte</b> Bit-Nr. 0: SBA/E = 0 Begrenzung AUS = 1 Begrenzung EIN Bit-Nr. 3: SNEG = 1 Ergebnis negativ Bit-Nr. 4: SPOS = 1 Ergebnis positiv Bit-Nr. 5: SANBO = 1 Anzeige: XA in der oberen Begrenzung Bit-Nr. 6: SANBU = 1 Anzeige: XA in der unteren Begrenzung Bit-Nr. 7: SFEHL = 1 Fehler: Division durch 0 oder Wurzel einer negativen Zahl oder unzulässige FNR	E	BY
XE1	Eingang 1	E	D
XE2	Eingang 2	E	D
FNR	Funktionsnummer, Wertebereich: 1... 8	E	BY
XA	Ausgang	A	D
OBXA	obere Begrenzung von XA Wertebereich: UBXA ... +10000	E	D
UBXA	untere Begrenzung von XA Wertebereich: -10000 ... OBXA	E	D

5.2.2 FB 61: Glättungsglied ("GLAETTEN")



STEB



Der Funktionsbaustein "GLAETTEN" wirkt als Verzögerungsglied 1.Ordnung. Er glättet beliebige Eingangswerte nach der Pade-Näherung 1.Ordnung (Trapez-Regel). Die Güte der Glättung ist über die Zeitkonstante T1 einstellbar.

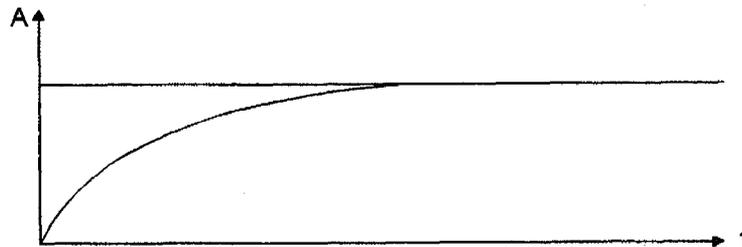


Bild 5-1 Sprungantwort des Glättungsglieds

Am Ausgang A1 steht die Ableitung des Ausgangs A zur Verfügung. Dies kann in Zustandsregelungen von Vorteil sein.

Das Glättungsglied ist rückkoppelbar. Zur Realisierung der Rückkopplung muß der Ausgang A2 verwendet werden. Zusätzlich ist der Eingang ERU mit dem Faktor zu belegen, der sich zwischen dem Ausgang A2 und dem Eingang NE3 befindet; d.h. bei direkter Rückkopplung auf NE3 gilt ERU =1.

Findet keine Rückkopplung statt, muß ERU=0 gesetzt werden.

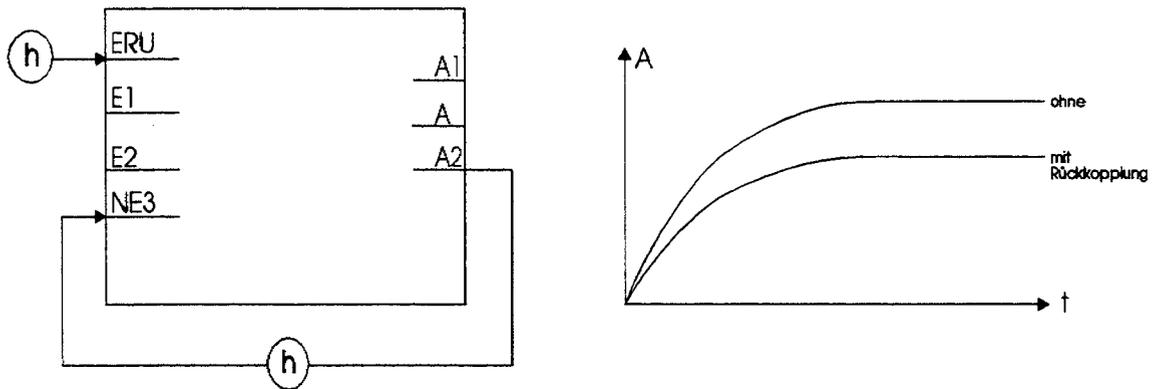
**Beispiel:**

Bild 5-2 Rückgekoppeltes Glättungsglied

Soll der Ausgang A2 von einem bestimmten Wert loslaufen, kann dies mit dem Steuerbit SA2 erreicht werden. Wird SA2=1 gesetzt, erhält A2 den vom Anwender vorgegebenden Wert A(0). Der Ausgang A enthält den zugehörigen, nach der Trapezregel berechneten Wert. Das Glättungsglied kann z.B. vom ersten eingelesenen Istwert aus gestartet werden.

**Dynamische, adaptive Wertvorgabe:**

Die Glättungszeitkonstante T1 und die Abtastzeit TA können sowohl dynamisch als auch adaptiv vorgegeben werden. Sie werden neu übernommen, wenn SBED = 1 ist. Bei dynamischer Vorgabe muß ständig SBED = 1 gelten. Bei adaptiver Vorgabe ist SBED = 1 nur zu setzen, wenn die Parameter übernommen werden sollen. Nach der Übernahme muß der Anwender SBED = 0 eintragen.

**Bedienungseintrag:**

In der Betriebsart "Bedienungseintrag" im DB "ODAT" bleiben sämtliche Ausgänge unverändert. Die internen Werte werden neu berechnet, d.h. T1 und TA werden neu übernommen.

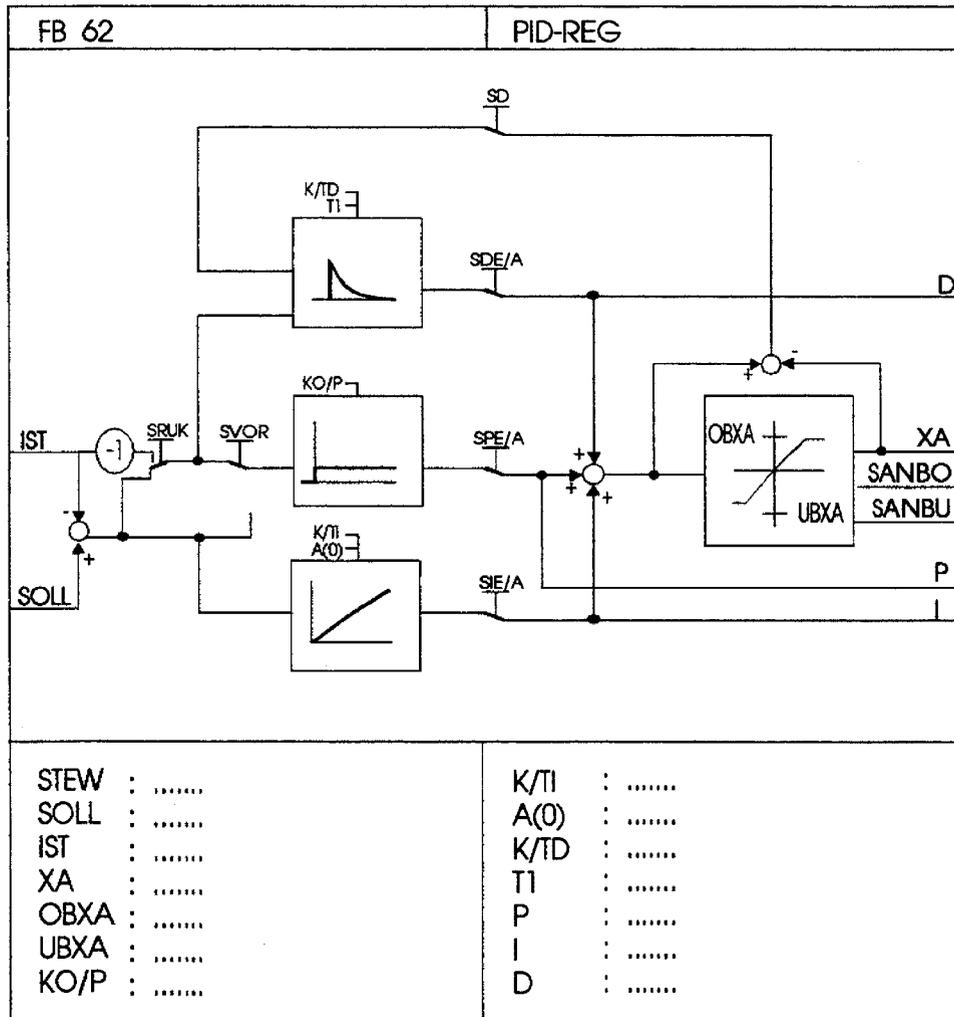
**Anlaufarten:**

Bei Erstlauf wird der Ausgang A2 mit dem vorgebbaren Anfangswert A(0) belegt, der Ausgang A erhält den entsprechenden, nach der Trapezregel berechneten Wert. In den Anlaufarten "Anlauf nach Spannungsausfall" und "manueller Wiederanlauf" bleiben die Ausgänge unverändert.

Formatoperandenliste

Name	Verwendung/Benennung	Art	Typ
E1	positiv bewerteter Eingang	E	D
E2	positiv bewerteter Eingang	E	D
NE3	negativ bewerteter Eingang	E	D
A1	Ableitung des Ausgangs A	A	D
A2	Ausgang des Speicherglieds: zur Rückkopplung zu verwenden	A	D
A(0)	Anfangswert des Ausgangs A2	E	D
T1	Glättungszeitkonstante Wertebereich: $T1 \geq \frac{TA}{2}$	E	D
ERU	Eingang der Rückkopplung: muß mit dem Faktor belegt werden, mit dem A2 auf NE3 zurückwirkt	E	D
A	Ausgang des Glättungsglieds	A	D
STEB	Steuerbyte Bit-Nr. 6: SA2 = 1 A2 wird mit A(0) belegt Bit-Nr. 7: SBED = 1 T1 und TA werden übernommen	E	BY

5.2.3 FB 62: PID-Regler ("PID-REG")



STEW

15	14		12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
SANBO	SANBU		SXA	SANL	SD	SINST	SIST	SBED	SALG	SVOR	SRUK	SDE/A	SIE/A	SPE/A	SA/E

Der Funktionsbaustein FB 62 "PID-REG" stellt einen Proportional-Integral-Differential-Regler dar, der nach der Pade-Näherung (Trapez-Regel) arbeitet. Die Abtastzeit kann deshalb bis auf die halbe dominierende Streckenzeitkonstante herangeführt werden:

$$T_A \leq 1/2 \text{ dominierende Streckenzeitkonstante.}$$

Der PID-Regler ist modular aufgebaut. Die Anteile können einzeln abgeschaltet, und der PD-Anteil (SRUK = 1; SVOR = 0) oder nur der D-Anteil (SRUK = 1; SVOR = 1) können in die Rückführung verlegt werden (siehe Beispiel 6.4). Dadurch ergeben sich folgende Vorteile:

- Durch das Verlegen des P- und D-Anteils in den Rückführungszweig wird das Führungsverhalten "stoßfrei" bei gleicher Schnelligkeit der Ausregelung von Störgrößen. Auf die übliche Anwendung eines Sollwertintegrators zur Vermeidung von Sollwertsprüngen kann meist verzichtet werden.

- Die Übertragungsfunktion des geschlossenen Regelkreises besitzt unabhängig von den Werten der Reglerparameter einen konstanten Zähler, wodurch die Führungssprungantwort mit minimalem Überschwingen verläuft.

Die Übertragungsfunktion des PID-Reglers kann sowohl in additiver Form als auch in multiplikativer Form dargestellt werden.

Additive Form:

$$F_{Ra} = K_0 + K_I \cdot \frac{1}{p} + K_D \cdot \frac{p}{1 + p \cdot T_1}$$

$K_I$  : Integrierbeiwert  
 $K_D$  : Differenzierbeiwert  
 $K_0$  : Verstärkung des P-Anteils

$$\Rightarrow F_R = K_0 \left( 1 + \frac{1}{p \cdot T_N} + \frac{p}{1 + p \cdot T_1} \cdot T_V \right) \quad \text{mit } T_N = \frac{K_0}{K_I}, \quad T_V = \frac{K_D}{K_0}$$

Multiplikative Form:

$$F_{Rm} = K_P \cdot \frac{(1 + p \cdot T_N) \cdot (1 + p \cdot T_V)}{p \cdot T_N \cdot (1 + p \cdot T_1)} \quad \text{mit } T_N \gg T_V$$

$K_P$  : Verstärkung  
 $T_N$  : Integrationszeitkonstante  
 $T_V$  : Differenzierzeitkonstante  
 $T_1$  : Dämpfungzeitkonstante  
 $p$  : Laplace-Operator

Für die Dämpfungszeitkonstante gilt folgende Einschränkung:

$$T_1 \geq \frac{T_A}{2}$$

Der Anwender kann wahlweise die Werte für die multiplikative Form (z.B. Werte aus dem Bode-Diagramm) oder die additive Form (modernere Entwurfsverfahren) übergeben. Es ist darauf zu achten, daß die Bedingung auch bei multiplikativer Vorgabe der Reglerkennwerte erfüllt ist.

**D-Anteil:**

Durch die Begrenzung des Ausgangs XA auf die Grenzen UBXA und OBXA kann die Stellgröße des PID-Reglers verfälscht werden. Dies wirkt sich besonders stark beim D-Anteil aus, da dieser auf eine Eingangsgrößenänderung mit einem Ausgangssignal reagiert, das nur für eine Abtastzeit besteht (bei  $T_1 = T_A/2$ ). Sind während dieser Abtastzeit der P-Anteil und der I-Anteil sehr groß, so geht die Wirkung des D-Anteils verloren, bzw. sie wird verfälscht.

Der Anteil, der nicht auf den Ausgang wirken konnte, wird deshalb in den folgenden Abtastzeiten nachgeholt, wenn der Anwender  $SD = 0$  vorgibt.

Der D-Anteil verfügt zudem über eine Dämpfungszeitkonstante. Wird der Regelverlauf aufgrund des D-Anteils unruhig, kann durch Erhöhung der Dämpfungszeitkonstanten eine Verbesserung erreicht werden (vgl. 5.2.11).

**I-Anteil:**

Der I-Anteil wird beim Überschreiten eines Begrenzungswerts angehalten (Anti-Windup-Verhalten).

Zwei Fälle werden berücksichtigt, in denen der I-Anteil trotz Begrenzungseffekten weiterläuft:

- die obere Begrenzung OBXA wurde erreicht, der I-Anteil läuft aber in negativer Richtung.
- die untere Begrenzung UBXA wurde erreicht, der I-Anteil läuft aber in positiver Richtung.

In einer Regelung kann, wenn keine Totzeit in der Strecke vorhanden ist, die Sonderfunktion "I-Anteil nicht stoppen" (SINST) von Vorteil sein. Der I-Anteil wird in diesem Fall bei Erreichen einer Ausgangsbegrenzung nicht angehalten.

Beim Einschalten des Reglers mit SA/E=1 wird wahlweise mit dem Altwert (Wert vor dem Ausschalten) oder mit  $XA=A(0)$  begonnen (SANL). Die entsprechende Kennung sowie SRUK (PD-Anteil im Rückführungszweig) müssen vor dem Einschalten des Reglers festgelegt werden, d.h. das Anlaufverhalten kann nicht gleichzeitig mit dem Setzen von SA/E beeinflusst werden.

**Bedienungseintrag:**

Solange die Betriebsart "Bedienungseintrag" eingestellt ist, bleibt der Ausgang XA unverändert. Die internen Faktoren werden neu berechnet, d.h. K0/P, K/TI, K/TD, T1 und TA werden neu übernommen.

**Anlaufarten:**

Während des Erstlaufs wird der I-Anteil =  $A(0)$  und der Ausgang  $XA = 0$  gesetzt. Die internen Faktoren werden berechnet.

In den Anlaufarten "Anlauf nach Spannungsausfall" und "manueller Wiederanlauf" bleibt der Ausgang XA unverändert.

**Dynamische, adaptive Wertvorgabe:**

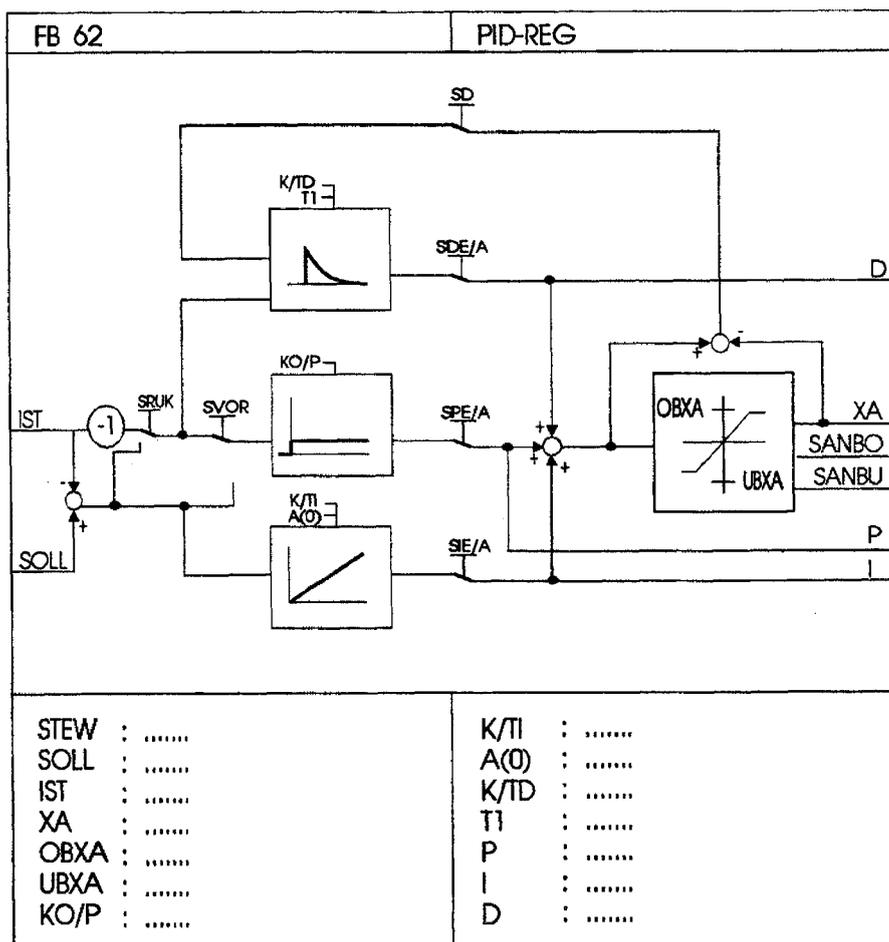
Die Reglerkennwerte K0/P, K/TI, K/TD, T1 und TA können dynamisch oder adaptiv vorgegeben werden. Sie werden nur übernommen, wenn SBED = 1 ist. Bei dynamischer Vorgabe bleibt ständig SBED = 1. Bei adaptiver Vorgabe ist SBED = 1 nur zu setzen, wenn die Werte übernommen werden sollen. Nach der Übernahme der Werte muß der Anwender SBED = 0 eintragen.

**Beispiel:**

Der PID-Regler soll folgendermaßen eingestellt werden:

- P-, D-Anteil in der Rückführung → SRUK = 1  
SVOR = 0
- I-Anteil wird beim Erreichen einer Begrenzung angehalten → SIST = 0  
SINST = 0
- Die Kennwerte werden für die multiplikative Form der Übertragungsfunktion vorgegeben → SALG = 0

- P-Anteil EIN → SPE/A = 0
- I-Anteil EIN → SIE/A = 0
- D-Anteil EIN → SDE/A = 0
- Ein nicht vollständig ausgegebener D-Anteil (aufgrund einer Begrenzung) wird nachgeholt → SD = 0
- Der Anlauf erfolgt mit A(0) → SANL = 0
- Bei eingeschaltetem Regler soll XA = 0 sein → SXA = 1.



**STEW**

15	14		12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
			1	0	0	0	0	X	0	0	1	0	0	0	1

X = 1, wenn die Kennwerte übernommen werden sollen und kein Bedienungseintrag vorliegt.

Formaloperandenliste

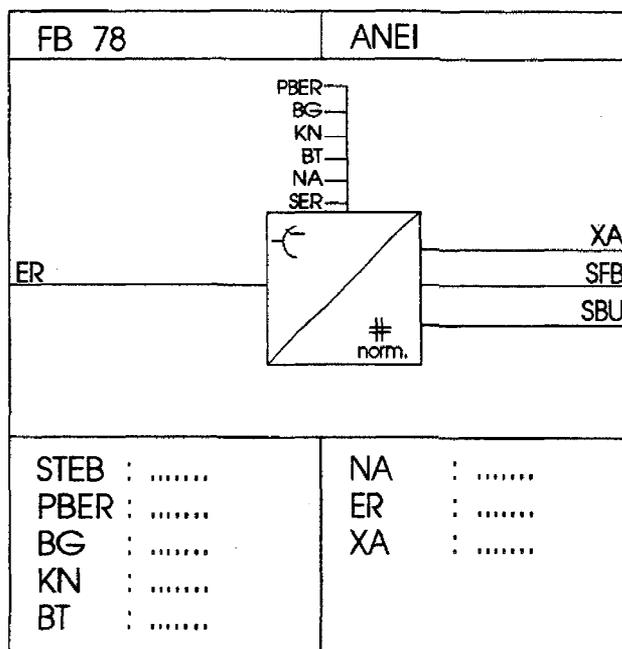
Name	Verwendung/Benennung	Art	Typ
STEW	<p>Steuerwort</p> <p>Bit-Nr. 0: SA/E = 0 Regler AUS = 1 Regler EIN</p> <p>Bit-Nr. 1: SPE/A = 1 P-Anteil AUS</p> <p>Bit-Nr. 2: SIE/A = 1 I-Anteil AUS</p> <p>Bit-Nr. 3: SDE/A = 1 D-Anteil AUS</p> <p>Bit-Nr. 4: SRUK = 0 PiD-Regler ist normal strukturiert = 1 P- und D-Anteil in der Rückführung; der P-Anteil kann mit SVOR = 1 wieder in den Vorwärtszweig gelegt werden.</p> <p>Bit-Nr. 5: SVOR = 0 und SRUK = 1: P- und D-Anteil sind im Rückführungszweig = 1 und SRUK = 1: nur der D-Anteil ist im Rückführungszweig</p> <p>Bit-Nr. 6: SALG = 0 multiplikative Form des Algorithmus = 1 additive Form des Algorithmus</p> <p>Bit-Nr. 7: SBED = 1 die Werte K0/P, K/TI, K/TD, T1 und TA werden übernommen</p> <p>Bit-Nr. 8: SIST = 0 I-Anteil wird beim Erreichen einer Begrenzung angehalten. = 1 I-Anteil wird nur dann angehalten, wenn die Begrenzung auch ohne D-Anteil erreicht würde.</p> <p>Bit-Nr. 9: SINST = 1 I-Anteil nicht stoppen</p> <p>Bit-Nr. 10: SD = 0 nicht vollständig ausgegebener D-Anteil wird nachgeholt = 1 D-Anteil wird nicht nachgeholt</p> <p>Bit-Nr. 11: SANL = 0 Anlauf mit XA = A (0) = 1 Anlauf mit dem Altwert</p> <p>Bit-Nr. 12: SXA = 0 und SA/E = 0: festhalten auf dem alten Wert = 1 und SA/E = 0: XA = 0</p> <p>Bit-Nr. 14: SANBU = 1 Anzeige: XA in der unteren Begrenzung</p> <p>Bit-Nr. 15: SANBO = 1 Anzeige: XA in der oberen Begrenzung</p>	E	W
SOLL	Eingang Sollwert Wertebereich: -10000 ... +10000	E	D
IST	Eingang Istwert Wertebereich: -10000 ... +10000	E	D
XA	Ausgang des PID-Reglers = Stellwert Wertebereich: UBXA ... OBXA	A	D
OBXA	obere Begrenzung von XA Wertebereich: UBXA ... +10000	E	D
UBXA	untere Begrenzung von XA Wertebereich: -10000 ... OBXA	E	D
K0/P	Verstärkung des PID-Reglers additive Form des Algorithmus: K0 multiplikative Form des Algorithmus: KP	E	D



Formaloperandenliste

Name	Verwendung/Benennung	Art	Typ
K/T1	Integrierbeiwert bzw. Integrationszeitkonstante additive Form des Algorithmus: KI [s <sup>-1</sup> ] multiplikative Form des Algorithmus: TN [s]	E	D
A (0)	Anfangswert des I-Anteils	E	D
K/TD	Differenzierbeiwert bzw. Differenzierzeit additive Form des Algorithmus: KD [s] multiplikative Form des Algorithmus: TV [s]	E	D
T1	Dämpfungszeitkonstante; Verzögerungszeitkonstante des D-Anteils [s] Wertebereich: T1 ≥ TA/2	E	D
P	Wert des P-Anteils	A	D
I	Wert des I-Anteils	A	D
D	Wert des D-Anteils	A	D

5.2.4 FB 78: Analogeingabe ("ANEI")



STEB



Mit dem Funktionsbaustein "Analogeingabe" lassen sich Analogwerte von verschiedenen Analogeingabebaugruppen (vgl. Tabelle) einlesen. Die Baugruppen können sowohl dem normalen als auch dem erweiterten Peripheriebereich angehören. Der Funktionsbaustein berücksichtigt die Besonderheiten der verschiedenen Analogeingabebaugruppen und nimmt die Normierung auf 0 ... 10000 bei unipolaren Baugruppen bzw. -10000 ... +10000 bei bipolaren Baugruppen vor. Bei bipolaren Baugruppen wird die komplementäre Meßwertdarstellung vorausgesetzt.

#### Ersatzwertvorgabe:

In der Betriebsart "Ersatzwert" (SER = 1) wird kein Wert von der Analogeingabebaugruppe eingelesen, sondern der am Eingang ER anstehende Wert übernommen. Entsprechend dem eingestellten Baugruppentyp BT (unipolar bzw. bipolar) wird eine Bereichsüberschreitung um mehr als 5% am Ausgang BU gemeldet:

SBU = 1 für    ER < 0 bzw. ER > 10500 bei unipolarem Baugruppentyp  
                   ER < -10500 bzw. ER > 10500 bei bipolarem Baugruppentyp

#### Nullpunktgleich:

Der Ausgangswert XA der Analogeingabe kann mit Hilfe des Nullpunktgleichs korrigiert werden. Auf diese Weise können Nullpunktfehler des Signalgebers ausgeglichen werden.

#### Beispiel:

Im physikalischen Nullpunkt wird am Ausgang XA der Wert +1200 ausgegeben. Zur Nullpunktkorrektur wird nun dieser Wert am Eingang NA parametrisiert. Danach liest der Baustein im physikalischen Nullpunkt des Signalgebers 0 ein.

Die Meldungen SBU und SFB erfolgen entsprechend den Baugruppen bei Drahtbruch oder Bereichsüberschreitung um mehr als 5%.

BT	phys. Nennbereich	Baugruppe	interne Normierung	Meldungen
0	0...50 mV 4...20 mV PT 100	460-5AA11 461-5AA11 462-5AA11	0...10000	SBU = 1 bei XA < 0 bzw. XA > 10500  SFB = DBR-Bit der BG
1	PT 100 PT 100	465-5AA11 465-3AA12	0...max °C 0...10000	SBU = 1 bei XA < 0 bzw. XA > 10500  SFB = Ü-Bit der BG
2	PT 100 PT 100	460-4UA11 465-4UA11	0...max °C 0...10000	SBU = 1 bei XA < 0 bzw. XA > 10500  SFB = Fehlerbit der BG
3	$\pm 50 \text{ mV} / \pm 500 \text{ mV} / \pm 1 \text{ V}$ $\pm 10 \text{ V} / \pm 20 \text{ mA}$	$\left\{ \begin{array}{l} 465-5AA11 \\ 465-3AA12 \end{array} \right.$	-10000...+10000	SBU = 1 bei XA < -10500 bzw. XA > 10500
4	$\pm 50 \text{ mV} / \pm 500 \text{ mV} / \pm 1 \text{ V}$ $\pm 5 \text{ V} / \pm 10 \text{ V} / \pm 20 \text{ mA}$	$\left\{ \begin{array}{l} 460-4UA11 \\ 465-4UA11 \end{array} \right.$	-10000...+10000	SBU = 1 bei XA < -10500 bzw. XA > 10500
5	$-0,05...1 \text{ V} / -0,5...10 \text{ V}$ $-1...20 \text{ mA}$	$\left\{ \begin{array}{l} 463-4UA11 \\ 463-4UB11 \end{array} \right.$	0...10000	SBU = 1 bei XA < 0 bzw. XA > 10500
6	4...20 mA	$\left\{ \begin{array}{l} 460-4UA11 \\ 463-4UA11 \\ 463-4UB11 \\ 465-4UA11 \end{array} \right.$	0...10000	SBU = 1 bei XA < 0 bzw. XA > 10500  SFB = 1 bei XA+NA < -625 $\hat{=} 3 \text{ mA}$
7	$\pm 1 \text{ V} / \pm 10 \text{ V} / \pm 20 \text{ mA}$	$\left\{ \begin{array}{l} 460-5AA21 \\ 460-5AA31 \end{array} \right.$	-10000...+10000	SBU = 1 bei XA < -10500 bzw. XA > 10500

BT = Baugruppentyp

Bild 5-3 Zuordnung der Analogeingabebaugruppen zu den Baugruppentypen und Meldungen

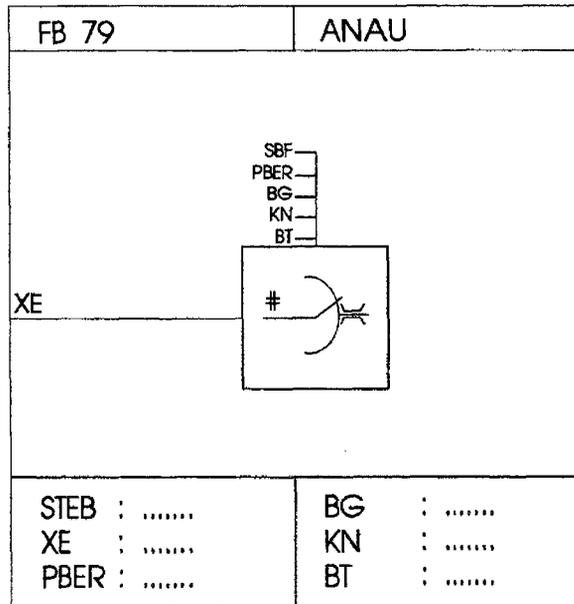
Der Ausgang XA wird über den Nennbereich hinaus nicht begrenzt. Für SFB=1 gilt XA= 0.

Fomaloperandenliste

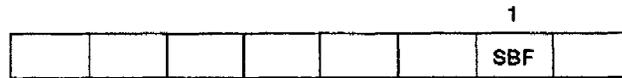
Name	Verwendung/Benennung	Art	Typ
STEB	<p>Steuerbyte</p> <p>Bit-Nr. 0: SER = 0 Wert wird von der Baugruppe eingelesen = 1 Ersatzwertvorgabe</p> <p>Bit-Nr. 6: SBU = 1 Meldung: Bereichsüberschreitung</p> <p>Bit-Nr. 7: SFB = 1 Meldung: Fehler</p>	E	BY
PBER	<p>Peripheriebereich: PBER = NP: die Analogeingabebaugruppe befindet sich im normalen Peripheriebereich = EP: die Analogeingabebaugruppe befindet sich im erweiterten Peripheriebereich</p>	E	W
BG	<p>Anfangsadresse der Baugruppe; zulässige Werte für PBER = NP: <math>BG \geq 128</math> = EP: <math>BG \geq 0</math></p>	E	BY
KN	Kanalnummer auf der Analogeingabebaugruppe	E	BY
BT	<p>Baugruppentyp</p> <p>Wertebereich: 0 ... 7</p>	E	BY
NA	<p>Nullpunktgleich: <math>XA = \text{eingeliesener Wert (normiert)} - NA</math></p> <p>Wertebereich: -10000 ... +10000</p>	E	D
ER	<p>Ersatzwert; wird in der Betriebsart "Ersatzwert" anstelle des Werts der Analogeingabebaugruppe übernommen</p> <p>Wertebereich: 0 ... 10000 bzw. -10000 ... +10000</p>	E	D
XA	<p>Ausgang des Funktionsbausteins</p> <p>Wertebereich: 0 ... 10000 bzw. -10000 ... +10000</p>	A	D

5

**5.2.5 FB 79: Analogausgabe ("ANAU")**



**STEB**



Mit dem Funktionsbaustein "ANAU" lassen sich über Analogausgabebaugruppen Analogsignale an den Prozeß ausgeben.

Der Funktionsbaustein verarbeitet baugruppenspezifische Werte im Bereich 0 ... 10000 bzw. -10000 ... +10000. Kleinere oder größere Eingangswerte werden begrenzt. Der Anwender muß lediglich den Parameter BT entsprechend der verwendeten Baugruppe vorgeben.

BT	Baugruppen	zulässiger Eingangswert
0	475-3AA11 475-5AA11	-10000 ... +10000
1	476-3AA11 476-5AA11	0 ... 10000
2	470-4UA11 470-4UB11	-10000 ... +10000
3	470-4UC11	0 ... 10000

BT: Baugruppentyp

Die Signale können wahlweise über die normale oder die erweiterte Peripherie ausgegeben werden.

Durch Setzen des Parameters SBF wird der Transfer an die Analogausgabebaugruppe gesperrt.

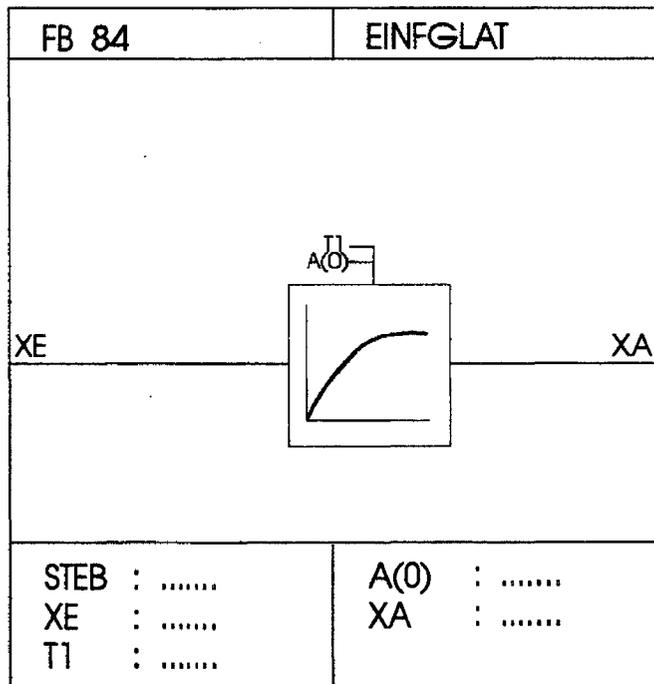
**Bedienungseintrag, Anlaufarten:**

Die Analogperipherie wird nicht angesprochen.

Formaloperandenliste

Name	Verwendung/ Benennung	Art	Typ
STEB	Steuerbyte: Bit-Nr. 1: SBF = 0 Normalbetrieb, die Peripherie wird angesprochen = 1 Ausgabesperre, die Peripherie wird nicht angesprochen	E	BY
XE	Eingang (= auszugebender Analogwert); Wertebereich 0 ... 10000 bzw. -10000 ... +10000	E	D
PBER	Peripheriebereich: PBER = NP: die Analogausgabebaugruppe befindet sich im normalen Peripheriebereich = EP: die Analogausgabebaugruppe befindet sich in erweitertem Peripheriebereich	E	W
BG	Anfangsadresse der Baugruppe; zulässige Werte für PBER = NP: BG ≥ 128 = EP: BG ≥ 0	E	BY
KN	Kanalnummer auf der Analogausgabebaugruppe	E	BY
BT	Baugruppentyp Wertebereich: 0 ... 3	E	BY

5.2.6 FB 84: Einfachglättung ("EINFGLAT")



STEB



Der Funktionsbaustein "EINFGLAT" wirkt als Verzögerungsglied 1. Ordnung. Er glättet beliebige Eingangswerte nach der Pade-Näherung 1. Ordnung (Trapez-Regel). Die Güte der Glättung ist über die Zeitkonstante T1 einstellbar. Der Baustein entspricht im inneren Aufbau dem FB 61.

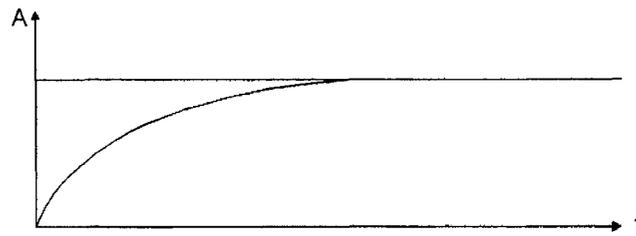


Bild 5-4 Sprungantwort der Einfachglättung

Soll die Glättung mit einem bestimmten Ausgabewert beginnen, kann dies mit dem Steuerbit SA erreicht werden. Wird SA = 1 gesetzt, erhält der interne Wert, der beim "Glättungsglied" (FB 61) als A2 nach außen geführt ist, den vom Anwender vorzugebenden Wert A(0). Der Ausgang XA enthält den zugehörigen, nach der Trapezregel berechneten Wert. Das Glättungsglied kann z.B. vom ersten eingelesenen Istwert aus gestartet werden.

**Dynamische, adaptive Wertvorgabe:**

Die Glättungszeitkonstante T1 und die Abtastzeit TA können sowohl dynamisch als auch adaptiv vorgegeben werden. Sie werden neu übernommen, wenn SBED = 1 ist. Bei dynamischer Vorgabe muß ständig SBED= 1 gelten. Bei adaptiver Vorgabe ist SBED = 1 nur zu setzen, wenn die Parameter übernommen werden sollen. Nach der Übernahme muß der Anwender SBED=0 eintragen.

**Bedienungseintrag:**

In der Betriebsart "Bedienungseintrag" bleiben sämtliche Ausgänge unverändert. Die internen Werte werden neu berechnet, d.h. T1 und TA werden neu übernommen.

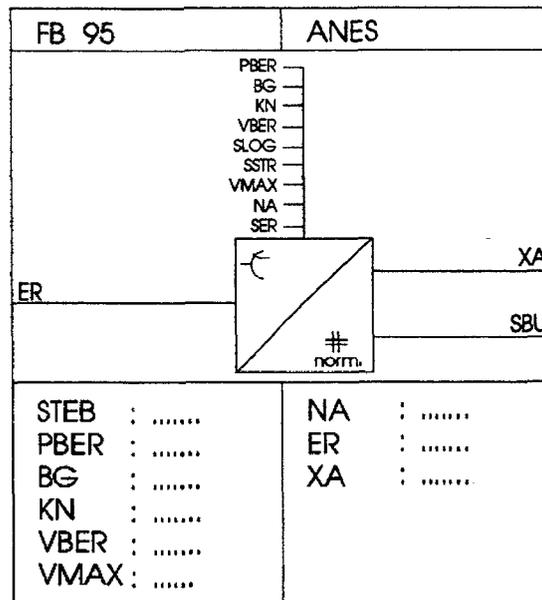
**Anlaufarten:**

Bei Erstlauf wird wie bei SA=1 verfahren. In den Anlaufarten "Anlauf nach Spannungsausfall" und "manueller Wiederanlauf" bleiben die Ausgänge unverändert.

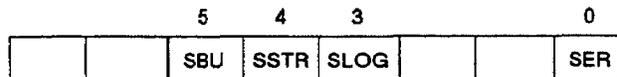
**Formaloperandenliste**

Name	Verwendung/ Benennung	Art	Typ
STEB	Steuerbyte Bit-Nr. 6: SA = 1 XA wird aus A(0) berechnet Bit-Nr. 7: SBED = 1 T1 und TA werden übernommen	E	BY
XE	Eingang	E	D
T1	Glättungszeitkonstante Wertebereich: $T1 \geq \frac{TA}{2}$	E	D
A(0)	Anfangswert von A2	E	D
XA	Ausgang des Glättungsglieds	A	D

### 5.2.7 FB 95: Schnelle Analogeingabe ("ANES")



**STEB**



Mit dem Funktionsbaustein "ANES" lassen sich Analogwerte von den intelligenten Peripheriebaugruppen

6ES5 243-1AA11

6ES5 243-1AB11

einlesen. Mit Hilfe des Eingangs VBER zeigt der Anwender dem Funktionsbaustein an, welchen Spannungsbereich er auf der Baugruppe gewählt hat. Es gilt folgende Zuordnung:

VBER	Spannungsbereich
0	0 V... 10 V
1	-5 V ... +5 V
2	-10 V ... +10 V

Bei den bipolaren Baugruppen ist der interne Zahlenbereich -10000 ... +10000, bei unipolaren Baugruppen 0 ... 10000. Die Normierung erfolgt auf eine vorgebbare Maximalspannung VMAX, d.h. +VMAX wird der Wert +10000 zugeordnet.

**Ersatzwertvorgabe:**

In der Betriebsart "Ersatzwert" (SER = 1) wird der am Eingang ER anliegende Wert unverändert ausgegeben. Bereichsüberschreitungen um mehr als 5% werden angezeigt.

SBU = 1 für      ER < 0 bzw. ER > 10500 bei VBER = 0  
                   ER < -10500 bzw. ER > 10500 bei VBER = 1 oder 2

**Nullpunktgleich:**

Der Ausgangswert XA kann mit Hilfe des Nullpunktgleichs korrigiert werden. Auf diese Weise kann man Nullpunktfehler des Signalgebers ausgleichen.

**Beispiel:**

Die Spannung des Signalgebers im physikalischen Nullpunkt sei  $-100\text{ mV}$ . Der Nennbereich des ADU  $\pm 10\text{ V}$  und  $V_{\text{MAX}} = 8\text{ V}$ . Der Funktionsbaustein ANES liest in diesem Fall bei  $NA = 0$  den Wert  $XA = -122$  ein.

Zur Nullpunkt Korrektur des Eingangssignals wird dieser Wert am Eingang NA parametrierd. Danach gibt der Funktionsbaustein im physikalischen Nullpunkt  $XA = 0$  aus.

Durch den Nullpunktgleich wird zudem der Nenneingangsspannungsbereich verschoben.

Zahlenbeispiel:

$V_{\text{BER}} = 2$   
 $V_{\text{MAX}} = 9.6\text{ V}$

$$\pm V_{\text{NENN}} = \pm 9.6\text{ V bei } NA = 0$$

für  $NA = 855\text{ mV}$  folgt:

$$\begin{aligned} +V_{\text{NENN}} &= +9.6\text{ V} + 855\text{ mV} = 10.455\text{ V} \\ -V_{\text{NENN}} &= -9.6\text{ V} + 855\text{ mV} = -8.745\text{ V} \end{aligned}$$

Um den internen Maximalwert  $+10000$  erreichen zu können, müßte die Baugruppe  $+10.455\text{ V}$  einlesen können. Der reale Spannungsbereich ist jedoch für  $V_{\text{BER}} = 2$  auf  $\pm 10\text{ V}$  beschränkt.

Der Ausgang XA des Funktionsbausteins "schnelle Analogeingabe" wird auf Bereichsüberschreitungen um 5% überwacht, jedoch nicht begrenzt. Für das mögliche Auftreten einer Meldung Bereichsüberschreitung SBU im Spannungsbereich  $V_{\text{BER}} = 2$  muß somit  $V_{\text{MAX}} \leq 9.52\text{ V}$  gelten (bei  $NA = 0$ ).

Der Funktionsbaustein "schnelle Analogeingabe" verfügt u.a. über die Parameter SLOG und SSTR. Diese entsprechen den Eingangssignalen LOG und STR der Analogeingabebaugruppe und dienen zur Steuerung der Komparatoren der Baugruppe. Mit deren Hilfe ist es möglich, sowohl bei Über- als auch bei Unterschreiten eines Sollwerts Interrupt auszulösen (näheres siehe Betriebsanleitung zu den Analogbaugruppen). Eine Auswertung der Interrupts erfolgt nicht durch den Funktionsbaustein "schnelle Analogeingabe". Wird dies gewünscht, so muß der Anwender die Auswertung selbst vornehmen.

Im Normalbetrieb gilt:

$SLOG = 0$   
 $SSTR = 0.$

## Formaloperandenliste

Name	Verwendung/Benennung	Art	Typ
STEB	<p>Steuerbyte:</p> <p>Bit-Nr. 0: SER = 0 Wert wird von der Baugruppe eingelesen = 1 Ersatzwertvorgabe</p> <p>Bit-Nr. 3: SLOG Signal zum Umschalten der Gatterlogik; Information für die Komparatoren auf der Eingabebaugruppe 6ES5 243-1AA11 zur Erzeugung von Interrupts; im Normalfall gilt: SLOG = 0</p> <p>Bit-Nr. 4: SSTR Strobe für Komparator-Gatterlogik-Interrupt = 0 Interrupt gesperrt (Normalfall) = 1 Interrupt freigegeben Es erfolgt keine Auswertung der Interrupts durch die Standardfunktionsbausteine.</p> <p>Bit-Nr. 5: SBU = 1 Meldung: Bereichsüberschreitung</p>	E	BY
PBER	<p>Peripheriebereich: PBER = NP die Analogeingabebaugruppe befindet sich im normalen Peripheriebereich = EP die Analogeingabebaugruppe befindet sich im erweiterten Peripheriebereich</p>	E	W
BG	<p>Anfangsadresse der Baugruppe; zulässige Werte für PBER = NP: <math>128 \leq BG \leq 248</math> = EP: <math>0 \leq BG \leq 248</math></p>	E	BY
KN	Kanalnummer auf der Eingabebaugruppe: $0 \leq KN \leq 7$	E	BY
VBER	Auf der Eingabekarte eingestellter Spannungsbereich: 0 ... 2	E	BY
VMAX	Maximum des normierten Eingangsspannungsbereichs in Volt; es wird in das Maximum des intern normierten Zahlenbereichs (=10000) umgesetzt	E	D
NA	Nullpunktgleich; XA = eingelesener Wert (normiert) - NA Wertebereich: -10000 ... +10000	E	D
ER	Ersatzwert: Wertebereich: -10000 ... +10000 bzw. 0 ... 10000	E	D
XA	Ausgang des Funktionsbausteins Wertebereich: -10000 ... +10000 bzw. 0 ... 10000	A	D



**Beachten Sie:**

Wird der Sollwert über den Nullpunkt hinweg verstellt, und es gilt  $TIAN \neq TIAB$ , wechselt die Stellgeschwindigkeit im Nullpunkt.

Der Sollwertsteller kann mit dem Steuerbit SA/E eingeschaltet werden. In der Stellung AUS (SA/E=0) wird wahlweise, entsprechend Steuerbit SGRST, "0" bzw. der Wert von A(0) ausgegeben. Mit SA/E=1 wird der Sollwertsteller eingeschaltet. Als Anfangswert kann mit dem Steuerbit SANF "0" oder der Wert von A(0) eingestellt werden.

Mit dem Steuerbit SA/H können die Betriebsarten Automatikbetrieb bzw. Handbetrieb des Sollwertstellers gewählt werden. Im Automatikbetrieb ist der am Eingang SE anliegende Wert gültig. Die Ausgänge gehen entsprechend ihren Sprungantworten in diesen Wert über. Im Handbetrieb ist der Wert am Eingang SE ungültig. Der Sollwert kann nun mit den Steuerbits SHAU/ und SHZU verstellt werden. Sind beide gleich, bleibt der Sollwert stehen. Die Stellgeschwindigkeit (Steigung der Rampe) entspricht der des Automatikbetriebs. Der Ausgang SXA2 wird weiterhin verzögert.

**Beispiel:**

Bei einer mit Sollwertsteller ausgerüsteten Regelung ist der stationäre Zustand erreicht. Es gilt: SE = SXA1 = SXA2.

Wird nun der Istwert per Hand in einen anderen Wert gefahren, so entsteht beim Zurückschalten nach Automatik ein scheinbarer Sollwertsprung. Dies kann mit dem Steuerbit SA/E des Sollwertstellers vermieden werden.

In der Betriebsart HAND des Reglers muß der Sollwertsteller ausgeschaltet werden (SA/E=0). A(0) wird nun mit dem Sollwert belegt, der dem vorliegenden Istwert entspricht. Die Steuerbits SGRST (Grundstellung) und SANF (Anfangswert) werden gesetzt (SGRST=1; SANF=1). Der Sollwertsteller gibt nun den Sollwert aus, der dem Istwert entspricht. Der Regler kann in die Betriebsart AUTOMATIK versetzt werden, ohne daß ein Sollwertsprung entsteht. Jetzt wird der Sollwertsteller eingeschaltet. Er beginnt mit dem Sollwert A(0) und fährt ihn dann auf den Wert von SE.

**Vorsicht:**

Ist SGRST=1 und SANF=0, entsteht beim Einschalten ein Sollwertsprung von A(0) nach 0.

**Bedienungseintrag:**

Ist die Betriebsart "Bedienungseintrag" eingestellt, bleiben die Ausgänge unverändert.

**Adaptive, dynamische Wertvorgabe:**

Mit dem Steuerbit SBED läßt sich sowohl eine dynamische als auch eine adaptive Vorgabe von T1, TIAN, TIAB und TA realisieren. Die Werte werden nur bei SBED=1 neu übernommen. Bei dynamischer Vorgabe bleibt ständig SBED=1; bei adaptiver Vorgabe ist SBED=1 nur zu setzen, wenn die Werte übernommen werden sollen. Nach Übernahme der Werte setzt der Anwender SBED zurück.

**Anlaufarten:**

Bei Erstlauf werden die Ausgänge wahlweise mit "0" oder mit dem einstellbaren Wert von A(0) vorbesetzt.

Solange das Kennbit für "Anlauf nach Spannungsausfall" bzw. "manueller Wiederanlauf" gesetzt ist, bleiben die Ausgänge unverändert.

**Einbindung in den Systemrahmen:**

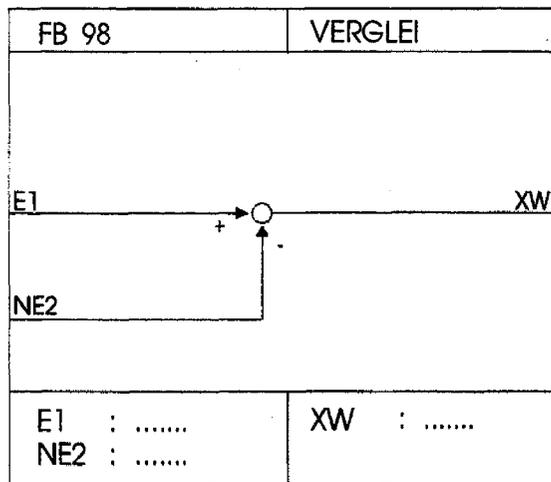
Der Sollwertsteller kann sowohl in den PB"ABTAST" als auch in den PB "100 ms" eingebunden werden. Durch das Steuerbit SPB wird dem Baustein mitgeteilt, von welchem Programmbaustein er gestartet wird.

Vor allem bei der Einbindung in den PB "100 ms" ist zu beachten, daß bei großen Verzögerungszeiten T1 die Grenze der Rechengenauigkeit des AG erreicht wird. Dies macht sich bemerkbar, indem der Ausgang des Verzögerungsglieds nicht bis in den Eingangswert läuft. Er bleibt bereits bei kleineren Werten (bei positiven Eingangssprüngen) "hängen".

## Formaloperandenliste

Name	Verwendung/Benennung	Art	Typ
SE	Eingang des Sollwertstellers im Automatikbetrieb Wertebereich: -10000 ... +10000	E	D
SXA1	Ausgang des Sollwerteinsetlers; der Wert läuft in Form einer Rampe gegen den Wert von SE. Wertebereich: UBSO ... OBSO	A	D
SXA2	Ausgang des Sollwertstellers; dieser Ausgang ist gegenüber SXA1 um die Zeitkonstante T1 verzögert. Wertebereich: UBSO ... OBSO	A	D
TIAN	Zeit dsf, in der SXA1 10000 interne Einheiten bei <b>betragsmäßiger</b> Erhöhung des Sollwerts durchläuft $TIAN = n \cdot TA$ ; $n = 1, 2, 3 \dots$	E	D
TIAB	Zeit dsf, in der SXA1 10000 interne Einheiten bei <b>betragsmäßiger</b> Senkung des Sollwerts durchläuft $TIAB = n \cdot TA$ ; $n = 1, 2, 3 \dots$	E	D
T1	Verzögerungszeitkonstante dsf $T1 \geq TA/2$	E	D
STEW	Steuerwort:  Bit-Nr. 0: SA/E = 0 Sollwertsteller AUS = 1 Sollwertsteller EIN  Bit-Nr. 1: SA/H = 0 Automatikbetrieb = 1 Handbetrieb  Bit-Nr. 2: SHAUF = 1 Sollwert hoch bei Handbetrieb  Bit-Nr. 3: SHZU = 1 Sollwert senken bei Handbetrieb  Bit-Nr. 4: SPB = 0 Aufruf im PB*Abtast* = 1 Aufruf im PB*100ms*  Bit-Nr. 5: SGRST = 0 bei SA/E = 0 wird 0 ausgegeben = 1 bei SA/E = 0 wird A (0) als Anfangswert  Bit-Nr. 6: SANF = 0 Anlauf mit 0 als Anfangswert = 1 Anlaufwert mit A (0) als Anfangswert  Bit-Nr. 7: SBED = 1 die Werte T1, TIAN, TIAB und TA werden neu übernommen  Bit-Nr. 8: SBO = 1 Anzeige: Sollwert in der oberen Begrenzung  Bit-Nr. 9: SBU = 1 Anzeige: Sollwert in der unteren Begrenzung  Bit-Nr. 10: SSTEI = 1 Anzeige: Sollwert bewegt sich von 0 weg  Bit-Nr. 11: SSINK = 1 Anzeige: Sollwert bewegt sich auf 0 zu	E	W
A(0)	Grundstellung: Anfangswert	E	D
OBSO	Obere Begrenzung des Sollwerts	E	D
UBSO	Untere Begrenzung des Sollwerts	E	D

5.2.9 FB 98: Vergleichsstelle ("VERGLEI")

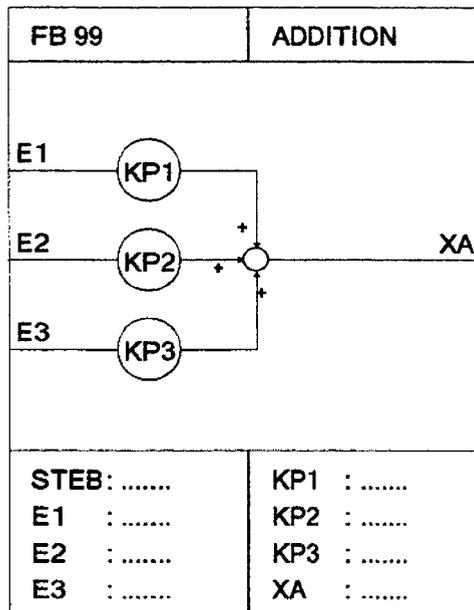


Der Funktionsbaustein "VERGLEI" subtrahiert den Wert des Eingangs NE2 vom Wert des Eingangs E1 und stellt das Ergebnis am Ausgang XW zur Verfügung. Damit kann z.B. die Regeldifferenz beeinflusst werden, bevor sie dem Regler übergeben wird.

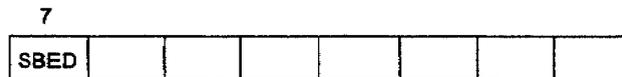
Formaloperandenliste

Name	Verwendung/ Benennung	Art	Typ
E1	Positiv bewerteter Eingang	E	D
NE2	Negativ bewerteter Eingang	E	D
XW	Ausgang: $XW = E1 - NE2$	A	D

### 5.2.10 FB 99: Additionsstelle ("ADDITION")



#### STEB



Die Werte der Eingänge E1, E2 und E3 werden vom Funktionsbaustein "ADDITION" mit den wählbaren Faktoren KP1, KP2 und KP3 multipliziert und anschließend addiert:

$$XA = E1 \cdot KP1 + E2 \cdot KP2 + E3 \cdot KP3$$

#### Dynamische, adaptive Wertvorgabe:

Die Verstärkungswerte KP1, KP2 und KP3 können dynamisch oder adaptiv vorgegeben werden. Sie werden nur neu übernommen, wenn SBED = 1 ist. Bei dynamischer Vorgabe bleibt ständig SBED = 1, bei adaptiver Vorgabe ist SBED = 1 nur zu setzen, wenn die Werte übernommen werden sollen. Nach der Übernahme der Werte muß der Anwender wieder SBED=0 setzen.

#### Erstlauf, Bedienungseintrag:

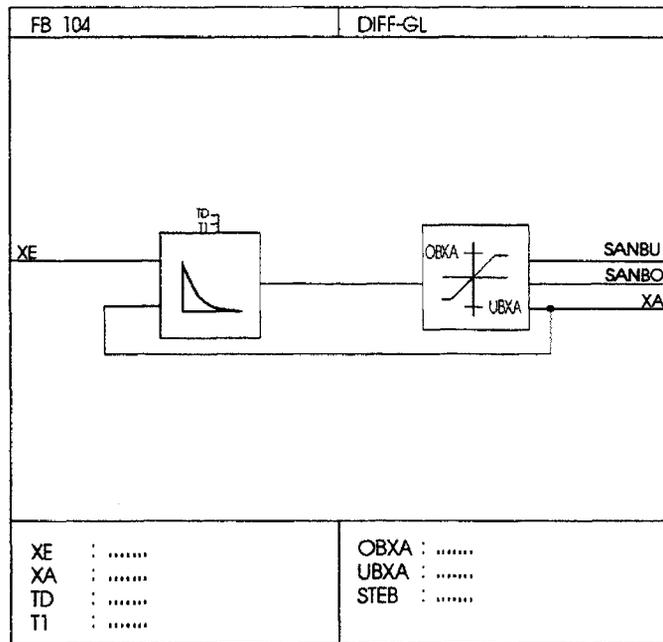
Bei "Erstlauf" und der Betriebsart "Bedienungseintrag" werden die Werte von KP1, KP2 und KP3 übernommen.

#### Vorteil und Anwendungsfälle der Additionsstelle

Der Funktionsbaustein "Additionsstelle" findet beim Aufbau von Beobachterstrukturen Verwendung. Dabei erweisen sich die Verstärkungsfaktoren der einzelnen Eingänge als besonders vorteilhaft, da durch geschicktes Verlegen der Koeffizientenglieder in die Additionsstellen Funktionsbausteinaufrufe eingespart werden können (vgl. 7.5).



5.2.11 FB 104: Differenzierglied ("DIFF-GL")



STEB



Der Funktionsbaustein "DIFF-GL" bildet die zeitliche Ableitung eines beliebigen Eingangssignals nach der Pade-Näherung (Trapez-Regel).

Durch das Steuerbit SNACH kann der Anwender festlegen, ob ein durch Begrenzungseffekte nicht vollständig ausgegebenes Ausgangssignal nachgeholt wird. In diesem Fall wird der durch die Begrenzung unterdrückte Teil in den folgenden Abtastzyklen nachgeholt.

Die Verzögerungszeit T1 bildet eine Dämpfung. Sie darf minimal  $TA/2$  sein. In diesem Fall besteht die Sprungantwort des D-Glieds aus einem Impuls mit der Breite TA (wenn kein durch Begrenzung unterdrückter Teil des Ausgangswerts nachgeholt wird). Ist  $T1 > TA/2$ , erhält das D-Glied eine Verzögerung; der Ausgangswert geht verzögert auf den Wert 0 zurück.

Beispiel:

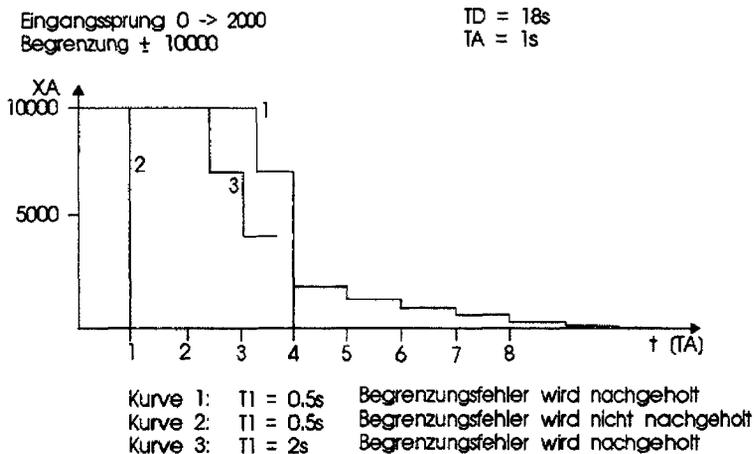


Bild 5-6 Sprungantworten des D-Glieds

**Bedienungseintrag:**

Während der Betriebsart "Bedienungseintrag" bleibt der Ausgang XA unverändert. Die Parameter werden neu übernommen.

**Anlaufarten:**

Beim Erstlauf wird der Ausgang XA mit dem Wert "0" belegt. Bei den Anlaufarten "Anlauf nach Spannungsausfall" und "manueller Wiederanlauf" bleibt XA unverändert.

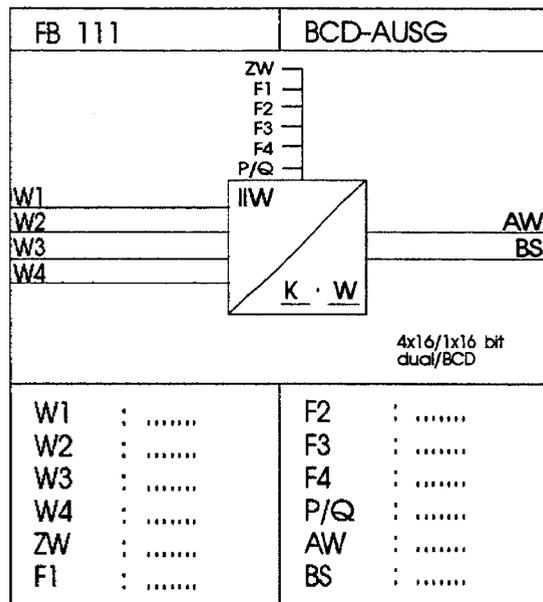
**Dynamische, adaptive Wertvorgabe:**

Die Reglerkennwerte TD, T1 und TA können dynamisch oder adaptiv vorgegeben werden. Sie werden neu übernommen, wenn SBED = 1 ist. Bei dynamischer Vorgabe muß ständig SBED = 1 sein. Bei adaptiver Vorgabe ist SBED = 1 nur zu setzen, wenn die Werte übernommen werden sollen. Nach der Übernahme der Werte muß der Anwender SBED = 0 eintragen.

**Formaloperandenliste**

Name	Verwendung/Benennung	Art	Typ
XE	Eingang des D-Glieds Wertebereich: -10000 ... +10000	E	D
XA	Ausgang des D-Glieds Wertebereich: UBXA ... OBXA	A	D
TD	Differenzierzeitkonstante [s]	E	D
T1	Verzögerungszeitkonstante (Dämpfungszeitkonstante) [s]	E	D
OBXA	oberer Begrenzungswert von XA Wertebereich: UBXA ... +10000	E	D
UBXA	unterer Begrenzungswert von XA Wertebereich: -10000 ... OBXA	E	D
STEB	Steuerbyte:  Bit-Nr. 0: SANBO = 1 Anzeige: XA in der oberen Begrenzung  Bit-Nr. 1: SANBU = 1 Anzeige: XA in der unteren Begrenzung  Bit-Nr. 6: SNACH = 0 ein durch Begrenzungseffekte entstandener Fehler wird nachgeholt = 1 ein durch Begrenzungseffekte entstandener Fehler wird nicht nachgeholt  Bit-Nr. 7: SBED = 1 die Werte TD, T1 und TA werden übernommen	E	BY

5.2.12 FB 111: Sollwertausgabe für BCD-Anzeigen ("BCD-AUSG")



Der Funktionsbaustein "BCD-AUSG" versorgt maximal 4 digitale Anzeigen (BCD, 4 Stellen, ohne Vorzeichen) über einen 16-bit-Datenbus (Ausgangswort) mit dem jeweiligen Sollwert. Der vorgegebene Wert (W1 bis W4) kann jeweils über einen Faktor (F1 bis F4) von der internen Darstellung an die Einheit der Anzeige angepaßt werden, z.B. Prozent oder Grad Celcius. Angewählt wird die zum jeweiligen Eingangswert gehörende Anzeige über einen "Steuerbus" (4 Binärausgänge). Der Anwender gibt mit dem Parameter BS das erste Bit des Steuerbus vor, zu dem dann auch die folgenden drei Bits gehören.

Es gilt folgende Zuordnung:

- W1 --> BS (1. Steuerbit)
- W2 --> BS+1 (2. Steuerbit)
- W3 --> BS+2 (3. Steuerbit)
- W4 --> BS+3 (4. Steuerbit)

**Beispiel:**

- Anzahl der Sollwerte      ZW = 4
- BS = A 4.1
- W1 -->      A 4.1
- W2 -->      A 4.2
- W3 -->      A 4.3
- W4 -->      A 4.4

**Einbindung in den Systemrahmen:**

FB 111 kann je nach Bedarf in den PB"100ms" oder in den PB"Abtast" eingebunden werden. Es ist dabei zu beachten, daß bei der Einbindung in den PB"100 ms" der AG-Zyklus stärker belastet wird.

Der Baustein arbeitet nach dem Multiplex-Prinzip. Jeder angezeigte Wert wird spätestens nach ZW · AZ (Arbeitszyklus; entweder 100 ms oder TA) aktualisiert.

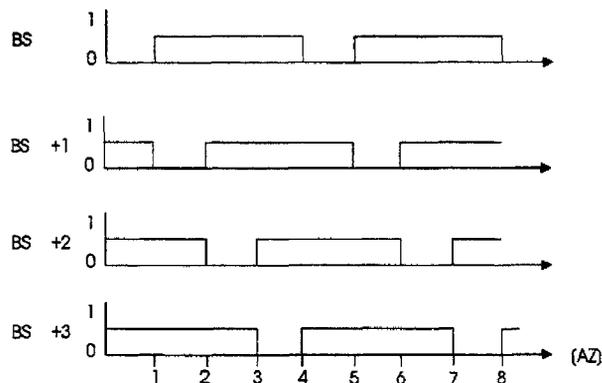


Bild 5-7 Aktualisierungszyklus für 4 Anzeigen; die Steuerausgänge sind "0"-aktiv

Ändert sich nur einer der 4 Sollwerte, wird dieser sofort aktualisiert. Danach verfährt der Baustein wieder entsprechend dem obigen Schema.

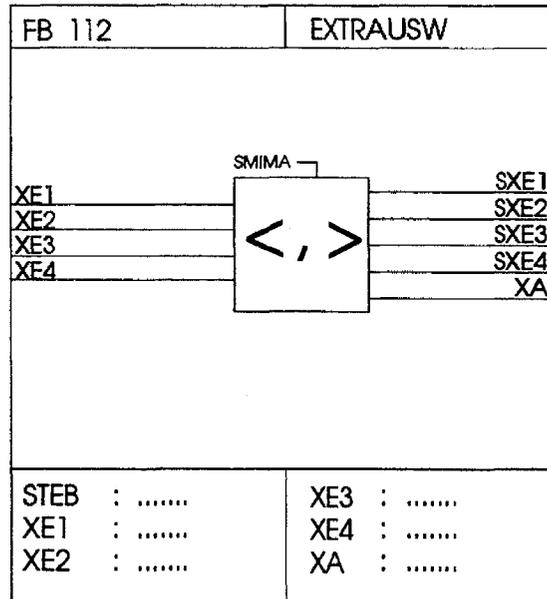
Anschließbar ist z.B.:

- Leuchtzifferanzeige 48 x 48
- Steuerspannung 24V-
- Komplettfeld, Bestellnr. M88969-...

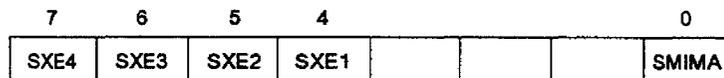
**Formaloperandenliste**

Name	Verwendung/Benennung	Art	Typ
W1	1. Sollwert Wertebereich: 0 ... +9999	E	D
W2	2. Sollwert Wertebereich: 0 ... +9999	E	D
W3	3. Sollwert Wertebereich: 0 ... +9999	E	D
W4	4. Sollwert Wertebereich: 0 ... +9999	E	D
ZW	Anzahl der auszugebenden Sollwerte; 1 ... 4	E	W
F1	Anpassungsfaktor für Sollwert W1	E	D
F2	Anpassungsfaktor für Sollwert W2	E	D
F3	Anpassungsfaktor für Sollwert W3	E	D
F4	Anpassungsfaktor für Sollwert W4	E	D
P/Q	Peripheriebereich für AW P/Q= P: Standortperipherie = Q: erweiterte Peripherie	E	BY
AW	Ausgangswort ("Datenbus")	A	W
BS	1. Bit des "Steuerbus"	A	BI

**5.2.13 FB 112: Extremwertauswahl ("EXTRAUSW")**



**STEB**



Der Funktionsbaustein "EXTRAUSW" ermittelt aus 4 Eingangswerten den Extremwert. Der Baustein kann als Minimal- oder Maximalauswahl verwendet werden. Umgeschaltet wird mit dem Steuereingang SMIMA. Die 4 Meldebits SXE1 bis SXE4 zeigen an, welchem Eingang der Ausgang entspricht.

**Hinweis:**

➔ Alle Eingänge müssen belegt werden. Hat man weniger als 4 Eingangswerte, ist eines der Eingangssignale auf die freien Eingänge zu schleifen, um Fehler zu vermeiden.

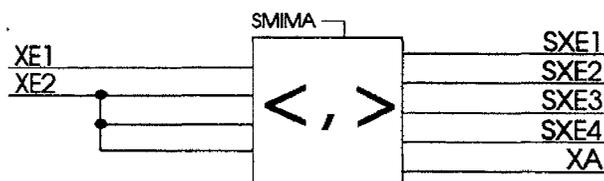
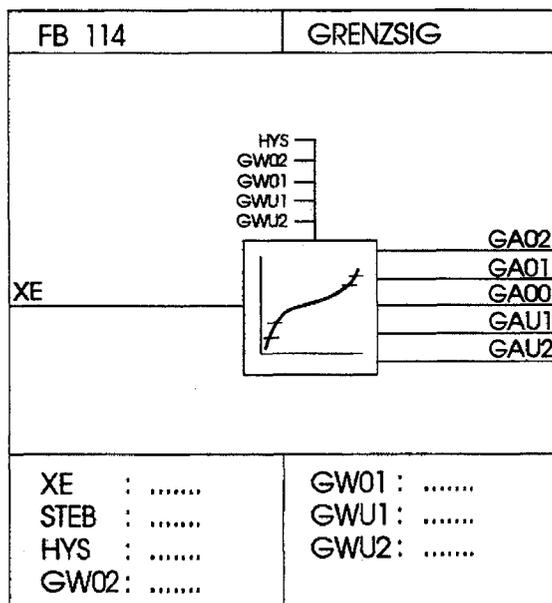


Bild 5-8 Verschaltung mit weniger als vier Eingängen

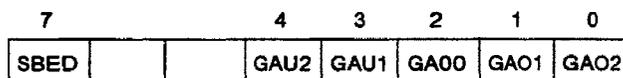
Formaloperandenliste

Name	Verwendung/ Benennung	Art	Typ
STEB	Steuer- und Meldebyte Bit-Nr. 0: SMIMA = 0 Minimalauswahl = 1 Maximalauswahl  Bit-Nr. 4: SXE1 = 1 Meldung: XA = XE1  Bit-Nr. 5: SXE2 = 1 Meldung: XA = XE2  Bit-Nr. 6: SXE3 = 1 Meldung: XA = XE3  Bit-Nr. 7: SXE4 = 1 Meldung: XA = XE4	E	BY
XE1	Eingang 1	E	D
XE2	Eingang 2	E	D
XE3	Eingang 3	E	D
XE4	Eingang 4	E	D
XA	Ausgang	A	D

5.2.14 FB 114: Grenzsinglied ("GRENZSIG")



STEB



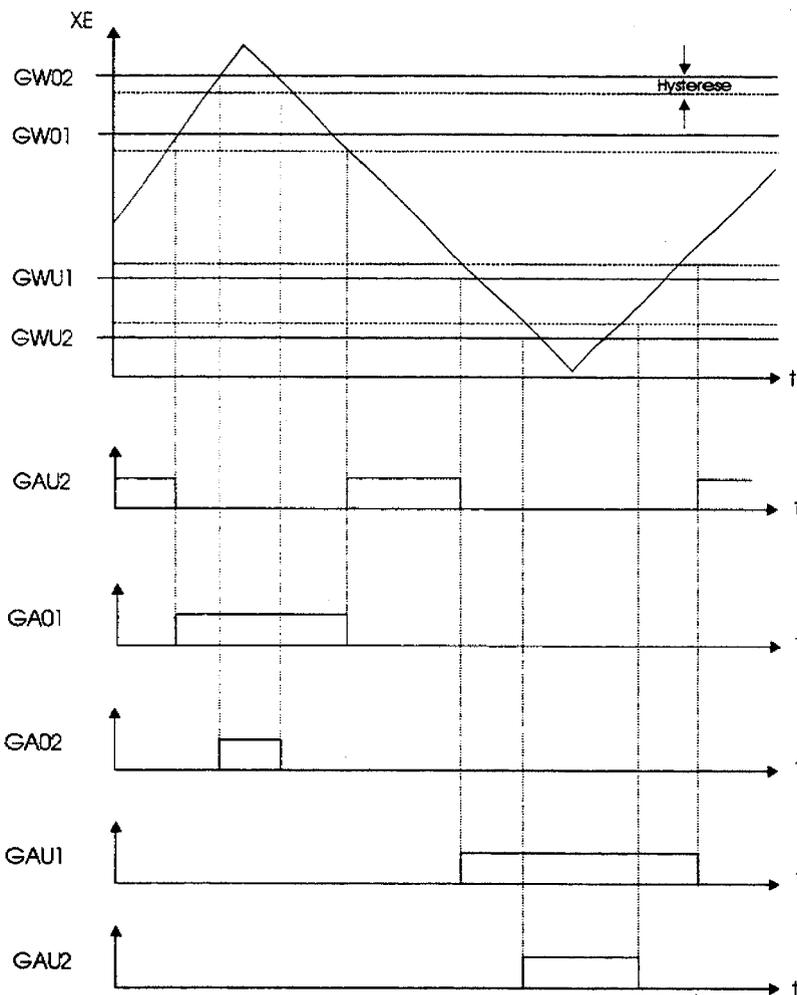


Bild 5-9 Funktionsschema des Grenzsinalglieds

Der Funktionsbaustein "GRENZSIG" überprüft den Eingangswert auf 4 vorgebbare Grenzen. Der Baustein gibt für den Wertebereich, in dem sich der Eingangswert XE befindet, ein zugehöriges Grenzsinal aus.

Bei der Vorgabe der Grenzwerte muß folgendes beachtet werden:

$$GWO2 \geq GWO1 > GWU1 \geq GWU2$$

Zusätzlich können die Grenzwertmelder mit einer Hysterese versehen werden (siehe Funktionsschema auf der vorhergehenden Seite).

**Adaptive Wertvorgabe:**

Die Hysterese und die Grenzwerte können adaptiv vorgegeben werden. Sie werden neu übernommen, wenn SBED = 1 ist. Nach der Übernahme der Werte muß der Anwender SBED = 0 eintragen.

Im Anlaufbetrieb, bei Bedienungseintrag oder lokaler Bedienung (SBED=1) wird die Hysterese nicht bearbeitet.

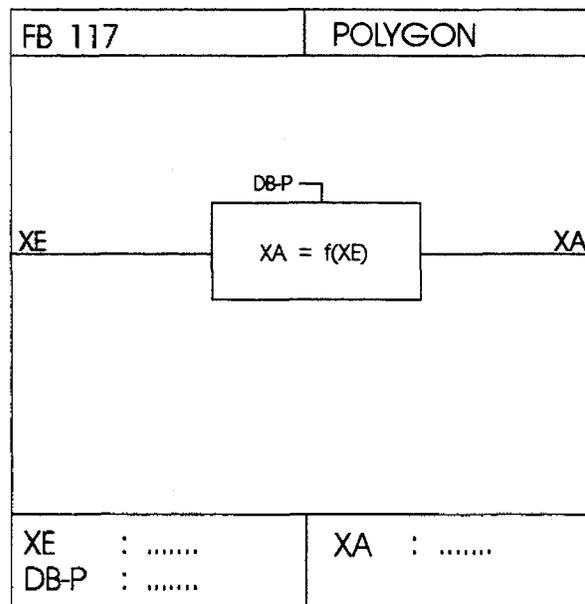


Mit dem Funktionsbaustein "K-AUSW" läßt sich einer der beiden Eingangswerte XE1, XE2 abhängig von den Steuersignalen STE und STA auf einen der beiden Ausgänge XA1 und XA2 durchschalten. Mit dem Steuerbit STE kann der Eingang und mit STA der Ausgang gewählt werden.

Formaloperandenliste

Name	Verwendung/Benennung	Art	Typ
STEB	Steuerbyte Bit-Nr. 0: STE = 0 Einlesen von XE1 = 1 Einlesen von XE2 Bit-Nr. 1: STA = 0 Ausgabe an XA1 = 1 Ausgabe an XA2	E	BY
XE1	Eingang 1	E	D
XE2	Eingang 2	E	D
XA1	Ausgang 1	A	D
XA2	Ausgang 2	A	D

5.2.16 FB 117: Polygonzug ("POLYGON")



Mit dem Funktionsbaustein "POLYGON" kann ein Wert, z.B. ein Analogwert eines Thermoelements, über eine vorgebbare Kennlinie (Polygonzug) angepaßt werden.

Der Funktionsbaustein "Polygonzug" besitzt 3 Betriebsarten:

- Anlauf (Neustart)
- Bedienung
- Betrieb.

Der Anwender gibt den Polygonzug im wählbaren Datenbaustein DB-P vor, indem er dort die Werte der Stützpunkte einträgt. Er muß dabei beachten, daß die x-Koordinaten streng monoton steigend vorzugeben sind. Weiterhin ist in DW6 die Anzahl der Stützwerte einzutragen. Anschließend muß Neustart durchgeführt werden.

Wird ein unzulässiger Wert als Anzahl eingetragen, setzt FB 117 das Fehlerbit FANZ in DW 0. Es erfolgt keine Wertausgabe. Zur Fehlerbeseitigung ist der Wert zu korrigieren und nochmals Neustart durchzuführen.

Im Betrieb können einzelne Stützpunkte geändert werden. Dazu wird die betreffende Stützpunktnummer in DW1 des DB-P eingetragen. DD 2 ist mit der neuen x- und DD 4 mit der neuen y-Koordinate des Stützpunkts zu parametrieren. Anschließend wird das Bedienbit BED des DB-P gesetzt. FB"Polygonzug" übernimmt die neuen Werte, löscht das Bedienbit und fährt mit dem normalen Betrieb fort.

Gibt der Anwender eine unzulässige Stützpunktnummer vor, setzt FB 117 das Fehlerbit FNR. Würde die Monotonie der x-Koordinate gestört, wird Fehlerbit FMON gesetzt. In beiden Fehlerfällen wird der Betrieb mit den alten Werten fortgesetzt, BED wird nicht gelöscht.

Liegt der Eingangswert zwischen zwei Stützpunkten, wird linear interpoliert. Befindet sich der Eingangswert außerhalb des im Polygonzug definierten Bereichs, extrapoliert der Funktionsbaustein "Polygonzug" entsprechend dem letzten Geradenstück.

DB-P muß mit einer Länge von 208 Datenworten einschließlich DB-Vorkopf erstellt werden.

**Anmerkung:** Abschnitt 6 ("Technische Daten") enthält in Tabellenform die Kennlinien des PT 100 und der gebräuchlichsten Widerstandsthermometer.

Da die maximale Länge des Polygonzugs auf 33 Stützpunkte begrenzt ist, sollten die Werte so gewählt werden, daß die Kennlinie im Arbeitsbereich möglichst genau nachgebildet wird, d.h. in der Nähe des Arbeitspunkts sollten die Stützpunkte näher beieinander liegen als in den Randbereichen.

Der Polygonzug wird gewöhnlich in den Istwertzweig gelegt und weist dem momentanen Widerstandswert bzw. der anliegenden Thermospannung den entsprechenden Temperaturwert zu.

DB-P

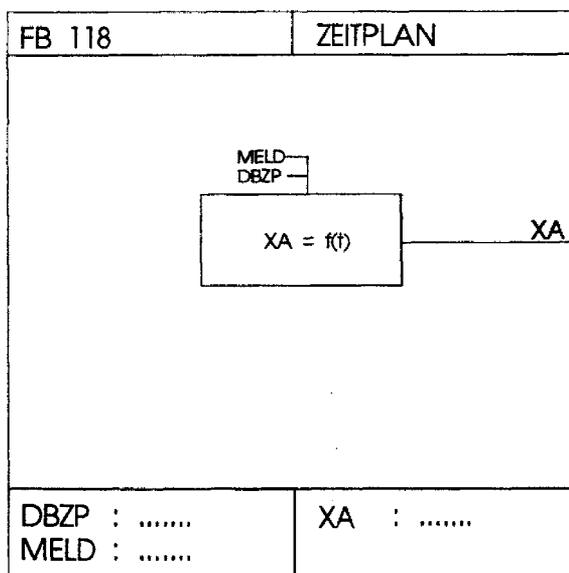
Datum	Format	Benennung
DW 0	KM	Bit-Nr. 1: FANZ = 1 Anzahl der Stützwerte unzulässig Bit-Nr. 2: FNR = 1 unzulässige Stützpunktnummer bei Bedienung Bit-Nr. 3: FMON = 1 neuer Stützpunkt verletzt die Monotonie der x-Koordinate Bit-Nr. 7: BED = 1 neuer Stützpunkt wird übernommen
DW 1	KF	Stützpunktnummer für Bedienung Wertebereich: 1 ... 33
DD 2	KG	X-Wert des zu ändernden Punkts (Bedienung)
DD 4	KG	Y-Wert des zu ändernden Punkts (Bedienung)
DW 6	KF	Anzahl der Stützpunkte Wertebereich: 2 ... 33
DD 7	KG	X-Wert des 1. Stützpunkts
DD 9	KG	Y-Wert des 1. Stützpunkts
DD 11	KG	X-Wert des 2. Stützpunkts
DD 13	KG	Y-Wert des 2. Stützpunkts
• • •	• • •	• • •
DD 135	KG	X-Wert des 33. Stützpunkts
DD 137	KG	Y-Wert des 33. Stützpunkts
DW 139 • • • DW 202		Interne Werte

5

Formaloperandenliste

Name	Verwendung/Benennung	Art	Typ
DB-P	Datenbaustein für die Stützpunkte und der Steigungen	B	-
XE	Eingang	E	D
XA	Ausgang	A	D

### 5.2.17 FB 118: Zeitplangeber ("ZEITPLAN")



#### MELD



Der Zeitplangeber dient vornehmlich als Sollwertgeber für einen Regler. Er läßt sich jedoch auch für andere ähnliche Aufgaben einsetzen.

Er kennt folgende Betriebszustände:

- *Normalbetrieb*  
Im Normalbetrieb werden im Sekundenabstand Werte nach dem Zeitplan ausgegeben. Nach Erreichen des letzten Werts bleibt der Zeitplangeber auf diesem Wert stehen und gibt eine Meldung aus.
- *Haltzustand*  
Für die Dauer des Haltesignals wird der Normalbetrieb unterbrochen, d.h. der Zeitplangeber bleibt auf dem momentanen Punkt des Zeitplans stehen. Nach Wegnahme des Haltesignals wird die Ausgabe fortgesetzt.
- *Fortsetzen*  
Beim Fortsetzen kann zwischen folgenden Möglichkeiten gewählt werden:
  - Fortsetzen ab Haltepunkt
  - Fortsetzen ab einem intern vorgegebenen Fortsetzpunkt
  - Fortsetzen ab einem extern vorgegebenen Fortsetzpunkt
  - Anfahren des nächsten Stützpunkts mit wählbarer Geschwindigkeit.

Der Standardfunktionsbaustein "Zeitplangeber" benötigt einen Datenbaustein DBZP. Dieser dient

- als Schnittstelle für die Ein- und Ausgangssignale
- als Speicher für die Zeitplandaten
- für die Einstellung der Arbeitsweise.

Der Zeitplangeber wird über die Eingänge FREI und HALT gesteuert. Nach Freigabe mit dem Signal FREI werden nach einem Zeitplan im Sekundenraster Ausgabewerte an XA übergeben. Jede Übergabe wird durch Setzen von NEUW im Meldebyte MELD (DB "INTER") und NEUW1 im Datenbaustein DBZP gemeldet. Diese Meldungen sind vom Anwender zurückzusetzen.

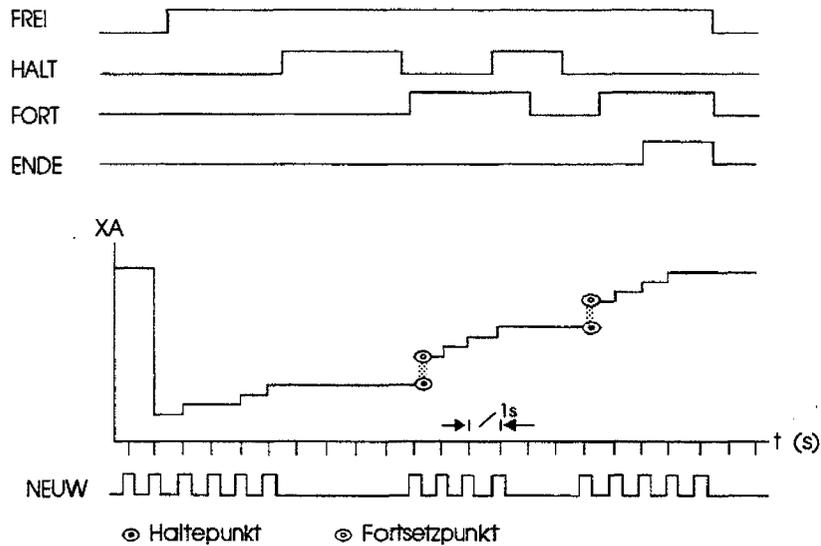
Der Zeitplan wird in Form eines Polygonzuges mit maximal 64 Abschnitten vorgegeben. Der aktuelle Abschnitt wird über die Ausgänge ABS1 ... 64 als Binärsignal und über Ausgang ABSNR als digitaler Wert im DUAL-Code im DBZP angezeigt.

Mit Signal HALT wird die Ausgabe angehalten. Nach Wegnahme des Signals HALT werden entsprechend der eingestellten Fortsetzart weitere Werte ausgegeben. Nach Wegnahme des Haltesignals und Ausgabe des nächsten Werts erscheint die Meldung FORT. Diese geht beim nächsten Haltesignal oder bei Wegnahme des Freigabesignals.

Ist das Ende des Zeitplans erreicht, wird die Meldung ENDE ausgegeben. Diese geht bei Wegnahme des Freigabesignals.

Fehlerhafte Einstellungen bzw. unzulässige Fortsetzwerte werden mit FEHL1/2 gemeldet.

**Beispiel:**



⊙ Die Meldung NEUW und NEUW1 werden speichernd gesetzt.

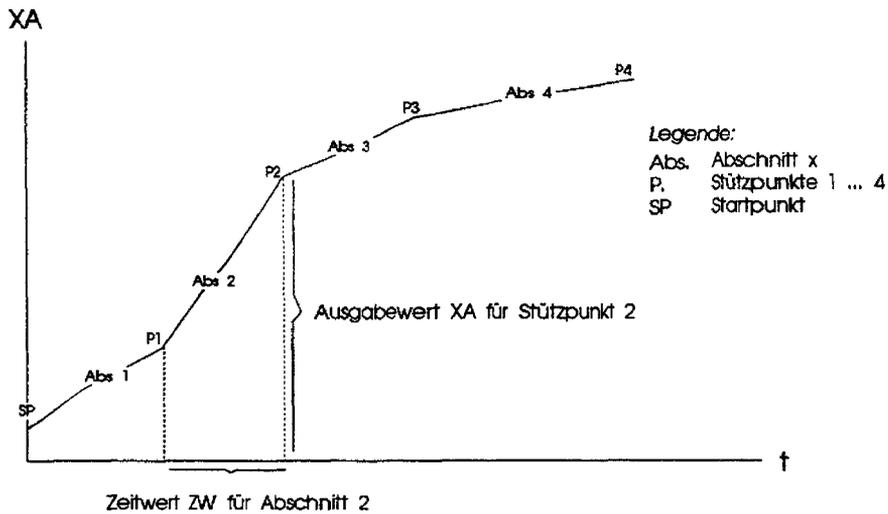
**Parameter**

Datum	Format	Benennung
DW 1	KM	Bit-Nr. 2: NEUW1 = 1 Meldung: Wert ausgegeben

Der Zeitplan, nach dem die Werte ausgegeben werden sollen, ist in Form eines Polygonzugs festzulegen.

Im Datenbaustein DBZP sind folgende Angaben einzutragen:

- Zeitraster: Alle Zeitangaben können wahlweise **einheitlich** in Sekunden oder Minuten gemacht werden.
- Anzahl der Abschnitte
- Startwert (Wert mit dem die Ausgabe beginnen soll)
- Abschnittskordinaten:  
 X-Koordinate: Zeitwert ZW für einen Abschnitt  
 Y-Koordinate: Ausgabewert AW im Stützpunkt.



Parameter

Datum	Format	Benennung
DW 2	KM	Bit-Nr. 0: ZR = 0 Zeitraster: Sekunden = 1 Zeitraster: Minuten
DW 7	KF	ANZ: Anzahl der Abschnitte Wertebereich: 1 ... 64
DW 12	KF	XA0: Startpunkt; Ausgabewert Wertebereich: -9999 ... +9999
DW 13	KF	ZW1: Stützpunkt P 1; Zeitwert Wertebereich: s : 1 ... 9999 min: 1 ... 9999
DW 14	KF	XA1: Stützpunkt P 1; Ausgabewert Wertebereich: -9999 ... +9999
DW 15	KF	ZW2: Stützpunkt P 2; Zeitwert Wertebereich: s : 1 ... 9999 min: 1 ... 9999
DW 16	KF	XA2: Stützpunkt P 2; Ausgabewert Wertebereich: -9999 ... +9999
.	.	.
.	.	.
.	.	.
DW 139	KF	ZW64: Stützpunkt P 64; Zeitwert Wertebereich: s : 1 ... 9999 min: 1 ... 9999
DW 140	KF	XA64: Stützpunkt P 64; Ausgabewert Wertebereich: -9999 ... +9999

### Fortsetzen nach Halt

Nach Wegnahme des Haltesignals kann die Ausgabe auf folgende Arten fortgesetzt werden:

- Fortsetzen ab Haltepunkt
- Fortsetzen ab einem intern vorgegebenem Fortsetzpunkt
- Fortsetzen ab einem extern vorgegebenem Fortsetzpunkt
- Anfahren des nächsten Stützpunkts mit wählbarer Geschwindigkeit.

Die Fortsetzart ist über die Funktionskennungen FK.F1/2/3/4 einzustellen. Je nach Fortsetzart sind gegebenenfalls weitere Angaben erforderlich. Ist bei Freigabe des Zeitplangebers keine Fortsetzart eingestellt, wird selbsttätig Fortsetzart 1 gewählt und die Meldung FEHL2 ausgegeben.

#### Fortsetzart 1: Fortsetzen ab Haltepunkt

Nach Wegnahme des Haltesignals wird die weitere Ausgabe des Zeitplans ab dem Haltepunkt fortgesetzt. Vom Anwender ist nur die Fortsetzart 1: FK.F1 = 1 einzustellen.

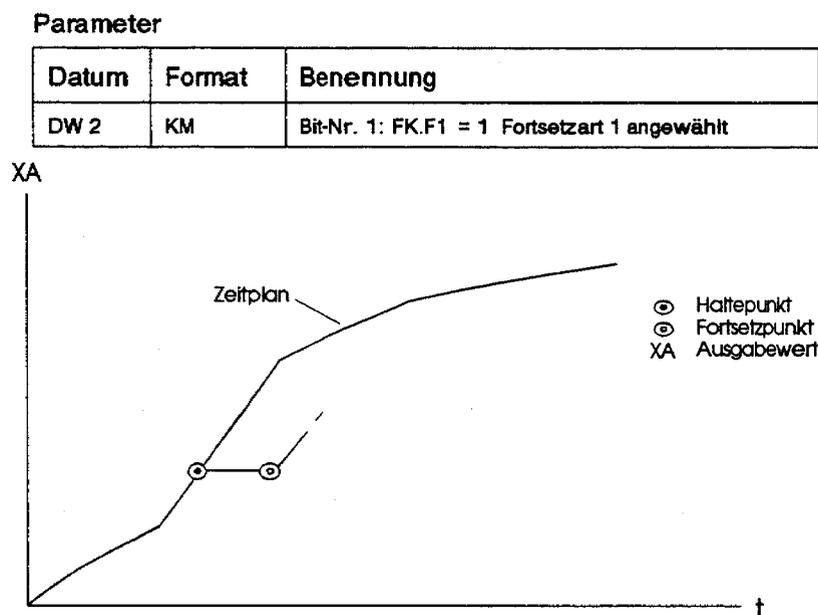


Bild 5-10 Fortsetzen ab Haltepunkt

#### Fortsetzart 2: Fortsetzen ab einem intern vorgegebenen Fortsetzpunkt

Nach Wegnahme des Haltesignals wird die Ausgabe ab einem beliebigen, intern vorgegebenen Punkt des Zeitplans fortgesetzt. Der Fortsetzpunkt ist über die Abschnitt-Nummer ABSNR und die Restzeit ABSRS einstellbar. Als Restzeit wird die Zeit bezeichnet, die bis zum Erreichen des nächsten Stützpunkts verstreichen soll.

Die Fortsetzart 2 wird durch FK.F2 = 1 eingestellt. Die Parameter ABSNR und ABSRS sind spätestens vor Wegnahme des Haltesignals zu versorgen.

Parameter

Datum	Format	Benennung
DW 2	KM	Bit-Nr. 2: FK.F2 = 1 Fortsetzart 2 angewählt
DW 3	KF	ABSNR: Abschnitt-Nummer Wertebereich: 1 ... ANZ *)
DW 4	KF	ABSRZ: Abschnitt-Nummer Wertebereich: ABSRZ <= ZW **)

\*) ANZ Anzahl der tatsächlichen Abschnitte

\*\*\*) ZWx Zeitwert des Abschnittes, in dem die Ausgabe fortgesetzt wird  
XA

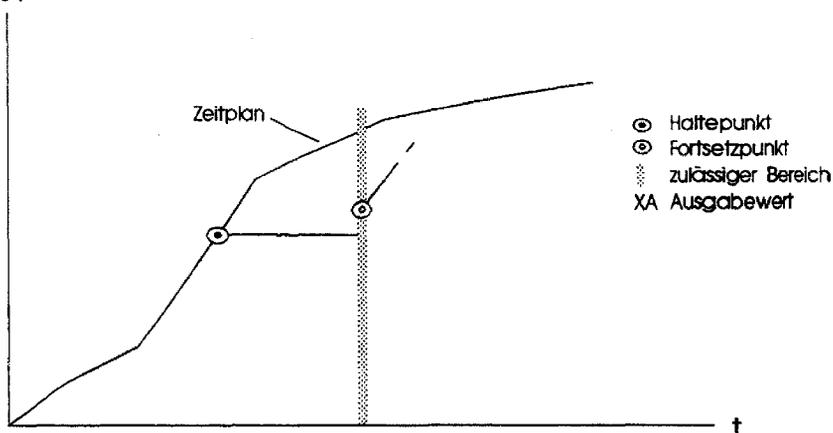


Bild 5-11 Arbeitsweise

**Fortsetzart 3: Fortsetzen ab einem extern vorgegebenen Fortsetzpunkt**

Nach Wegnahme des Haltesignals wird die Ausgabe ab einem extern vorgegebenen Punkt des Zeitplans fortgesetzt. Dazu wird zunächst der Fortsetzwert unter der angegebenen Adresse gelesen und anschließend vom Haltepunkt aus in Richtung Vergangenheit auf der Zeitplankurve gesucht. Nachdem der Wert gefunden wurde, wird die Ausgabe fortgesetzt.

Parameter

Datum	Format	Benennung
DW 2	KM	Bit-Nr. 3: FK.F3 = 1 Fortsetzart 3 angewählt
DW 3	KY	Adresse: DB-Nr. , DW-Nr. Wertebereiche: 1 ... 255 , 0 ... 255

**Fortsetzart 4: Anfahren des nächsten Stützpunkts**

Nach Wegnahme des Haltesignals wird der nächste Stützpunkt ab einem beliebigen Wert mit einer einstellbaren Geschwindigkeit angefahren und anschließend der Zeitplan weiter ausgegeben. Vom Anwender ist die Fortsetzart 4: FK.F4 = 1 vor einzustellen und die Parameter FW: Fortsetzwert und FSTEI: Fortsetzsteigung spätestens vor Wegnahme des Haltesignals zu versorgen.

Der Fortsetzwert FW ist beliebig innerhalb des zulässigen Wertebereichs. Die Fortsetzsteigung kann je nach gewähltem Fortsetzwert positiv oder negativ werden. Unter FSTEI wird der Betrag (positiver Wert) der Fortsetzsteigung eingegeben. Sie ist in 0.01 Einheiten pro Zeitraster (Sekunden oder Minuten) anzugeben.

Parameter

Datum	Format	Benennung
DW 2	KM	Bit-Nr. 4: FK.F4 = 1 Fortsetzart 4 angewählt
DW 3	KF	FW: Fortsetzwert Wertebereich: -9999 ... +9999
DW 4	KF	FSTEI: Fortsetzsteigung Wertebereich: 1 ... 9999

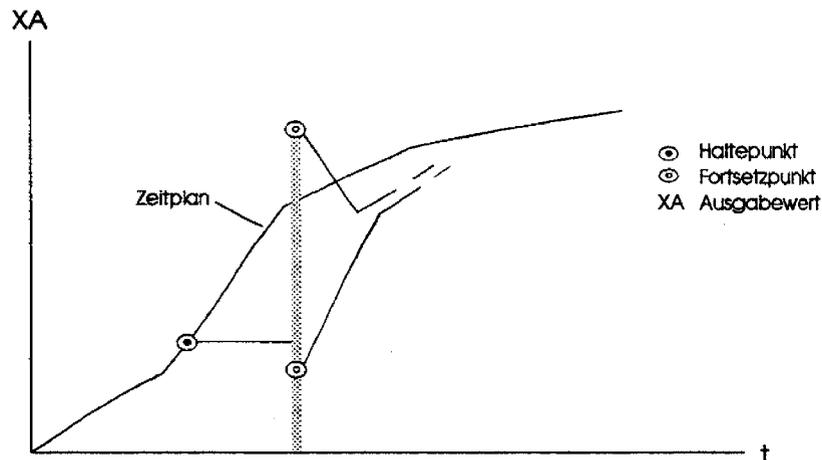


Bild 5-12 Arbeitsweise

### Versorgung der Ein- und Ausgänge

#### Versorgung der Eingänge

Als Eingänge dienen Datenbits im Datenbaustein DBZP.

- Signal FREI (D 1.8)  
Mit Signal FREI = 1 wird die Ausgabe des Zeitplans freigegeben.
- Signal HALT (D 1.9)  
Für die Dauer des Signals HALT = 1 wird die Ausgabe des Zeitplans angehalten.

#### Versorgung der Ausgänge

Als Ausgänge dienen Datenbits bzw. ein Datenwort im Datenbaustein DBZP.

- Meldung NEUW1(D 1.2)  
Die Übergabe eines neuen Wertes an den Zieldatenbaustein wird mit NEUW1 speichernd gemeldet. Die Meldung ist nach Auswertung vom Anwenderprogramm rückzusetzen.
- Meldung FORT (D 1.3)  
Die Übergabe des ersten Werts an den Zieldatenbaustein nach Wegnahme des Haltesignals wird mit FORT gemeldet. Die Meldung wird rückgesetzt beim nächsten Haltesignal bzw. bei Wegnahme des Freigabesignals.
- Meldung ENDE(D 1.0)  
Das Erreichen des Zeitplanendes wird mit ENDE gemeldet. Die Meldung geht bei Wegnahme des Freigabesignals.
- Meldung FEHL1(D 1.1)  
Eine Fehlermeldung FEHL1 erfolgt bei Parametergrenzwertverletzung in der Zeitplankurve:  
**Fortsetzart 2:**
  - bei ABSNR > Anzahl aller Abschnitte
  - bei ABSRZ > Zeitwert des angewählten Abschnitts

**Fortsetzart 3:**

- Anwender-DB-Nr. = 0
- vorgegebener Wert nicht auf Zeitplan in der Vergangenheit gefunden

**Fortsetzart 4:**

- FW > 9999; FW < -9999
- FSTEI > 9999; FSTEI < 1

Bei Fehlermeldung FEHL1 wird die Ausgabe abgebrochen. Bevor der Zeitplangeber erneut freigegeben wird, ist die Meldung vom Anwender rückzusetzen.

- Meldung FEHL2 (D 1.4)  
Eine Fehlermeldung FEHL2 erfolgt, wenn keine Fortsetzart (FK.F1/2/3/4 = 0) eingestellt wurde.
- binäre Anzeigen ABS1 ... 64(D8/9/11/12.0 ... 15)  
Jedem Abschnitt des Zeitplans ist eine Anzeigebit ABSx zugeordnet. Dieses hat während der Ausgabe des jeweiligen Abschnitts den Signalzustand ABSx = 1.
- digitale Anzeige ABSNR (DW 141)  
Über die Anzeige ABSNR wird die Nummer des momentan bearbeiteten Abschnitts im DUAL-Code angezeigt.

**Anlauf:**

Während den verschiedenen Anlaufarten (Erstlauf, manueller Wiederanlauf, Wiederanlauf nach Spannungsausfall) gibt der Zeitplangeber keine Werte aus. Ist der Anlauf beendet, fährt der Zeitplangeber mit den bisherigen Einstellungen fort.

**Einbindung in den Systemrahmen:**

Der Zeitplangeber ist im PB "100 ms" aufzurufen.

DBZB

Datum	Format	Benennung
DW 1	KM	Bit-Nr. 0: ENDE = 1 Meldung: Ausgabe beendet Bit-Nr. 1: FEHL1 = 1 Meldung: Fehler Bit-Nr. 2: NEUW1 = 1 Meldung: Wert ausgegeben Bit-Nr. 3: FORT = 1 Meldung: Fortsetzen nach Halt Bit-Nr. 4: FEHL2 = 1 Meldung: Einstellung Fortsetzart fehlt Bit-Nr. 8: FREI = 1 Freigabe Zeitplangeber Bit-Nr. 9: HALT = 1 Ausgabe stoppen
DW 2	KM	Bit-Nr. 0: FK.ZR = 0 Zeitraster Sekunden = 1 Zeitraster Minuten Bit-Nr. 1: FK.F1 = 1 Fortsetzart 1 angewählt Bit-Nr. 2: FK.F2 = 1 Fortsetzart 2 angewählt Bit-Nr. 3: FK.F3 = 1 Fortsetzart 3 angewählt Bit-Nr. 4: FK.F4 = 1 Fortsetzart 4 angewählt
DW 3	KF KY KF	bei D 2.2 = 1: ABSNR: Abschnitt-Nr. Wertebereich: 1 ... 64 bei D 2.3 = 1: FADR: Adresse des Fortsetzwerts DB-Nr. , DW-Nr. 1 ... 255 , 0 ... 255 bei D 2.4 = 1: FW: Fortsetzwert Wertebereich: -9999 ... +9999
DW 4	KF KF	bei D 2.2 = 1: ABSRZ: Abschnitt-Restzeit in s/ min bei D 2.4 = 1: FSTEI: Fortsetzsteigung Wertebereich: 1 ... 9999
DW 7	KF	ANZ: Anzahl der Abschnitte Wertebereich: 1 ... 64
DW 8	KM	Anzeigen: aktueller Abschnitt (=1) <p>The diagram shows four 16-bit registers, each with bits 15 to 0. The registers are labeled as follows:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Register 1: ABSx</li> <li>Register 2: ABS9</li> <li>Register 3: ABS3</li> <li>Register 4: ABS17</li> <li>Register 5: ABS12</li> <li>Register 6: ABS1</li> <li>Register 7: ABS16</li> </ul>
DW 9	KM	
DW 10	KM	
DW 11	KM	

5

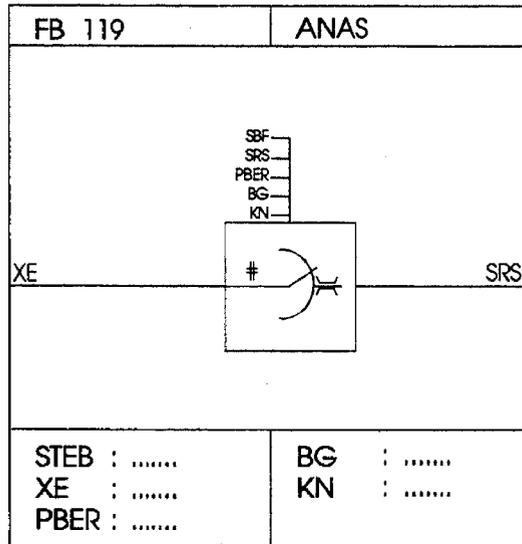
DBZP

Datum	Format	Benennung	
DW 12	KF	XA0: Startpunkt; Ausgabewert Wertebereich: -9999 ... +9999	Start
DW 13	KF	ZW1: Stützpunkt P 1; Zeitwert Wertebereich: s : 1 ... 9999 min: 1 ... 9999	Punkt 1
DW 14	KF	XA1: Stützpunkt P 1; Ausgabewert Wertebereich: -9999 ... +9999	
DW 15	KF	ZW2: Stützpunkt P 2; Zeitwert Wertebereich: s : 1 ... 9999 min: 1 ... 9999	Punkt 2
DW 16	KF	XA2: Stützpunkt P 2; Ausgabewert Wertebereich: -9999 ... +9999	
• • •	• • •	• • •	• • •
DW 139	KF	ZW64: Stützpunkt P 64; Zeitwert Wertebereich: s : 1 ... 9999 min: 1 ... 9999	Punkt 64
DW 140	KF	XA64: Stützpunkt P 64; Ausgabewert Wertebereich: -9999 ... +9999	
DW 141	KF	ABSNR: Abschnittsnummer im DUAL-Code Wertebereich: 1 ... 64	
DW 141		Arbeitsbereich	
DW 188			

Formaloperandenliste

Name	Verwendung/ Benennung	Art	Typ
DBZP	DB-Zeitplangeber	B	-
MELD	Melkebyte Bit-Nr. 6 : NEUW = 1: neuer Ausgabswert ist transferiert	A	BY
XA	Ausgang	A	D

**5.2.18 FB 119: Schnelle Analogausgabe ("ANAS")**



**STEB**



Mit dem Funktionsbaustein "ANAS" lassen sich Analogwerte über Analogausgabebaugruppen an den Prozeß ausgeben. Es sind die Baugruppen

- 6ES5 243-1AA11
- 6ES5 243-1AC11

zugelassen. Entsprechend der gewählten Kanalnummer sind Eingangswerte im Bereich -10000 ... +10000 bzw. 0 ... 10000 möglich. Kleinere oder größere Werte werden im Funktionsbaustein "schnelle Analogausgabe" begrenzt.

KN	DAU auf der BG	Wertebereich von XE
0	1	-10000 ... +10000
1	2	-10000 ... +10000
2	3	0 ... 10000

Die Werte können wahlweise über die normale oder die erweiterte Peripherie ausgegeben werden.

Durch Setzen des Steuerbits SBF wird der Transfer an die Analogausgabebaugruppe gesperrt.

**Bedienungseintrag:**

In der Betriebsart "Bedienungseintrag" wird die Analogperipherie nicht angesprochen.

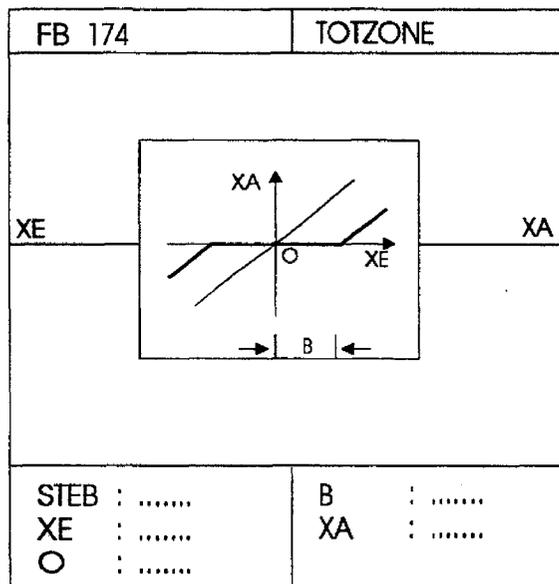
**Anlaufarten:**

Für die Anlaufarten "Erstlauf", "manueller Wiederanlauf" und "Anlauf nach Spannungsausfall" wird wie in der Betriebsart "Bedienungseintrag" verfahren. Zusätzlich wird bei "Erstlauf" und "Anlauf nach Spannungsausfall" der Reglersperrausgang SRS = 0 gesetzt. Ansonsten wird SRS = 1 ausgegeben. Damit kann SRS z.B. zum Sperren eines nachfolgenden Analogreglers während der genannten Anlaufarten genutzt werden. Dies ist sinnvoll, da in diesen Fällen die DAU von Kanal 1 und Kanal 2 mit 9,9951 V vorbesetzt werden und der Analogregler bzw. das angeschlossene Stellglied einen Spannungsimpuls erhielte.

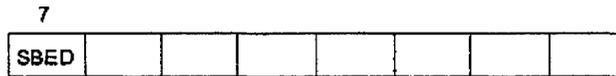
**Formaloperandenliste**

Name	Verwendung/Benennung	Art	Typ
STEB	Steuerbyte  Bit-Nr. 1: SBF    Ausgabesperre: = 0    Normalbetrieb, die Peripherie wird angesprochen = 1    die Peripherie wird nicht angesprochen  Bit-Nr. 2: SRS    Reglersperrausgang: = 0    bei "Erstlauf" oder "Anlauf nach Spannungsausfall" = 1    in allen anderen Fällen	E	BY
XE	Eingang (= auszugebender Analogwert) Wertebereich: 0 ... 10000 bzw. -10000 ... +10000	E	D
PBER	Peripheriebereich PBER = NP: die Analogausgabebaugruppe befindet sich im normalen Peripheriebereich = EP: die Analogausgabebaugruppe befindet sich im erweiterten Peripheriebereich	E	W
BG	Anfangsadresse der Baugruppe zulässige Werte: $128 \leq BG \leq 248$ für PBER = NP $0 \leq BG \leq 248$ für PBER = EP	E	BY
KN	Kanalnummer (KN + 1 = DAU auf der BG)	E	BY

**5.2.19 FB 174: Totzone ("TOTZONE")**



**STEB**



Die Funktion Totzone unterdrückt einen einstellbaren Bereich des Eingangswerts. Dies kann z.B. von Vorteil sein, wenn kleine Schwankungen einer Meßgröße um einen bestimmten Punkt wirkungslos bleiben sollen. Der Mittelpunkt dieser Zone kann mit dem Parameter O und die Breite mit dem Parameter B festgelegt werden.

Befindet sich der Eingangswert innerhalb der unempfindlichen Zone, wird als Ausgangswert der Parameter O ausgegeben. Verläßt der Eingangswert die unempfindliche Zone, steigt der Ausgangswert im selben Maße wie der Eingangswert. Dadurch ergibt sich eine Verfälschung des Eingangssignals auch außerhalb der Totzone, die in Kauf genommen wird, um Sprünge an den Grenzen der Totzone zu vermeiden. Die Verfälschung entspricht dem Wert B und ist deshalb leicht kontrollierbar.

**Bedienungseintrag:**

Die Parameter O und B werden neu übernommen.

**Dynamische, adaptive Wertvorgabe:**

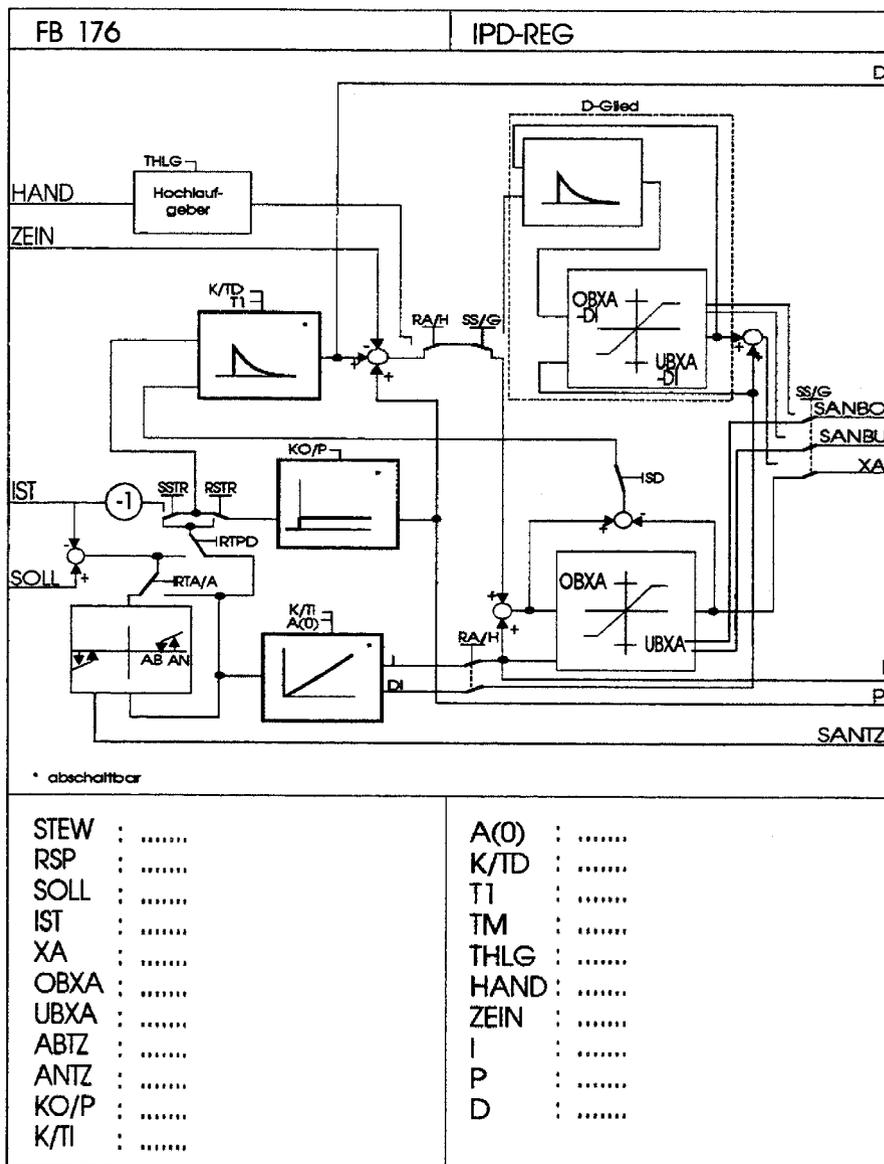
Die Parameter O und B können dynamisch oder adaptiv vorgegeben werden. Sie werden neu übernommen, wenn SBED=1 ist. Bei dynamischer Vorgabe muß ständig SBED=1 gelten. Bei adaptiver Vorgabe ist SBED=1 nur zu setzen, wenn die Werte übernommen werden sollen. Nach der Übernahme muß der Anwender SBED=0 eintragen.

**Formaloperandenliste**

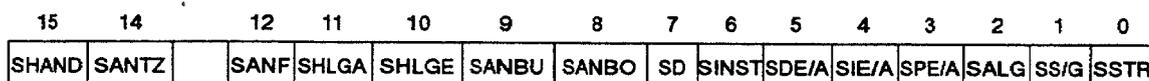
Name	Verwendung/Benennung	Art	Typ
STEB	Steuerwort Bit-Nr. 7: SBED = 1: Die Werte O und B werden übernommen	E	BY
XE	Eingang	E	D
O	Mittelpunkt der Totzone	E	D
B	Breite der Totzone	E	D
XA	Ausgang	A	D



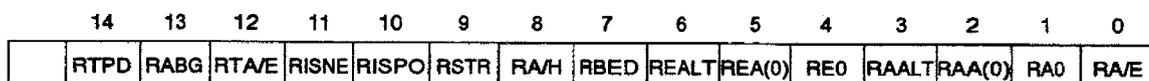
### 5.2.20 FB 176: IPD-Regler ("IPD-REG")



#### STEW



#### RSP



Der Funktionsbaustein FB 176 stellt einen Proportional-Integral-Differential-Regler dar, der nach der Pade-Näherung (Trapez-Regler) arbeitet. Die Abtastzeit kann deshalb bis auf die halbe dominierende Streckenzeitkonstante herangeführt werden:

$$TA \leq 1/2 \cdot \text{dominierende Streckenzeitkonstante}$$

Der IPD-Regler ist modular aufgebaut. Die Anteile können einzeln abgeschaltet werden. Die Struktur des Reglers ist durch Verlegen des PD-Anteils (SSTR=1, RSTR=0) oder nur des D-Anteils (SSTR=1, RSTR=1) in den Rückführungszweig veränderbar (siehe Beispiel 6.4). Dadurch ergeben sich folgende Vorteile:

- Durch das Verlegen des P- und des D-Anteils in den Rückführungszweig wird das Führungsverhalten "stoßfrei" bei gleicher Schnelligkeit der Ausregelung von Störgrößen. Auf die übliche Anwendung eines Sollwertintegrators zur Vermeidung von Sollwertsprüngen kann meist verzichtet werden.
- Die Übertragungsfunktion des geschlossenen Regelkreises besitzt unabhängig von den Werten der Reglerparameter einen konstanten Zähler, wodurch die Führungssprungantwort mit minimalem Überspringen verläuft. Bei abgeschaltetem I-Anteil (SIE/A=1) und Anwahl von Regler im Rückführzweig (SSTR=1, RSTR=1) wird der P-Anteil automatisch in den Vorwärtszweig verlegt.

Neben dem Soll- und Istwerteingang verfügt der IPD-Regler auch über eine Störgrößenaufschaltung und einen HAND-Eingang, d.h. es ist Handbetrieb möglich. Der IPD-Regler kann als Stellungsregler oder als Geschwindigkeitsregler arbeiten. Der Geschwindigkeitsalgorithmus ist einsetzbar, wenn das Stellglied integrierend ist. Ein Schrittregler kann durch Nachschalten der Impulsausgabe (FB 177) realisiert werden.

Die Übertragungsfunktion des IPD-Reglers kann sowohl in multiplikativer Form als auch in additiver Form dargestellt werden:

$$F_{Ra} = K_0 + K_I \cdot \frac{1}{p} + K_D \cdot \frac{p}{1 + p \cdot T_1}$$

$K_I$  : Integrierbeiwert  
 $K_D$  : Differenzierbeiwert  
 $K_0$  : Verstärkung des P-Anteils

$$\Rightarrow F_R = K_0 \left( 1 + \frac{1}{p \cdot T_N} + \frac{p}{1 + p \cdot T_1} \cdot T_V \right) \quad \text{mit } T_N = \frac{K_0}{K_I}, \quad T_V = \frac{K_D}{K_0}$$

Multiplikative Form:  $\times$

$$F_{Rm} = K_P \cdot \frac{(1 + p \cdot T_N) \cdot (1 + p \cdot T_V)}{p \cdot T_N \cdot (1 + p \cdot T_1)} \quad \text{mit } T_N \gg T_V$$

$K_P$  : Verstärkung  
 $T_N$  : Integrationszeitkonstante  
 $T_V$  : Differenzierzeitkonstante  
 $T_1$  : Dämpfungszeitkonstante  
 $P$  : Laplace-Operator

$$K_I = \frac{K_P}{T_N}$$

$$K_0 = K_P$$

$$K_D = 0$$

Für die Dämpfungszeitkonstante gilt folgende Einschränkung:

$$T1 \geq \frac{TA}{2}$$

Der Anwender kann wahlweise die Werte für die multiplikative Form (z.B. Werte aus dem Bode-Diagramm) oder die additive Form (moderne Entwurfsverfahren) übergeben. Es ist darauf zu achten, daß die Bedingung auch bei multiplikativer Vorgabe der Reglerkennwerte erfüllt ist.

### D-Anteil:

Durch die Begrenzung des Ausgangs XA auf die Grenzen UBXA und OBXA kann die Stellgröße des Reglers verfälscht werden. Dies wirkt sich besonders stark beim D-Anteil aus, da dieser auf eine Eingangsgrößenänderung mit einem Ausgangssignal reagiert, das nur für eine Abtastzeit ausgegeben wird (bei  $T1 = TA/2$ ). Sind während dieser Abtastzeit der P-Anteil und der I-Anteil sehr groß, so geht die Wirkung des D-Anteils verloren, bzw. sie wird verfälscht. Der Anteil, der nicht auf den Ausgang wirken konnte, wird deshalb in den folgenden Abtastzeiten nachgeholt (bei  $SD=0$ ).

Besonders bei schnellen Strecken und eingeschaltetem D-Anteil kann es zu einer unzulässigen Störwelligkeit kommen. In diesem Fall ist oft eine Verbesserung des Regelverhaltens mit der im D-Anteil integrierten Dämpfung möglich. Meist genügt bereits ein kleines  $T1$ , um den gewünschten Erfolg zu erzielen.

### I-Anteil:

Folgende Bedingungen führen zum Anhalten des I-Anteils:

- die obere Begrenzung OBXA wird überschritten, DI ist positiv, und es wird Anti-Wind-up-Verhalten (Reglerbegrenzung nach außen und intern) gewünscht ( $SINST = 0$ ).
- die untere Begrenzung UBXA wird unterschritten, der Wert DI ist negativ, und es wird Anti-Wind-up-Verhalten gewünscht ( $SINST=0$ ).
- das Vorzeichen von DI ist positiv, und der I-Anteil wurde vom Anwender durch Steuereingang  $RISPO=1$  in positiver Richtung gesperrt.
- das Vorzeichen von DI ist negativ, und der I-Anteil wurde vom Anwender durch Steuereingang  $RISNE=1$  in negativer Richtung gesperrt.

Sperrt der Anwender den I-Anteil für eine Richtung, muß er darauf achten, daß der I-Anteil nicht in eine Begrenzung läuft und auf Grund der Sperre "hängenbleibt".

Bei einer Regelung kann, wenn keine Totzeit in der Strecke vorhanden ist, die Sonderfunktion "I-Anteil nicht stoppen" ( $SINST=1$ ) von Vorteil sein. Der I-Anteil wird in diesem Fall bei Erreichen einer Ausgangsbegrenzung nicht angehalten.

In der Einstellung "Geschwindigkeitsregler" wird nicht der Ausgang benötigt, sondern dessen Ableitung; diese stellt der Ausgang DI dar.

### Totzone:

Die Regeldifferenz kann dem I-Anteil bei  $RTA/E=1$  über eine Totzone mit Hysterese zugeführt werden. Die Einstellung der Totzone erfolgt über die Parameter Abschaltwert ABTZ und Anschaltwert ANTZ.

ABTZ : XAT = XET geht über in XAT = 0 bei betragsmäßig fallendem XET  
 ANTZ : XAT = 0 geht über in XAT = XET bei betragsmäßig steigendem XET  
 XET : Eingang der Totzone  
 XAT : Ausgang der Totzone

Für den P- und den D-Anteil kann die Totzone über den Schalter RTPD aktiviert werden.

#### D-Glied:

Zur Gewinnung eines Geschwindigkeitsreglers müssen die einzelnen Anteile des Stellungsreglers differenziert werden. Dies geschieht für den P-Anteil und den D-Anteil mit Hilfe des D-Glieds. Der I-Anteil wird nicht über das D-Glied geführt, da der Ausgang DI des I-Anteils bereits die Ableitung von I bildet. DI wird nach der Differenzierung der beiden anderen Anteile zu diesen addiert.

Um Fehler durch Begrenzungseffekte zu vermeiden, wurde die Begrenzung in das D-Glied verlegt. Da aber der Ausgang XA des Reglers auf den Wertebereich zwischen UBXA und OBXA begrenzt werden soll, muß der Ausgang des D-Glieds auf UBXA-DI und OBXA-DI beschränkt werden. Begrenzte D-Anteile werden standardmäßig ( $SD = 0$ ) in folgenden Abtastzyklen nachgeholt. Dies kann unter Umständen dazu führen, daß der Regler für einige Zeit in der Begrenzung verharrt. Mit  $SD = 1$  kann dieses Verhalten abgeschaltet werden.

Als Differenzierzeitkonstante TM ist die Zeitkonstante des integrierenden Streckenanteils (Stellglied) vorzugeben.

#### Hochlaufgeber:

In der Reglerbetriebsart "Hand" ( $RA/H=1$ ) kann der vorgegebene Wert über den Hochlaufgeber geführt werden. Dies ist z.B. nötig, wenn keine Sprünge auf das Stellglied gegeben werden dürfen. Der Hochlaufgeber erzeugt aus den Sprüngen am Eingang HAND Rampen. Die Steigung der Rampen legt der Anwender durch die Vorgabe des Parameters THLG fest. In dieser Zeit werden 10000 interne Einheiten durchlaufen.

#### Reglerbetriebsart "Hand" bei Stellungsregler: $RA/H = 1$ ; $SS/G = 0$

In der Reglerbetriebsart "Hand" wird der am Eingang HAND anstehende Wert als Stellgröße auf die nachfolgende Strecke gegeben. Zur stoßfreien Umschaltung von "Automatik" nach "Hand" und zur Vermeidung von Stellwertsprüngen bei Handwertveränderungen ist im Regler ein Hochlaufgeber eingebaut. Für den Einsatz des Hochlaufgebers gibt es 3 Möglichkeiten:

- SHLGA = 1  
Der Hochlaufgeber ist immer abgeschaltet. Der Handwert wird direkt als Stellgröße ausgegeben. Stoßfreies Umschalten von "Automatik" nach "Hand" ist nicht mehr gewährleistet; Sprünge am Eingang HAND werden an das Stellglied weitergegeben.
- SHLGA=0; SHLGE=0  
Der Hochlaufgeber ist nur zur stoßfreien Umschaltung von "Automatik" nach "Hand" in Betrieb. Während der Reglerbetriebsart "Hand" wird der Handwert direkt ausgegeben.
- SHLGA=0; SHLGE=1  
Der Hochlaufgeber ist immer eingeschaltet. Der Handwert wird grundsätzlich über den Hochlaufgeber geführt, d.h. sprunghafte Änderungen der Stellgröße nach Änderungen des Eingangs HAND werden vermieden.

**Reglerbetriebsart "Hand" bei Geschwindigkeitsregler: RA/H = 1; SS/G = 1**

Der Anwender kann zwischen folgenden Möglichkeiten wählen:

- **SHAND=1**  
Der Handwert wird direkt als Stellgröße ausgegeben. Das Steuerbit SHLGE ist wirkungslos, d.h. eine Handwertvorgabe mit Hochlaufgeber ist in diesem Fall nicht möglich. Es muß beachtet werden, daß ein dauernd anstehendes Signal am Eingang HAND den integrierenden Streckenanteil in die Begrenzung fährt.
- **SHAND=0; SHLGA=1**  
Der Handwert wird über das D-Glied geführt, d.h. differenziert und dann auf das Stellglied gegeben. Entspricht die Zeitkonstante TM des D-Glieds der Zeitkonstanten des integrierenden Streckenanteils (Stellglied), ergibt eine Änderung des Handwerts die gleiche normierte Änderung des analogen Stellsignals.
- **SHAND = 0; SHLGA = 0; SHLGE = 0**  
Der Handwert wird über das D-Glied geführt, der Hochlaufgeber ist für den Umschaltzeitpunkt von "Automatik" nach "Hand" eingeschaltet.
- **SHAND=0; SHLGA=0; SHLGE=1**  
Der Handwert wird über den Hochlaufgeber und das D-Glied geführt. Durch das Zuschalten der Rampe wird der Ausgang XA begrenzt (entsprechend der Steigung der Rampe und TM). Dies entspricht einer Begrenzung der Verstellgeschwindigkeit des integrierenden Streckenteils (Stellglied).

Da der Geschwindigkeitsregler im Umschaltzeitpunkt von "Automatik" nach "Hand" den Zustand des integrierenden Streckenteils (Stellglied) nicht kennt, muß ein bestimmter Anfangswert festgelegt werden:

- **SANF=0**  
Im Umschaltzeitpunkt geht der Regler davon aus, daß der momentan anstehende Handwert dem Zustand des integrierenden Streckenteils (Stellglied) entspricht und benutzt ihn als Anfangswert für den Hochlaufgeber und das D-Glied. Dadurch wird  $XA=0$ , d.h., wird ein integrierendes Stellglied benutzt, bleibt dieses stehen. Erst durch eine Veränderung des Handwerts ergibt sich die entsprechende Änderung des Stellglieds.
- **SANF=1**  
Im Umschaltzeitpunkt wird 0 als Anfangswert angenommen. Wird ein integrierendes Stellglied benutzt, wird es bei eingeschaltetem D-Glied um den im Umschaltzeitpunkt anstehenden Wert am Eingang HAND verstellt.

Entspricht die Änderung des integrierenden Streckenteils (Stellglied) nicht der angegebenen Handwertänderung, ist zu überprüfen, ob der Differenzierbeiwert TM mit der Integrationszeitkonstanten der Strecke (Stellglied) übereinstimmt.

**Wechsel in die Reglerbetriebsart "Automatik":**

Befinden sich alle Regleranteile im Vorwärtszweig, stehen zwei Abgleichmöglichkeiten zur Verfügung, um die beim Betriebsartenwechsel in den Automatikbetrieb anstehende Regeldifferenz auszuregeln:

- **RABG=0**  
Beim Betriebsartenwechsel wird die anstehende Regeldifferenz wie ein normaler Sollwertsprung ausgeregelt.

Sind der D-Anteil und der P-Anteil im Rückführungszweig, erfolgt der Betriebsartenwechsel stoßfrei mit minimalem Überschwingen.

Sind alle Regleranteile im Vorwärtszweig, kann ein starkes Überschwingen auftreten.

- **RABG=1**

Es wird ein Sonderabgleich durchgeführt, um ein Verhalten zu erzeugen, als ob der P-Anteil und der D-Anteil im Rückführungszweig wären.

**Reglerbetriebsarten "Aus", "Ein":**

Die Funktion "Regler AUS" hat Priorität vor sämtlichen anderen Reglerbetriebsarten. Sie kann als Schutzfunktion verwendet werden.

Das Verhalten bei ausgeschaltetem Stellungsregler ( $RA/E=0$ ) und beim Einschalten ( $RA/E=1$ ) kann durch Steuerbits vorbestimmt werden:

**$RA/E=0$ ; Regler AUS:**

- **$RA0=1$**

Als Stellgröße wird  $XA=0$  ausgegeben.

- **$RAA(0)=1$**

Als Stellgröße wird  $XA=A(0)$  ausgegeben.  $A(0)$  ist vom Anwender vorzugeben.

- **$RAALT=1$**

Die Stellgröße, die vor dem Ausschalten des Reglers ausgegeben wurde, wird festgehalten.

**$RA/E=1$ ; Regler EIN:**

- **$RE0=1$**

Der I-Anteil des Reglers läuft mit "0" als Anfangswert los.

- **$REA(0)=1$**

Der I-Anteil startet mit  $A(0)$ .

- **$REALT = 1$**

Der I-Anteil des Reglers beginnt mit dem Wert, der vor dem Einschalten vorhanden war.

Bei ausgeschaltetem Geschwindigkeitsregler wird grundsätzlich "0" ausgegeben. Wird der Regler eingeschaltet, werden die einzelnen Anteile, ausgenommen I-Anteil, automatisch abgeglichen, so daß keine unzulässig großen Sprünge entstehen. Die Regeldifferenz wird ausgeregelt.

**Bedienungseintrag:**

Sämtliche für die Algorithmen notwendigen Faktoren werden neu berechnet, d.h. die Reglerkennwerte werden neu übernommen.

Der Stellungsregler hält die zuvor ausgegebene Stellgröße fest, der Geschwindigkeitsregler gibt "0" während des Bedienungseintrags aus; es wird nicht geregelt.

**Erstlauf:**

Der Stellungsregler gibt den parametrisierten Anfangswert aus. Der Hochlaufgeber wird ebenfalls auf diesen Wert abgeglichen. Sämtliche internen Faktoren werden neu berechnet; die Reglerkennwerte werden übernommen.

Der Geschwindigkeitsregler gibt  $XA=0$  aus. Ansonsten wird wie beim Stellungsregler verfahren.

### Anlauf nach Spannungsausfall; manueller Wiederanlauf:

Der Vergangenheitswert des I-Anteils des Stellungsreglers wird um den gleichen Faktor zurückgenommen, um den der Istwert fällt:

$$I(K) = \frac{\text{aktueller Istwert}}{\text{alter Istwert}} \cdot I(K-1)$$

Ist im darauffolgenden Zyklus noch immer Anlaufbetrieb, so wird in der gleichen Weise verfahren. Der Regler reagiert somit sofort nach dem Aufheben der Anlaufart.

Der Geschwindigkeitsregler gibt während des Anlaufbetriebs  $XA=0$  aus.

### Dynamische, adaptive Wertvorgabe:

Die Reglerkennwerte  $K0/P$ ,  $K/TI$ ,  $K/TD$ ,  $T1$ ,  $THLG$ ,  $TM$  und  $TA$  können dynamisch oder adaptiv vorgegeben werden. Sie werden neu übernommen, wenn  $RBED=1$  ist. Bei dynamischer Vorgabe muß ständig  $RBED=1$  gelten. Bei adaptiver Vorgabe ist  $RBED=1$  nur zu setzen, wenn die Werte übernommen werden sollen. Nach der Übernahme muß der Anwender  $RBED=0$  eintragen.

### Beispiel:

Der IPD-Regler soll folgendermaßen eingestellt werden:

- P-, D-Anteil in der Rückführung → SSTR = 1  
RSTR = 0
- Geschwindigkeitsregler → SS/G = 1
- Die Kennwerte werden für die multiplikative Form der Übertragungsfunktion vorgegeben. → SALG = 0
- Alle Regleranteile sind eingeschaltet. → SPE/A = 0  
SIE/A = 0  
SDE/A = 0
- Der I-Anteil wird beim Erreichen einer Begrenzung angehalten. → SINST = 0  
RISPO = 0  
RISNE = 0
- Ein möglicherweise auftretender Begrenzungsfehler wird im D-Glied nachgeholt.
- Der Hochlaufgeber soll fest eingeschaltet sein. → SHLGE = 1  
SHLGA = 0
- Beim Umschalten von Automatik nach Hand entspricht die Stellung des Stellglieds dem Handwert. → SANF = 0
- Im Handbetrieb wird der Handwert über das D-Glied geführt. → SHAND = 0
- Bei ausgeschaltetem Regler wird grundsätzlich  $XA = 0$  ausgegeben. Beim Einschalten wird ein automatischer Ausgleich durchgeführt.



Formaloperandenliste

Name	Verwendung/Benennung	Art	Typ
STEW	Steuerwort	E	W
Bit-Nr. 0:	SSTR = 0 IPD-Regler ist normal strukturiert = 1 P- und D-Anteil in der Rückführung; der P-Anteil kann mit RSTR = 1 wieder in den Vorwärtszweig gelegt werden.		
Bit-Nr. 1:	SS/G = 0 Stellungsregler = 1 Geschwindigkeitsregler		
Bit-Nr. 2:	SALG = 0 multiplikative Form des Algorithmus = 1 additive Form des Algorithmus		
Bit-Nr. 3:	SPE/A = 1 P-Anteil AUS		
Bit-Nr. 4:	SIE/A = 1 I-Anteil AUS		
Bit-Nr. 5:	SDE/A = 1 D-Anteil AUS		
Bit-Nr. 6:	SINST = 1 I-Anteil nicht stoppen		
Bit-Nr. 7:	SD = 0 nicht vollständig ausgegebener D-Anteil wird nachgeholt = 1 D-Anteil wird nicht nachgeholt		
Bit-Nr. 8:	SANBO = 1 Anzeige: XA in der oberen Begrenzung		
Bit-Nr. 9:	SANBU = 1 Anzeige: XA in der unteren Begrenzung		
Bit-Nr. 10:	SHLGE = 1 Hochlaufgeber fest eingeschaltet		
Bit-Nr. 11:	SHLGA = 1 Hochlaufgeber immer abgeschaltet		
	SHLGE = 0 und SHLGA = 0; der Hochlaufgeber ist nur beim Umschalten von Automatik nach Hand eingeschaltet.		
Bit-Nr. 12:	SANF = 0 Auswertung beim Geschwindigkeitsregler; beim Umschalten von Automatik nach Hand wird angenommen, daß "Wert des Stellglieds" = HAND gilt → XA = 0. = 1 Als Anfangswert des Stellglieds wird 0 angenommen → beim Umschalten von Automatik nach Hand wird es entsprechend dem Handwert verstellt.		
Bit-Nr. 14:	SANTZ = 1 Anzeige: Regeldifferenz innerhalb der Totzone.		
Bit-Nr. 15:	SHAND = 0 Auswertung beim Geschwindigkeitsregler: der Wert HAND wird über das D-Glied geführt. = 1 Der Wert Hand wird direkt als Stellgröße ausgegeben.		

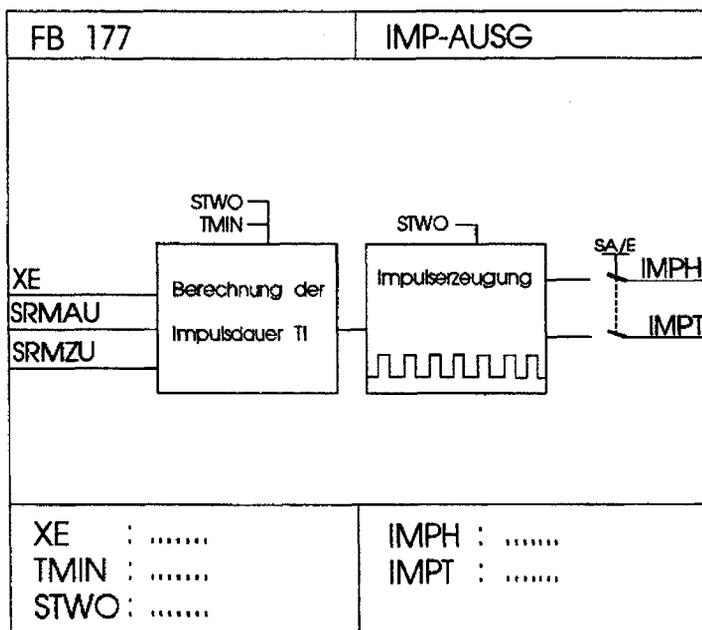
## Formaloperandenliste

Name	Verwendung/Benennung	Art	Typ
RSP	<p>Steuerwort</p> <p>Bit-Nr. 0: RA/E = 0 Regler AUS = 1 Regler EIN</p> <p>Bit-Nr. 1: RA0 = 1 und RA/E = 0 → XA = 0</p> <p>Bit-Nr. 2: RAA(0) = 1 und RA/E = 0 → XA = A(0)</p> <p>Bit-Nr. 3: RAALT = 1 und RA/E = 0 → XA = XA(ALT)</p> <p>Bit-Nr. 4: RE0 = 1 Anlauf mit I = 0</p> <p>Bit-Nr. 5: REA(0) = 1 Anlauf mit I = A(0)</p> <p>Bit-Nr. 6: REALT = 1 Anlauf mit I = IA2 (alt)</p> <p>Bit-Nr. 7: RBED = 1 Die Werte K0/P, K/TI, K/TD, T1, THLG, TM und TA werden übernommen.</p> <p>Bit-Nr. 8: RA/H = 0 Automatik-Betrieb = 1 Handbetrieb</p> <p>Bit-Nr. 9: RSTR = 0 und SSTR = 1: P- und D-Anteil sind im Rückführungs- zweig. = 1 und SSTR = 1: nur der D-Anteil ist im Rückführungszweig.</p> <p>Bit-Nr. 10: RISPO = 1 I-Anteil für positive Richtung gesperrt.</p> <p>Bit-Nr. 11: RISNE = 1 I-Anteil für negative Richtung gesperrt.</p> <p>Bit-Nr. 12: RTA/E = 0 Totzone AUS = 1 Totzone EIN</p> <p>Bit-Nr. 13: RABG = 0 Beim Umschalten von Hand nach Automatik wird wie bei einem normalen Sollwertsprung verfahren. = 1 Die Umschaltung erfolgt auch bei P-, D-Anteil im Vor- wärtszweig wie bei P-, D-Anteil im Rückwärtszweig.</p> <p>Bit-Nr. 14: RTPD = 0 nur I-Anteil mit Totzone = 1 auch P-, D-Anteil durchlaufen die Totzone</p>	E	W
SOLL	Eingang Sollwert Wertebereich: -10000 ... +10000	E	D
IST	Eingang Istwert	E	D
XA	Ausgang des IPD-Reglers Wertebereich: UBXA ... OBXA	A	D
OBXA	obere Begrenzung von XA Wertebereich: UBXA ... +10000	E	D
UBXA	untere Begrenzung von XA Wertebereich: -10000 ... OBXA	E	D
ABTZ	Abschaltwert der Totzone Wertebereich: 0 ... ANTZ	E	D
ANTZ	Anschaltwert der Totzone Wertebereich: ABTZ ... 10000	E	D
K0/P	Verstärkung des IPD-Reglers additive Form des Algorithmus : K0 multiplikative Form des Algorithmus : KP	E	D

Formaloperandenliste

Name	Verwendung/Benennung	Art	Typ
K/TI	Integrierbeiwert bzw. Integrationszeitkonstante additive Form des Algorithmus : KI [s <sup>-1</sup> ] multiplikative Form des Algorithmus : TN [s]	E	D
A(0)	Anfangswert des I-Anteils	E	D
K/TD	Differenzierbeiwert bzw. Differenzierzeit additive Form des Algorithmus : KD [s <sup>-1</sup> ] multiplikative Form des Algorithmus : TV [s]	E	D
T1	Dämpfungszeitkonstante, Verzögerungszeitkonstante des D-Anteils [s] Wertebereich: T1 ≥ TA/2	E	D
TM	Zeitkonstante des D-Glieds [s] Sie sollte gleich der Zeitkonstanten des analogen I-Glieds (Stellglied) sein	E	D
THLG	Zeitkonstante des Hochlaufgebers [s] In der Zeit THLG werden 10000 interne Einheiten durchlaufen.	E	D
HAND	Handwerteingang wird in der Reglerbetriebsart "HAND" ausgewertet Wertebereich: -10000 ... +10000	E	D
ZEIN	Störgrößeneingang	E	D
I	Wert des I-Anteils (Stellungsalgorithmus)	A	D
P	Wert des P-Anteils	A	D
D	Wert des D-Anteils	E	D

5.2.21 FB 177: Impulsausgabe ("IMP-AUSG")





Ist die berechnete auszugebende Impulsdauer  $T_I < T_{MIN}$ , wird kein Impuls ausgegeben.  $T_I$  wird jedoch zum nächsten Impuls hinzuaddiert. Durch Setzen des Steuerbits für Summationssperre  $SS-SP = 1$  wird das Aufsummieren gesperrt.

Gilt  $B \cdot T_I \cdot B \geq TA - T_{MIN}$ , wird ein Impuls mit der Dauer  $TA$  ausgegeben. Für DPSI-Betrieb und DPSP-Betrieb gilt folgender Zusammenhang zwischen  $XE$  und  $T_I$ :

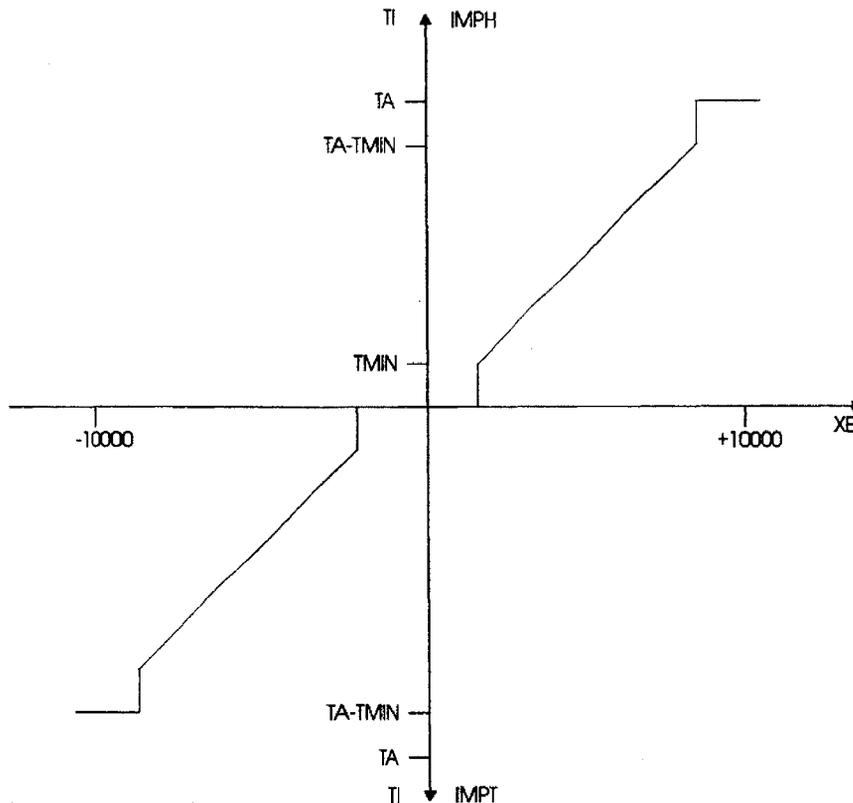


Bild 5-13 Zusammenhang zwischen Eingangswert und Impulsdauer im DPSI- und DPSP-Betrieb.

Mit Hilfe von  $T_{MIN}$  können sehr kurze Impulse (bei  $XE \approx 0$ ) und Impulspausen (bei  $XE \approx \pm 10000$ ) unterdrückt werden.

### PBM-Betrieb:

Pulsbreitenmoduliertes Signal für Stellglieder mit nur einem Eingang.

Die Impulsausgabe erfolgt über den Binärausgang IMPH. An IMPT steht das negierte Ausgangssignal zur Verfügung.

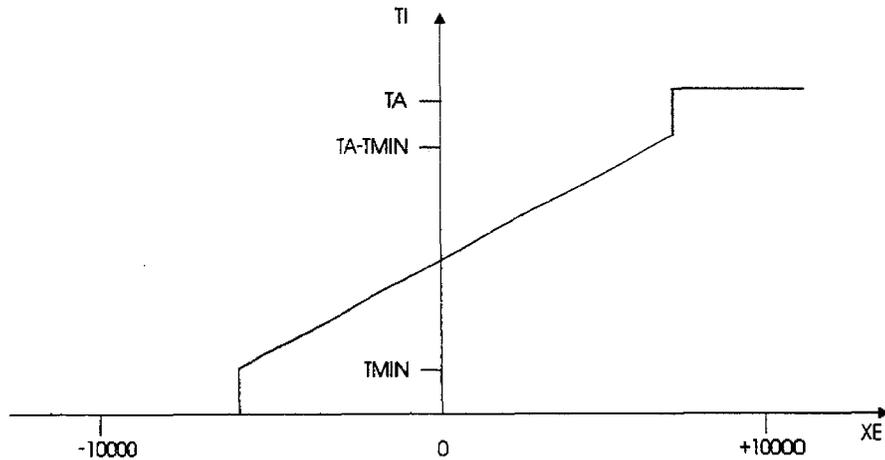
Zur Arbeitspunkteinstellung des verwendeten Stellglieds kann durch Setzen des Steuerbits SAPE ein Puls-Pause-Verhältnis von 1:1 an das Stellglied ausgegeben werden. Ist die Abtastzeit des Reglers ein ungeradzahliges Vielfaches von 100 ms, generiert der Baustein abwechselnd Impulse der Dauer  $T_I = 0.5 \cdot TA + 0.05$  s und  $T_I = 0.5 \cdot TA - 0.05$  s.

Ist  $T_I < T_{MIN}$ , wird kein Impuls ausgegeben.

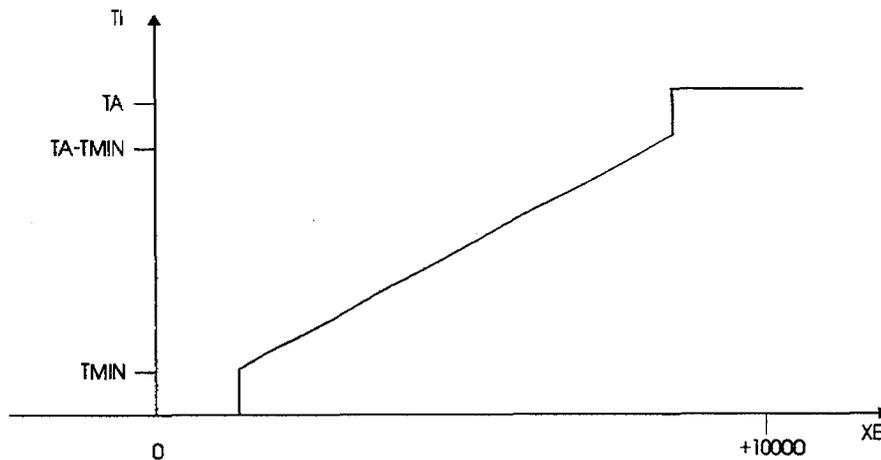
Bei  $T_I \geq TA - T_{MIN}$  wird ein Impuls der Dauer  $TA$  ausgegeben.

Es gibt zwei Arten des PBM-Betriebs:

- PBM1-Betrieb



- PBM2-Betrieb



**Einbindung in den Systemrahmen:**

Der Funktionsbaustein "Impulsausgabe" muß im 100 ms-Takt bearbeitet werden, d.h. er ist im PB"100 ms" einzubinden.

**Bedienungseintrag:**

Für die Zeit bis zum nächsten Reglerdurchlauf wird die Impulsausgabe gesperrt.

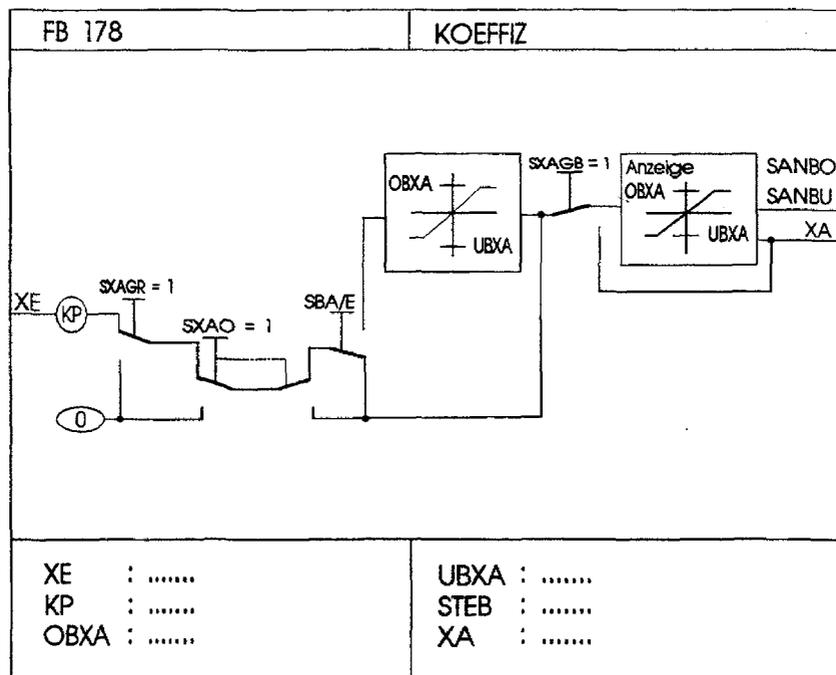
**Anlaufarten:**

Bei "Erstlauf", "manuellem Wiederanlauf" und "Anlauf nach Spannungsausfall" wird die Impulsausgabe gesperrt.

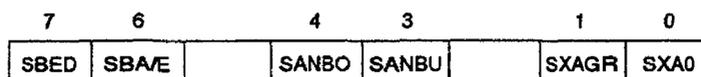
Formaloperandenliste

Name	Verwendung/ Benennung	Art	Typ
XE	Eingang	E	D
TMIN	minimale Impulsdauer TMIN muß ein Vielfaches von 0.1 s sein; Wertebereich: $0.1 \text{ s} \leq \text{TMIN} < \text{TA}/2$	E	D
STWO	Steuerwort  Bit-Nr. 0: SA/E = 0 Impulsausgabe AUS = 1 Impulsausgabe Ein  Bit-Nr. 1: SAPE = 0 normaler Betrieb = 1 nur wirksam bei PBM-Betrieb; Puls-Pause-Verhältnis = 1:1  Bit-Nr. 2: SRMZU = 0 Rückmeldung: Endstellung ZU erreicht (nur im DPSI-Betrieb); → keine Impulsausgabe an IMPT = 1 normaler Betrieb  Bit-Nr. 3: SRMAU = 0 Rückmeldung: Endstellung AUF erreicht (nur im DPSI-Betrieb); → keine Impulsausgabe an IMPH = 1 normaler Betrieb  Bit-Nr. 4: SS-SP = 0 normaler Betrieb = 1 Summationssperre (nur im DPSP-Betrieb); das Aufsummieren von Impulsen bei $\text{TI} < \text{TMIN}$ wird gesperrt  Bit-Nr. 8: SDPSI = 1 DPSI-Betrieb  Bit-Nr. 9: SDPSP = 1 DPSP-Betrieb  Bit-Nr. 10: SPBM1 = 1 PBM1-Betrieb  Bit-Nr. 11: SPBM2 = 1 PBM2-Betrieb	E	W
IMPH	DPSI- und DPSP-Betrieb: positive Stellimpulse PBM-Betrieb: Impulsausgang	A	BI
IMPT	DPSI- und DPSP-Betrieb: positive Stellimpulse PBM-Betrieb: negierter Impulsausgang	A	BI

**5.2.22 FB 178: Koeffizientenglied ("KOEFFIZ")**



**STEB**



Der Funktionsbaustein "KOEFFIZ" multipliziert im Normalbetrieb (SXAGR=1, SXA0=1) den Eingangswert XE mit dem Faktor KP. Mit dem Steuerbit SBA/E kann das Ergebnis auf die parametrierbaren Werte UBXA und OBXA begrenzt werden. Das Überschreiten der Grenzwerte wird mit den Bits SANBU und SANBO angezeigt.

**Nullsetzen von XA:**

Wird SXA0=0 vorgegeben, gibt der Funktionsbaustein XA=0 aus. Die Begrenzungsanzeigen werden dabei beeinflusst.

**XA = Grenzwert setzen:**

Mit SXAGR = 0 läßt sich folgendes erreichen:

Sind beide Grenzwerte positiv oder negativ, erhält XA den Wert des Grenzwertes, der näher zu Null ist, also

$$\begin{aligned}
 OBXA > UBXA > 0 &\rightarrow XA = UBXA \\
 UBXA < OBXA < 0 &\rightarrow XA = OBXA.
 \end{aligned}$$

Besitzen OBXA und UBXA verschiedene Vorzeichen, wird XA = 0 ausgegeben.

**Beachten Sie:**

- Diese Betriebsweise ist nur bei eingeschalteter Begrenzung (SBA/E = 1) zulässig.
- Die Begrenzungsanzeigen werden nicht gesetzt.
- Es ist nicht erlaubt, gleichzeitig SXA0 = 0 und SXAGR = 0 vorzugeben.

**Bedienungseintrag:**

Der Faktor KP wird neu übernommen.

**Erstlauf:**

Der Faktor KP wird neu übernommen.

**Dynamische, Adaptive Wertvorgabe:**

Der Parameter KP kann dynamisch oder adaptiv vorgegeben werden. Er wird neu übernommen, wenn SBED=1 ist. Bei dynamischer Vorgabe muß ständig SBED=1 gelten. Bei adaptiver Vorgabe ist SBED=1 nur zu setzen, wenn die Werte neu übernommen werden sollen. Nach der Übernahme ist wieder SBED=0 einzutragen.

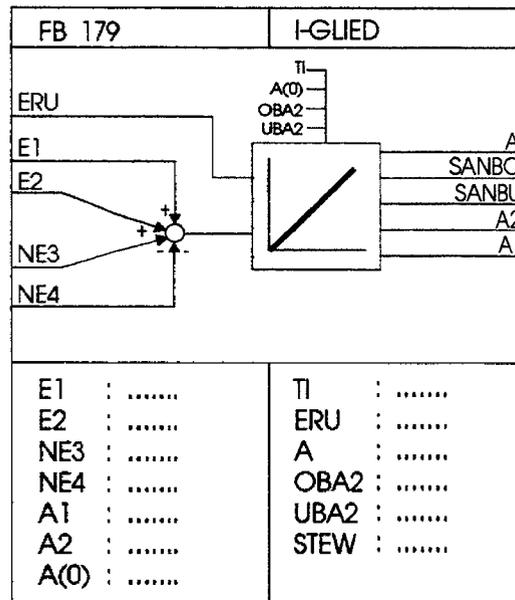
Das Koeffizientenglied kann beispielsweise eingesetzt werden

- als reiner P-Regler
- zum Aufbau von Beobachterstrukturen.

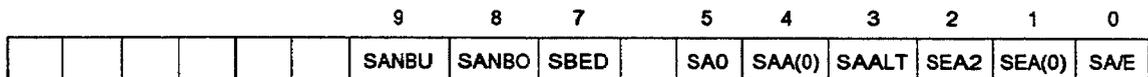
**Formaloperandenliste**

Name	Verwendung/Benennung	Art	Typ
XE	Eingang	E	D
KP	Verstärkungsfaktor	E	D
OBXA	oberer Begrenzungswert von XA Wertebereich: UBXA ... +1000	E	D
UBXA	unterer Begrenzungswert von XA Wertebereich: -10000 ... OBXA	E	D
STEB	Steuerbyte  Bit-Nr. 0: SXA0 = 0 → XA = 0 = 1 normaler Betrieb  Bit-Nr. 1: SXAGR = 0 OBXA > UBXA > 0 → XA = UBXA UBXA < OBXA < 0 → XA = OBXA OBXA > 0 > UBXA → XA = 0 nur bei SBA/E = 1 und SXA0 erlaubt = 1 normaler Betrieb  Bit-Nr. 3: SANBU = 1 XA in der unteren Begrenzung  Bit-Nr. 4: SANBO = 1 XA in der oberen Begrenzung  Bit-Nr. 6: SBA/E = 0 Begrenzung ausgeschaltet = 1 Begrenzung eingeschaltet  Bit-Nr. 7: SBED = 1 der Parameter KP wird übernommen	E	BY
XA	Ausgang	A	D

5.2.23 FB 179: Integrationsglied ("I-GLIED")



STEW



Der Funktionsbaustein "I-GLIED" integriert beliebige Eingangsfunktionen nach der Trapez-Regel.

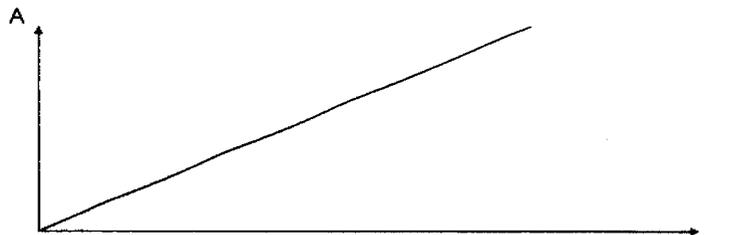


Bild 5-14 Sprungantwort des I-Glieds

Der Ausgang A1 ist aus dem "Integrationsglied" herausgeführt. Er bildet die Ableitung des Ausgangs A. Dies kann in Zustandsregelungen von Vorteil sein.

Das I-Glied ist rückkoppelbar. Zur Realisierung der Rückkopplung muß der Ausgang A2 verwendet werden. Zusätzlich ist der Eingang ERU mit dem Faktor zu belegen, der sich zwischen dem Ausgang A2 und dem verwendeten Eingang (NE3 oder NE4) befindet. Soll eine Mitkopplung realisiert werden, muß der Eingang ERU mit dem negativen Mitkopplungsfaktor belegt werden.

**Beispiel:**

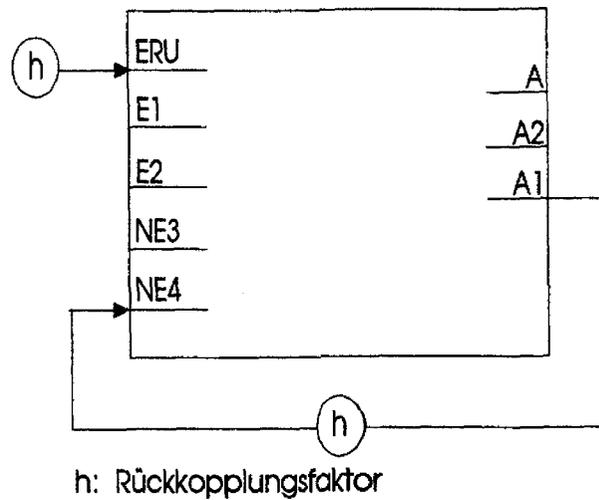


Bild 5-15 Rückgekoppeltes I-Glied

Durch Gegenkopplung (NE3, NE4) des I-Glieds erhält die Sprungantwort einen Verlauf in Form der Kurve 1; durch Mitkopplung (E1, E2) entsteht eine Sprungantwort in Form der Kurve 2.

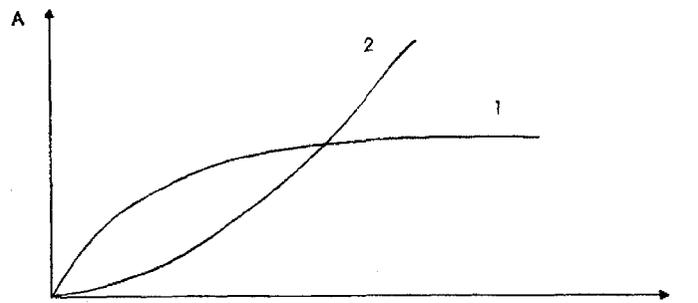


Bild 5-16 Sprungantwort des I-Glieds bei Rückkopplung und Mitkopplung

Der Ausgang A2 wird auf den Wertebereich UBA2 bis OBA2 begrenzt. Da A2 zur Berechnung von A verwendet wird, ist die Vorgabe der Grenzen auch dann nötig, wenn A2 nicht ausgewertet wird. Der Ausgang A enthält den zugehörigen nach der Trapezregel berechneten Wert.

**Verhalten bei abgeschaltetem Integrationsglied:**

Der Anwender kann mit verschiedenen Steuerbits bestimmen, welcher Wert bei abgeschaltetem I-Glied ausgegeben wird. Entsprechend SAALT, SAA(0) und SA0 wird der Ausgang A mit dem alten Wert (Wert vor dem Ausschalten), mit A(0) oder mit "0" belegt.

**Verhalten beim Einschalten des Integrationsglieds:**

Abhängig von den Steuerbits SEA(0) und SEA2 ist der Anfangswert des I-Gliedes A(0) oder A2.

**Bedienungseintrag:**

Sämtliche Ausgänge bleiben unverändert. Die Parameter TI und TA werden neu übernommen.

**Erstlauf:**

Der Ausgang A2 wird gleich dem Anfangswert A(0), Ausgang A = 0 gesetzt. Die Parameter TI und TA werden übernommen.

**Anlauf nach Spannungsausfall; manueller Wiederanlauf:**

Sämtliche Ausgänge bleiben unverändert.

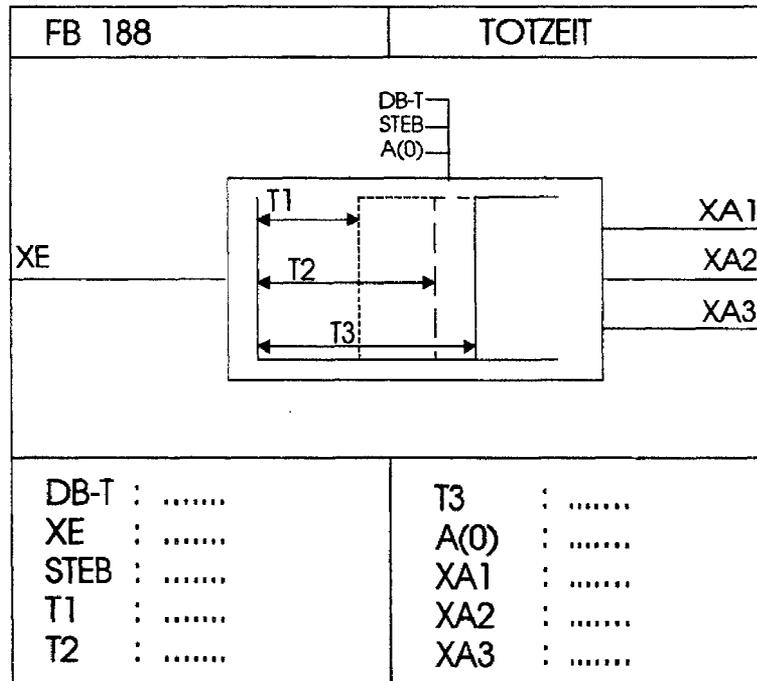
**Dynamische, adaptive Wertvorgabe:**

Die Parameter TI und TA können dynamisch oder adaptiv vorgegeben werden. Sie werden neu übernommen, wenn SBED=1 ist. Bei dynamischer Vorgabe muß ständig SBED=1 gelten. Bei adaptiver Vorgabe ist SBED=1 nur zu setzen, wenn die Werte übernommen werden sollen. Nach der Übernahme muß der Anwender SBED=0 eintragen.

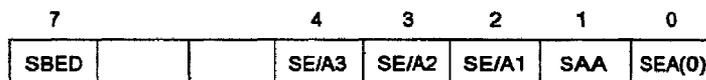
**Formaloperandenliste**

Name	Verwendung/Benennung	Art	Typ
E1	positiv bewerteter Eingang	E	D
E2	positiv bewerteter Eingang	E	D
NE3	negativ bewerteter Eingang	E	D
NE4	negativ bewerteter Eingang	E	D
A1	Ableitung des Ausgangs A	E	D
A2	Ausgang des Speicherglieds; zur Rückkoppelung verwenden	A	D
A(0)	Anfangswert des Ausgangs A2	E	D
TI	Integrationszeitkonstante; Wertebereich $TI \geq TA/2$	E	D
ERU	Eingang bei Rückkopplung; muß mit dem Faktor belegt werden, mit dem A2 auf den Eingang zurückwirkt	E	D
A	Ausgang des Integrationsglieds	A	D
OBA2	obere Begrenzung von A2 Wertebereich: UBA2 ... +10000	E	D
UBA2	untere Begrenzung von A2 Wertebereich: -10000 ... OBA2	E	D
STEW	Steuerwort  Bit-Nr. 0: SA/E = 0 Integrationsglied abgeschaltet = 1 Integrationsglied eingeschaltet  Bit-Nr. 1: SEA(0) = 1 Anlauf mit A(0)  Bit-Nr. 2: SEA2 = 1 Anlauf mit A2 (alt)  Bit-Nr. 3: SAALT = 1 und SA/E = 0 → A = A (ALT)  Bit-Nr. 4: SAA(0) = 1 und SA/E = 0 → A = A (0)  Bit-Nr. 5: SA0 = 1 und SA/E = 0 → A = 0  Bit-Nr. 7: SBED = 1 die Parameter TI und TA werden übernommen  Bit-Nr. 8: SANBO = 1 Anzeige: A2 in der oberen Begrenzung  Bit-Nr. 9: SANBU = 1 Anzeige: A2 in der unteren Begrenzung	E	W

### 5.2.24 FB 188: Totzeitglied ("TOTZEIT")



#### STEB



Mit dem Funktionsbaustein "TOTZEIT" lassen sich in einem Regelkreis bis zu 3 Totzeiten realisieren, deren Größen adaptiv vorgebar sind. Die maximale Größe einer Totzeit beträgt

$$T_{tmax} = 125 \cdot T_A.$$

Die Parametrierung der Totzeiten erfolgt durch Vorgabe der Faktoren. Bei Vorgabe eines zu großen Faktors für eine Totzeit wird dieser auf 125 begrenzt.

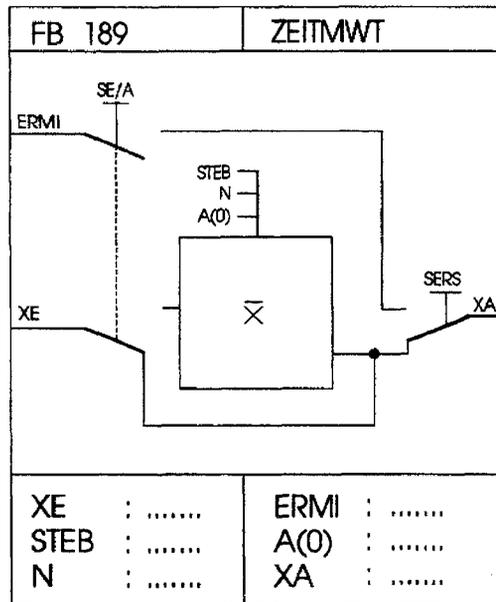
Alle 3 Totzeiten besitzen einen gemeinsamen Eingang XE. Das bedeutet, daß ein Wert, der zum Zeitpunkt t an XE ansteht, zum Zeitpunkt t + T1 an XA1, zum Zeitpunkt t+T2 an XA2 und zum Zeitpunkt t+T3 an XA3 ausgegeben wird.

Alle 3 Totzeiten sind unabhängig voneinander zu- und abschaltbar. Dazu werden die Steuerbits SE/A1, SE/A2 und SE/A3 gelöscht (EIN) bzw. gesetzt (AUS). Ist eine Totzeit abgeschaltet und das Steuerbit SAA=0, erfolgt kein Transfer zum Ausgang. Für SAA=1 entscheidet das Steuerbit SEA(0), ob 0 (SEA(0)= 0) oder A(0) (SEA(0) =1) ausgegeben wird.

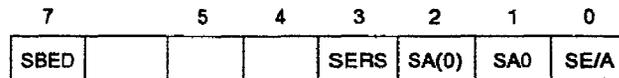
Der zur Realisierung der Totzeiten benötigte Speicherplatz muß vom Anwender im Datenbaustein DB-T zur Verfügung gestellt werden. Die Länge des Datenbausteins muß 261 DW einschließlich DB-Vorkopf betragen.



### 5.2.25 FB 189: Zeitlicher Mittelwert ("ZEITMWT")



#### STEB



Der Funktionsbaustein "ZEITMWT" bildet aus einer mit dem Parameter N zu bestimmenden Anzahl von Werten, die jeweils zur Zeit  $T - i \cdot TA$  ( $i = 1,2,3, \dots$ ) erfaßt werden, den Mittelwert. Die Anzahl der Werte kann maximal 10 sein.

#### Initialisierung:

Der Baustein benötigt eine Initialisierungsphase, um genügend Vergangenheitswerte zu sammeln. In dieser Zeit kann noch kein Mittelwert aus der vorgegebenen Anzahl Werte gebildet werden. Der Anwender kann wählen, welcher Wert in dieser Phase ausgegeben wird:

- 0, bei SA0 = 1
- der parametrierbare Wert A(0), bei SA(0) = 1
- der aus den augenblicklich vorliegenden Vergangenheitswerten gebildete Mittelwert (SA0=SA(0) = 0).

Das Mittelwertglied ist mittels Steuerbit SE/A überbrückbar. In diesem Fall gilt  $XA=XE$ .

Mit dem Steuerbit SERS kann der Baustein veranlaßt werden, den parametrierbaren Ersatzmittelwert ERMi auszugeben.

#### Anlauf:

Der Baustein verzweigt in die Initialisierungsphase, wie oben beschrieben.

**Adaptive Wertvorgabe:**

Die Anzahl der zur Mittelwertbildung herangezogenen Werte kann adaptiv geändert werden. Dies geschieht, indem das Bedienbit SBED gesetzt wird. Da in diesem Zyklus die oben beschriebene Initialisierungsphase angestoßen wird, muß SBED vom Anwender gelöscht werden.

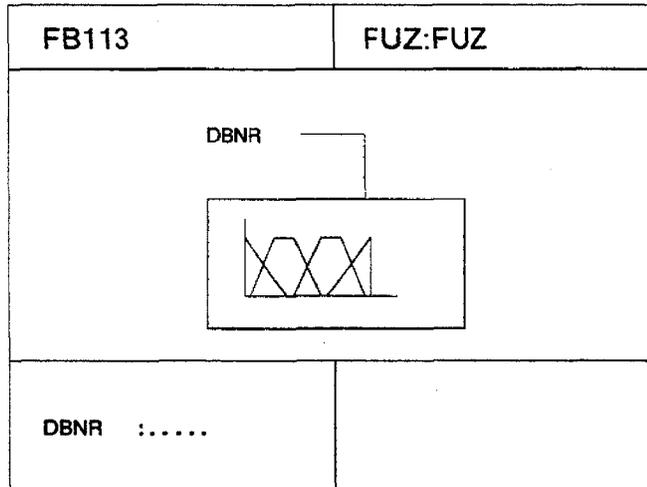
**Formaloperandenliste**

Name	Verwendung/Benennung	Art	Typ
XE	Eingang	E	D
STEB	Steuer- und Meldebyte  Bit-Nr. 0: SE/A = 0 XA = XE = 1 Mittelwertbildung Bit-Nr. 1: SA0 = 1 Anlauf mit XA = 0  Bit-Nr. 2: SA(0) = 1 Anlauf mit XA = A(0) SA0 = SA(0) = 0 Anlauf mit XA = Mittelwert aus den augenblicklich vorliegenden Altwerten  Bit-Nr. 3: SERS = 1 und SE/A = 1: XA = ERMI  Bit-Nr. 7: SBED = 1 Anzahl N wird neu übernommen; bei Wegnahme von SBED wird die Initialisierungsphase angestoßen	E	W
N	Anzahl der Vergangenheitswerte	E	BY
ERMI	Ersatzmittelwert	E	D
A(0)	Anlaufwert	E	D
XA	Ausgang	A	D

5

### 5.3 Fuzzy-Bausteine

#### 5.3.1 FB 113 - Fuzzifizierung ("FUZ:FUZ")



Mit dem Funktionsbaustein "FUZ:FUZ" kann ein Analogwert fuzzifiziert werden.

Der Anwender gibt dem FUZ:FUZ beim Aufruf einen wählbaren Datenbaustein vor. Es ist sowohl ein DB- als auch ein DX-Baustein möglich. Der Parameter DBNR ist dazu im KY-Format angelegt. Im H-Byte muß spezifiziert werden, ob ein DB- oder ein DX-Baustein verwendet werden soll. Bei einer "0" im H-Byte wird ein DB-Baustein, bei einer "1" ein DX-Baustein benutzt. Im L-Byte muß die Baustein-Nummer des DB- bzw. DX-Bausteins hinterlegt werden.

Im Datenbaustein muß der Anwender zuvor die Anzahl und die Stützpunkte der Zugehörigkeitsfunktionen eingetragen haben.

Er muß dabei beachten, daß die Stützpunkte einer Zugehörigkeitsfunktion streng monoton steigen. Die Zugehörigkeitsfunktionen selbst dürfen sich selbstverständlich überschneiden.

Vor dem Aufruf muß das Anwenderprogramm den aktuellen Analogwert in den DB/DX kopieren.

Nach der Bearbeitung des FUZ:FUZ stehen im DB/DX die Wahrheitswerte der Zugehörigkeitsfunktionen in normaler und negierter Form bereit.

Trat bei der Bearbeitung ein Fehler auf (DB-Länge nicht ausreichend) wird das Bit "Fehler" (Datenwort 0 Bit 8) gesetzt.

	<p><b>Vorsicht:</b></p> <hr/> <p>Der FB FUZ:FUZ verändert den Inhalt von BS 60 und BS 61.</p>
--	---

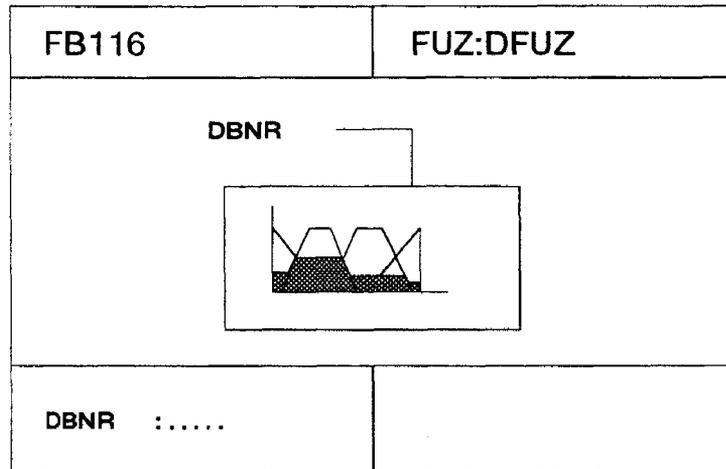
DB-FUZ

Datum	Format	Benennung	
DW 0	KY	Fehler, Anzahl	
DD 1	KG	Xein: Eingangswert	
DW 3		interner Wert	
DD 4	KG	P1x[1]: 1.Stützwert	1. Zugehörigkeits-Funktion
DD 6	KG	P2x[1]: 2. Stützwert	
DD 8	KG	P3x[1]: 3. Stützwert	
DD10	KG	P4x[1]: 4. Stützwert	
DD12	KG	W[1]: Wahrheitswert	
DD14	KG	NW[1]: Neg. Wahrheitsw.	
DD16	KG	P1x[2]: 1.Stützwert	2. Zugehörigkeits-Funktion
⋮	⋮	⋮	
DD 4+ (n-1)*12	KG	P1x[n]: 1.Stützwert	n. Zugehörigkeits-Funktion
DD 6+ (n-1)*12	KG	P2x[n]: 2. Stützwert	
DD 8+ (n-1)*12	KG	P3x[n]: 3. Stützwert	
DD 10+ (n-1)*12	KG	P4x[n]: 4. Stützwert	
DD 12+ (n-1)*12	KG	W[n]: Wahrheitswert	
DD 14+ (n-1)*12	KG	NW[n]: Neg. Wahrheitsw.	

Formalparameter:

Name	Verwendung/Benennung	Art	Typ
DBNR	Datenbaustein mit Fuzzifizierungs-Parametern	D	KY

### 5.2.1 FB 116 - Defuzzifizierung ("FUZ:DFUZ")



Mit dem Funktionsbaustein "FUZ:DFUZ" kann aus einer Anzahl von Wahrheitswerten ein Analogwert defuzzifiziert werden.

Der Anwender gibt dem FUZ:DFUZ beim Aufruf einen wählbaren Datenbaustein vor. Es ist sowohl ein DB- als auch ein DX-Baustein möglich. Der Parameter DBNR ist dazu im KY-Format angelegt. Im H-Byte muß spezifiziert werden, ob ein DB- oder ein DX-Baustein verwendet werden soll. Bei einer "0" im H-Byte wird ein DB-Baustein, bei einer "1" ein DX-Baustein benutzt. Im L-Byte muß die Baustein-Nummer des DB- bzw. DX-Bausteins hinterlegt werden.

Im Datenbaustein muß der Anwender zuvor die Anzahl und die Stützpunkte der Zugehörigkeitsfunktionen eingetragen haben.

Er muß dabei beachten, daß die Stützpunkte einer Zugehörigkeitsfunktion streng monoton steigen. Die Zugehörigkeitsfunktionen selbst dürfen sich selbstverständlich überschneiden.

Im Datenwort 1 muß er die Defuzzifizierungs-Methode selektieren. Es stehen zwei Methoden zur Auswahl: Die MIN-MAX-Inferenz-Methode und die schnellere MAX-DOT- bzw. MAX-PROD-Methode. Bei METHODE = 2 wird nach der MIN-MAX-Methode gerechnet. Bei jedem anderen Eintrag kommt die MAX-DOT-Methode in Anwendung.

Bei der MAX-DOT-Methode muß vor dem ersten Aufruf und bei jeder Änderung der Zugehörigkeitsfunktionen im Datenwort 0 das "Bedien"-Bit (BIT 15) gesetzt werden. Das "Bedien"-Bit wird vom FUZ:DFUZ zurückgesetzt.

Mit dem Eintrag "implizite Null-Regel" kann ein Wahrheitswert als implizite Null-Regel fungieren. Die implizite Null-Regel wirkt in guter Näherung so, als ob eine Regel für diesen Wahrheitswert aufgestellt worden wäre, die alle nicht explizit angesprochenen Elemente der Regelmatrix anspricht. "implizite Null-Regel"=0 bedeutet keine implizite Null-Regel.

Über das "HA"-Bit im Datenwort 0 (Bit 9) kann zwischen einem Handwert, der im Datendoppelwort 2 einzutragen ist und der berechneten Analoggröße "Aus" umgeschaltet werden. "HA"-Bit=1 bedeutet Handwert übernehmen.

Vor dem Aufruf muß das Anwenderprogramm die aktuellen Wahrheitswerte in den DB/DX kopieren. Nach der Bearbeitung des FUZ:DFUZ steht im DB/DX die Analoggröße "Aus" im Datendoppelwort 4 bereit. Zusätzlich wird im Datendoppelwort 6 die Ausgangsgröße "Diff-Aus" zur Verfügung gestellt. "Diff-Aus" ist die Veränderung von "Aus" seit der letzten Bearbeitung.

Trat bei der Bearbeitung ein Fehler auf (DB-Länge nicht ausreichend) wird das Bit "Fehler" (Datenwort 0 Bit 8) gesetzt.

	<p><b>Vorsicht:</b></p> <hr/> <p>Der FB FUZ:DFUZ Verändert den Inhalt von BS 60 und BS 61.</p>
---	--

DB-DFUZ

Datum	Format	Benennung	
DW 0	KY	Bedien/HA/Fehler, Anzahl	
DW 1	KY	Methode, implizite Null-Regel	
DD 2	KG	Handwert	
DD 4	KG	Aus: Ausgangswert	
DD 6	KG	Diff-Aus: Differenz-Ausgangswert	
DW 8 ..... DW 18		interne Werte	
DD 19	KG	P1x[1]: 1.Stützwert	1. Zugehörigkeits-Funktion
DD 21	KG	P2x[1]: 2. Stützwert	
DD 23	KG	P3x[1]: 3. Stützwert	
DD 25	KG	P4x[1]: 4. Stützwert	
DD 27	KG	W[1]: Wahrheitswert	
DD 29	KG	Gew.[1]: Gewichtungsfaktor	
DW 31 ..... DW 36		interne Werte[1]	
DD 37	KG	P1x[2]: 1.Stützwert	2. Zugehörigkeits-Funktion
.....	.....	.....	

5

DB-DFUZ

Datum	Format	Benennung	
DD 19+ (n-1)*18	KG	P1x[n]:	1. Stützwert
DD 21+ (n-1)*18	KG	P2x[n]:	2. Stützwert
DD 23 (n-1)*18	KG	P3x[n]:	3. Stützwert
DD 25+ (n-1)*18	KG	P4x[n]:	4. Stützwert
DD 27+ (n-1)*18	KG	W[n]:	Wahrheitswert
DD 29+ (n-1)*18	KG	Gew.[n]:	Gewichtungsfaktor
DW 31+ (n-1)*18		interne Werte[n]	
DW 36+ (n-1)*18			
n. Zugehörigkeits-Funktion			

Formalparameter:

Name	Verwendung/Benennung	Art	Typ
DB	Datenbaustein mit Defuzzifizierungs-Parametern	D	KY

## 6 Technische Daten

### 6.1 Programmtechnische Daten

CPU 948, CPU 946(R)/947(R)					CPU 945		
Bausteinnummer	Bausteinname	Bausteinlänge *	Bibliotheksnnummer P71200-S	Vergangenheitswerte *	Bausteinlänge*	Bibliotheksnnummer P71200-S	Vergangenheitswerte *
14	MATHE	249	9014-A..	-	249	3014-B..	-
20	ANL-MINI	87	6020-A..	-	90	3020-B..	-
23	ORG-MINI	40	6023-A..	-	45	3023-B..	-
38	RETTEN	107	6038-B..	-	49	3038-B..	-
39	LADEN	98	6039-B..	-	49	3039-B..	-
61	GLAETTEN	132	6061-B..	4	132	3061-B..	4
62	PID-REG	370	6062-B..	12	371	3062-B..	12
63	ANLAUF	198	6063-B..	-	201	3063-B..	-
69	ORGANI	353	6069-B..	-	355	3069-B..	-
78	ANEI	238	9078-A..	-	238	3078-B..	-
79	ANAU	128	9079-A..	-	128	3079-B..	-
84	EINFLAT	101	6084-B..	4	102	3084-B..	4
95	ANES	136	9095-A..	-	136	3095-B..	-
96	SOSTELL	263	6096-B..	10	264	3096-B..	10
98	VERGLEI	28	9098-A..	-	28	3098-B..	-
99	ADDITION	95	6099-B..	6	98	3099-B..	6
104	DIFF-GL	131	6104-B..	6	132	3104-B..	6
111	BCD-AUSG	315	6111-B..	13	316	3111-B..	13
112	EXTRAUSW	96	9112-A..	-	96	3112-B..	-
113	FUZ:FUZ	137	6113-A..	-	150	3113-B..	-
114	GRENZSIG	182	6114-B..	11	183	3114-B..	11
115	K-AUSW	47	9115-A..	-	47	3115-B..	-
116	FUZ:DFUZ	395	6116-A..	-	417	3116-B..	-
117	POLYGON	332	6117-B..	-	346	3117-B..	-
118	ZEITPLAN	657	9118-B..	-	661	3118-B..	-
119	ANAS	134	9119-A..	-	134	3119-B..	-
174	TOTZONE	82	6174-B..	4	83	3174-B..	4
176	IPD-REG	706	6176-B..	23	711	3176-B..	23
177	IMP-AUSG	272	6177-B..	4	273	3177-B..	4
178	KOEFFIZ	86	6178-B..	2	87	3178-B..	2
179	I-GLIED	171	6179-B..	4	171	3179-B..	4
188	TOTZEIT	314	9188-A..	-	314	3188-B..	-
189	ZEITMWT	205	6189-B..	24	212	3189-B..	24

\* Worte

**CPU 928B, CPU 928, CPU 922**

Baustein- nummer	Baustein- name	Baustein- länge *	Bibliotheks- nummer P71200-S	Vergangen- heitswerte **
14	MATHE	249	9014-A..	-
20	ANL-MINI	87	8020-A..	-
23	ORG-MINI	40	8023-A..	-
38	RETTEN	47	9038-B..	-
39	LADEN	47	9039-B..	-
61	GLAETTEN	142	9061-B..	4
62	PID-REG	398	9062-B..	12(13)
63	ANLAUF	181	9063-B..	-
69	ORGANI	336	9069-B..	-
78	ANEI	238	9078-A..	-
79	ANAU	128	9079-A..	-
84	EINFGLAT	112	9084-B..	4
95	ANES	136	9095-A..	-
96	SOSTELL	287	9096-B..	10(11)
98	VERGLEI	28	9098-A..	-
99	ADDITION	117	9099-B..	6(7)
104	DIFF-GL	160	9104-B..	6(7)
111	BCD-AUSG	330	9111-B..	13(14)
112	EXTRAUSW	96	9112-A..	-
113	FUZ:FUZ	137	8113-A..	-
114	GRENZSIG	210	9114-B..	11(12)
115	K-AUSW	47	9115-A..	-
116	FUZ:DFUZ	395	8116-A..	-
117	POLYGON	288	9117-B..	-
118	ZEITPLAN	657	9118-B..	-
119	ANAS	134	9119-A..	-
174	TOTZONE	92	9174-B..	4
176	IPD-REG	710	9176-B..	23(24)
177	IMP-AUSG	276	9177-B..	4
178	KOEFFIZ	90	9178-B..	2
179	I-GLIED	181	9179-B..	4
188	TOTZEIT	314	9188-A..	-
189	ZEITMWT	235	9189-B..	24

\* Worte

\*\* Werte in Klammern gelten für CPU 922

Baustein- nummer	CPU 948	CPU 946/947	CPU 945	CPU 928B	CPU 928	CPU 922
14	0.16 ms	0.54 ms	0.05 ms	0.49 ms	3 ms	4.63 ms
20	0.03 ms	0.12 ms	0.05 ms	0.05 ms	0.53 ms	—
23	0.03 ms	0.11 ms	0.01 ms	0.03 ms	0.3 ms	—
38	0.12 ms	0.18 ms	0.07 ms	0.13 ms	0.64 ms	0.75
39	0.12 ms	0.34 ms	0.07 ms	0.13 ms	0.63 ms	0.72 ms
61	0.10 ms	0.34 ms	0.03 ms	0,7 ms	2.1 ms	3.17 ms
62	0.22 ms	0.66 ms	0.07 ms	0.6 ms	4.8 ms	7.8 ms
63	$(0.03+0.06 \cdot k)$ ms	$(0.45 + 0.23 \cdot k)$ ms	$(0.06+0.02 \cdot k)$ ms	$(0.3+0.4 \cdot k)$ ms	$(1.1 + 1.97 \cdot k)$ ms	$(1.4 + 2.5 \cdot k)$ ms
69	$(0.03+0.06 \cdot k)$ ms	$(0.42 + 0.2 \cdot k)$ ms	$(0.05+0.03 \cdot k)$ ms	$(0.2+0.3 \cdot k)$ ms	$(2+1.53 \cdot k)$ ms	$(2.16 + 2.15 \cdot k)$ ms
78	0.06 ms	0.18 ms	0.03 ms	0.16 ms	1.59 ms	2.25 ms
79	0.05 ms	0.13 ms	0.02 ms	0.16 ms	1.24 ms	1.67 ms
84	0.08 ms	0.25 ms	0.03 ms	0.65 ms	1.57 ms	2.53 ms
95	0.09 ms	0.21 ms	0.06 ms	0.18 ms	1.66 ms	2.5 ms
96	0.16 ms	0.58 ms	0.04 ms	0.45 ms	3.53 ms	5.6 ms
98	0.02 ms	0.04 ms	0.01 ms	0.03 ms	0.28 ms	0.38 ms
99	0.07 ms	0.21 ms	0.02 ms	0.33 ms	1.46 ms	2.36 ms
104	0.09 ms	0.3 ms	0.02 ms	0.52 ms	1.6 ms	2.62 ms
111	0.13 ms	0.68 ms	0.1 ms	0.62 ms	5.72 ms	7.95 ms
112	0.04 ms	0.1 ms	0.01 ms	0.1 ms	0.7 ms	1 ms
113	0.14 ms <sup>***</sup>	0.42 ms <sup>***</sup>	0.05 ms <sup>***</sup>	0.6 ms <sup>***</sup>	3.5 ms <sup>***</sup>	—
114	0.06 ms	0.2 ms	0.02 ms	0.3 ms	2 ms	3.2 ms
115	0.02 ms	0.03 ms	0.01 ms	0,09 ms	0.21 ms	0.29 ms
116	0.34 ms <sup>***</sup>	1.05 ms <sup>***</sup>	0.11 ms <sup>***</sup>	1.1 ms <sup>***</sup>	6.1 ms <sup>***</sup>	—
117	0.10 ms <sup>*</sup> 0.15 ms <sup>**</sup>	0.5 ms <sup>*</sup> 0.8 ms <sup>**</sup>	0.04 ms <sup>*</sup> 0.12 ms <sup>**</sup>	0.4 ms	3.5 ms <sup>*</sup> 4.96 ms <sup>**</sup>	6.2 ms <sup>*</sup> 8.1 ms <sup>**</sup>
118	0.07 ms (im 1. Durchlauf 0.25 ms)	0.88 ms	0.05 ms (im 1. Durchlauf 0.11 ms)	0.19–0.86 ms (im 1. Durchlauf 2.3 ms)	4.8 ms	8.4 ms
119	0.05 ms	0.16 ms	0.02 ms	0.16 ms	1.37 ms	1.8 ms
174	0.05 ms	0.12 ms	0.02 ms	0.33 ms	1 ms	1.42 ms
176	0.26 ms	0.76 ms	0.09 ms	0.83 ms	6.25 ms	10.1 ms
177	0.10 ms	0.38 ms	0.04 ms	0.52 ms	2.5 ms	4 ms
178	0.05 ms	0.18 ms	0.02 ms	0.21 ms	0.9 ms	1.34 ms
179	0.10 ms	0.37 ms	0.04 ms	0.75 ms	2.13 ms	3.25 ms
188	0.09 ms	0.34 ms	0.03 ms	0.22 ms	2.9 ms	3.9 ms
189	0.06 ms	0.19 ms	0.02 ms	0.75 ms	1.76 ms	2.66 ms

\* ohne Bedienung

k: Anzahl der Regelkreise

\*\* mit Bedienung

\*\*\* bei jeweils 7 Zugehörigkeitsfunktionen; bei DFUZ MAX-PROD-Methode und ohne "Implizite Nullregel"

## 6.2 Kennlinien einiger Meßwertaufnehmer für Temperaturen

### Platin-Widerstandsthermometer (PT 100) nach DIN 43760

°C	-200	-190	-180	-170	-160	-150	-140	-130	-120	-110
W	18.49	22.80	27.08	31.32	35.53	39.71	43.87	48.00	52.11	56.19
°C	-100	-90	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10
W	60.25	64.30	68.33	72.33	76.33	80.31	84.27	88.22	92.16	96.09
°C	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
W	100.00	103.90	107.79	111.67	115.54	119.40	123.24	127.07	130.89	134.70
°C	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190
W	138.50	142.29	146.06	149.82	153.58	157.31	161.04	164.76	168.46	172.16
°C	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290
W	175.84	179.51	183.17	186.82	190.45	194.07	197.69	201.29	204.88	208.45
°C	300	310	320	330	340	350	360	370	380	390
W	212.02	215.57	219.12	222.65	226.17	229.67	233.17	236.65	240.13	243.59
°C	400	410	420	430	440	450	460	470	480	490
W	247.04	250.48	253.90	257.32	260.72	264.11	267.49	270.86	274.22	277.56
°C	500	510	520	530	540	550	560	570	580	590
W	280.90	284.22	287.53	290.83	294.11	297.39	300.65	303.91	307.15	310.38
°C	600	610	620	630	640	650	660	670	680	690
W	313.59	316.80	319.99	323.18	326.35	329.51	332.66	335.79	338.92	342.03
°C	700	710	720	730	740	750	760	770	780	790
W	345.13	348.22	351.30	354.37	357.42	360.47	363.50	366.52	369.53	372.52
°C	800	810	820	830	840	850	-	-	-	-
W	375.51	378.48	381.45	384.40	387.34	390.26	-	-	-	-

**Thermoelement Kupfer-Konstantan (Cu-CuNi) nach DIN IEC 584 Teil 1**

°C	-	-	-	-270	-260	-250	-240	-230	-220	-210
µV	-	-	-	-6258	-6232	-681	-6105	-6007	-5889	-5753
°C	-200	-190	-180	-170	-160	-150	-140	-130	-120	-110
µV	-5603	-5439	-5261	-5069	-4865	-4648	-4419	-4177	-3923	-3656
°C	-100	-90	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10
µV	-3378	-3089	-2788	-2475	-2152	-1819	-1475	-1121	-757	-383
°C	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
µV	0	391	789	1196	1611	2035	2467	2908	3357	3813
°C	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190
µV	4277	4749	5227	5712	6204	6702	7207	7718	8235	8757
°C	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290
µV	9286	9820	10360	10905	11456	12011	12572	13137	13707	14281
°C	300	310	320	330	340	350	360	370	380	390
µV	14860	15443	16030	16621	17217	17816	18420	19027	19638	20252
°C	400	-	-	-	-	-	-	-	-	-
µV	20869	-	-	-	-	-	-	-	-	-

6

**Thermoelement Eisen-Konstantan (Fe-CuNi) nach DIN IEC 584 Teil 1**

°C	-200	-190	-180	-170	-160	-150	-140	-130	-120	-110
µV	-7890	-7659	-7402	-7122	-6821	-6499	-6159	-5801	-5426	-5036
°C	-100	-90	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10
µV	-4632	-4215	-3758	-3344	-2892	-2431	-1690	-1481	-995	-501
°C	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
µV	0	507	1019	1536	2058	2585	3115	3649	4186	4725
°C	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190
µV	5268	5812	6359	6907	7457	8008	8560	9113	9667	10222
°C	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290
µV	10777	11332	11887	12442	12998	13553	14108	14663	15217	15771
°C	300	310	320	330	340	350	360	370	380	390
µV	16325	16879	17432	17984	18537	19089	19640	20192	20743	21295
°C	400	410	420	430	440	450	460	470	480	490
µV	21846	22397	22949	23501	24054	24607	25161	25716	26272	26829
°C	500	510	520	530	540	550	560	570	580	590
µV	27388	27949	28511	29075	29642	30210	30782	31356	31933	32513
°C	600	610	620	630	640	650	660	670	680	690
µV	33096	33683	34273	34867	35464	36066	36671	37280	37893	38510
°C	700	710	720	730	740	750	760	770	780	790
µV	39130	39754	40382	41013	41647	42283	42922	43563	44207	44852
°C	800	810	820	830	840	850	860	870	880	890
µV	45498	46144	46790	47434	48076	48716	49354	49989	50621	51249
°C	900	910	920	930	940	950	960	970	980	990
µV	51875	52496	53115	53729	54341	54948	55553	56155	56753	57349
°C	1000	1010	1020	1030	1040	1050	1060	1070	1080	1090
µV	57942	58533	59121	59708	60293	60876	61459	62039	62619	63199
°C	1100	1110	1120	1130	1140	1150	1160	1170	1180	1190
µV	63777	64355	64933	65510	66087	66664	67240	67815	68390	68964

**Thermoelement Nickel-Chrom - Nickel (NiCr-Ni) nach DIN IEC 584 Teil 1**

°C	-	-	-	-270	-260	-250	-240	-230	-220	-210
µV	-	-	-	-6458	-6441	-6404	-6344	-6262	-6158	-6035
°C	-200	-190	-180	-170	-160	-150	-140	-130	-120	-110
µV	-5891	-5730	-5550	-5354	-5141	-4912	-4669	-4410	-4138	-3852
°C	-100	-90	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10
µV	-3553	-3242	-2920	-2586	-2243	-1889	-1527	-1156	-777	-392
°C	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
µV	0	397	798	1203	1611	2022	2436	2850	3266	3681
°C	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190
µV	4095	4508	4919	5327	5733	6137	6539	6939	7338	7737
°C	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290
µV	8137	8537	8938	9341	9745	10151	10560	10969	11381	11793
°C	300	310	320	330	340	350	360	370	380	390
µV	12207	12623	13039	13456	13874	14292	14712	15132	15552	15974
°C	400	410	420	430	440	450	460	470	480	490
µV	16395	16818	17241	17664	18088	18513	18938	19363	19788	20214
°C	500	510	520	530	540	550	560	570	580	590
µV	20640	21066	21493	21919	22346	22772	23198	23624	24050	24476
°C	600	610	620	630	640	650	660	670	680	690
µV	24902	25327	25751	26176	26599	27022	27445	27867	28288	28709
°C	700	710	720	730	740	750	760	770	780	790
µV	29128	29547	29965	30383	30799	31214	31629	32042	32455	32866
°C	800	810	820	830	840	850	860	870	880	890
µV	33277	33686	34095	34502	34909	35314	35718	36121	36524	36925
°C	900	910	920	930	940	950	960	970	980	990
µV	37325	37724	38122	38519	38915	39310	39703	40096	40488	40879
°C	1000	1010	1020	1030	1040	1050	1060	1070	1080	1090
µV	41269	41657	42045	42432	42817	43202	43585	43968	44349	44729

6

**Thermoelement Nickel-Chrom - Nickel (NiCr-Ni) nach DIN IEC 584 Teil 2**

°C	1100	1110	1120	1130	1140	1150	1160	1170	1180	1190
µV	45108	45486	45863	46238	46612	46985	47356	47726	48095	48462
°C	1200	1210	1220	1230	1240	1250	1260	1270	1280	1290
µV	48828	49192	49555	49916	50276	50633	50990	51344	51697	52049
°C	1300	1310	1320	1330	1340	1350	1360	1370	-	-
µV	52398	52747	53093	53439	53782	54125	54466	54807	-	-

**Thermoelement Platin-10% Rhodium/Platin (Pt-RhPt) nach DIN IEC 584 Teil 1**

°C	-	-	-	-	-	-50	-40	-30	-20	-10
µV	-	-	-	-	-	-236	-194	-150	-103	-53
°C	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
µV	0	55	113	173	235	299	365	432	502	573
°C	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190
µV	645	719	795	872	950	1029	1109	1190	1273	1356
°C	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290
µV	1440	1525	1611	1698	1785	1873	1962	2051	2141	2232
°C	300	310	320	330	340	350	360	370	380	390
µV	2323	2414	2506	2599	2692	2786	2880	2974	3069	3164
°C	400	410	420	430	440	450	460	470	480	490
µV	3260	3356	3452	3549	3645	3743	3840	3938	4036	4135
°C	500	510	520	530	540	550	560	570	580	590
µV	4234	4333	4432	4532	4632	4732	4832	4933	5034	5136
°C	600	610	620	630	640	650	660	670	680	690
µV	5237	5339	5442	5544	5648	5751	5855	5960	6064	6169
°C	700	710	720	730	740	750	760	770	780	790
µV	6274	6380	6486	6592	6699	6805	6913	7020	7128	7236
°C	800	810	820	830	840	850	860	870	880	890
µV	7345	7454	7563	7672	7782	7892	8003	8114	8225	8336
°C	900	910	920	930	940	950	960	970	980	990
µV	8448	8560	8673	8786	8899	9012	9126	9240	9355	9470
°C	1000	1010	1020	1030	1040	1050	1060	1070	1080	1090
µV	9585	9700	9816	9932	10048	10165	10282	10400	10517	10635
°C	1100	1110	1120	1130	1140	1150	1160	1170	1180	1190
µV	10754	10872	10991	11110	11229	11348	11467	11587	11707	11827
°C	1200	1210	1220	1230	1240	1250	1260	1270	1280	1290
µV	11947	12067	12188	12308	12429	12550	12671	12792	12913	13034

**Thermoelement Platin-10% Rhodium/Platin (Pt-RhPt) nach DIN IEC 584 Teil 2**

°C	1300	1310	1320	1330	1340	1350	13640	1370	1380	1390
µV	13155	13276	13397	13519	13640	13761	13883	14004	14125	14247
°C	1400	1410	1420	1430	1440	1450	1460	1470	1480	1490
µV	14368	14489	14610	14731	14852	14973	15094	15215	15336	15456
°C	1500	1510	1520	1530	1540	1550	1560	1570	1580	1590
µV	15576	15697	15817	15937	16057	16176	16296	16415	16534	16653
°C	1600	1610	1620	1630	1640	1650	1660	1670	1680	1690
µV	16771	16890	17008	17125	17243	17360	17477	17594	17711	17826
°C	1700	1710	1720	1730	1740	1750	1760	-	-	-
µV	17942	18056	18170	18282	18394	18504	18612	-	-	-

### 6.3 Beispielhafte Laufzeit- und Speicherplatzberechnung

Für AG 155 U mit CPU 946/947 ergibt sich für eine Modulare Regelung folgende Laufzeitberechnung:

Laufzeit im OB "100 ms":

SPA FB "RETTEN"	0.18 ms	lt. Technische Daten Abschnitt 6.1
SPA FB "ORGANI"	+ 0.42 ms	
für Systemrahmen	+ k * 0.20 ms	k = Anzahl der Regelkreise im Systemrahmen
Laufzeit der FB's im PB "100 ms"	+ ... ms	
SPA FB "LADEN"	+ 0.18 ms	
	<hr style="width: 10%; margin: 0 auto;"/>	
	= ... ms	alle 100 ms
Laufzeit der FB's	+ ... ms	in Abhängigkeit von Abtastzeit und Verschiebezeit pro 100 ms lt. nachfolgender Tabelle

FB-Nr.	1 * TA	2 * TA	3 * TA	4 * TA	5 * TA	TA=100 ms
78	0.18			0.18		1. Regelkreis TA = 300 ms TV = 0 ms
78	0.18			0.18		
176	0.76			0.76		
79	0.13			0.13		
78		0.18			0.18	2. Regelkreis TA = 300 ms TV = 0 ms
78		0.18			0.18	
176		0.76			0.76	
79		0.13			0.13	
78	0.18		0.18		0.18	3. Regelkreis TA = 300 ms TV = 0 ms
78	0.18		0.18		0.18	
176	0.76		0.76		0.76	
79	0.13		0.13		0.13	
Summe	2.5	1.25	1.25	1.25	2.5	alle 100 ms

**Für AG 155 U mit CPU 946/947 ergibt sich für eine Modulare Regelung folgende Speicherplatzberechnung:**

1 * Länge des OB 20:	6 DW	Vorkopf und Bausteinende
	+ 5 DW	Aufruf FB "ANLAUF" einmal pro
	-----	Systemrahmen
	= 11 DW	
1 * Länge des OB 21:	11 DW	wie OB 20
1 * Länge des OB 22:	11 DW	wie OB 20
1 * Länge des OB 13:	6 DW	Vorkopf und Bausteinende
	+ 3 DW	Aufruf FB "RETTEN"
	+ 3 DW	Aufruf FB "ORGANI" einmal pro
		Systemrahmen
	+ 3 DW	Aufruf FB "LADEN"
	-----	
	= 15 DW	
1 * Länge des DB:	822 DW	zum Retten der Schmiermerker
1 * Länge des DB "ODAT":	256 DW	einmal pro Systemrahmen
	+ k * 2 DW	k = Anzahl der Regelkreise
	-----	
	= ... DW	
k * Länge des DB "INTER":	16 DW	organisatorische Daten
	+ 1 DW	Startadresse der Vergangenheitswerte
	+ ... DW	Schnittstelle und Parameter der
		aufgerufenen FB's
	+ ... DW	Vergangenheitswerte und Hilfsgrößen
		der FB's
	-----	
	= ... DW	
k * Länge des PB "100 ms":	... DW	für k Regelkreise
k * Länge des PB "ABTAST":	... DW	für k Regelkreise
1 * Länge des FB "ANLAUF":	198 DW	einmal Länge der aufgerufenen FB's
1 * Länge des FB "ANLAUF":	107 DW	lt. Technischen Daten in Abschnitt 6.1
1 * Länge des FB "ANLAUF":	353 DW	
1 * Länge des FB "ANLAUF":	198 DW	
1 * Länge des FB "ANLAUF":	98 DW	
1 * Länge des FB ".....":	... DW	
...	...	

Für AG 135 U mit CPU 928B ergibt sich für eine Fuzzy-Regelung folgende Laufzeitberechnung:

ANZ_EING * Laufzeit der FB "FUZ:FUZ:	ANZ_EING * 0.6 ms	Anzahl der Eingänge bei 7 Zugehörigkeitsfunktionen
ANZ_AUSG * Laufzeit der FB "FUZ:DFUZ:	ANZ_AUSG * 1.1 ms	Anzahl der Ausgänge bei 7 Zugehörigkeitsfunktionen, MAXPROD-Methode und ohne implizite Nullregel
1 * Laufzeit des FB's "FUZ:RULE":	0.012 ms	konstanter Anteil
+ ANZ_UND/ODER * 0.008	ms	Anzahl der UND/ODER-Operatoren
+ ANZ_KLAMMERPAAR * 0.007	ms	Anzahl der Klammerpaare
	-----	
	= ... ms	
1 * Laufzeit des FB's "FUZ:APP":	0.009 ms	konstant
+ ANZ_EING * 0.005	ms	Anzahl der Eingänge
+ ANZ_AUSG * 0.005	ms	Anzahl der Ausgänge
	-----	
	= ... ms	

Für AG 135 U mit CPU 928/928B ergibt sich für eine Fuzzy-Regelung folgende Speicherplatzberechnung:

Länge eines DB FUZ:	9 DW	konstanter Anteil
+ ZF_EING * 12 DW		Zahl der Zugehörigkeitsfunktionen pro Eingang
	-----	
=	... DW	
ANZ_EING * Länge eines DB FUZ	... DW	Anzahl der Eingänge
Länge eines DB FUZ:	24 DW	konstanter Anteil
+ ZF_AUSG * 18 DW		Zahl der Zugehörigkeitsfunktionen pro Ausgang
	-----	
=	... DW	
ANZ_AUSG * Länge eines DB FUZ	... DW	Anzahl der Ausgänge
Länge des DB RULE:	5 DW	konstanter Anteil
+ EFF_MAX_KLAMMERTIEFE * 2 DW		effektive (= nach Optimierung) maximale Klammertiefe
	-----	
=	... DW	
1 * Länge des FB "FUZ:FUZ"	137 DW	Einmal Länge der aufgerufenen FB's
1 * Länge des FB "FUZ:DFUZ"	395 DW	lt. Technischen Daten in Abschnitt 6.1
1 * Länge des FB "FUZ:APP"	13 DW	konstanter Anteil
+ANZ_EING * 3 DW		Anzahl der Eingänge
+ANZ_AUSG * 3 DW		Anzahl der Ausgänge
	-----	
=	... DW	
bei Verwendung von DB-Bausteinen:		
1 * Länge des FB "FUZ: RULE"	11 DW	konstanter Anteil
+ANZ_REGELN * 5 DW		Anzahl der Regeln
+ANZ_UND/ODER * 5 DW		Anzahl der UND/ODER-Operatoren
+ANZ_KLAMMERPAAR * 4 DW		Anzahl der Klammerpaare
	-----	
=	... DW	
bei Verwendung von DX-Bausteinen:		
1 * Länge des FB "FUZ: RULE"	11 DW	konstanter Anteil
+ANZ_REGELN * 7 DW		Anzahl der Regeln
+ANZ_UND/ODER * 7 DW		Anzahl der UND/ODER-Operatoren
+ANZ_KLAMMERPAAR * 6 DW		Anzahl der Klammerpaare
	-----	
=	... DW	

## 7 Beispiele

Alle Beispiele sind für CPU 946/947 und 948 beschrieben. Sollen die Beispiele auf den CPU 928, 928B ablaufen, sind folgende Anpassungen vorzunehmen.

- Bei Merker Retten / Merker Laden sind für jede Ebene eigene Datenbausteine zu verwenden.
- Die Nummer des OB ist entsprechend der erforderlichen Abtastzeit zu wählen.

Sollen die Beispiele auf der CPU 945 ablaufen, so muß die Streckensimulation mit Hilfe von Bausteinen der Modulare PID- und Fuzzy-Regelung realisiert werden.

**Hinweis:** Das Paket Streckensimulation wird für die CPU 945 nicht mehr angeboten.

Ebenso muß der Schnittstellenbaustein durch ein selbst geschriebenes Programm ersetzt werden.

### 7.1 Einschleifige Regelung mit Sollwertsteller, IPD-Regler und Impulsausgabe (DPSI-Betrieb)

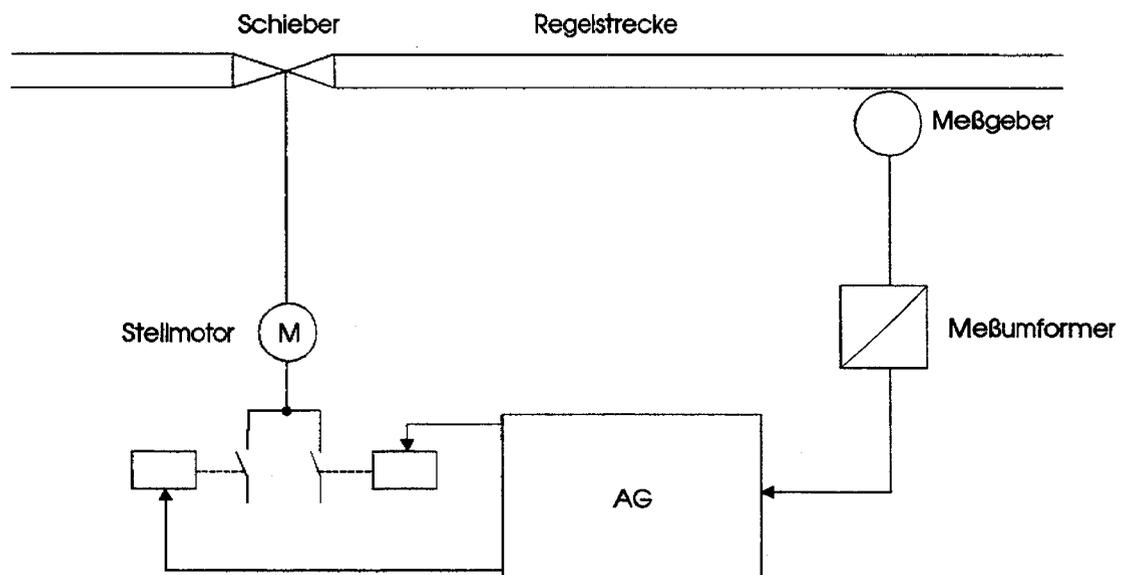


Bild 7-1 Technologisches Schema

Es werden folgende idealisierende Annahmen getroffen:

Schieber mit Stellmotor	: integrierend; $T_I = 1\text{ s}$	
Regelstrecke	: proportional	} $KS = 2$ $T_1 = 2\text{ s}$
Meßgeber und Meßumformer	: proportional, verzögert	

Für den Test wird die Regelstrecke mit dem Programm zur Software-Streckensimulation (FB 64 - FB 66) nachgebildet. Zur besseren Beobachtbarkeit des Regelverhaltens wird der Zeitdehnungsfaktor = 10 eingeführt.

Dadurch ergeben sich folgende Werte:

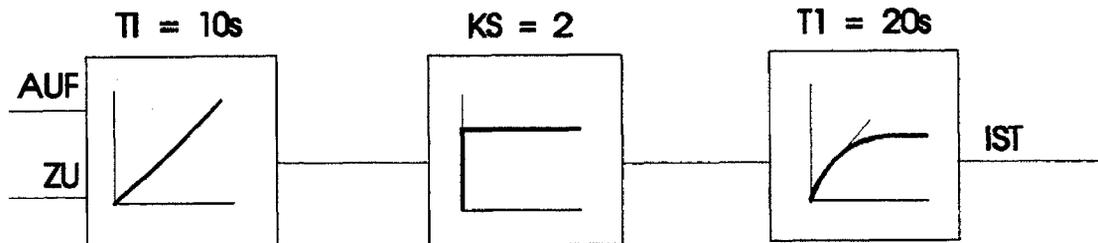


Bild 7-2 Struktur der Strecke

Zur Kopplung der Regelung mit dem Programm Software-Streckensimulation wird folgender Funktionsbaustein benutzt:

FB 200

Netzwerk 1

NAME : Schnitt

:A	DB100	}	Übertragung von IMPH und IMPT
:U	M 10.0		
:I	D 27.0		
:U	M10.1		
:I	D 27.7	}	Umrechnung und Übertragung des simulierten Istwerts
:L	DD134		
:L	KG+1600000+05		
:G			
:L	KG+5000000+00		
:G			
:L	KG+2000000+05		
:XG			
:A	DB10		
:T	DD44		
:BE			

**Lösung:**

- 1 Festlegung der Regelungsstruktur; da die Strecke softwaremäßig nachgebildet wird, kann auf die Verwendung einer Analogeingabe verzichtet werden.

Der Sollwert wird über den Sollwertsteller geführt. Als Regler wird der Standardfunktionsbaustein IPD-REG gewählt (Geschwindigkeitsalgorithmus). Die Ausgabe der Stellsignale erfolgt durch die Impulsausgabe (DPSI-Betrieb). IPD-Regler und Impulsausgabe ergeben so mit einen Schrittregler.

Die Abtastzeit soll real 0.5 s betragen. Aufgrund der Zeitdehnung ist  $T_A = 5$  s einzustellen.



DB "INTER"

Datum	Format	Benennung	FB
DD 23	KG	SE	SOSTELL
DD 25	KG	SXA1/SOLL	SOSTELL/IPD-REG
DD 27	KG	SXA2	SOSTELL
DD 29	KG	TIAN	SOSTELL
DD 31	KG	TIAB	SOSTELL
DD 33	KG	T1	SOSTELL
DW 35	KM	STEW	SOSTELL
DD 36	KG	A(0)	SOSTELL
DD 38	KG	OBSO	SOSTELL
DD 40	KG	UBSO	SOSTELL
DW 42	KM	STEW	IPD-REG
DW 43	KM	RSP	IPD-REG
DD 44	KG	IST	IPD-REG
DD 46	KG	XA/XE	IPD-REG/IMP-AUSG
DD 48	KG	OBXA	IPD-REG
DD 50	KG	UBXA	IPD-REG
DD 52	KG	ABTZ	IPD-REG
DD 54	KG	ANTZ	IPD-REG
DD 56	KG	K0/P	IPD-REG
DD 58	KG	K/T1	IPD-REG
DD 60	KG	A(0)	IPD-REG
DD 62	KG	K/TD	IPD-REG
DD 64	KG	T1	IPD-REG
DD 66	KG	TM	IPD-REG
DD 68	KG	THLG	IPD-REG
DD 70	KG	HAND	IPD-REG
DD 72	KG	ZEIN	IPD-REG
DD 74	KG	I	IPD-REG
DD 76	KG	P	IPD-REG
DD 78	KG	D	IPD-REG
DW 80	KG	TMIN	IMP-AUSG
DW 82	KG	STWO	IMP-AUSG

## 3 Festlegung der Datenbausteine:

- Datenbaustein zum Retten des Merkerschmierbereichs: DB 15
- DB "ODAT": DB 5  
Länge DB "ODAT" =  $256 + 2 \cdot 1$
- DB "INTER": DB 10  
Die Länge des DB "INTER" ergibt sich aus der Wahl der Funktionsbausteine und der Aktualoperanden. Es wird empfohlen, beim Eintragen der Aktualoperanden in den Projektierungsbildern gleichzeitig einen Belegungsplan des DB "INTER" anzufertigen, um unerlaubte Doppelbelegungen zu vermeiden (siehe Schritt 2).

In diesem Fall ergibt sich:

organisatorische Daten und Schnittstellen- und Parameterbereich	83	DW
Altwerte des Sollwertstellers (FB 96)	10	DW
Altwerte des IPD-Reglers (FB 176)	23	DW
Altwerte der Impulsausgabe (FB 177)	3	DW
Summe	119	DW (ohne Vorkopf)

## 4 Übertragen aller benötigten Bausteine ins AG.

Im AG-Speicher müssen sich dann folgende Bausteine befinden:

DB 5	OB 13	FB 38	FB 96
DB 10	OB 20	FB 39	FB 176
DB 15	(OB 21)	FB 63	FB 177
	(OB 22)	FB 69	

(ohne Regelstreckensimulation)

## 5 Erstellen des Systemrahmens gemäß Abschnitt 3 (Für Testzwecke kann es von Vorteil sein, den Systemrahmen gesondert auf Diskette zu speichern).

PB "100 ms" = PB10

PB "ABTAST" = PB11

## DB "ODAT"

Datum	Format	Benennung	Wert
DD 13	KG	Abtastzeit 1	+ 5000000+01
DD 15	KG	Abtastzeit 2	+ 0000000+00
DW 29	KF	Adresse des letzten Regelkreises	+ 00031
DW 31	KY	PB*100ms* , PB*Abtast*	010 , 011
DW 32	KY	Verschiebezeit , Zeittaktnummer	000 , 001
DW 33	KY	DB*INTER* , Bedienbit (Bit 0)	010 , 000

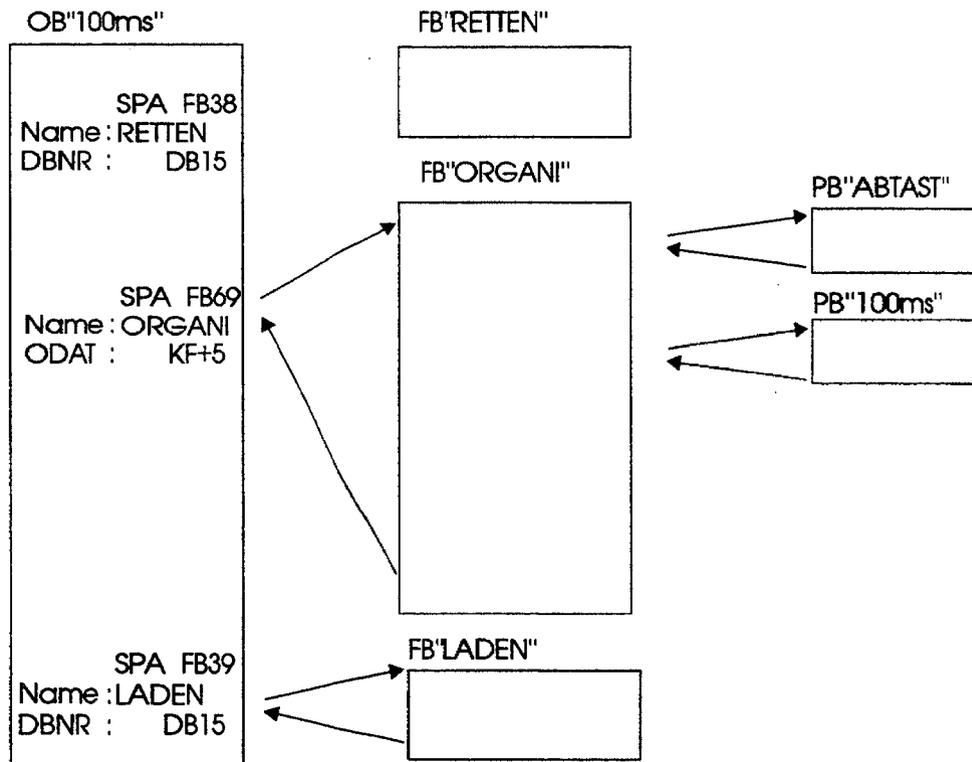
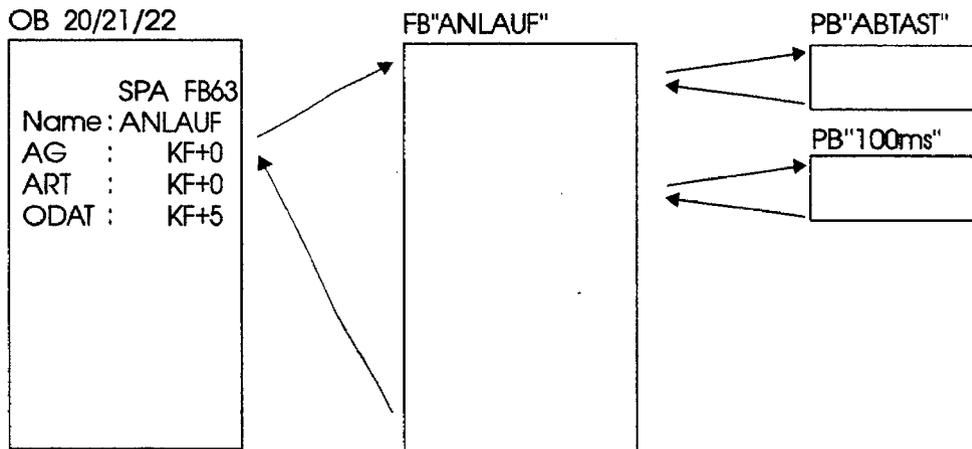


Bild 7-3 Systemrahmen

## 6 Einbinden der benötigten Regelungsbausteine in die Programmbausteine:

```

PB 10                                PB"100ms"
NETZWERK 1
      :SPA FB177                      Aufruf der Impulsausgabe
NAME :IMP-AUSG
XE   :   DD46
TMIN :   DD80
STWO:   DW82
IMPH :   M 10.0
IMPH :   M 10.1
      :BE

```

```

PB 11                                PB"Abtast"
NETZWERK 1
      :SPA FB96
NAME :SOSTELL
SE   :   DD23
SXA1 :   DD25
SXA2 :   DD27
TIAN :   DD29
TIAB :   DD31
T1   :   DD33
STEW :   DW35
A(0) :   DD36
OBSO :   DD38
UBSO :   DD40
      :
      :SPA FB176                      Aufruf des IPD - Reglers
NAME :IPD-REG
STEW :   DW42
RSP  :   DW43
SOLL :   DD25
IST  :   DD44
XA   :   DD46
OBXA :   DD48
UBXA :   DD50
ABTZ :   DD52
ANTZ :   DD54
K0/P :   DD56
K/TI :   DD58
A(0) :   DD60
K/TD :   DD62
T1   :   DD64
TM   :   DD66
THLG :   DD68
HAND :   DD70
ZEIN :   DD72
I    :   DD74
P    :   DD76
D    :   DD78
      :BE

```

7 Parametrierung der Regelungsbausteine (Eintragung der Parameter, z.B. Verstärkung, Integrationszeitkonstante usw. in den DB "INTER").

DB "INTER"

Datum	Format	Benennung	FB	Wert
DD 23	KG	SE	SOSTELL	
DD 25	KG	SXA1/SOLL	SOSTELL/IPD-REG	
DD 27	KG	SXA2	SOSTELL	
DD 29	KG	TIAN	SOSTELL	+ 2000000+02
DD 31	KG	TIAB	SOSTELL	+ 2000000+02
DD 33	KG	T1	SOSTELL	+ 3000000+01
DW 35	KM	STEW	SOSTELL	00000000 10000001
DD 36	KG	A(0)	SOSTELL	0000000+00
DD 38	KG	OBSO	SOSTELL	+ 1000000+05
DD 40	KG	UBSO	SOSTELL	- 1000000+05
DW 42	KM	STEW	IPD-REG	00001000 00100010
DW 43	KM	RSP	IPD-REG	00000000 10010011
DD 44	KG	IST	IPD-REG	
DD 46	KG	XA/XE	IPD-REG/IMP-AUSG	
DD 48	KG	OBXA	IPD-REG	+ 1000000+05
DD 50	KG	UBXA	IPD-REG	- 1000000+05
DD 52	KG	ABTZ	IPD-REG	
DD 54	KG	ANTZ	IPD-REG	
DD 56	KG	K0/P	IPD-REG	+ 2000000+01
DD 58	KG	K/TI	IPD-REG	+ 2000000+02
DD 60	KG	A(0)	IPD-REG	+ 0000000+00
DD 62	KG	K/TD	IPD-REG	+ 2000000+02
DD 64	KG	T1	IPD-REG	+ 2000000+01
DD 66	KG	TM	IPD-REG	+ 1000000+00
DD 68	KG	THLG	IPD-REG	
DD 70	KG	HAND	IPD-REG	
DD 72	KG	ZEIN	IPD-REG	
DD 74	KG	I	IPD-REG	
DD 76	KG	P	IPD-REG	
DD 78	KG	D	IPD-REG	
DD 80	KG	TMIN	IMP-AUSG	+ 1000000+00
DW 82	KG	STWO	IMP-AUSG	00000001 00001101



## 7.2 Einschleifige Regelung mit PID-Regler und Impulsausgabe (DPSP-Betrieb)

Ein Ofen mit den drei Funktionen HEIZEN, AUS, KÜHLEN soll geregelt werden.

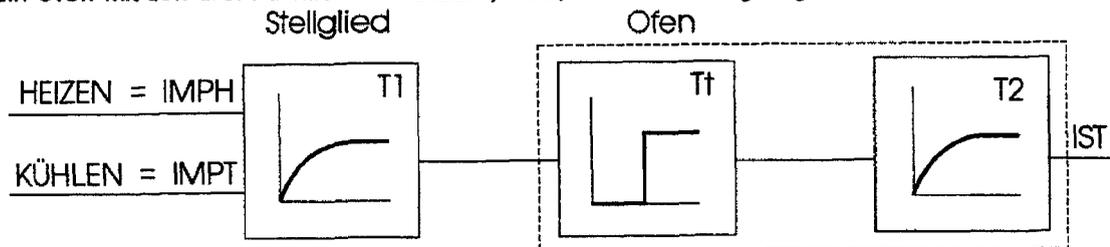


Bild 7-4 Schematische Darstellung der Strecke

$T1 = 5 \text{ s}$   
 $Tt = 10 \text{ s}$   
 $T2 = 50 \text{ s}$

Die Strecke wird wiederum simuliert.

Kennwerte des Reglers:

$KI = 0.0204 \text{ s}^{-1}$      $TA = 5 \text{ s}$   
 $KP = 0.43$   
 $KD = -17.5 \text{ s}$   
 $T1 = 2.5 \text{ s}$

Der Regler soll mit PD-Anteil in der Rückführung betrieben werden.

Impulsausgabe:

$TMIN = 0.1 \text{ s}$

Für den Test wird die Regelstrecke simuliert. Als Koppelprogramm wird der folgende geänderte FB 200 (vgl. 6.1) benutzt:

FB200

NETZWERK 1

NAME : SCHNITT

```

: A   DB100
: UN  M 5.0
: SPB =M001
: L   KG+1000000+01
: T   DD25
: SPA =M002
M001 : UN  M 5.1
: SPB =M003
: L   KG+0000000+00
: T   DD25
: SPA =M002
M003 : L   KG+5000000+00
: T   DD25
M002 : L   DD134
: L   KG+1600000+05
::G
: L   KG+5000000+00
:-G
: L   KG+2000000+05
: XG
: A   DB10
: T   DD26
: BE
    
```

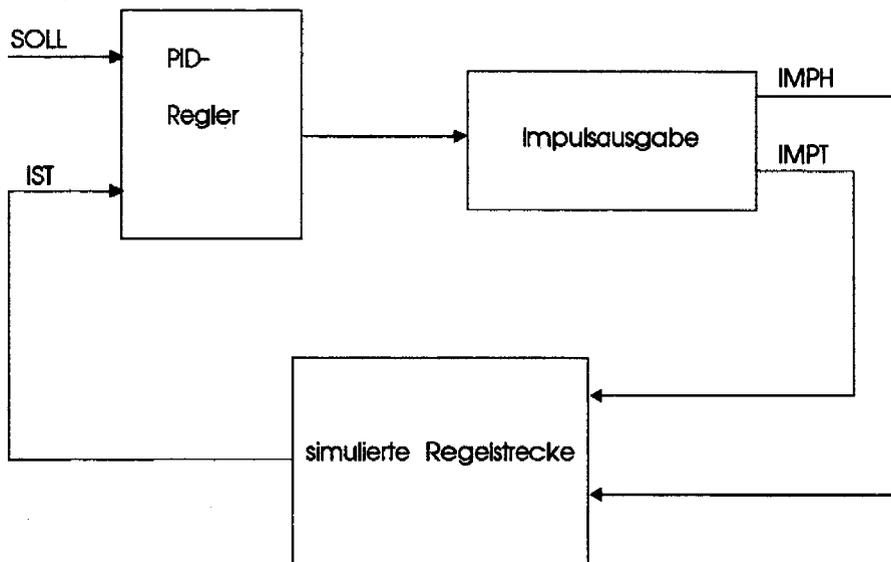
Übertragung der Stellsignale;  
um ein proportionales Stellglied für  
Dreipunktsignale zu simulieren, wird  
folgende Zuordnung gemacht:

M 5.0 = 1 → Eingangswert Strecke = 1  
M 5.1 = 0  
M 5.0 = 0 → Eingangswert Strecke = 0  
M 5.1 = 1  
M 5.0 = 0 → Eingangswert Strecke = 0.5  
M 5.1 = 0

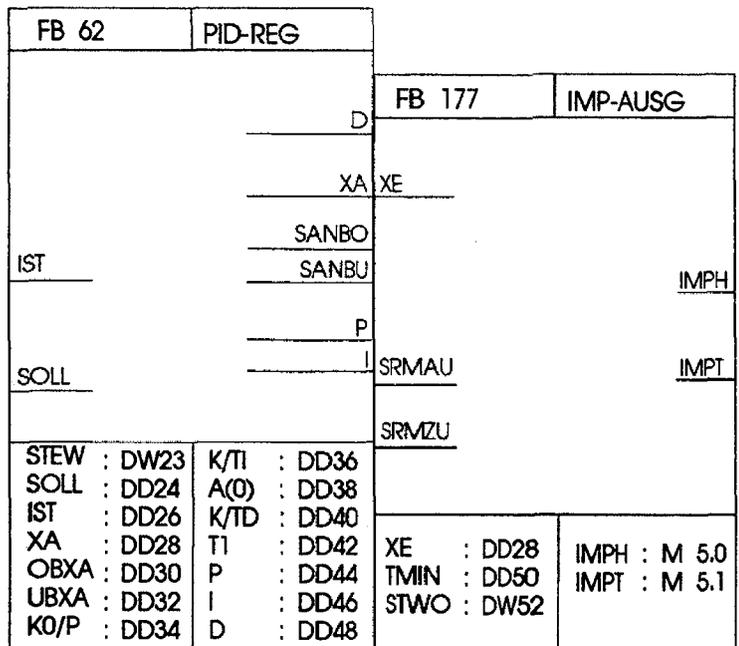
Umrechnung und Übertragung des  
simulierten Istwerts

### Lösung

#### 1 Festlegung der Regelungsstruktur



2 Festlegung der Verschaltungsstruktur



DB "INTER"

Datum	Format	Benennung	FB
DW 23	KM	STEW	PID
DD 24	KG	SOLL	PID
DD 26	KG	IST	PID
DD 28	KG	XA/XE	PID/IMP
DD 30	KG	OBXA	PID
DD 32	KG	UBXA	PID
DW 34	KG	K0/P	PID
DD 36	KG	K/TI	PID
DD 38	KG	A(0)	PID
DD 40	KG	K/TD	PID
DD 42	KG	T1	PID
DD 44	KG	P	PID
DD 46	KG	I	PID
DD 48	KG	D	PID
DD 50	KG	TMIN	IMP
DD 52	KM	STWO	IMP

3 Festlegung der Datenbausteine

- Datenbaustein zum Retten des Merkerschmierbereichs: DB 15

- DB "ODAT": DB 5  
Länge DB"ODAT" = 256 + 2 · 1

- DB "INTER": DB 10  
Länge des DB "INTER":

organisatorische Daten und Schnittstellen- und Parameterbereich	53	DW
Altwerte des PID-Reglers (FB 62)	12	DW
Altwerte der Impulsausgabe (FB 177)	3	DW
<b>Summe</b>	<b>68</b>	<b>DW (ohne Vorkopf)</b>

4 Übertragen aller benötigten Bausteine ins AG.  
Im AG-Speicher müssen sich dann folgende Bausteine befinden:

DB 5	OB 13	FB 38	FB 62
DB 10	OB 20	FB 39	FB 177
DB 15	(OB 21)	FB 63	
	(OB 22)	FB 69	

5 Erstellen des Systemrahmens (bzw. Laden des auf Diskette gespeicherten Systemrahmens).

PB "100ms" = PB10  
PB "Abtast" = PB11

DB "ODAT"

Datum	Format	Benennung	Wert
DD 13	KG	Abtastzeit 1	+ 5000000+01
DD 15	KG	Abtastzeit 2	+ 0000000+00
DW 29	KF	Adresse des letzten Regelkreises	+ 00031
DW 31	KY	PB "100ms" , PB"Abtast"	010 , 011
DW 32	KY	Verschiebezeit , Zeittaktnummer	000 , 001
DW 33	KY	DB "INTER" , Bedienbit (Bit 0)	010 , 000

6 Einbinden der benötigten Regelungsbausteine in den Systemrahmen.

PB 10	PB "100ms"
NETZWERK 1	
:SPA FB177	Aufruf der Impulsausgabe
NAME :IMP-AUSG	
XE : DD28	
TMIN : DD50	
STWO: DW52	
IMPH : M 5.0	
IMPT : M 5.1	
:BE	

PB 11	PB "Abtast"
NETZWERK 1	
:SPA FB62	Aufruf des PID-Reglers
NAME :PID-REG	
STEW : DW23	
SOLL : DD24	
IST : DD26	
XA : DD28	
OBXA : DD30	
UBXA : DD32	
K0/P : DD34	
K/TI : DD36	
A(0) : DD38	
K/TD : DD40	
T1 : DD42	
P : DD44	
I : DD46	
D : DD48	
:BE	

- 7 Parametrierung der Regelungsbausteine (Eintragung der Parameter, z.B. Verstärkung, Integrationszeitkonstante usw. in den DB "INTER").

## DB "INTER"

Datum	Format	Benennung	FB	Wert
DW 23	KM	STEW	PID	00010000 01010001
DD 24	KG	SOLL	PID	
DD 26	KG	IST	PID	
DD 28	KG	XA/XE	PID/IMP	
DD 30	KG	OBXA	PID	+ 1000000+05
DD 32	KG	UBXA	PID	- 1000000+05 19
DD 34	KG	K0/P	PID	+ 4300000+00
DD 36	KG	K/TI	PID	+ 2040000-01
DD 38	KG	A(0)	PID	- 1000000+05 *
DD 40	KG	K/TD	PID	- 1750000+02
DD 42	KG	T1	PID	+ 2500000+01
DD 44	KG	P	PID	
DD 46	KG	I	PID	
DD 48	KG	D	PID	
DD 50	KG	TMIN	IMP	+ 1000000+00
DW 52	KM	STWO	IMP	00000010 00000001

\*) Der Wert wird gewählt, da die Strecke nach Neustart mit dem intern normierten Wert 0 beginnt. Dieser Wert entspricht -10000 normierten Einheiten der Regelung (siehe Schnittstellenprogramm).

Für den Test müssen die Programme zur Regelstreckensimulation und Schnittstelle (FB 200) ins AG übertragen werden. Die Bausteine sind in OB 20 und OB 13 einzubinden.

## OB 20

## NETZWERK 1

:SPA FB63

Anlaufprogramm: Modulare Regelung

NAME :ANLAUF

AG : KF+0

ART : KF+0

ODAT : KF+5

:

:SPA FB65

Anlaufprogramm: Software-Streckensimulation

NAME :NEUSTART

DB-S : DB100

DB-P : DB101

DB-T : DB103

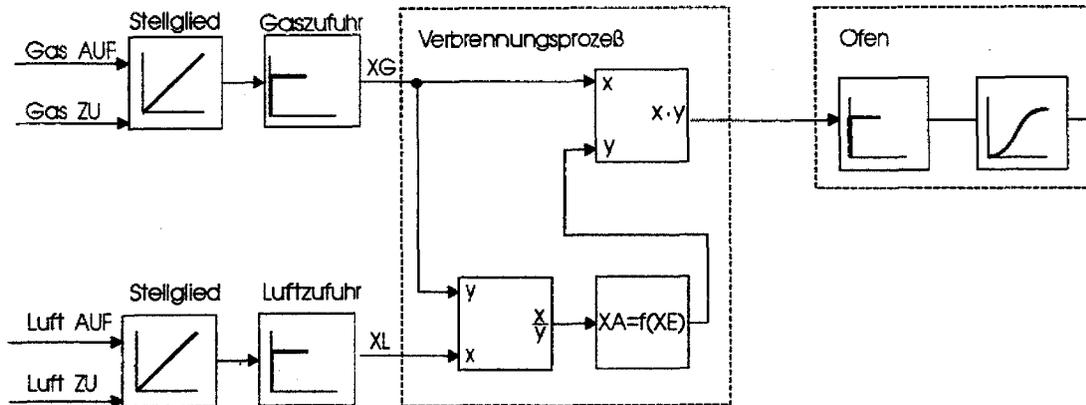
:BE

```

OB 13
NETZWERK1
      :SPA FB38           Merker retten
NAME :RETTEN
DB   :   DB15
      :
      :SPA FB69           Regelung
NAME :ORGANI
ODAT :   KF+5
      :
      :SPA FB64           Software-Streckensimulation
NAME :STRECKE
DB-S :   DB100
DB-P :   DB101
DB-Q :   DB102
DB-T :   DB103
      :
      :SPA FB200         Schnittstelle
NAME :SCHNITT
      :
      :SPA FB39           Merker zurückschreiben
NAME :LADEN
DB   :   DB15
      :
      :BE
    
```

### 7.3 Mehrgrößenregelung (Brennerregelung)

Der Brenner eines Schmelzofens soll geregelt werden, indem die Gas- und die Luftzufuhr über integrierende Stellglieder gesteuert werden.



Legende: XG Istwert Gas  
 XL Istwert Luft  
 X Istwert Temperatur

Bild 7-5 Schematische Darstellung der Regelstrecke

Daten der Regelstrecke:

Stellglied Gas : TIG = 100 s  
 Gaszufuhr : KPG = 0.75  
 Stellglied Luft : TIL = 100 s  
 Luftzufuhr : KPL = 1  
 Ofen : TU = 29 min    TG = 92 min    KPO = 10

Polygonzug:  $XA = f(XE)$

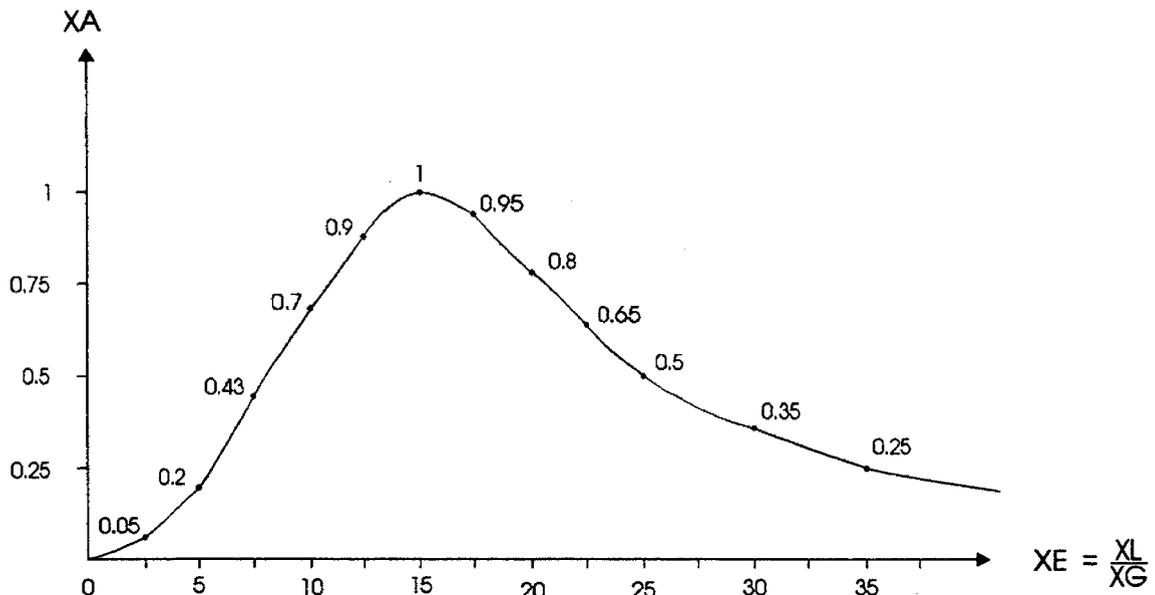


Bild 7-6 Zusammenhang Gas-Luft-Verhältnis und Heizwirkung

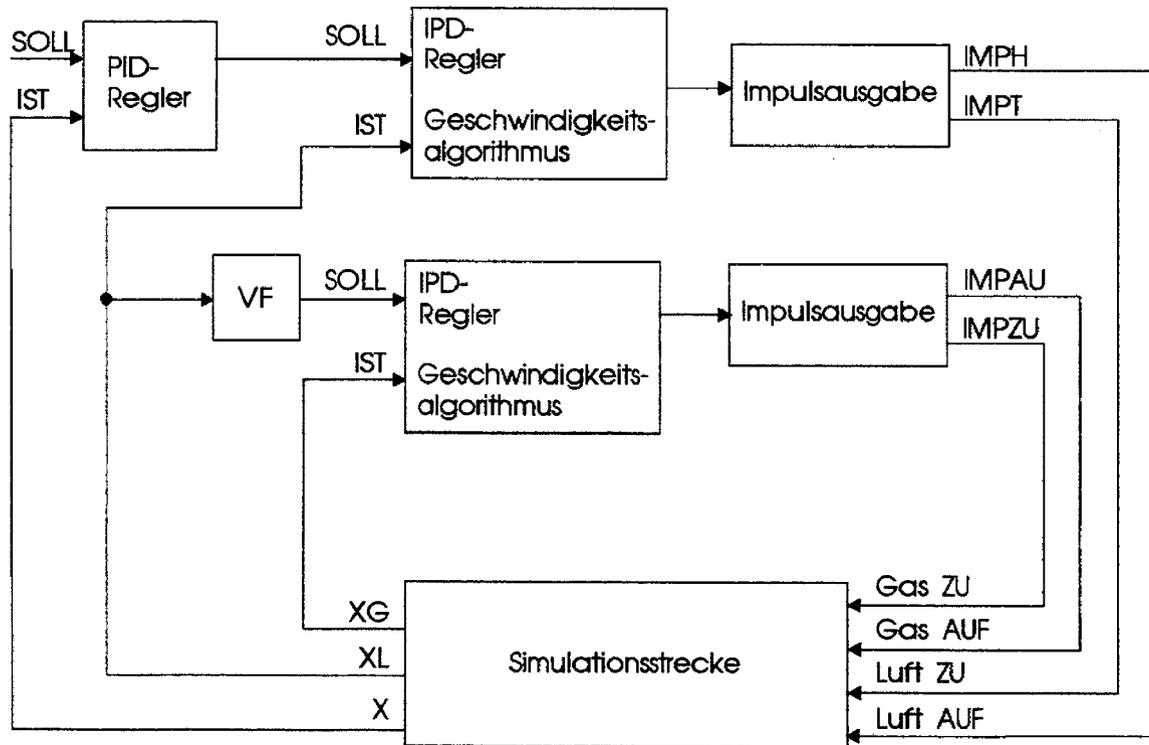
Die Regelstrecke wird simuliert und eine Zeitraffung mit dem Zeitraffungsfaktor 10 durchgeführt.

Damit ergibt sich:

TIG = 10 s  
 KPG = 0.75  
 TIL = 10 s  
 KPL = 1  
 TU = 175 s    TG = 550 s  
 KPO = 10

**Lösung:**

**1 Festlegung der Regelungsstruktur**



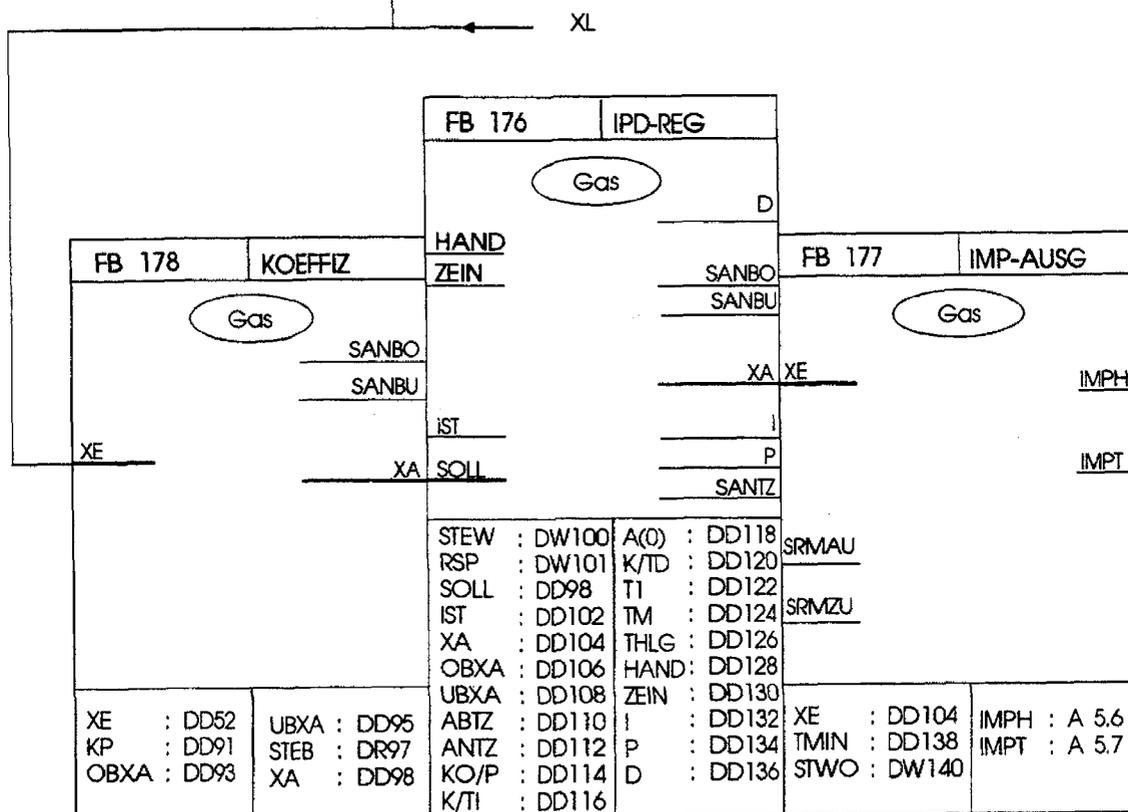
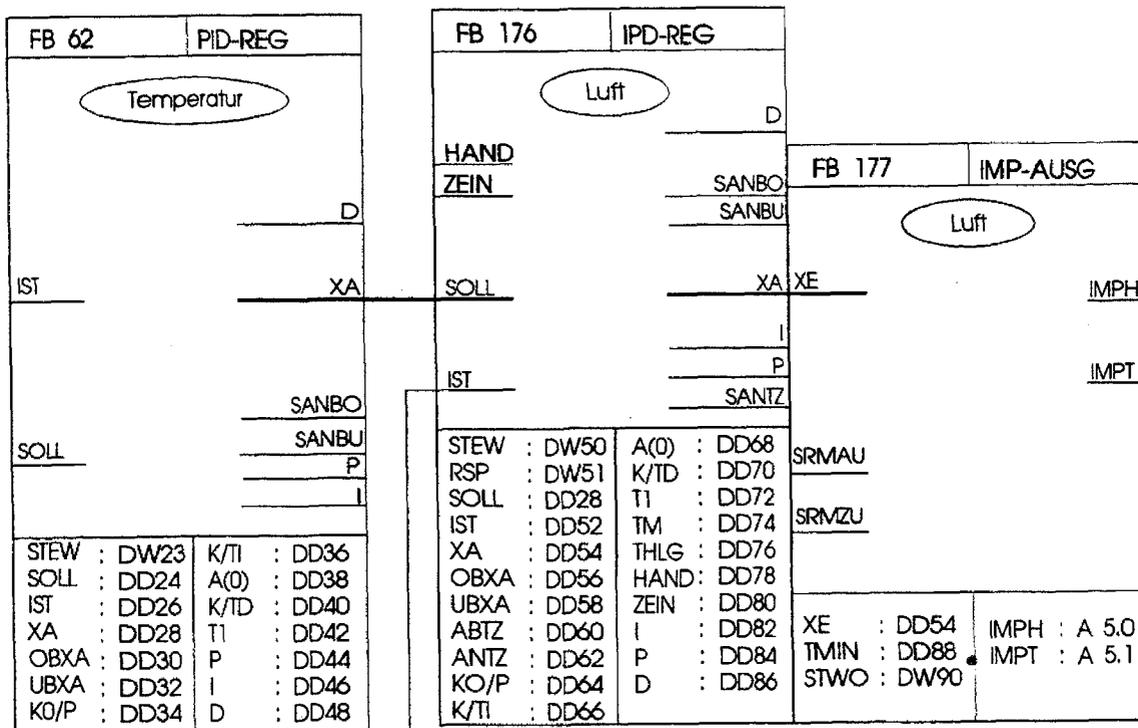
**VF: Verhältnisfaktor**

**XG: Istwert Gas**

**XL: Istwert Luft**

**X : Istwert Temperatur**

2 Festlegung der Verschaltungsstruktur



DB "INTER"

Datum	Format	Benennung	FB
DW 23	KM	STEW	PID Temp.
DD 24	KG	SOLL	PID Temp.
DD 26	KG	IST ( X )	PID Temp.
DD 28	KG	XA/SOLL	PID Temp. IPD Luft
DD 30	KG	OBXA	PID Temp.
DD 32	KG	UBXA	PID Temp.
DD 34	KG	K0/P	PID Temp.
DD 36	KG	K/TI	PID Temp.
DD 38	KG	A(0)	PID Temp.
DD 40	KG	K/TD	PID Temp.
DD 42	KG	T1	PID Temp.
DD 44	KG	P	PID Temp.
DD 46	KG	I	PID Temp.
DD 48	KG	D	PID Temp.
DW 50	KM	STEW	IPD Luft
DW 51	KM	RSP	IPD Luft
DD 52	KG	IST/XE (XL)	IPD Luft KOEf Gas
DD 54	KG	XA/XE	IPD Luft IMP Luft
DD 56	KG	OBXA	IPD Luft
DD 58	KG	UBXA	IPD Luft
DD 60	KG	ABTZ	IPD Luft
DD 62	KG	ANTZ	IPD Luft
DD 64	KG	K0/P	IPD Luft
DD 66	KG	K/TI	IPD Luft
DD 68	KG	A(0)	IPD Luft
DD 70	KG	K/TD	IPD Luft
DD 72	KG	T1	IPD Luft
DD 74	KG	TM	IPD Luft
DD 76	KG	THLG	IPD Luft
DD 78	KG	HAND	IPD Luft
DD 80	KG	ZEIN	IPD Luft
DD 82	KG	I	IPD Luft
DD 84	KG	P	IPD Luft
DD 86	KG	D	IMP Luft
DD 88	KG	TMIN	IMP Luft
DW 90	KM	STWO	IMP Luft
DD 91	KG	KP	KOEf Gas

DB "INTER"

Datum	Format	Benennung	FB
DD 93	KG	OBXA	KOEF Gas
DD 95	KG	UBXA	KOEF Gas
DW 97	KM	STEB	KOEF Gas
DD 98	KG	XA/SOLL	KOEF Gas IPD Gas
DW 100	KM	STEW	IPD Gas
DW 101	KM	RSP	IPD Gas
DD 102	KG	IST (XG)	IPD Gas
DD 104	KG	XA/XE	IPD Gas IMP Gas
DD 106	KG	OBXA	IPD Gas
DD 108	KG	UBXA	IPD Gas
DD 110	KG	ABTZ	IPD Gas
DD 112	KG	ANTZ	IPD Gas
DD 114	KG	K0/P	IPD Gas
DD 116	KG	K/TI	IPD Gas
DD 118	KG	A(0)	IPD Gas
DD 120	KG	K/TD	IPD Gas
DD 122	KG	T1	IPD Gas
DD 124	KG	TM	IPD Gas
DD 126	KG	THLG	IPD Gas
DD 128	KG	HAND	IPD Gas
DD 130	KG	ZEIN	IPD Gas
DD 132	KG	I	IPD Gas
DD 134	KG	P	IPD Gas
DD 136	KG	D	IPD Gas
DD 138	KG	TMIN	IMP Gas
DW 140	KM	STWO	IMP Gas

Es wurde für alle Parameter eine Speicherzelle reserviert, da es sich um ein Testprogramm handelt und Variationsmöglichkeiten erhalten bleiben sollen. Muß in einer Anlage Speicherplatz gespart werden, kann man die nicht benötigten Parameter auf vorbesetzte Zellen zusammensetzen. Die nicht benötigten Ausgänge erhalten eine gemeinsame Schmierzelle (DW 17 ... DW 22).

**3 Festlegung der Datenbausteine**

- Datenbaustein zum Retten des Merkerschmierbereichs: DB 15

- DB "ODAT": DB 5

Die Gesamtregelstruktur besteht aus drei Regelkreisen, zu denen

- PID-REG (Temperatur)
- IPD-REG, IMP-AUSG (Luft)
- KOEFFIZ, IPD-REG, IMP-AUSG (Gas)

gehören. Dementsprechend berechnet sich die Länge des DB "ODAT":

Länge des DB "ODAT" =  $256 + 2 \cdot 3$

- DB "INTER": DB 10

Da die drei Regelkreise miteinander zu verschalten sind, wird ihnen ein gemeinsamer DB "INTER" zugeordnet.

Länge des DB "INTER":

organisatorische Daten und Schnittstellen- und Parameterbereich	141	DW
Altwerte des PID-Reglers (FB 62)	12	DW
Altwerte des IPD-Reglers (FB 176) · 2	46	DW
Altwerte des Koeffizientenglieds	2	DW
Altwerte der Impulsausgabe (FB 177) · 2	6	DW
<b>Summe</b>	<b>207</b>	<b>DW (ohne Vorkopf)</b>

**4 Übertragen aller benötigten Bausteine ins AG.**

Im AG-Speicher müssen sich dann folgende Bausteine befinden:

DB 5	OB 13	FB 38	FB 62
DB 10	OB 20	FB 39	FB 176
DB 15	(OB 21)	FB 63	FB 177
	(OB 22)	FB 69	FB 178

5 Erstellen des Systemrahmens

Für die drei Regelkreise sind 6 Programmbausteine notwendig.

- Regelkreis Temperatur: TA = 2 s    Verschiebezeit = 0

PB "100ms" = PB 10

PB "Abtast" = PB 11

- Regelkreis Luft: TA = 0.5 s    Verschiebezeit = 1

PB "100ms" = PB 15

PB "Abtast" = PB 16

- Regelkreis Gas: TA = 0.5 s    Verschiebezeit = 2

PB "100ms" = PB 20

PB "Abtast" = PB 21

Die Abtastzeit und die Verschiebezeiten werden so gewählt, daß immer nur ein Regler bei einem Durchlauf des OB 13 bearbeitet werden muß.

DB"ODAT"

Datum	Format	Benennung	Wert
DD 13	KG	Abtastzeit 1	+ 2000000+01
DD 15	KG	Abtastzeit 2	+ 5000000+00
DD 17	KG	Abtastzeit 3	+ 0000000+00
DW 29	KF	Adresse des letzten Regelkreises	+ 00037
DW 31	KY	PB "100ms" , PB"Abtast" (Temp.)	010 , 011
DW 32	KY	Verschiebezeit , Zeittaktnummer	000 , 001
DW 33	KY	DB "INTER" , Bedienbit (Bit 0)	010 , 000
DW 34	KY	PB "100ms" , PB"Abtast" (Luft)	015 , 016
DW 35	KY	Verschiebezeit , Zeittaktnummer	001 , 002
DW 36	KY	DB "INTER" , Bedienbit (Bit 0)	010 , 000
DW 37	KY	PB "100ms" , PB"Abtast" (Gas)	020 , 021
DW 38	KY	Verschiebezeit , Zeittaktnummer	002 , 002
DW 39	KY	DB "INTER" , Bedienbit (Bit 0)	010 , 000

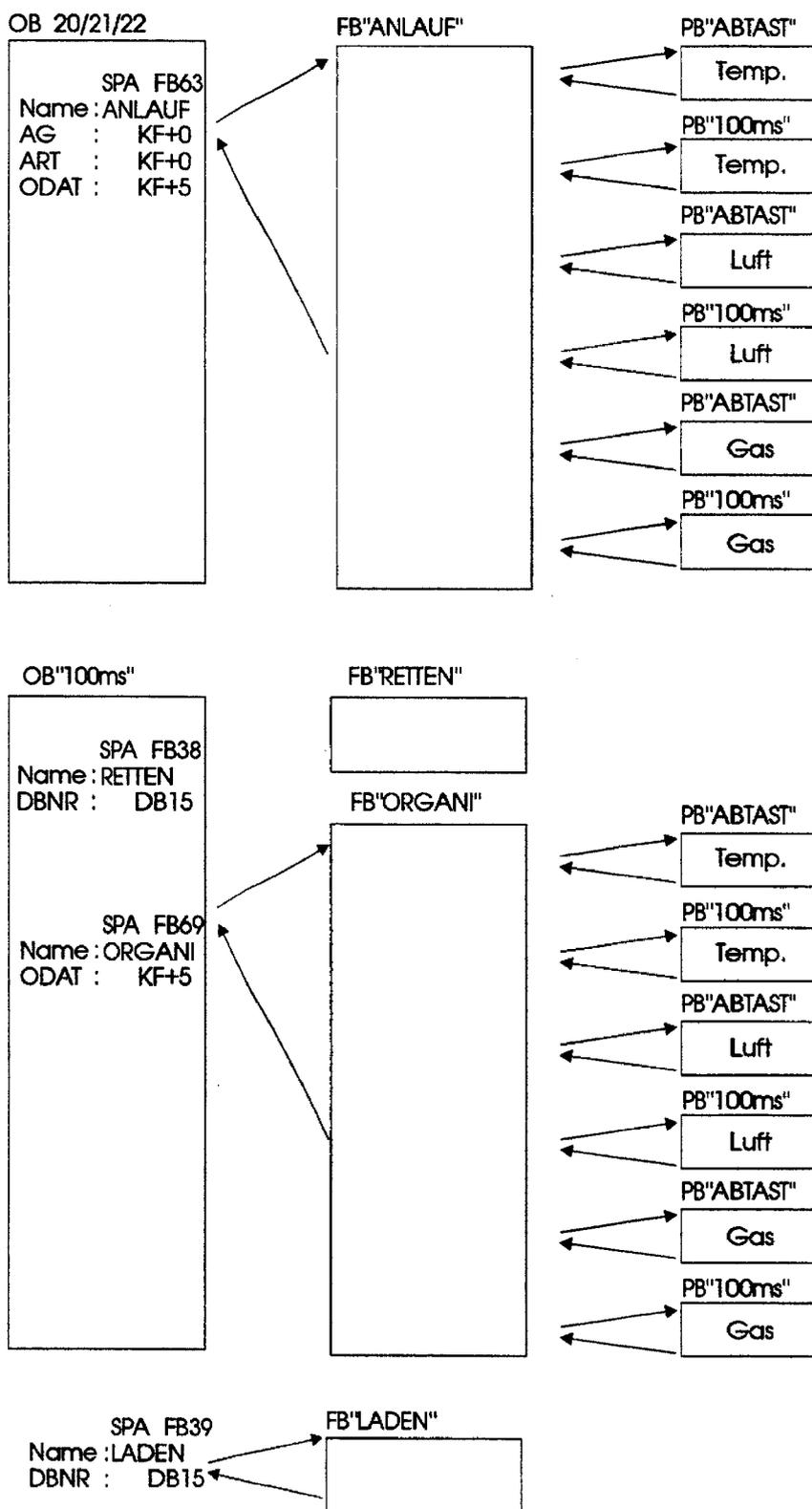


Bild 7-7 Systemrahmen

6 Einbinden der benötigten Regelungsbausteine in den Systemrahmen.

Regelkreis Temperatur.

PB 11  
NETZWERK 1  
:SPA FB 62  
NAME :PID-REG  
STEW : DW23  
SOLL : DD24  
IST : DD26  
XA : DD28  
OBXA : DD30  
UBXA : DD32  
K0/P : DD34  
K/TI : DD36  
A(0) : DD38  
K/TD : DD40  
T1 : DD42  
P : DD44  
I : DD46  
D : DD48  
:BE

PB "ABTAST" des Temperaturregelkreises  
Aufruf des PiD-Reglers

PB 10  
NETZWERK 1  
:BE

PB "100 ms" des Temperaturregelkreises



Regelkreis Luft:

PB 16  
NETZWERK 1  
:SPA FB176  
NAME :IPD-REG  
STEW : DW50  
RSP : DW51  
SOLL : DD28  
IST : DD52  
XA : DD54  
OBXA : DD56  
UBXA : DD58  
ABTZ : DD60  
ANTZ : DD62  
K0/P : DD64  
K/TI : DD66  
A(0) : DD68  
K/TD : DD70  
T1 : DD72  
TM : DD74  
THLG : DD76  
HAND : DD78  
ZEIN : DD80  
I : DD82  
P : DD84  
D : DD86  
:BE

PB "ABTAST" des Luftregelkreises  
Aufruf des IPD-Reglers

PB 15  
NETZWERK 1  
:SPA FB177  
NAME :IMP-AUSG  
XE : DD54  
TMIN : DD88  
STWO : DW90  
IMPH : A 5.0  
IMPT : A 5.1  
:BE

PB "100 ms" des Luftregelkreises  
Aufruf der Impulsausgabe

Regelkreis Gas

PB 21  
NETZWERK 1  
:SPA FB178  
NAME :KOEFFIZ  
XE : DD52  
KP : DD91  
OBXA : DD93  
UBXA : DD95  
STEB : DR97  
XA : DD98  
:

PB "ABTAST" des Gasregelkreises

Aufruf des Koeffizientenglieds

:SPA FB176  
NAME :IPD-REG  
STEW : DW100  
RSP : DW101  
SOLL : DD98  
IST : DD102  
XA : DD104  
OBXA : DD106  
UBXA : DD108  
ABTZ : DD110  
ANTZ : DD112  
K0/P : DD114  
K/TI : DD116  
A(0) : DD118  
K/TD : DD120  
T1 : DD122  
TM : DD124  
THLG : DD126  
HAND : DD128  
ZEIN : DD130  
I : DD132  
P : DD134  
D : DD136  
:BE

Aufruf des IPD-Reglers

PB 20  
NETZWERK 1  
:SPA FB177  
NAME :IMP-AUSG  
XE : DD104  
TMIN : DD138  
STWO : DW140  
IMPH : A 5.6  
IMPT : A 5.7  
:BE

PB "100 ms" des Gasregelkreises

Aufruf der Impulsausgabe

7 Parametrierung der Regelungsbausteine

DB "INTER"

Datum	Format	Benennung	FB	Wert
DW 23	KM	STEW	PID Temp.	00000000 00000001
DD 24	KG	SOLL	PID Temp.	
DD 26	KG	IST (X)	PID Temp.	
DD 28	KG	XA/SOLL	PID Temp. IPD Luft	
DD 30	KG	OBXA	PID Temp.	+ 1000000+05
DD 32	KG	UBXA	PID Temp.	- 1000000+05
DD 34	KG	K0/P	PID Temp.	+ 5000000+00
DD 36	KG	K/TI	PID Temp.	+ 2100000+03
DD 38	KG	A(0)	PID Temp.	- 0000000+00
DD 40	KG	K/TD	PID Temp.	- 1000000+03
DD 42	KG	T1	PID Temp.	+ 1000000+02
DD 44	KG	P	PID Temp.	
DD 46	KG	I	PID Temp.	
DD 48	KG	D	PID Temp.	
DW 50	KM	STEW	IPD Luft	00001000 00100010
DW 51	KM	RSP	IPD Luft	00000000 11001001
DD 52	KG	IST/XE (XL)	IPD Luft KOEf Gas	
DD 54	KG	XA/XE	IPD Luft IMP Luft	
DD 56	KG	OBXA	IPD Luft	+ 1000000+05
DD 58	KG	UBXA	IPD Luft	- 1000000+05
DD 60	KG	ABTZ	IPD Luft	
DD 62	KG	ANTZ	IPD Luft	
DD 64	KG	K0/P	IPD Luft	+ 7000000+00
DD 66	KG	K/TI	IPD Luft	+ 4000000+01
DD 68	KG	A(0)	IPD Luft	+ 0000000+02
DD 70	KG	K/TD	IPD Luft	
DD 72	KG	T1	IPD Luft	
DD 74	KG	TM	IPD Luft	+ 1000000+02
DD 76	KG	THLG	IPD Luft	
DD 78	KG	HAND	IPD Luft	
DD 80	KG	ZEIN	IPD Luft	
DD 82	KG	I	IPD Luft	
DD 84	KG	P	IPD Luft	

DB "INTER"

Datum	Format	Benennung	FB	Wert
DD 86	KG	D	IPD Luft	
DD 88	KG	TMIN	IMP Luft	+ 1000000+00
DW 90	KM	STWO	IMP Luft	00000001 00001101
DD 91	KG	KP	KOEF Gas	+ 6666666-01
DD 93	KG	OBXA	KOEF Gas	+ 10000000+05
DD 95	KG	UBXA	KOEF Gas	- 10000000+05
DW 97	KM	STEB	KOEF Gas	11000011
DD 98	KG	XA/SOLL	KOEF Gas IPD Gas	
DW 100	KM	STEW	IPD Gas	00000000 00100010
DW 101	KM	RSP	IPD Gas	00000000 11001001
DD 102	KG	IST (XG)	IPD Gas	
DD 104	KG	XA/XE	IPD Gas IMP Gas	
DD 106	KG	OBXA	IPD Gas	+ 1000000+05
DD 108	KG	UBXA	IPD Gas	- 1000000+05
DD 110	KG	ABTZ	IPD Gas	
DD 112	KG	ANTZ	IPD Gas	
DD 114	KG	K0/P	IPD Gas	+ 1000000+01
DD 116	KG	K/TI	IPD Gas	+ 1000000+01
DD 118	KG	A(0)	IPD Gas	0000000+00
DD 120	KG	K/TD	IPD Gas	0000000+00
DD 122	KG	T1	IPD Gas	0000000+00
DD 124	KG	TM	IPD Gas	+ 1500000+02
DD 126	KG	THLG	IPD Gas	
DD 128	KG	HAND	IPD Gas	
DD 130	KG	ZEIN	IPD Gas	
DD 132	KG	I	IPD Gas	
DD 134	KG	P	IPD Gas	
DD 136	KG	D	IPD Gas	
DD 138	KG	TMIN	IPD Gas	+ 1000000+00
DW 140	KM	STWO	IPD Gas	00000001 00001101

### 7.4 Regelung mit PD-Anteil im Vorwärtszweig und PD-Anteil im Rückwärtszweig

Als Beispiel für eine schwieriger zu regelnde Strecke wurde eine zweifach integrale Regelstrecke mit einem Verzögerungsglied 1. Ordnung gewählt. Am Eingang des 1. I-Glieds greift eine Störgröße an.

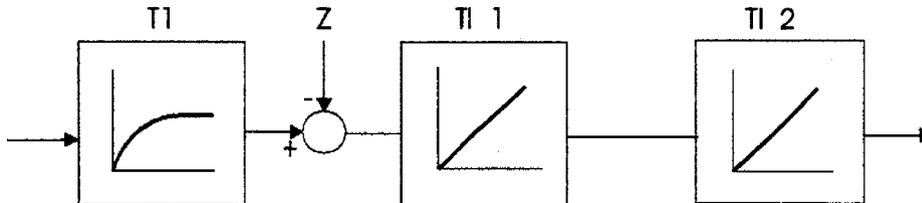
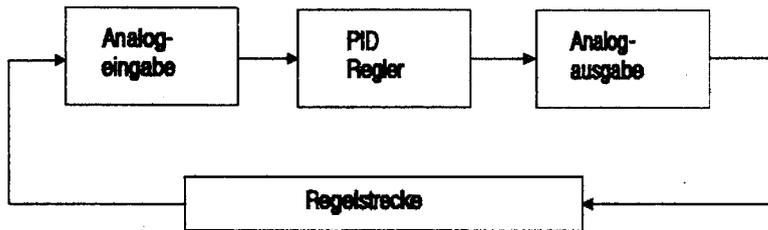


Bild 7-8 Schematische Darstellung der Regelstrecke

Streckenwerte:  $T1 = 0.5 \text{ s}$   
 $TI 1 = 1 \text{ s}$   
 $TI 2 = 1 \text{ s}$

**Lösung:**

**1 Festlegung der Regelungsstruktur**



**2 Festlegung der Verschaltungsstruktur**

FB 95		ANES		FB 62		PID-REG		FB 119		ANAS	
ER		SBU		SOLL		K/TI : DD48		MD5		RS	
XA		IST		SOLL		A(0) : DD50		XA		XE	
STEB : DR34		VMAX : DD26		SOLL : DD38		K/TD : DD52		ANBO		ANBU	
PBER : DW23		NA : DD28		IST : DD32		T1 : DD54		MD9		MD1	
BG : DL24		ER : DD30		XA : DD40		P : DD56		STEB : DR34		BG : DL36	
KN : DR24		XA : DD32		OBXA : DD42		i : DD58		XE : DD40		KN : DR36	
VBER : DL25				UBXA : DD44		D : DD60		PBER : DW35			
				KO/P : DD46							

DB "INTER"

Datum	Format	Benennung		FB
DW 23	KC	PBER		ANES
DW 24	KY	BG	KN	ANES
DW 25	KY	VBER		ANES
DD 26	KG	VMAX		ANES
DD 28	KG	NA		ANES
DD 30	KG	ER		ANES
DD 32	KG	XA/IST		ANES/PID
DW 34	KM		STEB	ANES/ANAS
DW 35	KC	PBER		ANAS
DW 36	KY	BG	KN	ANAS
DW 37	KM	STEW		PID
DD 38	KG	SOLL		PID
DD 40	KG	XA/XE		PID/ANAS
DD 42	KG	OBXA		PID
DD 44	KG	UBXA		PID
DD 46	KG	K0/P		PID
DD 48	KG	K/TI		PID
DD 50	KG	A(0)		PID
DD 52	KG	K/TD		PID
DD 54	KG	T1		PID
DD 56	KG	P		PID
DD 58	KG	I		PID
DD 60	KG	D		PID

Die Steuerbytes der Ein- (ANES) und der Ausgabe (ANAS) wurden zusammengelegt. Dies ist möglich, da bei allen Ein-/Ausgabebausteinen die Steuerbits so verteilt wurden, daß gleichartige und gleichnamige Steuerbits dabei übereinander zu liegen kommen, während verschiedenartige Bits nebeneinander liegen.

Würden die Steuerbytes aller Ein-/Ausgabefunktionen zusammengelegt, ergäbe sich folgendes Bild:

7	6	5	4	3	2	1	0
SFB	SBU	SBU	SSTR	SLOG	SRS	SBF	SER

Durch Setzen des Bits 1 wird sowohl für den Baustein ANAU als auch für den Baustein ANAS der Transfer zur Peripherie gesperrt.

### 3 Festlegung der Datenbausteine

- Datenbaustein zum Retten des Merkerschmierbereichs: DB 15
- DB "ODAT": DB 5  
Länge des DB "ODAT" =  $256 + 2 \cdot 1$ .

- DB "INTER": DB 10  
Länge des DB "INTER":

organisatorische Daten und Schnittstellen- und Parameterbereich	61	DW
Altwerte der schnellen Analogeingabe (FB 95)	0	DW
Altwerte des PID-Reglers (FB 62)	12	DW
Altwerte der schnellen Analogausgabe (FB 119)	0	DW
Summe	73	DW (ohne Vorkopf)

### 4 Übertragen aller benötigten Bausteine ins AG.

Im AG-Speicher müssen sich dann folgende Bausteine befinden:

DB 5	OB 13	FB 38	FB 95
DB 10	OB 20	FB 39	FB 62
DB 15	(OB 21)	FB 63	FB 119
	(OB 22)	FB 69	

### 5 Erstellen des Systemrahmens mit $T_A = 0.2 \text{ s}$

- PB "100ms" = PB 10
- PB "Abtast" = PB 11.

6 Einbinden der benötigten Regelungsbausteine in den Systemrahmen.

PB 10	PB "100ms"
NETZWERK 1	
:BE	
PB 11	PB "Abtast"
NETZWERK 1	
:SPA FB95	ISTWERT EINLESEN
NAME :ANES	
STEB : DR34	
PBER : DW23	
BG : DL24	
KN : DR24	
VBER : DL25	
VMAX : DD26	
NA : DD28	
ER : DD30	
XA : DD32	
:	
:SPA FB62	STELLGRÖSSE BERECHNEN
NAME :PID-REG	
STEW : DW37	
SOLL : DD38	
IST : DD32	
XA : DD40	
OBXA : DD42	
UBXA : DD44	
K0/P : DD46	
K/TI : DD48	
A(0) : DD50	
K/TD : DD52	
T1 : DD54	
P : DD56	
I : DD58	
D : DD60	
:	
:SPA FB119	STELLGRÖSSE AUSGEBEN
NAME :ANAS	
STEB : DR34	
XE : DD40	
PBER : DW35	
BG : DL36	
KN : DR36	
:	
:BE	

7

7 Parametrierung der Regelungsbausteine

Es werden folgende Reglerparameter eingestellt:

- KI = 0.0723 s<sup>-1</sup>
- K0 = 0.3472
- KD = 0.8333 s
- T1 = 0.1 s

DB "INTER"

Datum	Format	Benennung		FB	Wert
DW 23	KC	PBER		ANES	NP
DW 24	KY	BG	KN	ANES	144 , 0
DW 25	KY	VBER		ANES	2 , 0
DD 26	KG	VMAX		ANES	+ 1000000+02
DD 28	KG	NA		ANES	0000000+00
DD 30	KG	ER		ANES	0000000+00
DD 32	KG	XA/IST		ANES/PID	
DW 34	KM		STEB	ANES/ANAS	0 , 0
DW 35	KC	PBER		ANAS	NP
DW 36	KY	BG	KN	ANAS	144 , 1 •
DW 37	KM	STEW		PID	00010100 01000001
DD 38	KG	SOLL		PID	
DD 40	KG	XA/XE		PID/ANAS	
DD 42	KG	OBXA		PID	+ 1000000+05
DD 44	KG	UBXA		PID	- 1000000+05
DD 46	KG	K0/P		PID	+ 3472000+00
DD 48	KG	K/TI		PID	+ 7230000-01
DD 50	KG	A(0)		PID	0000000+00
DD 52	KG	K/TD		PID	+ 8333000+00
DD 54	KG	T1		PID	+ 1000000+00
DD 56	KG	P		PID	
DD 58	KG	I		PID	
DD 60	KG	D		PID	

- Zunächst wird der Regler so parametrierung, daß alle Regleranteile im Vorwärtszweig liegen, d.h. SRUK = 0.

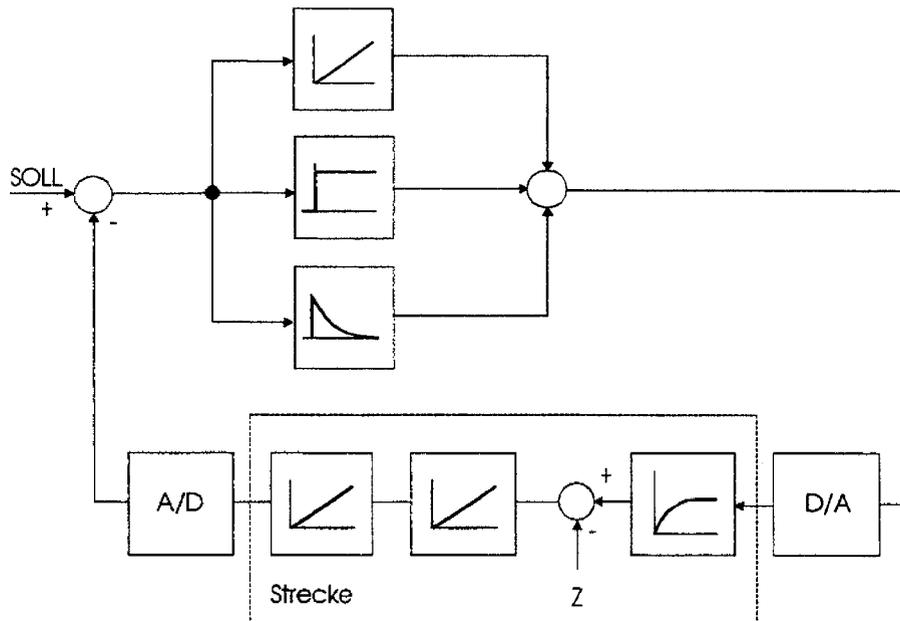


Bild 7-9 P-, D-Anteil im Vorwärtszweig

- Durch Setzen des Steuerbits SRUK = 1 wird die Struktur des Reglers geändert. Der P-Anteil und der D-Anteil befinden sich nun in der Rückführung.

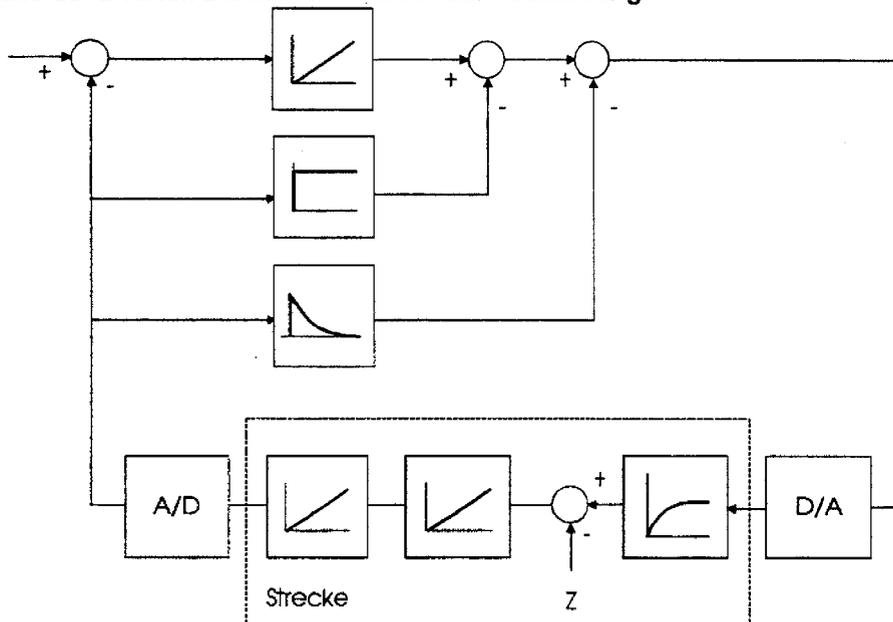
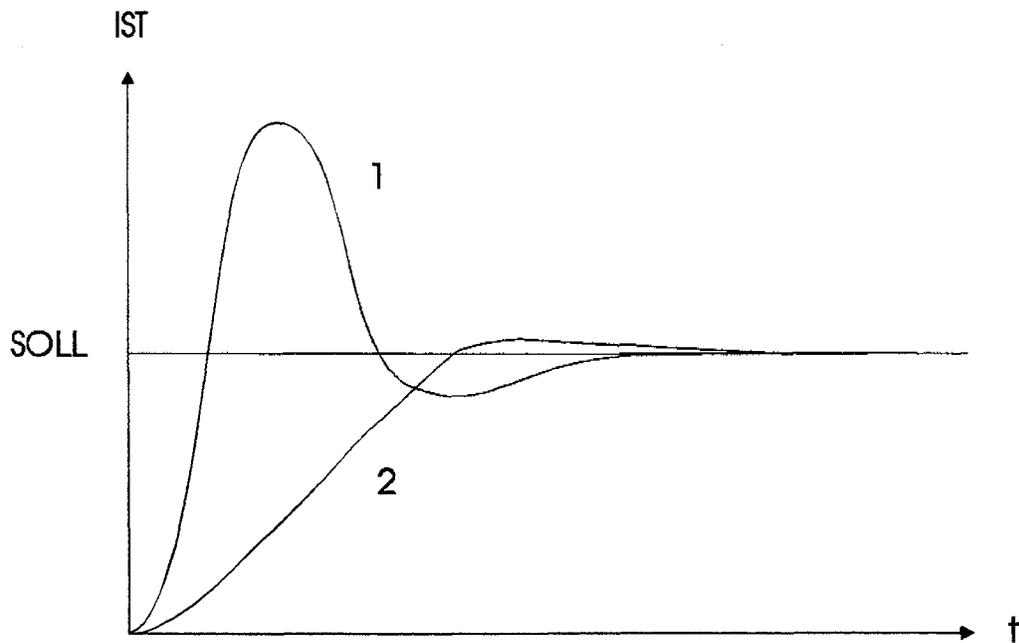


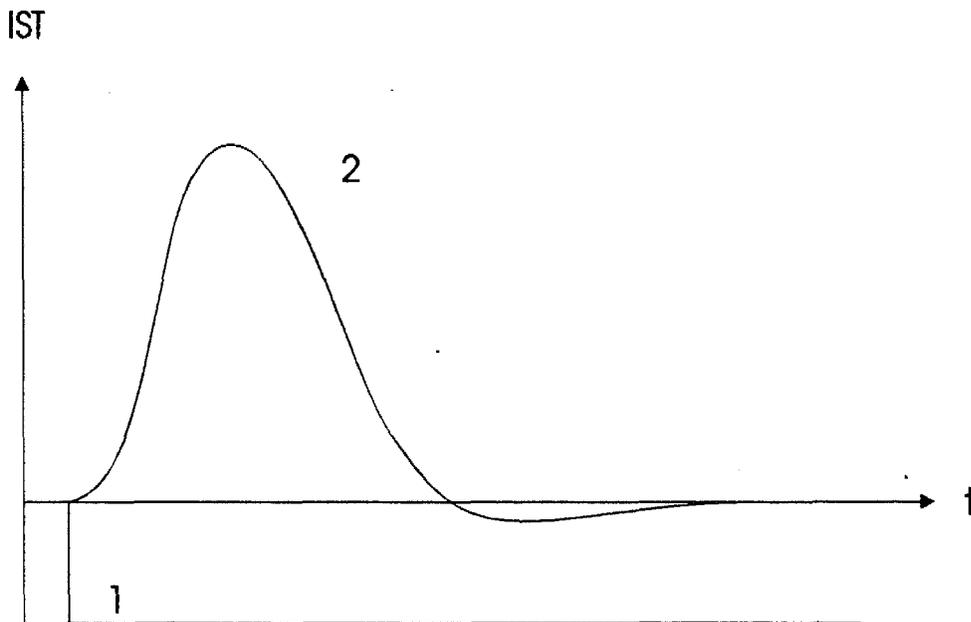
Bild 7-10 P-, D-Anteil im Rückwärtszweig

Das Überschwingen bei einem Führungsgrößensprung kann durch das Verlagern der Regleranteile in den Rückwärtszweig stark vermindert werden. Das Störgrößenverhalten bleibt gleich.



Kurve 1 : P-, D-Anteil im Vorwärtszweig  
Kurve 2 : P-, D-Anteil im Rückwärtszweig

Bild 7-11 Verhalten der Regelung bei einem Führungsgrößenprung



Kurve 1 : Störgröße Z  
Kurve 2 : Istwertverlauf bei P-, D-Anteil im Vorwärts- bzw. im Rückwärtszweig

Bild 7-12 Verhalten der Regelung bei einem Störgrößensprung

### 7.5 Zustandsregelung mit I-Anteil und reduziertem Beobachter

Es soll eine Zustandsregelung der Strecke von Abschnitt 6.4 verwirklicht werden. Es wird angenommen, daß der Wert  $X_2$  meßtechnisch nicht erfaßt werden kann, weshalb er mit Hilfe eines reduzierten Beobachters nachgebildet wird.

Streckenwerte:

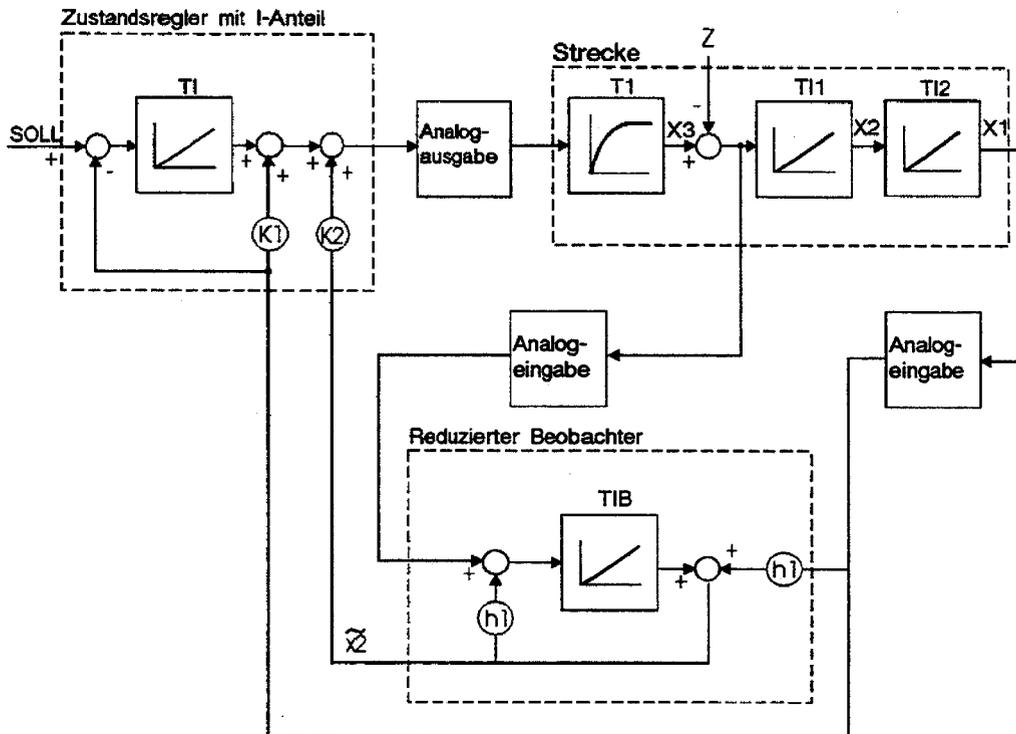
- $T_1 = 0.5 \text{ s}$
- $T_{I1} = 1 \text{ s}$
- $T_{I2} = 1 \text{ s}$

Reglerkennwerte:

- $T_I = 13.824 \text{ s}$
- $K_1 = 0.347$
- $K_2 = 0.833$
- $h_1 = 0.416$
- $T_{IB} = 1 \text{ s}$
- $T_A = 0.2 \text{ s}$

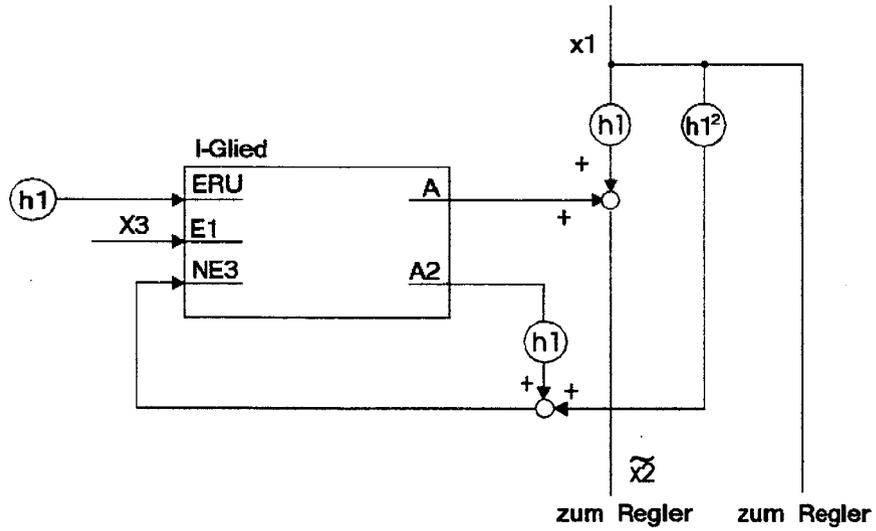
Lösung:

#### 1 Festlegung der Regelungsstruktur

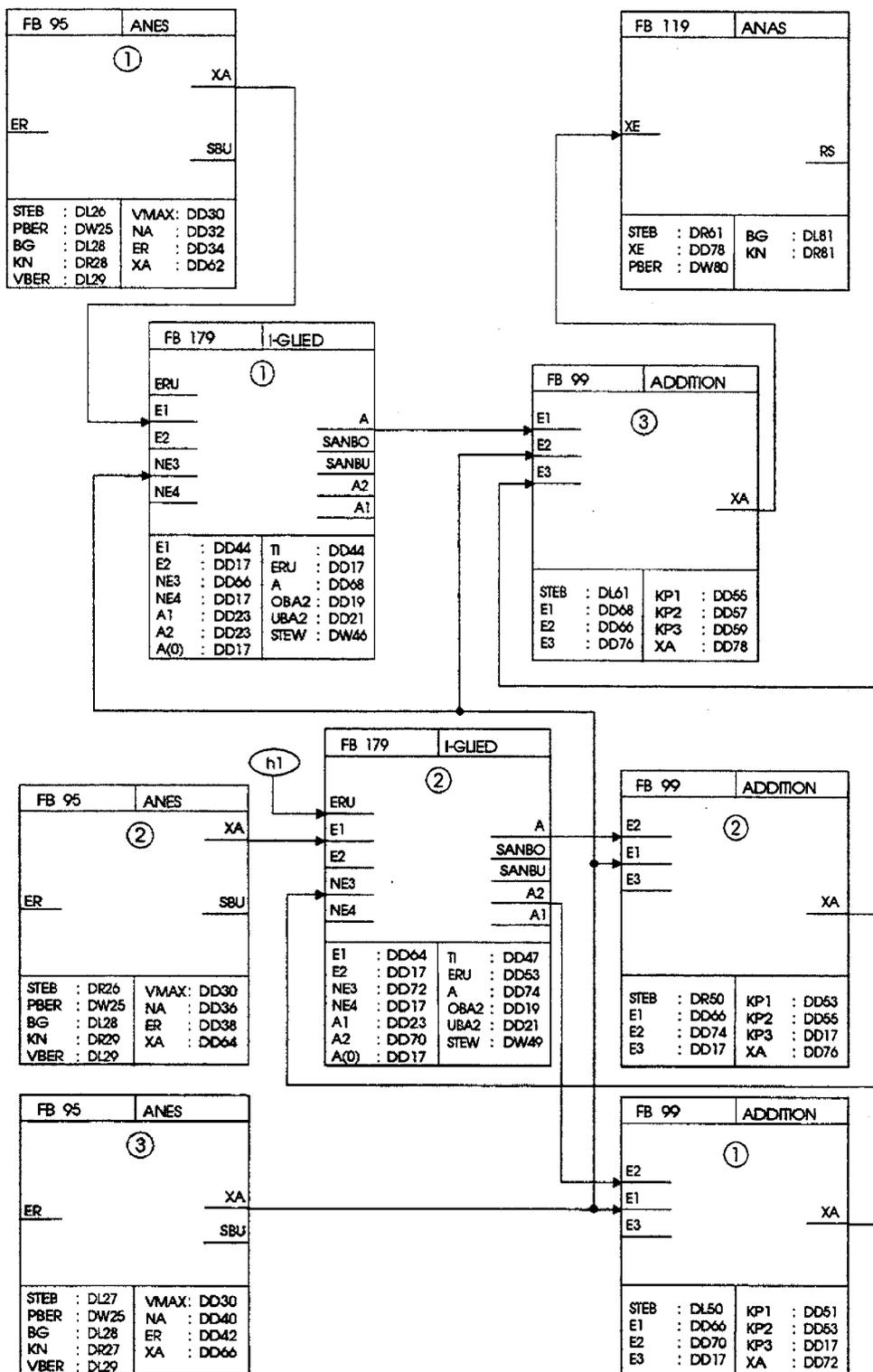


2 Festlegung der Verschaltungsstruktur

Der reduzierte Beobachter wird mit Hilfe des rückkoppelbaren I-Glieds realisiert. Da zum Rückkoppeln der Ausgang A2 verwendet werden muß, ist das I-Glied wie folgt zu verschalten:



Es ergibt sich folgender gesamter Verschaltungsplan:



DB "INTER"

Datum	Format	Benennung		FB
DD 17	KG	Wert: 0		
DD 19	KG	Wert: +10000		
DD 21	KG	Wert: -10000		
DD 23	KH	Schmierzelle		
DW 25	KC	PBER		ANES1, 2, 3
DW 26	KM	STEB	STEB	ANES1/2
DW 27	KY	STEB	KN	ANES3
DW 28	KY	BG	KN (nur ANES 1)	ANES1, 2, 3
DW 29	KY	VBER	KN (nur ANES 2)	ANES1, 2, 3
DD 30	KG	VMAX		ANES1, 2, 3
DD 32	KG	NA		ANES1
DD 34	KG	ER		ANES1
DD 36	KG	NA		ANES2
DD 38	KG	ER		ANES2
DD 40	KG	NA		ANES3
DD 42	KG	ER		ANES3
DD 44	KG	TI		I-GL1
DW 46	KM	STEW		I-GL1
DD 47	KG	TI		I-GL2
DW 49	KM	STEW		I-GL2
DD 50	KM	STEB	STEB	ADD1/ADD2
DD 51	KG	KP1		ADD1
DD 53	KG	KP2/KP1		ADD1/I-GL2 ADD2
DD 55	KG	KP2/KP1		ADD2/ADD3
DD 57	KG	KP2		ADD3
DD 59	KG	KP3		ADD3
DW 61	KM	STEB	STEB	ADD3/ANAS
DD 62	KG	XA/E1		ANES1/I-GL1
DD 64	KG	XA/E1		ANES2/I-GL2
DD 66	KG	XA/NE3/E1/E1/E2		ANES3/I-GL1 ADD1/ADD2/ ADD3
DD 68	KG	A/E1		I-GL 1/ADD3
DD 70	KG	E2/A2		ADD1/I-GL2
DD 72	KG	XA/NE3		ADD1/I-GL2
DD 74	KG	A/E2		I-GL2/ADD2
DD 76	KG	XA/E3		ADD2/ADD3
DD 78	KG	XA/XE		ADD3/ANAS
DW 80	KC	PBER		ANAS
DW 81	KY	BG	KN	ANAS

**3 Festlegung der Datenbausteine  
(Merker retten entfällt)**

- DB "ODAT": DB 50  
Länge des DB "ODAT" = 256 + 2 · 1.
- DB "INTER": DB 51

Länge des DB "INTER":

organisatorische Daten und Schnittstellen- und Parameterbereich	82	DW
Altwerte der schnellen Analogeingabe (FB 95) · 3	0	DW
Altwerte des I-Glieds (FB 179) · 2	8	DW
Altwerte des Additionsglieds (FB 99) · 3	12	DW
Altwerte der schnellen Analogausgabe (FB 119)	0	DW
Summe	102	DW (ohne Vorkopf)

**4 Übertragen aller benötigten Bausteine ins AG.  
Im AG-Speicher müssen sich dann folgende Bausteine befinden:**

DB 50	OB 13	FB 63	FB 95
DB 51	OB 20	FB 69	FB 99
	(OB 21)		FB 119
	(OB 22)		FB 179

**5 Erstellen des Systemrahmens**

PB "100ms" = PB 60  
PB "Abtast" = PB 61

**6 Einbinden der benötigten Regelungsbausteine in den Systemrahmen.  
Es ist zu beachten, daß vor dem Aufruf des I-Glieds im Beobachter der Wert NE3 berechnet werden muß.**

PB 60 NETZWERK 1 :BE	PB "100ms"
PB 61 NETZWERK 1 :SPA FB95 NAME :ANES STEB : DL26 PBER : DW25 BG : DL28	PB "Abtast" PROZESSWERTE EINLESEN SOLLWERT EINLESEN

KN : DR28  
VBER : DL29  
VMAX : DD30  
NA : DD32  
ER : DD34  
XA : DD62

①

:SPA FB95  
NAME :ANES

X3 EINLESEN

STEB : DR26  
PBER : DW25  
BG : DL28  
KN : DR29  
VBER : DL29  
VMAX : DD30  
NA : DD36  
ER : DD38  
XA : DD64

②

:SPA FB95  
NAME :ANES

X1 EINLESEN

STEB : DL27  
PBER : DW25  
BG : DL28  
KN : DR27  
VBER : DL29  
VMAX : DD30  
NA : DD40  
ER : DD42  
XA : DD66

③

\*\*\*

NETZWERK 2

:SPA FB179  
NAME :I-GLIED

I-ANTEIL BERECHNEN

E : DD62  
E2 : DD17  
NE3 : DD66  
NE4 : DD17  
A1 : DD23  
A2 : DD23  
A(0) : DD17  
TI : DD44  
ERU : DD17  
A : DD68  
OBA2 : DD19  
UBA2 : DD21  
STEW : DD46

①

\*\*\*

NETZWERK 3

:SPA FB99  
NAME :ADDITION

X2 BERECHNEN; REDUZIERTER BEOBACHTER  
NE3 BERECHNEN

STEB : DL50  
E1 : DD66  
E2 : DD70

E3 : DD17  
 KP1 : DD51 ①  
 KP2 : DD53  
 KP3 : DD17  
 XA : DD72

:SPA FB179

NAME : I-GLIED  
 E1 : DD64 ②  
 E2 : DD17  
 NE3 : DD72  
 NE4 : DD17  
 A1 : DD23  
 A2 : DD70  
 A(0) : DD17  
 TI : DD47  
 ERU : DD53  
 A : DD74  
 OBA2 : DD19  
 UBA2 : DD21  
 STEW : DW49

:SPA FB99

NAME : ADDITION  
 STEB : DR50  
 E1 : DD66  
 E2 : DD74 ②  
 E3 : DD17  
 KP1 : DD53  
 KP2 : DD55  
 KP3 : DD17  
 XA : DD76

:\*\*\*

NETZWERK 4

STELLGRÖSSE  
 STELLGRÖSSE BERECHNEN

:SPA FB99

NAME : ADDITION  
 STEB : DL61  
 E1 : DD68  
 E2 : DD66  
 E3 : DD76  
 KP1 : DD55 ③  
 KP2 : DD57  
 KP3 : DD59  
 XA : DD78

:SPA FB119

STELLGRÖSSE AUSGEBEN

NAME : ANAS  
 STEB : DR61  
 XE : DD78  
 PBER : DW80  
 BG : DL81  
 KN : DR81

:BE

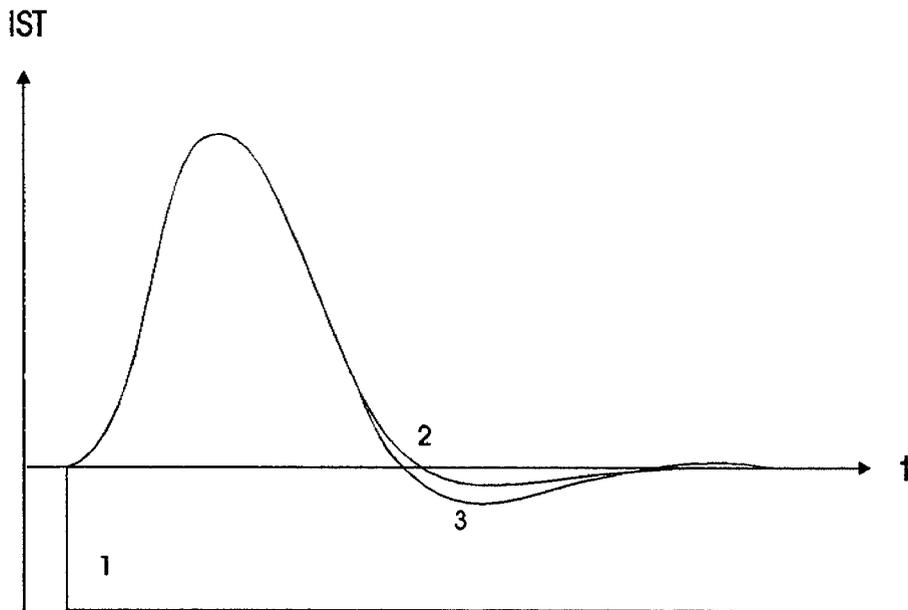
7 Parametrierung der Regelungsbausteine

DB "INTER"

Datum	Format	Benennung		FB	Wert
DD17	KG	Wert: 0			0000000+00
DD19	KG	Wert: +10000			+ 1000000+05
DD21	KG	Wert: -10000			- 1000000+05
DD23	KH	Schmierzelle			
DW25	KC	PBER		ANES1, 2, 3	NP
DW26	KM	STEB	STEB	ANES1/2	00000000 00000000
DW27	KY	STEB	KN	ANES3	0, 2
DW28	KY	BG	KN (nur ANES 1)	ANES1, 2, 3	144, 0
DW29	KY	VBER	KN (nur ANES 2)	ANES1, 2, 3	2, 1
DD30	KG	VMAX		ANES1, 2, 3	+ 1000000+02
DD32	KG	NA		ANES1	0000000+00
DD34	KG	ER		ANES1	0000000+00
DD36	KG	NA		ANES2	0000000+00
DD38	KG	ER		ANES2	0000000+00
DD40	KG	NA		ANES3	0000000+00
DD42	KG	ER		ANES3	0000000+00
DD44	KG	TI		I-GL1	+ 1382400+02
DW46	KM	STEW		I-GL1	00000000 00100011
DD47	KG	TI		I-GL2	+ 1000000+01
DW49	KM	STEW		I-GL2	00000000 00100011
DW50	KM	STEB	STEB	ADD1/ADD2	00000000 00000000
DD51	KG	KP1		ADD1	+ 1736111+00
DD53	KG	KP2/ERU/KP1		ADD1/I-GL2 ADD2	+ 4166666+00
DD55	KG	KP2/KP1		ADD2/ADD3	+ 1000000+01
DD57	KG	KP2		ADD3	- 3472222+00
DD59	KG	KP3		ADD3	- 8333333+00
DW61	KM	STEB	STEB	ADD3/ANAS	00000000 00000000
DD62	KG	XA/E1		ANES1/I-GL1	
DD64	KG	XA/E1		ANES2/I-GL2	
DD66	KG	XA/NE3/E1/E1/E2		ANES3/I-GL1 ADD1/ADD2/ ADD3	
DD68	KG	A/E1		I-GL 1/ADD3	
DD70	KG	E2/A2		ADD1/I-GL2	
DD72	KG	XA/NE3		ADD1/I-GL2	
DD74	KG	A/E2		I-GL2/ADD2	

DB "INTER"

Datum	Format	Benennung	FB	Wert	
DD76	KG	XA/E3	ADD2/ADD3		
DD78	KG	XA/XE	ADD3/ANAS		
DW80	KC	PBER	ANAS	NP	
DW81	KY	BG	KN	ANAS	144 , 0



- Kurve 1 : Störgröße Z
- Kurve 2 : Streckenausgang;  $x_2$  gemessen
- Kurve 3 : Streckenausgang;  $x_2$  beobachtet

Bild 7-13 Vergleich  $x_2$  gemessen –  $x_2$  beobachtet

## 7.6 Anpassung der Reglerverstärkung eines PID-Reglers mit Hilfe einer Fuzzy-Regelung

Am folgenden Beispiel wird ausführlich beschrieben:

- Implementierung eines Fuzzy-Reglers in Verbindung mit modularen Regelungsbausteinen
- Anwendung des Vereinfachten Systemrahmens für schnelle Regelungen

Das Beispiel ist auf Diskette in der Datei FUZBSPST.S5D hinterlegt. Die Parametrierdaten des Fuzzy-Reglers für das Projektierungswerkzeug SIFLOC S5 sind in der Datei FUZBSP.FUZ abgelegt. Sie wird mit dem Projektierungswerkzeug ausgeliefert.

### 7.6.1 Streckenmodell

In vielen Prozessen sind zeitinvariante Nichtlinearitäten in Form von nichtlinearen Übertragungskennlinien vorhanden. Beispiele hierfür sind Kennlinien von Stellventilen und Meßwertaufnehmern sowie die Titrationskurve einer bestimmten Säure usw.. Die genaue Form der Übertragungskennlinie ist dabei dem Anwender oft nicht bekannt. Er kann nur aufgrund von Meßschrieben empirische Aussagen darüber machen, in welchen Bereichen die Reglerverstärkung angepaßt werden muß.

Für die Simulation der Regelstrecke werden die Bausteine EINFGLAT und POLYGON mit den folgenden Werten beaufschlagt:

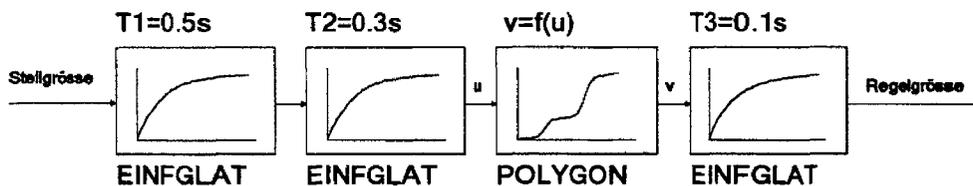


Bild 7-14 Struktur der Strecke

Der Verstärkungsfaktor der Verzögerungsglieder beträgt 1. Die nichtlineare Kennlinie wird durch 20 Stützpunkte realisiert und hat den in Bild 7-15 dargestellten Funktionsverlauf. Die genauen Daten liegen im Datenbaustein DB 15.

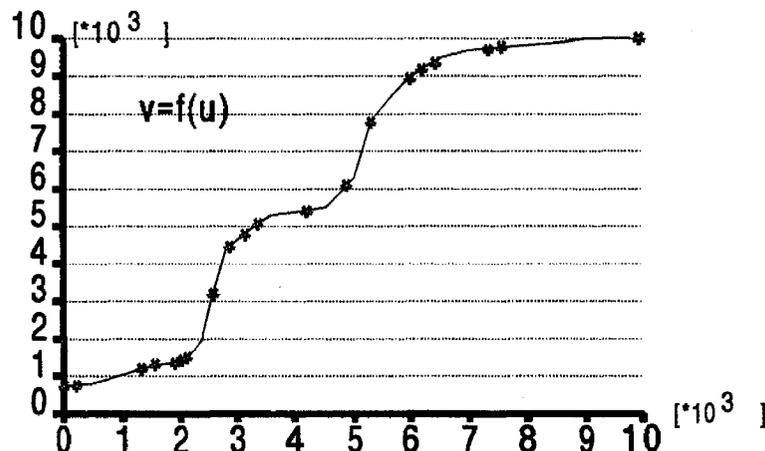


Bild 7-15 Nichtlineare Übertragungskennlinie

DB15

0: KM = 00000000 00000000;  
1: KF = +00000;  
2: KG = +0000000+00;  
4: KG = +0000000+00;  
6: KF = +00020;  
7: KG = +0000000+00;  
9: KG = +7500000+03;  
11: KG = +0000000+00;  
13: KG = +7500000+03;  
15: KG = +5000000+03;  
17: KG = +8000001+03;  
19: KG = +1500000+04;  
21: KG = +1300000+04;  
23: KG = +2000000+04;  
25: KG = +1400000+04;  
27: KG = +2250000+04;  
29: KG = +1700000+04;  
31: KG = +2400000+04;  
33: KG = +2000000+04;  
35: KG = +2600000+04;  
37: KG = +3300000+04;  
39: KG = +2800000+04;  
41: KG = +4400002+04;  
43: KG = +3200000+04;  
45: KG = +4900002+04;  
47: KG = +3600000+04;  
49: KG = +5300002+04;  
51: KG = +4500000+04;  
53: KG = +5500000+04;  
55: KG = +5000000+04;  
57: KG = +6300000+04;  
59: KG = +5300000+04;  
61: KG = +7800000+04;  
63: KG = +6000000+04;  
65: KG = +9000000+04;  
67: KG = +6500000+04;  
69: KG = +9500000+04;  
71: KG = +7000000+04;  
73: KG = +9700000+04;  
75: KG = +8500000+04;  
77: KG = +9900000+04;  
79: KG = +9000000+04;  
81: KG = +1000000+05;  
83: KG = +1000000+05;  
85: KG = +1000000+05;  
87: KG = +0000000+00;  
89: KG = +0000000+00;  
91: KG = +0000000+00;  
93: KG = +0000000+00;  
95: KG = +0000000+00;  
97: KG = +0000000+00;  
99: KG = +0000000+00;

Anzahl der Stuetzpunkte  
1. X-Wert  
1. Y-Wert  
usw.

10. X-Wert  
10. Y-Wert

20. X-Wert  
20. Y-Wert

101: KG = +0000000+00;  
103: KG = +0000000+00;  
105: KG = +0000000+00;  
107: KG = +0000000+00;  
109: KG = +0000000+00;  
111: KG = +0000000+00;  
113: KG = +0000000+00;  
115: KG = +0000000+00;  
117: KG = +0000000+00;  
119: KG = +0000000+00;  
121: KG = +0000000+00;  
123: KG = +0000000+00;      30. X-Wert  
125: KG = +0000000+00;      30. Y-Wert  
127: KG = +0000000+00;  
129: KG = +0000000+00;  
131: KG = +0000000+00;  
133: KG = +0000000+00;  
135: KG = +0000000+00;  
137: KG = +0000000+00;  
139: KH = 0000;                      Interne Werte  
140: KH = 0000;  
...  
202: KH = 0000;  
203:

## 7.6.2 Festlegung der Regelungsstruktur

Zur Regelung des Prozesses wird ein Fuzzy-Regler mit einem PID-Regler kombiniert (Bild 7-16). Der Fuzzy-Regler wertet die Regelgröße und deren Steigungen aus und paßt die Reglerverstärkung  $K_P$  des PID-Reglers an. Der Ausgang des PID-Reglers wird dann auf den Prozeß (hier Streckensimulation) geschaltet.

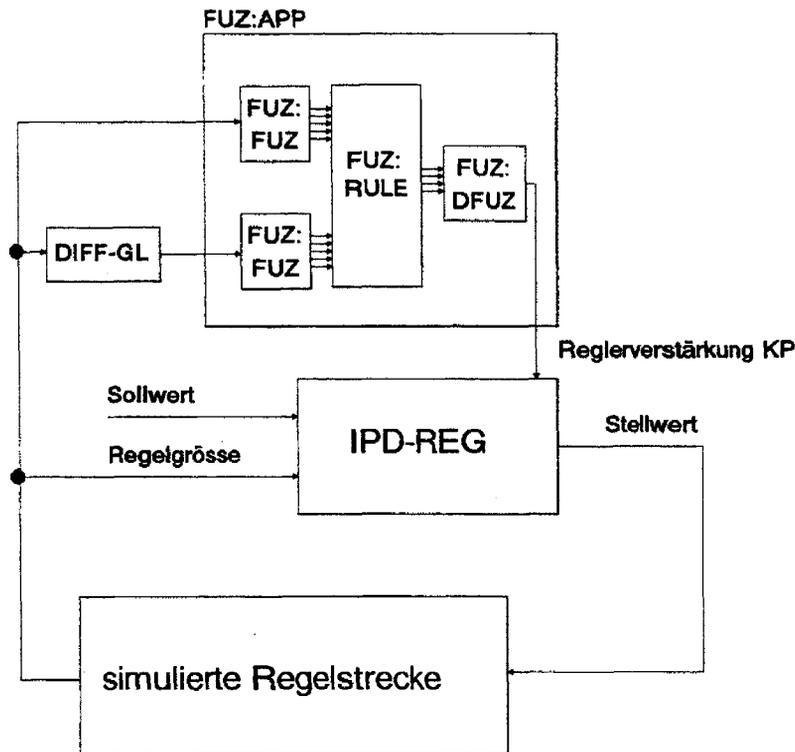


Bild 7-16 Regelungsstruktur

Als PID-Regler wird der IPD-REG Baustein verwendet. Für die Berechnung der Steigungen wird der Differenzierbaustein DIFF-GL benützt. Der Fuzzy-Regler wird über den Baustein FUZ:APP aufgerufen. Dieser wird automatisch vom Fuzzy-Parametrierungs-Werkzeug SIFLOC S5 generiert und auf das Automatisierungsgerät geladen. Pro Eingang und Ausgang werden die Standardbausteine FUZ:FUZ bzw. FUZ:DFUZ aufgerufen. Der Baustein FUZ:RULE beinhaltet den Algorithmus für das Regelwerk. Er wird von SIFLOC S5 automatisch generiert und auf das Automatisierungsgerät geladen.

### 7.6.3 Zugehörigkeitsfunktionen und Regelwerk des Fuzzy-Reglers

Der Fuzzy-Eingang Regelgröße (EINGANG 1) wird in 5 Bereiche unterteilt. Sie entsprechen den quasi-linearen Abschnitten der Übertragungskennlinie. Liegt diese nicht explizit vor, so muß aus Meßschrieben auf einzelne Bereiche geschlossen werden, für die unterschiedliches Verstärkungsverhalten gilt. Für die Steigungen der Regelgröße (EINGANG 2) werden die Standardbereiche von "negativ groß" über "null" zu "positiv groß" gewählt (siehe Bild 7-17).

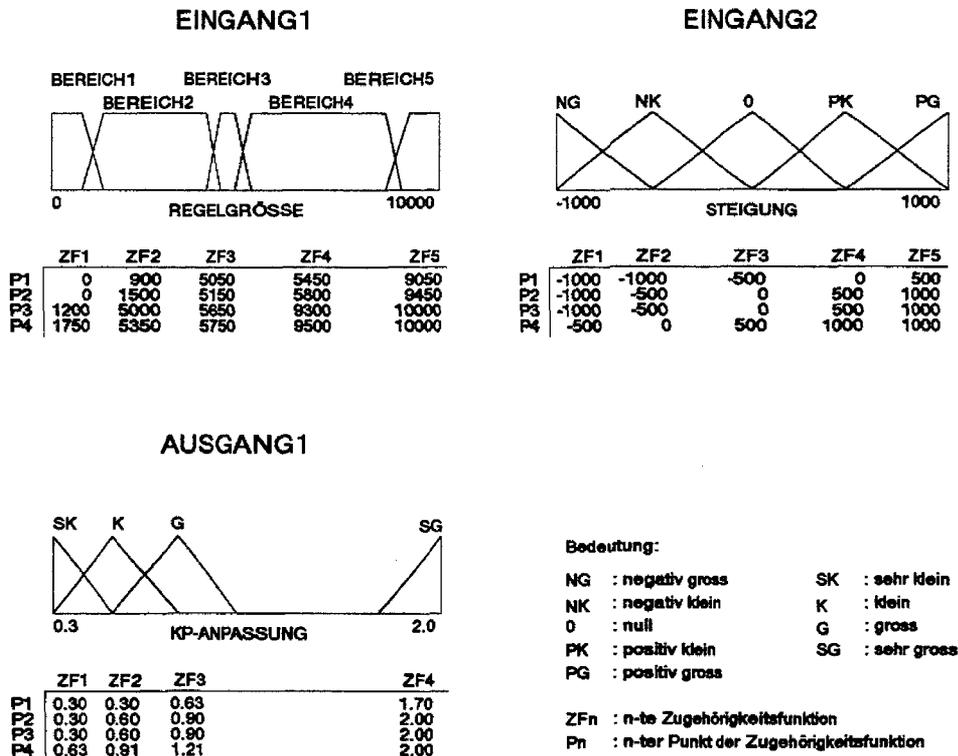


Bild 7-17 Zugehörigkeitsfunktionen der Fuzzy-Ein/Ausgänge

Für jede Ausgangszugehörigkeitsfunktion wird eine WENN-DANN-Regel formuliert. Für flache Bereiche in der Übertragungskennlinie werden große KP-Werte und umgekehrt für steile Bereiche werden kleine KP- Werte gewählt. Die Information der Steigungen werden zur weiteren Verbesserung des Regelverhaltens beim Wechsel von einem zum anderen Bereich genutzt. Folgendes Regelwerk hat zur Verbesserung der Regelungsgüte geführt:

Regel Nr. 1:      WENN REGELGRÖSSE= BEREICH1 UND STEIGUNG= PG  
 ODER REGELGRÖSSE= BEREICH2  
 ODER REGELGRÖSSE= BEREICH3 UND STEIGUNG= NG  
 DANN KP-ANPASSUNG= SK

Regel Nr. 2:      WENN REGELGRÖSSE= BEREICH1 UND STEIGUNG= PK  
 ODER REGELGRÖSSE= BEREICH3 UND STEIGUNG= PG  
 ODER REGELGRÖSSE= BEREICH4  
 ODER REGELGRÖSSE= BEREICH5 UND STEIGUNG= NG  
 DANN KP-ANPASSUNG= K

- Regel Nr. 3:      WENN REGELGRÖSSE = BEREICH1 UND [STEIGUNG = NG  
                         ODER STEIGUNG = NK  
                         ODER STEIGUNG = 0 ]  
                         ODER REGELGRÖSSE = BEREICH5 UND [STEIGUNG = NK  
                         ODER STEIGUNG = 0  
                         ODER STEIGUNG = PK  
                         ODER STEIGUNG = PG ]  
                         DANN KP-ANPASSUNG = G
- Regel Nr. 4:      WENN REGELGRÖSSE = BEREICH3 UND [STEIGUNG = NK  
                         ODER STEIGUNG = 0  
                         ODER STEIGUNG = PK ]  
                         DANN KP-ANPASSUNG = SG

Als Inferenzmethode wird die MAX-DOT-Inferenz mit genäherter Schwerpunktsberechnung gewählt. Die Gewichtungsfaktoren bleiben alle auf dem Wert 1 stehen.

#### 7.6.4 Festlegung der Parameter für die modularen Regelungsbausteine

Die Parameter des PID-Reglers werden nach den Einstellregeln des Regler-Inbetriebsetzungswerkzeuges SIEPIDS5 eingestellt.

Für den IPD-REG Baustein ergibt sich:

    KP = 0.3 - 2.0 : wird vom Fuzzy-Regler angepaßt

    TN = 0.74 sec

    TV = 0.19 sec

    T1 = 0.05 sec

Das Differenzierglied hat lediglich die Aufgabe die Steigung der Regelgröße zu bestimmen. Der Baustein DIFF-GL wird mit den Standardwerten belegt.

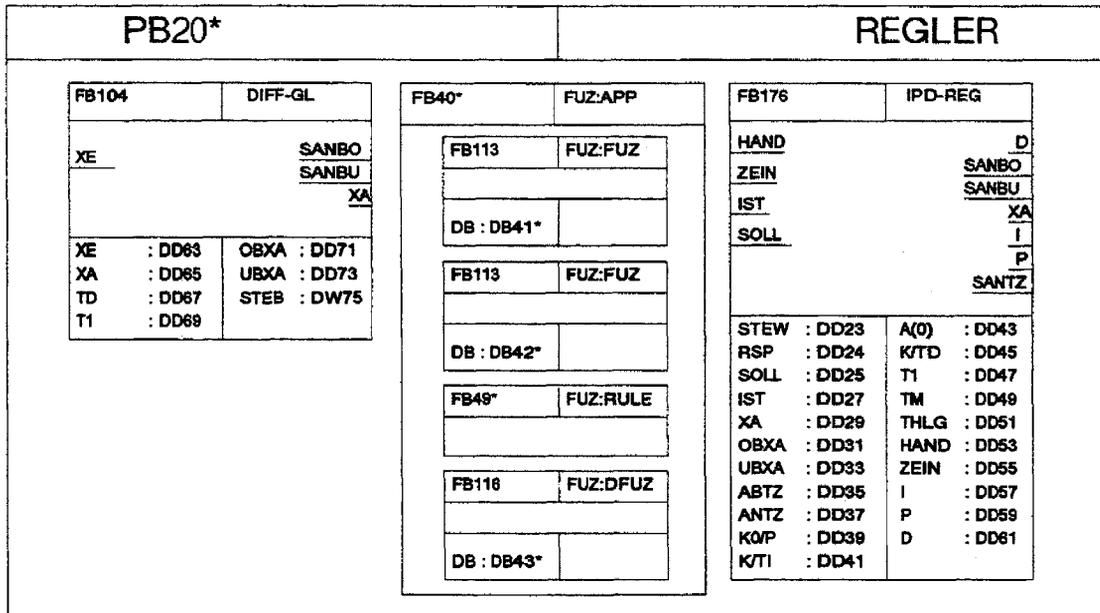
    TD = 1.0 sec

    T1 = 1.0 sec

## 7.6.5 Festlegung der Verschaltungsstruktur und Datenablage

### 7.6.5.1 Reglerbausteine

Innerhalb eines Programmmbausteins (PB 20) werden alle Aufrufe der Funktionsbausteine für den Regler zusammengefaßt. Der Reihe nach werden Differenzier-, Fuzzy-Applikations- und PID-Reglerbaustein aufgerufen (Bild 7-18). Der Fuzzy-Applikationsbaustein FUZ:APP ruft seinerseits die Standardfunktionsbausteine FUZ:FUZ und FUZ:DFUZ auf sowie den anwendungsspezifischen Regelwerksbaustein FUZ:RULE.



\*:Baustein-Nummer wird vom Anwender gewählt

Bild 7-18 Verschaltungsstruktur des Reglers

Die Bausteinnummern für PB 20, FB 40, 49 und DB 41-43, 49 sind vom Anwender vorzugeben. Der Rest sind Standardfunktionsbausteine.

Die Bausteine FB 40, 49 und DB 41-43, 49 werden vom Projektierungswerkzeug SIFLOC S5 generiert und auf das Automatisierungsgerät geladen.

Die Daten der Bausteine aus der Modularen Regelung können in einem Datenbaustein (DB 20) hinterlegt werden. Die genaue Ablage der PID- Reglerdaten und der Daten des Differenzierglied sind aus Bild 7-19 zu erkennen.

Datum	Format	Benennung	FB
DW23	KM	STEW	IPD-REG
DW24	KM	RSP	IPD-REG
DD25	KG	SOLL	IPD-REG
DD27	KG	IST	IPD-REG
DD29	KG	XA	IPD-REG
DD31	KG	OBXA	IPD-REG
DD33	KG	UBXA	IPD-REG
DD35	KG	ABTZ	IPD-REG
DD37	KG	ANTZ	IPD-REG
DD39	KG	K0/P	IPD-REG
DD41	KG	K/TI	IPD-REG
DD43	KG	A(0)	IPD-REG
DD45	KG	K/TD	IPD-REG
DD47	KG	T1	IPD-REG
DD49	KG	TM	IPD-REG
DD51	KG	THLG	IPD-REG
DD53	KG	HAND	IPD-REG
DD55	KG	ZEIN	IPD-REG
DD57	KG	I	IPD-REG
DD59	KG	P	IPD-REG
DD61	KG	D	IPD-REG
DD63	KG	XE	DIFF-GL
DD65	KG	XA	DIFF-GL
DD67	KG	TD	DIFF-GL
DD69	KG	T1	DIFF-GL
DD71	KG	OBXA	DIFF-GL
DD73	KG	UBXA	DIFF-GL
DW75	KM	STEB	DIFF-GL

Bild 7-19 Datenablage im Regler-DB

Für die Daten des Fuzzy-Reglers werden mehrere Datenbausteine belegt. Pro Eingang bzw. Ausgang wird ein Datenbaustein benötigt. Der Funktionsbaustein FUZ:RULE Baustein benötigt seinerseits einen Datenbaustein.

Fuzzy-Eingang REGELGRÖSSE	: DB 41
Fuzzy-Eingang STEIGUNGEN	: DB 42
Fuzzy-Ausgang KP-ANPASSUNG	: DB 43
Fuzzy-Regelwerksdaten	: DB 49

**DB41**

0:	KY = 000,005;	
1:	KG = +0000000+00;	EINGANG
3:	KH = 0006;	
4:	KG = +0000000+00;	ZF1 P1
6:	KG = +0000000+00;	ZF1 P2
8:	KG = +1200000+04;	ZF1 P3
10:	KG = +1750000+04;	ZF1 P4
12:	KG = +0000000+00;	W1
14:	KG = +1000000+01;	NW1
16:	KG = +9000000+03;	ZF2 P1
18:	KG = +1500000+04;	ZF2 P2
20:	KG = +5000000+04;	ZF2 P3
22:	KG = +5350000+04;	ZF2 P4
24:	KG = +0000000+00;	W2
26:	KG = +1000000+01;	NW2
28:	KG = +5050000+04;	ZF3 P1
30:	KG = +5150000+04;	ZF3 P2
32:	KG = +5650000+04;	ZF3 P3
34:	KG = +5750000+04;	ZF3 P4
36:	KG = +0000000+00;	W3
38:	KG = +1000000+01;	NW3
40:	KG = +5450000+04;	ZF4 P1
42:	KG = +5800000+04;	ZF4 P2
44:	KG = +9300000+04;	ZF4 P3
46:	KG = +9500000+04;	ZF4 P4
48:	KG = +1000000+01;	W4
50:	KG = +0000000+00;	NW4
52:	KG = +9050000+04;	ZF5 P1
54:	KG = +9450000+04;	ZF5 P2
56:	KG = +1000000+05;	ZF5 P3
58:	KG = +1000000+05;	ZF5 P4
60:	KG = +0000000+00;	W5
62:	KG = +1000000+01;	NW5
64:		

**DB42**

0:	KY = 000,005;	
1:	KG = +3613867+02;	EINGANG
3:	KH = 0006;	
4:	KG = -9999999+03;	ZF1 P1
6:	KG = -9999999+03;	ZF1 P2
8:	KG = -9999999+03;	ZF1 P3
10:	KG = -4999999+03;	ZF1 P4
12:	KG = +0000000+00;	W1
14:	KG = +1000000+01;	NW1
16:	KG = -9999999+03;	ZF2 P1
18:	KG = -4999999+03;	ZF2 P2
20:	KG = -4999999+03;	ZF2 P3
22:	KG = +0000000+00;	ZF2 P4
24:	KG = +0000000+00;	W2
26:	KG = +1000000+01;	NW2

28:	KG = -4999999+03;	ZF3 P1
30:	KG = +0000000+00;	ZF3 P2
32:	KG = +0000000+00;	ZF3 P3
34:	KG = +5000000+03;	ZF3 P4
36:	KG = +9277040+00;	W3
38:	KG = +7229614-01;	NW3
40:	KG = +0000000+00;	ZF4 P1
42:	KG = +5000000+03;	ZF4 P2
44:	KG = +5000000+03;	ZF4 P3
46:	KG = +1000000+04;	ZF4 P4
48:	KG = +7227707-01;	W4
50:	KG = +9277040+00;	NW4
52:	KG = +5000000+03;	ZF5 P1
54:	KG = +1000000+04;	ZF5 P2
56:	KG = +1000000+04;	ZF5 P3
58:	KG = +1000000+04;	ZF5 P4
60:	KG = +0000000+00;	W5
62:	KG = +1000000+01;	NW5
64:		

**DB43**

0:	KY = 128,004;	
1:	KY = 003,000;	
2:	KG = +0000000+00;	
4:	KG = +6058655+00;	
6:	KG = +0000000+00;	
8:	KH = 0005;	
9:	KH = FE5F;	
10:	KH = 5C00;	
11:	KH = FF4E;	
12:	KH = B200;	
13:	KH = 8000;	
14:	KH = 0000;	
15:	KH = 026C;	
16:	KH = 9800;	
17:	KH = 0340;	
18:	KH = 0000;	
19:	KG = +3000000+00;	ZF1 P1
21:	KG = +3000000+00;	ZF1 P2
23:	KG = +3000000+00;	ZF1 P3
25:	KG = +6286666+00;	ZF1 P4
27:	KG = +0000000+00;	W1
29:	KG = +1000000+01;	G1
31:	KH = 8000;	
32:	KH = 0000;	
33:	KH = FF4C;	
34:	KH = CC00;	
35:	KH = 0050;	
36:	KH = 7800;	
37:	KG = +3000000+00;	ZF2 P1
39:	KG = +6031666+00;	ZF2 P2
41:	KG = +6031666+00;	ZF2 P3
43:	KG = +9148333+00;	ZF2 P4



45:	KG = +1000000+01;	W2
47:	KG = +1000000+01;	G2
49:	KH = 0140;	
50:	KH = 0000;	
51:	KH = 004D;	
52:	KH = 3400;	
53:	KH = 004D;	
54:	KH = 3400;	
55:	KG = +6286666+00;	ZF3 P1
57:	KG = +8978333+00;	ZF3 P2
59:	KG = +8978333+00;	ZF3 P3
61:	KG = +1209500+01;	ZF3 P4
63:	KG = +0000000+00;	W3
65:	KG = +1000000+01;	G3
67:	KH = 8000;	
68:	KH = 0000;	
69:	KH = 0050;	
70:	KH = 7800;	
71:	KH = 014D;	
72:	KH = 6800;	
73:	KG = +1696833+01;	ZF4 P1
75:	KG = +2000000+01;	ZF4 P2
77:	KG = +2000000+01;	ZF4 P3
79:	KG = +2000000+01;	ZF4 P4
81:	KG = +0000000+00;	W4
83:	KG = +1000000+01;	G4
85:	KH = 8000;	
86:	KH = 0000;	
87:	KH = 016C;	
88:	KH = 9800;	
89:	KH = 0240;	
90:	KH = 0000;	
91:		

Der Datenaustausch zwischen Fuzzy- und PID-Regler muß vom Anwender programmiert werden. Vor und nach dem Aufruf des Fuzzy-Applikationsbausteins innerhalb von PB 20 erfolgt der Datentransfer zwischen den Datenbausteinen.

```

...
0000      :SPA FB 104
0001 NAME :DIFF-GL
...
000A      :
000B      :L DD 27           Regelgrosse
000C      :A DB 41
000D      :T DD 1
000E      :A DB 20
000F      :L DD 65           Steigung
0010      :A DB 42
0011      :T DD 1
0012      :SPA FB 40        Fuzzy-Regler
0013 NAME :FUZ:APP
0014      :A DB 43           KP-Verstaerkung
0015      :L DD 4
0016      :A DB 20
0017      :T DD 39
0018      :
0019      :
001A      :SPA FB 176
001B NAME :IPD-REG
...

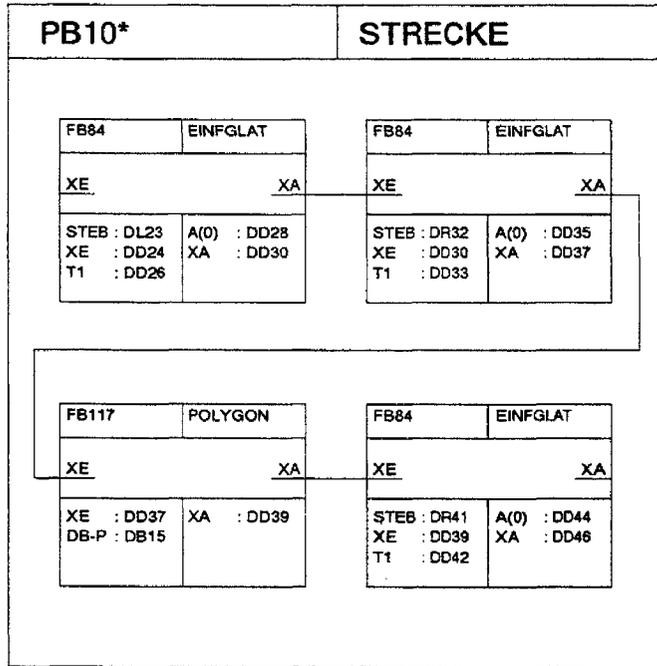
```

Jeder Fuzzy-Eingang und Fuzzy-Ausgang hat ein festes Ablageformat innerhalb eines Datenbausteins. Die Eingangsgrößen werden auf Datendoppelwort DD 1 des gewählten Datenbausteins hinterlegt. Die Ausgänge werden von Datendoppelwort DD 4 abgegriffen.

### 7.6.5.2 Streckenbausteine

Der Aufruf der Funktionsbausteine für die Simulation der Strecke erfolgt im Programmbaustein PB 10.

Bild 7-20 zeigt die Verschaltungsstruktur der Strecke. Die Stützpunktdaten der nichtlinearen Kennlinie (Bild 7-15) sind im DB 15 hinterlegt.



\*: Baustein-Nummer wird vom Anwender gewählt

Bild 7-20 Verschaltungsstruktur der Strecke

Die Bausteinnummer des Programmbausteins PB "ABTAST" (PB 10) kann vom Anwender vorgegeben werden.

Die Datenablage der Streckenparameter erfolgt im Datenbaustein DB 10 und geht aus Bild 7-21 hervor.

Datum	Format	Benennung	FB
DW23	KM	STEB	EINFGLAT1
DD24	KG	XE	EINFGLAT1
DD26	KG	T1	EINFGLAT1
DD28	KG	A(0)	EINFGLAT1
DD30	KG	XA/XE	EINFGLAT1/EINFGLAT2
DW32	KM	STEB	EINFGLAT2
DD33	KG	T1	EINFGLAT2
DD35	KG	A(0)	EINFGLAT2
DD37	KG	XA/XE	EINFGLAT2/POLYGON
DD39	KG	XA/XE	POLYGON/EINFGLAT3
DW41	KM	STEB	EINFGLAT3
DD42	KG	T1	EINFGLAT3
DD44	KG	A(0)	EINFGLAT3
DD46	KG	XA	EINFGLAT3

Bild 7-21 Datenablage der Streckenparameter

### 7.6.5.3 Schnittstelle zwischen Regler und Strecke

Der Datentransfer zwischen Regler und Strecke erfolgt im Funktionsbaustein FB 30. Er wird im gleichen Weckalarmbaustein (OB 10) wie die Strecke aufgerufen. Der Baustein ist in der Datei FUZBSPST.S5D hinterlegt.

```
FB 30
NETZWERK 1    0000

NAME: SCHNITT
0005          : A DB 10          Regelgroesse
0006          : L DD 46
0007          : A DB 20
0008          : T DD 27
0009          :
000A          : L DD 29          Stellgroesse
000B          : A DB 10
000C          : T DD 24
000D          : BE
```

### 7.6.6 Parametrierung der Datenbausteine

#### 7.6.6.1 Reglerbausteine

Die Daten der modularen Regelungsbausteine DIFF-GL und IPD-REG werden im Regler-Datenbaustein DB 20 (DB "INTER") hinterlegt:

organisatorische Daten	DW 0...22
Schnittstellen- und Parameterbereich	DW 23...75
Altwerte	DW 76..104

Bild 7-22 zeigt den gesamten Aufbau des DB 20 .

Datum	Format	Benennung	FB	Wert
DW0	KH	Systembereich		0000
DW15	KH			0000
DW16	KF	Offset der Altwerte		+76
DD17	KG	Vorbelegung 0		+0000000+00
DD19	KG	Vorbelegung 1		+1000000+01
DD21	KG	Schmiermerker		+0000000+00
DW23	KM	STEW	IPD-REG	00000000 00000000
DW24	KM	RSP	IPD-REG	00000000 10000001
DD25	KG	SOLL	IPD-REG	+8500000+04
DD27	KG	IST	IPD-REG	+0000000+00
DD29	KG	XA	IPD-REG	+0000000+00
DD31	KG	OBXA	IPD-REG	+1000000+05
DD33	KG	UBXA	IPD-REG	+0000000+00
DD35	KG	ABTZ	IPD-REG	+0000000+00
DD37	KG	ANTZ	IPD-REG	+0000000+00
DD39	KG	K0/P	IPD-REG	+4000000+00
DD41	KG	K/TI	IPD-REG	+7400000+00
DD43	KG	A(0)	IPD-REG	+0000000+00
DD45	KG	K/TD	IPD-REG	+1900000+00
DD47	KG	T1	IPD-REG	+5000000-01
DD49	KG	TM	IPD-REG	+0000000+00
DD51	KG	THLG	IPD-REG	+0000000+00
DD53	KG	HAND	IPD-REG	+0000000+00
DD55	KG	ZEIN	IPD-REG	+0000000+00
DD57	KG	I	IPD-REG	+0000000+00
DD59	KG	P	IPD-REG	+0000000+00
DD61	KG	D	IPD-REG	+0000000+00
DD63	KG	XE	DIFF-GL	+0000000+00
DD65	KG	XA	DIFF-GL	+0000000+00
DD67	KG	TD	DIFF-GL	+1000000+01
DD69	KG	T1	DIFF-GL	+1000000+01
DD71	KG	OBXA	DIFF-GL	+1000000+05
DD73	KG	UBXA	DIFF-GL	-1000000+05
DW75	KM	STEB	DIFF-GL	00000000 00000000
DW76	KH	Speicherbereich der Altwerte		0000
DW104	KH			0000

Bild 7-22 DB "INTER" für die Reglerdaten

Die Daten des Fuzzy-Reglers werden über SIFLOC S5 eingegeben. Die Datenbausteine für die Zugehörigkeitsfunktionen DB 41, DB 42 und DB 43 werden automatisch generiert und auf das Automatisierungsgerät geladen. Die Regelbasis wird in dem Funktionsbaustein FB 49 und dem Datenbaustein DB 49 abgelegt.

### 7.6.6.2 Bausteine für die Streckensimulation

Die Daten der modularen Regelungsbausteine EINFGLAT und POLYGON werden im Strecken-Datenbaustein DB 10 (DB "INTER") hinterlegt.

organisatorische Daten DW 0...22

Schnittstellen- und Parameterbereich DW23...47

Altwerte DW48...59

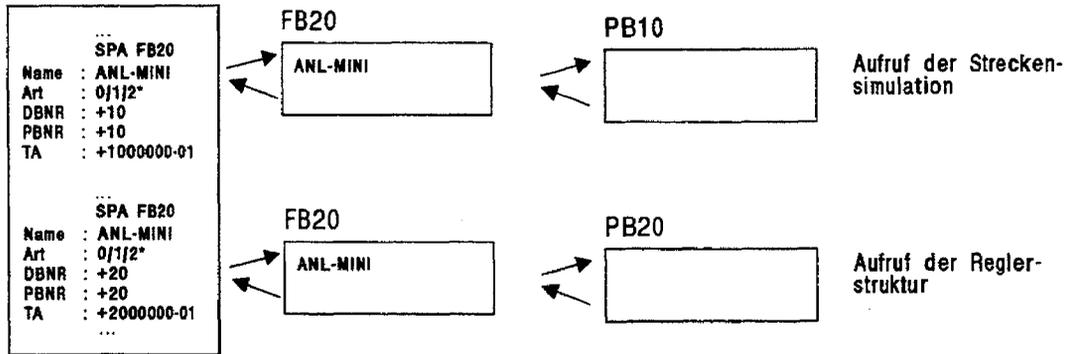
Datum	Format	Benennung	FB	Wert
DW0 ... DW15	KH	Systembereich		0000
DW16	KF	Offset der Altwerte		+48
DD17	KG	Vorbelegung 0		+0000000+00
DD19	KG	Vorbelegung 1		+0000000+00
DD21	KG	Schmiermerker		+0000000+00
DW23	KM	STEB	EINFGLAT1	00000000 00000000
DD24	KG	XE	EINFGLAT1	+0000000+00
DD26	KG	T1	EINFGLAT1	+5000000+00
DD28	KG	A(0)	EINFGLAT1	+0000000+00
DD30	KG	XA/XE	EINFGLAT1/EINFGLAT2	+0000000+00
DW32	KM	STEB	EINFGLAT2	00000000 00000000
DD33	KG	T1	EINFGLAT2	+3000000+00
DD35	KG	A(0)	EINFGLAT2	+0000000+00
DD37	KG	XA/XE	EINFGLAT2/POLYGON	+0000000+00
DD39	KG	XA/XE	POLYGON/EINFGLAT3	+0000000+00
DW41	KM	STEB	EINFGLAT3	00000000 00000000
DD42	KG	T1	EINFGLAT3	+1000000+00
DD44	KG	A(0)	EINFGLAT3	+0000000+00
DD46	KG	XA	EINFGLAT3	+0000000+00
DW48 ... DW59	KH	Speicherbereich der Altwerte		0000
	KH			0000

Bild 7-23 DB "INTER" für Streckendaten

### 7.6.7 Aufrufstruktur für Anlauf und Zyklusbetrieb - Vereinfachter Systemrahmen

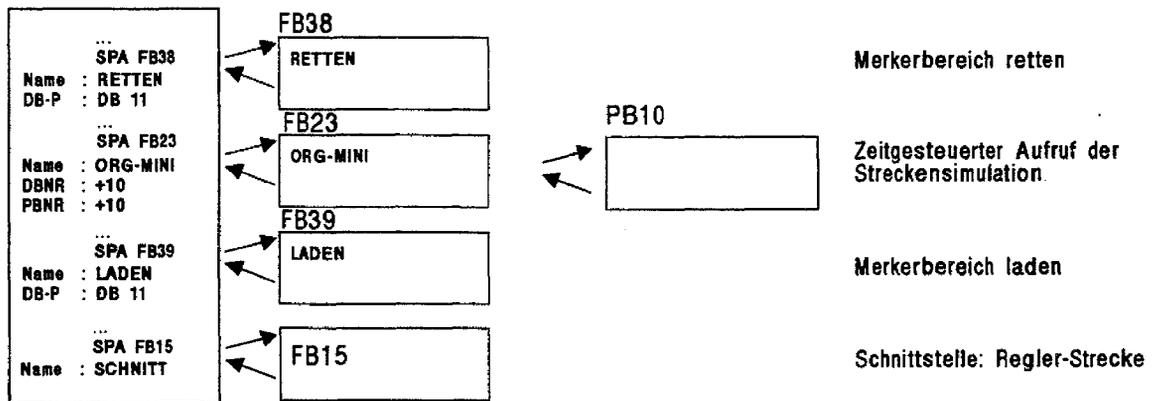
Der Aufruf der gesamten Regelung wird mit dem Vereinfachten Systemrahmen realisiert. Die Struktur ist in Bild 7-24 zu erkennen.

OB 20/21/22



\*: 0 für OB20 Neustart, 1 für OB21 Wiederanlauf manuell, 2 für OB22 Wiederanlauf nach Netzspannungsausfall

OB 10



OB 11

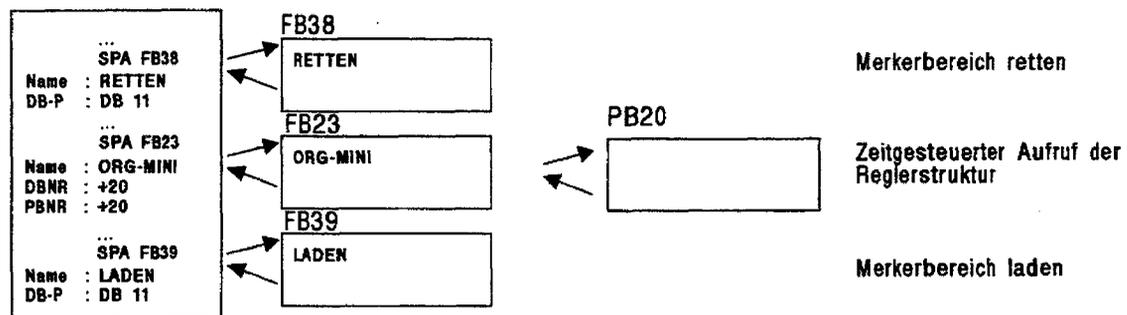


Bild 7-24 Aufrufstruktur

Die Strecke wird im 100ms-Zyklus bearbeitet, der Regler im 200ms-Zyklus. Die Abtastzeit wird im Anlaufbaustein FB 20 "ANL-MINI" eingegeben. Durch Angabe der Nummern von Programm-baustein für PB "ABTAST" und Datenbau stein für DB "INTER" ist der Systemrahmen vollständig parametrisiert.

Hinweis: Dieses Beispiel ist wegen der besseren Beobachtbarkeit mit SIFLOC S5 im 100ms-Zyklus realisiert. Der Vereinfachte Systemrahmen erlaubt auch die Verwendung schnellerer Ebenen, z.B. der 10ms-Ebene.

### 7.6.8 Inbetriebnahme

Zunächst wird der reine PID-Regler in Betrieb genommen. Die Reglerverstärkung wird auf konstant 0.4 gesetzt. Im Programmbaustein PB 20 wird die Übertragung des KP-Wertes unterbunden und auf konstant 0.4 gesetzt. Anschließend wird der Fuzzy-Regler hinzugeschaltet.

### 7.6.9 Simulationsergebnisse

Bild 7-25 zeigt jeweils den Verlauf von Sollwert und Regelgröße einmal mit und einmal ohne Fuzzy-Regelung. Beim Arbeiten des Fuzzy-Reglers haben sich die Einschwingzeiten der Regelgröße deutlich verkürzt. Auch tritt kein Überschwingen der Regelgröße mehr auf.

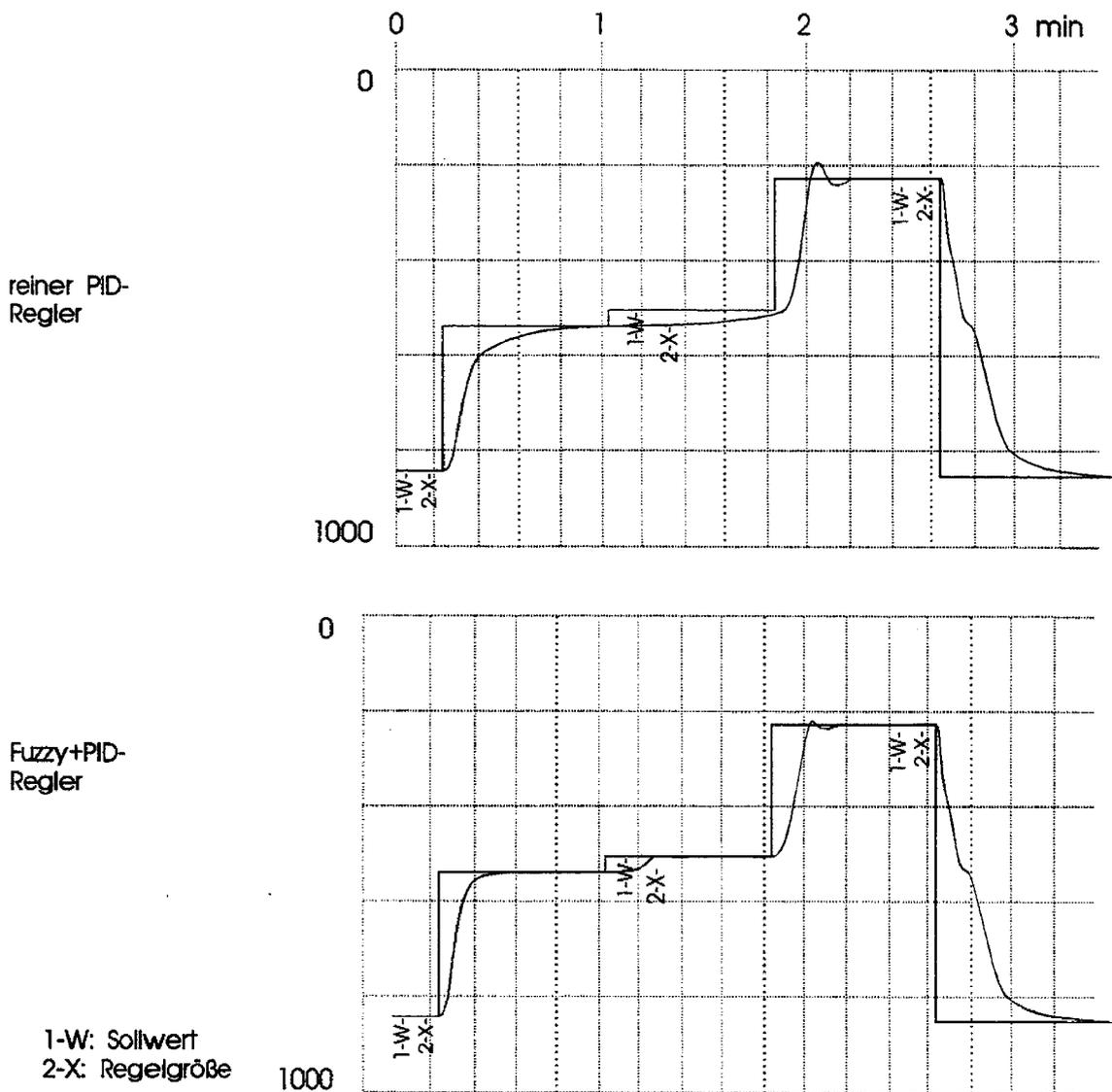


Bild 7-25 Simulationsergebnisse

## Stichwortverzeichnis

## A

ablösende Regelung .....	1-2
Abtastregler, digital .....	1-2
Abtastzeit .....	1-2, 3-6 ... 3-7, 5-3
adaptive Regelung .....	1-2
Additionsstelle	
FB 99 .....	5-31
AG-Kennung	
FB 63 .....	5-2
Alarmbene .....	5-1
Analogausgabe	
FB 79 .....	5-20
schnelle, FB 119 .....	5-53
Analogeingabe	
FB 78 .....	5-16
schnelle, FB 95 .....	5-23
Anlauf	
FB 63 .....	5-2
Anlauf-Mini	
FB 20 .....	5-4
Anlaufart	
FB 104 .....	5-34
FB 119 .....	5-54
FB 20 .....	5-4
Anlaufbetrieb .....	3-18
Anlaufroutine .....	3-5
Ausgangsgröße	
Regelwerk .....	4-3

## B

Bausteinlänge .....	6-1
Bausteinname .....	6-1
Bausteinnummer	
Funktionsbaustein .....	2-1
Bausteinübersicht .....	2-1 ... 2-2
Beispiel	
Einschleifige Regelung .....	7-1, 7-10
Fuzzy-Regelung .....	7-46
IPD-Regler .....	7-1
Mehrgrößenregelung .....	7-16
PID-Regler .....	7-10
Regelung mit PD-Anteil .....	7-30
Zustandsregelung .....	7-37
Beobachterstrukturen .....	1-2
Betriebsart	
"Bedienungseintrag" .....	5-9
Bibliotheksnummer .....	1-2

## C

CPU 922 .....	6-3
CPU 928 .....	6-3
CPU 928B .....	6-3
CPU 945 .....	6-3
CPU 946, 947 .....	6-3
CPU 948 .....	6-3

## D

Datei	
BSP135ST.S5D .....	1-3
FUZ135ST.S5D .....	1-3
FUZBSP.FUZ .....	7-46
FUZBSP.S5D .....	7-59
FUZBSPST.S5D .....	1-1, 7-46
REG115ST.S5D .....	1-1
REG135ST.S5D .....	1-1
REG155ST.S5D .....	1-1
REGBSPST.S5D .....	1-1
Datenbaustein	
Fuzzy-Regelung .....	4-4
Datenorganisation .....	3-6
DB "INTER" .....	3-6
Beispiel .....	3-12
Datenbereich .....	3-11
FB 20 .....	5-4
FB 63 .....	5-2
FB 69 .....	5-3
Länge .....	3-13
Nummer .....	3-9
organisatorische Daten .....	3-11, 3-17
Parameter .....	3-11
Schnittstelle .....	3-11
Struktur .....	3-11
DB "ODAT" .....	3-6
Abtastzeit .....	3-10
Beispiel .....	3-7
Eckdaten .....	3-6, 3-10
FB 63 .....	5-2
FB 69 .....	5-3
Länge .....	3-11
DDC-Regler .....	1-2
Defuzzifizierung	
FB 116 .....	5-82
Differenzglied	
FB 104 .....	5-33

## E

Einfachglättung	
FB 84 .....	5-21
Einschleifige Regelung	
Beispiel .....	7-1, 7-10
Extremwertauswahl	
FB 112 .....	5-37

<b>F</b>			
FB "ADDITION"	5-31	FB 98 Vergleichsstelle	5-30
FB "ANAS"	5-53	FB 99 Additionsstelle	5-31
FB "ANAU"	5-20	Festwertregelung	1-2
FB "ANEI"	5-16	Folgerregelung	1-2
FB "ANES"	5-23	Funktionsbaustein	
FB "ANL-MINI"	3-15, 5-4	Bausteinlänge	6-1
FB "ANLAUF"	3-5, 3-15, 5-2 ... 5-3	Bausteinname	6-1
FB "BCD-AUSG"	5-35	Bausteinnummer	2-1
FB "DIFF-GL"	5-33	Bibliotheksnummer	1-2
FB "EINFGLAT"	5-21	Kurzbeschreibung	2-1
FB "EXTRAUSW"	5-37	Fuzzifizierung	
FB "FUZ:DFUZ"	5-82	FB 113	5-80
FB "FUZ:FUZ"	5-80	Fuzzy-Applikationsbaustein	4-4
FB "GLAETTEN"	5-8	Fuzzy-Regelung	1-3
FB "GRENZSIG"	5-39	Beispiel	7-46
FB "I-GLIED"	5-73	Datenbaustein	4-4
FB "IMP-AUSG"	5-67	Laufzeitberechnung	6-13
FB "IPD-REG"	5-56	Parameter	4-4
FB "K-AUSW"	5-41	Prinzip	4-1
FB "KOEFFIZ"	5-71	Speicherplatzberechnung	6-14
FB "LADEN"	5-1	Fuzzy-Regelwerksbaustein	4-5
FB "MATHE"	5-6	Fuzzy-Regler	
FB "ORG-MINI"	3-14 ... 3-15, 5-5	Parametrierung	4-5
FB "ORGAN"	3-5, 3-15, 5-3		
FB "PID-REG"	5-11	<b>G</b>	
FB "POLYGON"	5-41	Glättungsglied	
FB "RETTEN"	5-1	FB 61	5-8
FB "SOSTELL"	5-26	Grenzsignalglied	
FB "TOTZEIT"	5-76	FB 114	5-38
FB "TOTZONE"	5-54	<b>H</b>	
FB "VERGLEI"	5-30	Haltepunkt	
FB "ZEITMWT"	5-78	FB 118	5-47
FB "ZEITPLAN"	5-44	<b>I</b>	
FB 104 Differenzierglied	5-33	Impulsausgabe	3-3
FB 111 Soliwertausgaben für BCD-Anzeigen	5-35	FB 177	5-66
FB 112 Extremwertauswahl	5-37	Integrationsglied	
FB 113 Fuzzifizierung	5-80	FB 179	5-73
FB 114 Grenzsignalglied	5-39	IPD-Regler	
FB 115 2-Kanal-Auswahl	5-41	Beispiel	5-62, 7-1
FB 116 Defuzzifizierung	5-82	FB 176	5-56
FB 117 Polygonzug	5-41	<b>K</b>	
FB 118 Zeitplangeber	5-44	Kanal-Auswahl	
FB 119 Schnelle Analogausgabe	5-53	2-Kanal, FB 115	5-40
FB 14 Mathematischer Baustein	5-6	Kaskadenregelung	1-2
FB 174 Totzone	5-54	Kennlinien	
FB 176 IPD-Regler	5-56	Meßwertaufnehmer für Temperaturen	6-4
FB 177 Impulsausgabe	5-67	Koeffizientenglied	
FB 178 Koeffizientenglied	5-71	FB 178	5-71
FB 179 Integrationsglied	5-73	<b>L</b>	
FB 188 Totzeitglied	5-76	Laufzeitberechnung	6-11, 6-13
FB 189 Zeitlicher Mittelwert	5-78	Laufzeiten	
FB 20 Anlauf-Mini	5-4	CPU 922	6-3
FB 23 Organisation-Mini	5-5	CPU 928	6-3
FB 38 Merkerbereich retten	5-1	CPU 928B	6-3
FB 39 Merkerbereich laden	5-1	CPU 946/947	6-3
FB 61 Glättungsglied	5-8	CPU 948	6-3
FB 62 PID-Regler	5-11		
FB 63 Anlauf	5-2		
FB 69 Organisation	5-3		
FB 78 Analogeingabe	5-16		
FB 79 Analogausgabe	5-20		
FB 84 Einfachglättung	5-21		
FB 95 Schnelle Analogeingabe	5-23		
FB 96 Soliwertsteller	5-26		

**M**

Mathematischer Baustein	
FB 14 .....	5-6
Maximalwert-Funktion .....	4-2
Mehrgrößenregelung	
Beispiel .....	7-16
Merkerbereich .....	3-17
laden, FB 39 .....	5-1
retten, FB 38 .....	5-1
Merkerschmierbereich .....	5-1
Meßwertaufnehmer für Temperaturen	
Kennlinien .....	6-4
Mindestimpulsdauer .....	3-3
Minimalwert-Funktion .....	4-2
Mittelwert	
zeitlicher, FB 189 .....	5-78
Modulare Regelung .....	1-1, 3-1
Aktualparameter .....	3-1
Anlaufbetrieb .....	3-18
Aufrufstruktur .....	3-5
Bedienarten .....	3-18
Datenstruktur .....	3-6
Funktionsbaustein .....	3-1
interner Rechenwert .....	3-2
Laufzeitberechnung .....	6-11
Prinzip .....	3-1
Schnittstelle .....	3-1
Speicherplatzberechnung .....	6-12
Systemrahmen .....	3-3
Vergangenheitswert .....	3-2
Zeittaktverteilung .....	3-6

**O**

OB 20 Neustart .....	5-2
OB 21 Wiederanlauf manuell .....	5-2
OB 22 Wiederanlauf nach Netzausfall .....	5-2
Organisation	
FB 69 .....	5-3
Organisations-Mini	
FB 23 .....	5-5
Organisatorische Daten	
DB "INTER" .....	3-15

**P**

Pade-Näherung .....	5-8
Parametrierung	
Fuzzy-Regler .....	4-5
PB "100ms" .....	3-3
FB 63 .....	5-2
FB 69 .....	5-3
PB "ABTAST" .....	3-3, 5-4
FB 20 .....	5-4
FB 63 .....	5-2
FB 69 .....	5-3
PID-Regler .....	1-1
Beispiel .....	7-10
FB 62 .....	5-11
Platin-Widerstandsthermometer .....	6-4
Polygonzug	
FB 117 .....	5-41
Programmbaustein .....	3-3
Programmbausteinnummer .....	3-4
Programmstruktur	
vereinfachter Systemrahmen .....	3-14

**R**

Regelbetriebsart	
FB 176 .....	5-59
Regelkreis .....	3-4
Abtastzeit .....	3-10
Adresse des letzten R. ....	3-10
Bedienungseintrag .....	3-10
Beispiel .....	3-8
DB "INTER" .....	3-9
DB "ODAT" .....	3-10
Eckdaten .....	3-7
Funktionsbaustein-Aufruf .....	4-3
Verschiebezeit .....	3-7, 3-10
Zeitkonstante .....	1-2
Zeitaktnummer .....	3-7
Regelung	
modular .....	3-1
Prinzip .....	4-1 ... 4-2
Regelung mit PD-Anteil	
Beispiel .....	7-30
Regelungsart .....	1-2
adaptive Regelung .....	1-2
Beobachterstrukturen .....	1-2
Festwertregelung .....	1-2
Folgeregelung .....	1-2
Kaskadenregelung .....	1-2
Verhältnisregelung .....	1-2
Regelungsbaustein .....	3-3
Parametrierung (Beispiel) .....	7-8
Regelungsprogramm	
alarmgesteuerte Unterbrechung .....	3-5
zeitgesteuert .....	5-1
Reglerparameter .....	3-1

**S**

Schnelle Analogeingabe	
FB 95 .....	5-23
SIFLOC S5 .....	1-3, 4-5, 7-46
Softwersteller	
FB 96 .....	5-26
Softwertausgabe	
für BCD, FB 111 .....	5-35
Softwersteller	
FB 96 .....	5-26
Speicherplatz .....	3-3
Speicherplatzberechnung .....	6-12, 6-14
Standard-Funktionsbaustein .....	1-2, 3-3, 3-5
Streckenmodell .....	7-46
Systemrahmen	
Abtastzeit .....	3-6
AG-Zustand .....	3-3
Aufrufstruktur .....	3-5
Modulare Regelung .....	3-3
Programmbaustein .....	3-3
Regelungsbaustein .....	3-3
Standard-Funktionsbaustein .....	3-3
vereinfachter S. ....	1-2, 3-14
Zeittaktverteilung .....	3-6

**T**

<b>Thermoelement</b>	
Eisen-Konstantan .....	6-6
Kupfer-Konstantan .....	6-5
Nickel-Chrom-Nickel .....	6-7
Platin-10% Rhodium/Platin .....	6-9
<b>Totzeitglied</b>	
FB 188 .....	5-76
<b>Totzone</b>	
FB 174 .....	5-54
FB 176 .....	5-58

**U**

USTACK .....	5-2
--------------	-----

**V**

<b>Vereinfachter Systemrahmen</b> .....	3-14
Programmstruktur .....	3-14
<b>Vergangenheitswert</b> .....	3-2
Startadresse .....	3-13
<b>Vergleichstelle</b>	
FB 98 .....	5-30
<b>Verhältnisregelung</b> .....	1-2
<b>Verschiebezeit</b> .....	3-7

**W**

Wahrheitswert .....	4-2
---------------------	-----

**Z**

<b>Zeitkonstante</b>	
Regelkreis .....	1-2
<b>Zeitlicher Mittelwert</b>	
FB 189 .....	5-78
<b>Zeitplangeber</b>	
FB 118 .....	5-44
<b>Zeittaktnummer</b> .....	3-7
<b>Zeittaktverteilung</b> .....	3-6
<b>Zeittaktverteilungssystem</b> .....	3-7
<b>Zugehörigkeitsfunktion</b> .....	4-1
<b>Zustandsregelung</b>	
Beispiel .....	7-37