

# FG - Gerampte Geräte mit Funktionsgenerator in SIS und ESR

Gerätemodell und Softwareentwurf

P. Kainberger

*Dieses Papier enthält die Beschreibung des Gerätemodells „FG - Gerampte Geräte mit Funktionsgenerator in SIS und ESR“ und den Entwurf der Gerätesoftware für dieses Gerät.*

<b>Änderungsprotokoll</b>			
Datum	GM-Version	Name	Kommentar
09. Mar 91	MR_06	P. Kainberger	Beginn der Erstellung
03. May 91	MR_06	P. Kainberger	erste verbindliche Version
15. May 91	MR_06	P. Kainberger	diverse Korrekturen
12. Dec 91	MR_07	P. Kainberger	Minimalwerte für HF geändert
23. Jul 92	MR_08	P. Kainberger	Amplitudensprung für Bunch-Rotation ergänzt
18. Aug 92	MR_08	P. Kainberger	Gerätekonstanten für HF geändert
21. Oct 92	MR_09	P. Kainberger	Überarbeitung des DC-Betriebs
24. Nov 92	MR_09	P. Kainberger	Überarbeitung der RESET-Behandlung
07. Jan 93	MR_10	P. Kainberger	Length für jeden Rampenabschnitt extra Property RAMPVALS ergänzt
03. Jan 94	MR_11	P. Kainberger	Erweiterung auf 16 Rampenabschnitte Ergänzungen für Cooler-Geräte
15. Apr 94	MR_11	P. Kainberger	Erweiterung um Variante 11 (HLI-Komponenten)
22. Jul 94	MR_11	P. Kainberger	Änderung check.count von 10s auf 500ms
20. Nov 98	FG_01	P. Kainberger	Übernahme von MR und Überarbeitung
15. Jan 98	FG_01	P. Kainberger	Fertigstellung der Überarbeitung
Mai 00	–	M. Kühn	Überarbeitete und erweiterte T <sub>E</sub> X-Version, die sowohl in PostScript als auch in HTML konvertiert werden kann.
18. Mai 01	FGxx_02	P. Kainberger	Erweiterung um Knockout-Extraktion
03. Sep 01	FG_02	P. Kainberger	Erweiterung um DDSEXP-Property
27. Sep 01	FG_02	P. Kainberger	Erweiterung um KOPARA-Property
04. Jun 02	FG_03	P. Kainberger	Erweiterung um KOMODE-Property

# Inhaltsverzeichnis

<b>I</b>	<b>Das Gerätemodell</b>	<b>5</b>
<b>1</b>	<b>Die Aufgabe des Gerätes</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Die Hardware des Gerätes</b>	<b>5</b>
2.1	Gerätevarianten . . . . .	5
<b>3</b>	<b>Die Schnittstelle zum Gerät</b>	<b>6</b>
3.1	Der Funktionsgenerator . . . . .	6
3.1.1	Eigenschaften . . . . .	6
3.1.2	Register . . . . .	6
3.1.3	SW3-Normal-Mode . . . . .	9
3.1.4	SW3-Shift-Mode . . . . .	9
3.1.5	Interpolations-Mode . . . . .	9
3.1.6	Master/Slave-Betrieb . . . . .	10
3.1.7	Broadcast-Mode . . . . .	11
3.2	Die SPS der AEG-Netzgeräte . . . . .	11
3.3	Funktionscodes der Interfacekarte . . . . .	13
3.4	Interlock Interrupt . . . . .	15
3.5	Data Request (DRQ) Interrupts . . . . .	15
3.6	Data Ready (DRD) Interrupts . . . . .	15
3.7	Umfang eines logischen Gerätes . . . . .	16
3.8	Definition der Bits des Hardwarestatus . . . . .	16
3.9	Konfigurationsabfrage . . . . .	20
<b>4</b>	<b>Die Bedienung des Gerätes</b>	<b>20</b>
4.1	Aufgaben im Normalbetrieb . . . . .	20
4.1.1	Knockout-Extraktion . . . . .	20
4.1.2	Amplitudensprung (Bunch-Rotation) . . . . .	21
4.1.3	Einschalten . . . . .	21
4.1.4	Ausschalten . . . . .	21
4.1.5	DC-Betrieb . . . . .	21
4.2	Genauigkeitsanforderungen . . . . .	21
4.3	Zeitkritische Anforderungen . . . . .	22
4.4	Einordnung in das Timing . . . . .	22
4.5	Festlegung von Startwerten . . . . .	22
4.5.1	Kaltstarts . . . . .	22
4.5.2	Warmstarts . . . . .	24
4.6	Handbetrieb . . . . .	24
4.7	Ableitung des Hardwarefehler-Bits aus dem Gerätestatus . . . . .	24
4.8	Verhalten bei Störungen . . . . .	25
4.8.1	Geräteinterlock . . . . .	25
4.8.2	Event-Sequenzfehler . . . . .	25
4.8.3	Event-Overrun . . . . .	25
4.8.4	Ausfall der Kommunikation EC – Gerät . . . . .	25
4.9	Bedienungsfehler vom Operating . . . . .	25

<b>5</b>	<b>Die Repräsentation des Gerätes</b>	<b>25</b>
5.1	Kennzeichnung des Gerätemodells	26
5.2	Die Master-Properties	27
5.2.1	POWER	27
5.2.2	STATUS	27
5.2.3	INIT	28
5.2.4	RESET	28
5.2.5	VERSION	28
5.2.6	INFOSTAT	28
5.2.7	CONSTANT	30
5.2.8	DIAGNOSE	30
5.2.9	DCVALUES	31
5.2.10	DCVALUEI	32
5.2.11	SIS18	32
5.2.12	INVERTER	32
5.2.13	INITLEV	33
5.2.14	DCMODE	33
5.2.15	KOMODE	33
5.3	Die Slave-Properties	34
5.3.1	ACTIV	34
5.3.2	EQMERROR	34
5.3.3	COPYSET	35
5.3.4	BROTAMPL	35
5.3.5	RAMPINFO	35
5.3.6	RAMPVALS	36
5.3.7	RAMPVALI	38
5.3.8	DDSEXP	38
5.3.9	KOPARA	39
<b>II</b>	<b>Der Entwurf der Software</b>	<b>41</b>
<b>6</b>	<b>Softwareentwurf</b>	<b>41</b>
6.1	Variationen eines Gerätemodells	41
<b>7</b>	<b>Lokale Datenbasis</b>	<b>42</b>
7.1	Tabelle der Konstanten	42
<b>8</b>	<b>Dualport RAM</b>	<b>42</b>
<b>9</b>	<b>USRs - User Service Routinen</b>	<b>43</b>
9.1	Obligatorische USRs	43
9.1.1	N_Init	43
9.1.2	N_Reset	43
9.1.3	R_Status	43
9.1.4	R_Power	43
9.1.5	W_Power	43
9.1.6	R_Active	43
9.1.7	W_Active	43
9.1.8	W_CopySet	43
9.1.9	R_EQMErr	43
9.1.10	R_Version	43
9.1.11	R_InfoStat	43

9.2	Gerätespezifische USRs	43
9.2.1	R_Constant	43
9.2.2	R_InitLev	43
9.2.3	W_InitLev	43
9.2.4	R_SIS18	43
9.2.5	W_SIS18	43
9.2.6	W_Inverter	43
9.2.7	R_Inverter	43
9.2.8	W_DCValueS	44
9.2.9	R_DCValueS	44
9.2.10	R_DCValueI	44
9.2.11	R_Diagnose	44
9.2.12	W_DCMode	44
9.2.13	R_DCMode	44
9.2.14	W_BrotAmpl	44
9.2.15	R_BrotAmpl	44
9.2.16	R_RampInfo	44
9.2.17	W_RampValS	44
9.2.18	R_RampValS	44
9.2.19	R_RampValI	44
9.3	Globale Routinen	45
<b>10</b>	<b>EQMs - Equipment Module</b>	<b>45</b>
10.1	Interne Zustände	45
10.1.1	Standard-Zustandsübergänge	45
10.2	Eventkonnectierte EQMs	46
10.2.1	Prep_Ramp_EQM	46
10.2.2	End_EQM	46
10.2.3	Synch_EQM	47
10.2.4	AmplStep_EQM	47
10.3	Periodisch konnectierte EQMs	47
10.3.1	CheckPower_EQM	47
10.3.2	CheckSIS_18_EQM	47
10.3.3	Check_local_EQM	48
10.3.4	CheckInverter_EQM	48
10.3.5	Update_Config_EQM	48
10.4	An externe Interrupts konnectierte EQMs	48
10.4.1	Interlock_EQM	48
10.4.2	DRD_EQM	48
10.4.3	DRQ_EQM	48
10.5	Kommandogetriggerte EQMs	48
10.5.1	Dev_Init_EQM	48
10.5.2	Dev_Reset_EQM	49
10.5.3	Status_EQM	49
10.5.4	Active_EQM	49
10.5.5	Power_EQM	49
10.5.6	SIS_18_EQM	49
10.5.7	Inverter_EQM	49
10.5.8	DCValueS_EQM	49
10.5.9	DCValueI_EQM	49
10.5.10	Get_Diagnose_EQM	49
10.5.11	Read_Current_EQM	49

10.5.12	Set_Ramp_EQM . . . . .	49
10.6	EQMs für die Diagnose vor Ort . . . . .	50
10.6.1	Display_DPR_EQM . . . . .	50
10.6.2	Display_DevErr_EQM . . . . .	50
10.6.3	Display_Diagnose_EQM . . . . .	50
10.7	Sonstige EQMs . . . . .	50
10.7.1	Startup_EQM . . . . .	50
10.8	Globale Routinen . . . . .	50
10.8.1	Read_and_Update_Status . . . . .	50
10.8.2	Switch_SIS_18 . . . . .	50
10.8.3	Set_InternalState . . . . .	51
10.8.4	Terminate_Cycle . . . . .	51
10.8.5	Check_IFB_Intr . . . . .	51
10.8.6	power_on . . . . .	51
10.8.7	power_off . . . . .	51
10.8.8	Initialise_Diagnose . . . . .	51
<b>11</b>	<b>Varianten</b>	<b>51</b>
<b>12</b>	<b>Besonderheiten, die von der Standard-Geräte-Behandlung abweichen</b>	<b>52</b>
<b>Index</b>		<b>55</b>

## Abbildungsverzeichnis

1	Umsetzung der intern verwendeten 32 Bit auf 24 Bit am Sollwertausgang . . . . .	7
2	Wertigkeit des Sollwert-3 im <i>Normalmode</i> . . . . .	9
3	Wertigkeit des Sollwert-3 im <i>Shiftmode</i> . . . . .	9
4	Veranschaulichung des Interpolations-Mode . . . . .	10

## Teil I

# Das Gerätemodell

## 1 Die Aufgabe des Gerätes

In einem Synchrotron müssen Magnetfelder und Beschleunigungs-Frequenz mit wachsender Energie der beschleunigten Teilchen zeitsynchron verstellt werden. Dazu benötigt man quasi stufenlos verstellbare (rampbare) Geräte. Dabei muß zwischen *viel Geräte mit wenig Stützpunkten* (z.B. Polflächenwindungen im ESR) und *wenig Geräten (bis zu 6) mit viel Stützpunkten*, verschiedenen Timingsystemen (SIS und ESR) und einzelnen Spezialgeräten (AEG, S02KQ1E, Cooler) unterschieden werden.

Folgende Geräte werden in SIS und ESR gerampt betrieben:

- Netzgeräte der Firma AEG
- Netzgeräte der Firma Jäger
- Netzgeräte der Firma Foeldi
- HF-Anlagen
- Hochspannungsnetzgeräte am Elektronenkühler

## 2 Die Hardware des Gerätes

Gerampte Netzgeräte lassen sich grundlegend in zwei Gruppen einteilen, nämlich AEG-Netzgeräte und andere. Wobei der Hauptunterschied darin besteht, daß AEG-Netzgeräte mit 2 Sollwerten versorgt werden müssen, nämlich dem eigentlichen Stromsollwert und dem dazugehörigen Spannungssollwert. Demzufolge werden AEG-Netzgeräte mit 2 Funktionsgeneratoren gesteuert. Alle anderen Netzgeräte und die HF benötigen dagegen nur 1 Sollwert und damit auch nur 1 Funktionsgenerator.

Für eine detailliertere Gerätebeschreibung, sei hier auf die im Abschnitt 3.1 auf Seite 6 aufgeführten Schriftstücke von Herrn R. Steiner verwiesen.

Aus Sicht des Kontrollsystems bestehen gerampte Netzgeräte im Wesentlichen aus ein paar Steuerleitungen, 24 Status-Bits, 1 bis 2 Funktionsgeneratoren und einigen sehr individuellen Eigenheiten (z.B. Grenzwerte, Timinganforderungen, Datenaufkommen, Genauigkeiten, 1 oder 2 Istwerte, ...). All diese Unterschiede lassen sich aber mit einer einzigen einheitlichen Software, durch Generierung verschiedener Varianten, die diesen Eigenheiten Rechnung tragen, unter einen Hut bringen.

### 2.1 Gerätevarianten

Folgende Gerätevarianten werden als gerampte Geräte eingesetzt:

**im SIS:** von AEG: 1 Dipolgerät, 4 Quadrupol-Speisungen u. 1 Triplettgerät  
andere Hersteller: 12 Sextupole, 12 horizontale Korrekturspulen, 12 vertikale Steerer, 3 Sollbahnstörungen für Extraktion u. 4 für Reinjektion

**im ESR:** von AEG: 1 Dipolgerät, 2 Geräte für lange Quadrupole, 8 für kurze Quadrupole  
andere Hersteller: 12 Sextupole, 12 Endblockspulen, vertikale Steerer, 23 Polflächenwindungen, . . .

**weitere gerampte Geräte:** HF (in SIS u. ESR): Amplitudensteuerung, Frequenzsteuerung, Phasensteuerung, Phasendifferenz (Kavität 2 - Kavität 1), Radiallage Strahl, Hochspannungsnetzgeräte des Elektronenkühlers,...

## 3 Die Schnittstelle zum Gerät

Für die Steuerung von gerampten Netzgeräten werden als wesentliche Hardware-Komponenten Standard-Interfacekarten mit Funktionsgeneratoren als Piggy-Back benutzt. Bei manchen Netzgeräten ist noch eine zusätzliche Anpassungskarte (mit eigenem ADC und DAC, Status-Multiplexer,...) nötig. Die AEG-Netzgeräte sind zusätzlich mit einer SPS (Speicher-Programmierbare-Steuerung) ausgerüstet, die Aufgaben der Geräte-Überwachung übernimmt und für Schaltvorgänge (EIN/AUS,...) benutzt wird.

Einige Hochspannungsnetzgeräte des Elektronenkühlers haben neben dem Strom- auch noch einen Spannungswert.

### 3.1 Der Funktionsgenerator

Der Funktionsgenerator ist ein digitales Addierwerk mit folgenden wesentlichen Eigenschaften:

#### 3.1.1 Eigenschaften

- 24-Bit digitaler Sollwert-Ausgang (intern 32-Bit)
- Genauigkeit wählbar zwischen 24-Bit (SW3-Normal-Mode) und 20-Bit (SW3-Shift-Mode).
- 16...2048 kHz Interpolationsfrequenz
- 256...32767 Interpolationsschritte
- Interpolationsfrequenz extern einspeisbar
- Interpolationsmodus ein-/aus-schaltbar.
- synchroner Start der FGs per *Start*-Funktionscode (Broadcast-Betrieb) oder externem *Gate* (Master/Slave-Betrieb).

#### 3.1.2 Register

Über folgende Register kann der Funktionsgenerator gesteuert und kontrolliert werden:

##### **Sollwert-1 und -2** (Funktionscode $06_{Hex}$ und $07_{Hex}$ )

Die Sollwerte 1 (SW1) und 2 (SW2) werden in das Rechenwerk des Funktionsgenerators geladen (s. Abb. 3.1.2) und unmittelbar am Sollwertausgang für das Gerät bereitgestellt. Mit dem Empfang von SW1 oder SW2 schaltet der FG in den Interfacekartenmode und beendet damit eine laufende Rampe.

##### **Sollwert-3** (Funktionscode $08_{Hex}$ )

Der Sollwert-3 (Steigungssollwert) wird dem gewünschten Modus entsprechend in den Summand des Rechenwerks geladen und das Vorzeichenbit übertragen (s. Abb. 3.1.3 und 3.1.4). Dabei ist folgendes zu berücksichtigen:

- Das Rechenwerk rechnet nur im 1er-Komplement. Negative Steigungssollwerte müssen aus dem 2er-Komplement der SE in das 1er-Komplement des FG umgerechnet werden (1 subtrahieren).



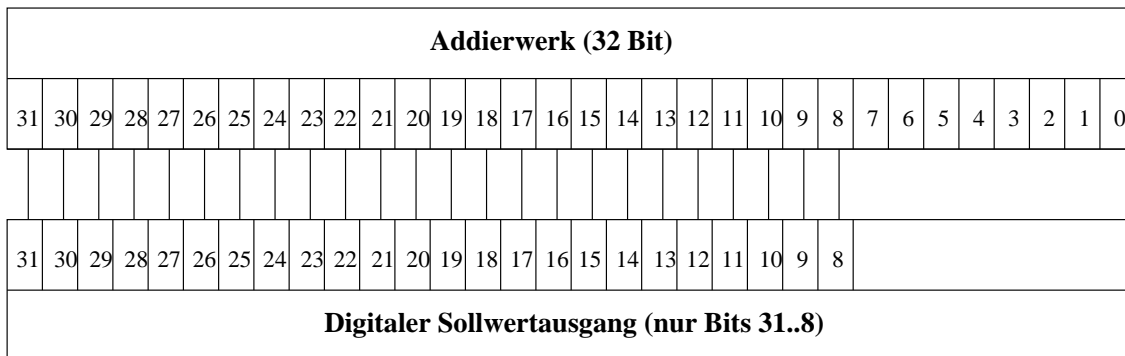


Abbildung 1: Umsetzung der intern verwendeten 32 Bit auf 24 Bit am Sollwertausgang

- Wird der FG als *Master* betrieben und nicht per Funktionscode **FGStart** gestartet, dann geht der FG mit Empfang von SW3 in den Rampen-Mode und fordert sofort per DRQ-Interrupt von der SE den nächsten SW3 an.
- Während der Abarbeitung einer Rampe fordert der FG am Ende eines Stützpunktes per DRQ-Interrupt den nächsten SW3 an. Dieser SW3 muß von der SE an den FG geliefert werden noch bevor die laufende Interpolation abgeschlossen ist, sonst bleibt der FG mit einem *SW3-Timeout*-Fehler stehen.

**Sollwert-4** (Funktionscode 09<sub>Hex</sub>)

Der Sollwert-4 legt die Betriebsparameter des Funktionsgenerators fest. Er kann nur im Interfacekartenmode (also nicht während einer Rampe) geändert werden.

Bit	Beschreibung	Wert	
0...2	Anzahl Interpolationen	256...32k	
		0	32k
		1	16k
		2	8k
		3	4k
		4	2k
		5	1k
		6	512
3...5	Addier-Frequenz	16...2048 kHz	
		0	16 kHz
		1	32 kHz
		2	64 kHz
		3	128 kHz
		4	256 kHz
		5	512 kHz
		6	1024 kHz
6	Master/Slave	0: Master, 1: Slave	
		7	Frequenz intern/extern
8...15	nicht benutzt	0: Intern, 1: Extern	

Mit Status-1 lesen kann der SW4 kontrolliert werden. Aus der Kombination zwischen Stützpunkt-Anzahl und Addier-Frequenz ergibt sich die Zeit, die der Funktionsgenerator für die Interpolation zwischen 2 Stützpunkten benötigt.

Beispiel:

1024 Interpolationen mit 1024 kHz Addier-Frequenz = 1 ms Stützpunkt-Abstand

**Sollwert-5** (Funktionscode  $0A_{Hex}$ )

Der Sollwert-5 legt spezielle Betriebsarten des Funktionsgenerators fest, die „normalerweise“ nur von der Gerätekonfiguration abhängen und nicht von Zyklus zu Zyklus geändert werden.

Bit	Beschreibung	Wert
0	Interpolation	0: ein, 1: aus
1	SW3-shift-Mode	0: aus, 1: ein
2	Broadcast-Mode	0: aus, 1: ein
3...15	nicht benutzt	

**FG-Start** (Funktionscode  $20_{Hex}$ )

Mit der Funktion **FG-Start** wird der Funktionsgenerator im *Broadcast-Mode* gestartet (natürlich nur, wenn im SW5 der *Broadcast-Mode* eingeschaltet ist).

**Status-1** (Funktionscode  $91_{Hex}$ )

Mit dem Status-1 könne alle wichtigen Signale und Einstellungen des Funktionsgenerators kontrolliert werden.

0...6	??? aktueller SW4 ???	
7	0	Kein SW-3-Shift-Mode
	1	SW-3-Shift-Mode aktiv
8	0	Kein Timeout
	1	SW-3-Timeout
9	0	Kein interner Fehler
	1	Interner Fehler
10	0	Interfacekartenmode
	1	Rampenmode
11	0	Start mit SW3 (wenn Master)
	1	Broadcast-Start mit Funktionscode <b>FGStart</b>
12	0	Interpolationsmode ist ein
	1	Interpolationsmode ist aus
13	0	Externe Frequenz fehlt
	1	Externe Frequenz ist aktiv und wird empfangen
14	0	Gate-In ist aktiv
	1	Gate-In ist nicht aktiv
15	0	Gate-Out ist nicht aktiv oder kein Funktionscode <b>FGStart</b> empfangen
	1	Gate-Out ist aktiv oder Funktionscode <b>FGStart</b> empfangen

Die Fehlerbits 8 und 9 werden durch Lesen von Status-1 gelöscht.

**Status-2** (Funktionscode  $92_{Hex}$ )

Die Bits 7...15 des Status-2 sind identisch mit denen von Status-1 jedoch werden die Fehlerbits 8 und 9 durch Lesen von Status-2 **nicht** gelöscht. In den Bits 0...6 von Status-2 wird die Versionsnummer des Funktionsgenerators übertragen. Die aktuelle Version (Januar 1999) lautet 08.

**3.1.3 SW3–Normal–Mode**

Abbildung 3.1.3 zeigt die Bewertung des Sollwert-3 (Steigungssollwert) im Summand des Addierwerks im *Normalmode*.

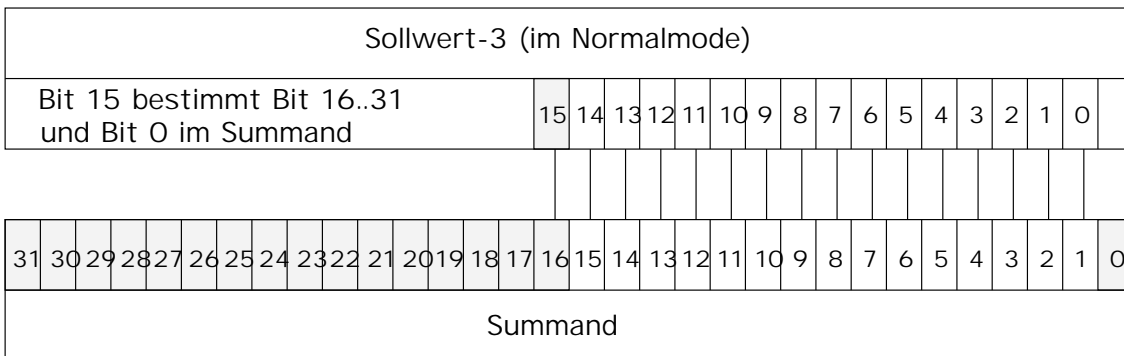


Abbildung 2: Wertigkeit des Sollwert-3 im *Normalmode*

**3.1.4 SW3–Shift–Mode**

Abbildung 3.1.4 zeigt die Bewertung des Sollwert-3 (Steigungssollwert) im Summand des Addierwerks im *Shift-Mode*. Im *Sw3-Shift-mode* kann der FG also 16 mal schneller von 0 auf Full-scale fahren als im *Normalmode*. Bei einigen Geräten (z. B. HF-Amplitude) wird der damit verbundene Verlust an Genauigkeit zugunsten höherer Geschwindigkeit in Kauf genommen.

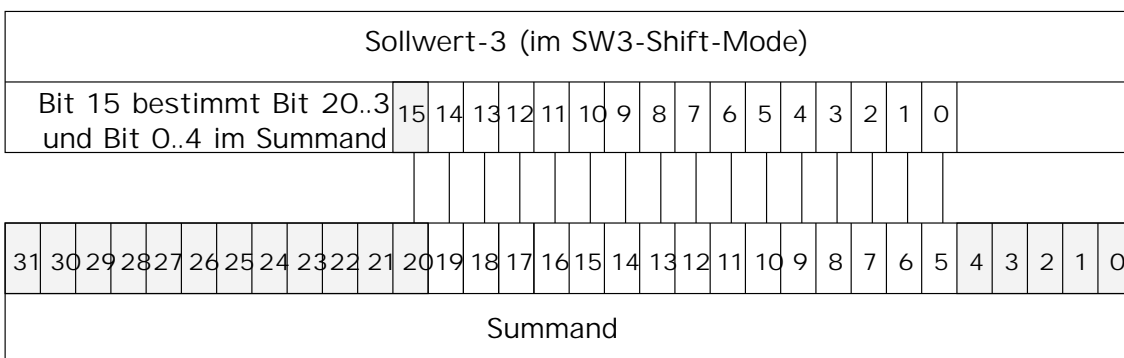


Abbildung 3: Wertigkeit des Sollwert-3 im *Shiftmode*

**3.1.5 Interpolations–Mode**

Im Interpolationsmode wird das Ergebnis der Addition

$$\text{Addierwerk} = \text{Addierwerk} + \text{Summand}$$

nach jedem Interpolationsschritt unmittelbar zum Sollwertausgang übertragen. Ist der Interpolationsmode ausgeschaltet wird nur das Ergebnis des letzten Interpolationsschrittes zum Sollwertausgang übertragen. Dadurch entsteht am Sollwertausgang eine Stufenfunktion.

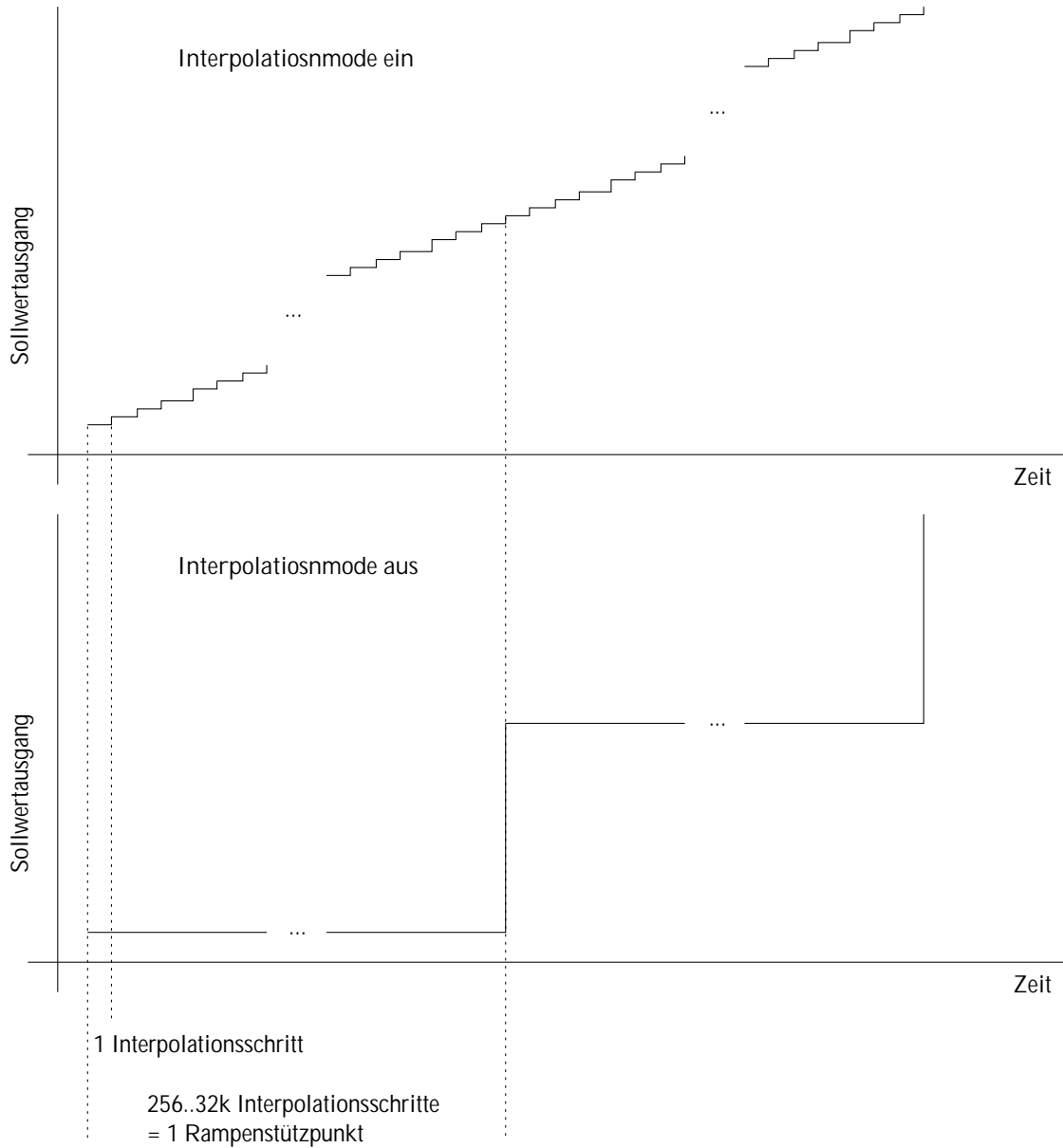


Abbildung 4: Veranschaulichung des Interpolations-Mode

### 3.1.6 Master/Slave-Betrieb

Jeder Funktionsgenerator hat einen GATE-Ausgang und einen GATE-Eingang. Der Ausgang wird high, solange eine Funktion erzeugt wird, d.h. solange das Addierwerk des FG arbeitet. Erklärt man einen FG zum Master und setzt die übrigen (die Slaves) bei der Vorbereitung auf

den Betriebsmodus „Externes Gate“, so kann man alle FGs synchron starten. Die Slaves starten ihre Funktion erst dann, wenn ihr GATE-Eingang high gesteuert wird. Verbindet man den GATE-Ausgang des Masters mit dem GATE-Eingang des ersten Slaves, den Ausgang des ersten Slaves mit dem Eingang des zweiten und so weiter, so entsteht eine Folgesteuerung, und alle Slaves starten gleichzeitig mit dem Master.

Daraus wird aber klar, daß die Slaves früher als der Master mit den Daten versorgt werden müssen, denn wenn sie vom Master gestartet werden, müssen sie bereits wissen, was sie zu tun haben.

Es ist auch vorstellbar, alle FGs als *Slaves* zu betreiben und das *Gate* für alle FGs von einem zentralen Punkt aus zu liefern. Damit könnten Funktionsgeneratoren sogar über Device-Bus-Grenzen hinweg synchron gestartet werden.

### 3.1.7 Broadcast-Mode

Eine weitere Möglichkeit Funktionsgeneratoren synchron zu starten bietet der *Broadcast-Mode*. Dabei werden die FGs als *Master* eingestellt und mit einem speziellen Funktionscode **FG-Start** gestartet. Dieser Funktionscode kann auch als *Broadcast-Kommando* an alle FGs (an einem device-bus) gleichzeitig übertragen und damit alle FGs synchron gestartet werden.

Für eine sehr detaillierte Beschreibung der Funktionsgeneratoren (Handhabung, Funktionsweise, Vorschriften für die Sollwert-Berechnung, ...), sei hier auf folgende Schriftstücke verwiesen:

1. Funktionsgeneratoren im SIS-Kontrollsystem (R.Steiner 22.03.1988)
2. Anhang zur Beschreibung Funktionsgenerator (R.Steiner 02.11.1988)

## 3.2 Die SPS der AEG-Netzgeräte

Bei den AEG-Netzgeräten ist zur Steuerung der internen Abläufe bei zeitunkritischen Aufgaben (Ein/Aus-Schalten, RESET, SIS12/SIS18-Betrieb umschalten, ...) eine Speicher-Programmierbare-Steuerung (kurz: SPS) eingebaut.

Die SPS hat 8 Eingangsleitungen, die über Pegelwandler an die Funktions-Code-Leitungen der Interfacekarte angeschlossen sind und 24 Ausgangsleitungen, die mit den 24 Bit Status-Eingängen der Netzgeräteanpassungskarte verbunden sind.

Wenn man durch die SPS einen Befehl (z.B. Ausschalten) ausführen lassen will, so muß man den entsprechenden Funktions-Code mindestens 100 ms lang anstehen lassen, bis die SPS den Befehl akzeptiert und ausführt. Dies hat erhebliche Konsequenzen für die Gerätesoftware auf der SE:

1. Das Ausführen eines „harmlosen“ RESET-Befehls zieht sich in der Regel bis in den nächsten Zyklus hinein, d.h. der nächste Zyklus muß ausfallen und zwar für alle Geräte, die an dieser SE angeschlossen sind.
2. Außer beim Ein/Aus-Schalten, läßt sich nicht feststellen, ob die SPS den Befehl auch wirklich ausführt.

Außerdem hat die Praxis gezeigt, daß bei Auftreten einer Summenstörung (Interlock) die SPS für eine bestimmte Zeit (100 ms bis 1 s) mit geräteinternen Dingen beschäftigt ist. D.h. bei Auftreten einer Summenstörung muß die SE erst ca 1s warten, bevor sie mit dem Statuslesen beginnen kann. Bei den AEG-Netzgeräten im ESR gibt es noch zusätzliche Problemquellen. Teilweise gibt es im ESR für mehrere Netzgeräte (bis zu 4) nur eine einzige gemeinsame SPS. D.h. diese Geräte haben nur einen gemeinsamen Status, sie können nur gemeinsam EIN/AUS-geschaltet werden und fallen bei Störung (auch bei Störung an einem einzelnen Gerät) alle gemeinsam aus. Will man von einem dieser Geräte Status lesen, so kann man dies nur über das Gerät tun, welches Verbindung zur SPS hat (sog. Statusmaster). Um für die Software erkennbar zu machen, welches Gerät Statusmaster ist und welcher Statusmaster zu welchen Statusslaves gehört, wurde bei den

Funktionsgeneratoren für den Spannungssollwert im Status folgendes verdrahtet:

Bit	Bedeutung
0...3	Nummer der Master/Slavegruppe
4...6	frei
7	StatusMaster (1) StatusSlave(0)

Dieser zusätzliche Status wird nur zur Status-Master-Erkennung bei AEG-Geräten verwendet.

### 3.3 Funktionscodes der Interfacekarte

Die für die Geräteansteuerung definierten Funktionscodes sind in der folgenden Tabelle aufgelistet. Als Modus ist angegeben, ob Daten von der Interfacekarte gelesen werden, ob Daten zu der Interfacekarte geschrieben werden, oder ob nur eine Funktion ausgeführt wird.

Die Codes und ihre Bedeutung sind in der folgenden Tabelle zusammengefaßt.

Funktionscode		Modus	Bedeutung
Name	Hex		
ifb_reset	01	Funktion	Reset
ifb_power_on	02	Funktion	Netz einschalten
ifb_power_off	03	Funktion	Netz ausschalten
ifb_pol_plus	04	Funktion	Polwender nach PLUS schalten
ifb_pol_min	05	Funktion	Polwender nach MINUS schalten
ifb_soll_1	06	Schreiben	32-Bit Sollwert MSW setzen
ifb_soll_2	07	Schreiben	32-Bit Sollwert LSW setzen
ifb_soll_3	08	Schreiben	Steigungssollwert setzen
ifb_soll_4	09	Schreiben	Betriebsartenwort für FG setzen
ifb_soll_5	0A	Schreiben	spezielle Betriebsarten für FG setzen
ifb_intr_mask	12	Funktion	Interruptmaske setzen
ifb_FGStart	20	Funktion	FG starten (im Broadcast-Mode)
ifb_SIS_12	2B	Funktion	SIS-12-Betrieb anwählen
ifb_SIS_18	2C	Funktion	SIS-18-Betrieb anwählen
ifb_ADC_convert	5F	Funktion	ADC-Conversion triggern
ifb_dis_bcst	7E	Funktion	Broadcast deaktivieren
ifb_ena_bcst	7F	Funktion	Broadcast aktivieren
ifb_ist_1	81	Lesen	Istwert 1 lesen
ifb_ist_2	82	Lesen	Istwert 2 lesen
ifb_piggy_id	8E	Lesen	Piggy-ID des FG lesen
ifb_FGState_1	91	Lesen	FG-Status-Wort 1 lesen
ifb_FGState_2	92	Lesen	FG-Status-Wort 2 lesen
ifb_rdstat	C0	Lesen	Gerätestatus, 1. Byte lesen
ifb_rdstat_1	C1	Lesen	Gerätestatus, 2. Byte lesen
ifb_rdstat_2	C2	Lesen	Gerätestatus, 3. Byte lesen
ifb_rdstat_int	C9	Lesen	Status der Interfacekarte lesen
ifb_ctrl_reg	CA	Lesen	Control-Register der Interfacekarte lesen
ifb_ifb_id	CC	Lesen	IFB-ID der Interfacekarte lesen

Für Einzelheiten zu den Funktions-Codes  $06_{hex}$  bis  $20_{hex}$  und  $91_{hex}$  bis  $92_{hex}$ , siehe Abschnitt 3.1 auf Seite 6.

#### ifb\_reset

Das Gerät wird in einen definierten Ausgangszustand gebracht. Am digitalen Sollwertausgang des Funktionsgenerators liegt Sollwert 0 an. Das Kommando muß für mindestens 100 ms am Gerät anstehen.

### **ifb\_power\_on, ifb\_power\_off**

Einschalten bzw. Ausschalten des Gerätes. Das Kommando muß für mindestens 100 ms am Gerät anstehen.

### **ifb\_pol\_plus, ifb\_pol\_min**

Polwender nach Plus bzw. Minus schalten. Dieses Kommando kann nur ausgeführt werden, wenn das Gerät ausgeschaltet ist. Das Kommando muß für mindestens 100 ms am Gerät anstehen.

### **ifb\_SIS\_12, ifb\_SIS\_18**

SIS-Dipol in SIS-12 bzw. SIS-18-Betrieb schalten. Dieses Kommando kann nur ausgeführt werden, wenn das Gerät ausgeschaltet ist. Das Kommando muß für mindestens 100 ms am Gerät anstehen.

### **ifb\_ADC\_convert**

Bei Netzgeräten ohne freilaufenden ADC wird der ADC getriggert. Ca  $40\mu s$  später kann dann der Istwert gelesen werden.

### **ifb\_dis\_bcst, ifb\_ena\_bcst**

Die *Broadcast*-Funktion der Interfacekarte wird ein/aus-geschaltet. Über die *Broadcast*-Adresse  $FF_{Hex}$  können alle IFBs an einem MIL-Bus gleichzeitig angesprochen werden.

### **ifb\_ist\_1**

Bei *normalen* Netzgeräten wird der Strom-Istwert (16 Bit inkl. Vorzeichen) vom Gerät gelesen, bei Hochspannungsnetzgeräten jedoch der Spannungswert. Bei AEG-Netzgeräten ist zu beachten, daß der ADC volle 16 Bit ohne Vorzeichen liefert (also die doppelte Auflösung gegenüber den anderen Geräte-Typen).

### **ifb\_ist\_2**

Bei Hochspannungsnetzgeräten wird der Strom-Istwert vom Gerät gelesen.



## ifb\_ctrl\_reg

Control-Register der Interfacekarte lesen.

Bit	Beschreibung	FG 380.201	FG 380.203
15	MIL-Spannung 15 V	X	X
14	Select-Error (low-active)	X	X
13	IRQ-VG-Leiste (high-active)	-	X
12	Jumper Sollwert enable (low-active, 0: gesteckt)	-	X
11	Jumper Sollwert-Strobe enable (low-active)	-	X
10	Jumper Istwert enable (low-active)	-	X
9	Broadcast enabled (high-active)	X	X
8	Receive-Error (high-active)	X	X
0...7		0	0

## ifb\_ifb\_id

ID-Register der Interface-Karte lesen.

8...15	Interface-Karten ID-Register	$FE_{Hex}$	$FC_{Hex}$
0...7		0	0

## 3.4 Interlock Interrupt

Bei den verschiedenen Geräten sind die unterschiedlichsten Dinge in der Interlock-Überwachung (z.B. Wasserwächter für die Magnet und Kabelkühlung, Erdschlußüberwachung,...).

Allen gemeinsam sind jedoch die erforderlichen Reaktionen:

- Gerätetypspezifischen Minimalwert am Gerät setzen
- vollständigen STATUS ermitteln
- Gerätezustand dev\_interl einnehmen (dieser kann nur durch einen RESET oder INIT wieder verlassen werden)

## 3.5 Data Request (DRQ) Interrupts

Die Data-Request-Leitung wird vom Funktionsgenerator benutzt, um der SE per Interrupt mitzuteilen, daß ein Rampenstützpunkt abgearbeitet ist und der übernächste bereitgestellt werden muß. Dieser Interrupt muß durch die SE „geserviced“ werden, noch bevor der nächste Rampenstützpunkt abgearbeitet ist, sonst bleibt der FG mit einem SW3-Timeout stehen! (siehe hierzu auch Funktionsgenerator-Beschreibung Abschnitt 3.1 auf Seite 6).

## 3.6 Data Ready (DRD) Interrupts

Die Data-Ready-Leitung wird nur bei AEG-Netzgeräten benutzt um anzuzeigen daß die PE (Parallel-Einspeisung) aus dem Toleranzband geraten ist und deshalb weggeschaltet wurde. Danach folgt das Gerät dem vorgegebenen Sollwert nur noch grob- und nicht mehr feingeregelt! Die SE sollte in diesem Fall den laufende Zyklus unterbrechen und dem Gerät den Endwert des Zyklus als Sollwert übergeben.

### 3.7 Umfang eines logischen Gerätes

Die Interfacekarte mit dem Stromfunktionsgenerator repräsentiert ein logisches Gerät. Bei AEG-Geräten gehört zum logischen Gerät noch der Spannungs-FG, der zum Strom-FG einen Adreßoffset von 128 (MSB in der physikalischen Adresse) hat.

Speziell beim Gerät *Knockout-Extraktion* gehört zum Gerät eine zusätzliche Interfacekarte, über die eine Zusatzelektronik angesteuert wird. In der Variante `FG_KO_EXTR` wird das Vorhandensein dieser IFK überprüft (die Adresse ist als Offset zur FG-Adresse festgelegt ( $+80_{Hex}$ )). Ist die IFK nicht vorhanden, so ist das logische Gerät *offline*.

### 3.8 Definition der Bits des Hardwarestatus

Die Bits 0 ... 7 sind die systemweiten sogenannten generierten Softwarestatusbits (in engl. derived status bits).

Die Statusbits im Einzelnen sind in der folgenden Tabelle zusammengefaßt.

Bit	Name	Bedeutung	
		High (1)	Low (0)
0	Power	on	off
1	Remote/Local	Remote	Local
2	reserved		
3	reserved		
4	Emergency	no	yes
5	Interlock	no	yes
6	HW Error	no	yes
7	SW Error	no	yes
8...31	variantenabhängig		

Für jede Gerätemodell-Variante kann der Gerätestatus anders belegt sein. Bisher sind 4 unterschiedliche STATUS verwendet worden,

1. STATUS der AEG-Netzgeräte
2. STATUS der anderen Netzgeräte
3. STATUS der HF
4. STATUS der Hochspannungsnetzgeräte des Elektronenkühlers

was aber trotzdem zur Konsequenz hat, daß ein Operating-Programm, welches den Status eines Gerätes auswerten will, genau wissen muß, welche Status-Interpretation zu verwenden ist.

1. Status-Belegung bei AEG-Netzgeräten (Status-Definition 1):

Über die Funktionscodes „ifb\_rdstat ( $C0_{hex}$ )“, „ifb\_rdstat\_1 ( $C1_{hex}$ )“ und „ifb\_rdstat\_2 ( $C2_{hex}$ )“ erhält man folgenden Status:

Status-Byte 1 (nur Dipol):

Bit	Name	Bedeutung	
		High (1)	Low (0)
8	Netz Ein	nicht Ein	Ein
9	Netz Aus	nicht Aus	Aus
10	SIS-18-Betrieb	kein SIS-18	SIS-18
11	SIS-12-Betrieb	kein SIS-12	SIS-12
12	Remote/Local	Handbetrieb	Rechnersteuerung
13	Einschaltbereit	nicht betriebsbereit	AUS und störungsfrei
14	Störung I >	Störung	keine Störung
15	Störung I >>	Störung	keine Störung

Status-Byte 1 (alle anderen AEGs):

Bit	Name	Bedeutung	
		High (1)	Low (0)
8	Netz Ein	nicht Ein	Ein
9	Netz Aus	nicht Aus	Aus
10	frei	—	immer High
11	frei	—	immer High
12	Remote/Local	Handbetrieb	Rechnersteuerung
13	Einschaltbereit	nicht betriebsbereit	AUS und störungsfrei
14	Störung I >	Störung	keine Störung
15	Störung I >>	Störung	keine Störung

Bit	Name	Bedeutung	
		High (1)	Low (0)
16	Störung Trafo	Störung	keine Störung
17	Mitnahme durch Querkupplung	Mitnahme	keine Mitnahme
18	Störung durch NOT-AUS	NOT-AUS	kein NOT-AUS
19	Störung Hilfsenergie Regelung	Störung	keine Störung
20	Störung Stromrichter Regelung	Störung	keine Störung
21	Störung Stromrichter Leistungsteil	Störung	keine Störung
22	Störung PE	Störung	keine Störung
23	Störung Kühlung PE	Störung	keine Störung
24	Störung Lasttrenner SIS12/SIS18	Störung	keine Störung
25	Störung GS-Drossel	Störung	keine Störung
26	Störung Magnetkabel	Störung	keine Störung
27	Störung Magnete	Störung	keine Störung
28	Störung Extern	Störung	keine Störung
29	Störung 24 Volt	Störung	keine Störung
30	Störung 60 Volt	Störung	keine Störung
31	Störung Erdschluß / Temp. Trafo	Störung	keine Störung

2. Status-Belegung bei allen Nicht-AEG-Netzgeräten (Status-Definition 2):

Über die Funktionscodes „ifb\_rdstat ( $C0_{hex}$ )“, „ifb\_rdstat\_1 ( $C1_{hex}$ )“ und „ifb\_rdstat\_2 ( $C2_{hex}$ )“ erhält man folgenden Status:

Bit	Name	Bedeutung	
		High (1)	Low (0)
8	Netz Ein	nicht Ein	Ein
9	Störung Phasenfehler	Phasenfehler	kein Phasenfehler
10	Störung Temperatur SVE	Störung	keine Störung
11	Störung Kühlung SVE	Störung	keine Störung
12	Störung durch Überlastung	negativ	positiv
13	Polarität	negativ	positiv
14	Temperatur Last	Störung	keine Störung
15	Kühlung Last	Störung	keine Störung
16	Überstrom IP1	Störung	kein Störung
17	Überstrom IP2	Störung	kein Störung
18	Transistorfehler T1–T4	Störung	kein Störung
19	Transistorfehler T5	Störung	kein Störung
20	Ud1 >	Störung	kein Störung
21	Ub0 <	Störung	kein Störung
22	DCCT saturiert	Störung	kein Störung
23	Erdschluß	Störung	kein Störung
24	Remote/Local	Handbetrieb	Rechnersteuerung
25	frei	—	immer High
26	frei	—	immer High
27	frei	—	immer High
28	frei	—	immer High
29	frei	—	immer High
30	frei	—	immer High
31	Toleranzbandfehler	Störung	kein Störung

### 3. Status-Belegung bei HF (Status-Definition 3):

Über die Funktionscodes „ifb\_rdstat ( $C0_{hex}$ )“, „ifb\_rdstat.1 ( $C1_{hex}$ )“ und „ifb\_rdstat.2 ( $C2_{hex}$ )“ erhält man folgenden Status:

Bit	Name	Bedeutung	
		High (1)	Low (0)
8	Netz Ein	nicht Ein	Ein
9	Remote/Local	Handbetrieb	Rechnersteuerung
10	Interlock Stromversorg. Kühlwasser intern	Störung	keine Störung
11	Interlock Stromversorg. Kühlwasser extern	Störung	keine Störung
12	Interlock Stromversorg. Temperatur	Störung	keine Störung
13	Interlock Stromversorg. Netzeingang	Störung	keine Störung
14	Interlock Stromversorg. Überstrom	Störung	keine Störung
15	Interlock Stromversorg. Türen/Notaus	Störung	keine Störung

Forts. auf nächster Seite

Forts. von letzter Seite

Bit	Name	Bedeutung	
		High (1)	Low (0)
16	Interlock Endstufe Kühlwasser	Störung	keine Störung
17	Interlock Endstufe div. Lüfter	Störung	keine Störung
18	Interlock Endstufe Temperatur	Störung	keine Störung
19	Interlock Endstufe Kontaktmanometer	Störung	keine Störung
20	Interlock Endstufe ESR: HV Stecker	Störung	keine Störung
21	frei	—	immer High
22	frei	—	immer High
23	Interlock Endstufe Türen/Notaus	Störung	keine Störung
24	Interlock Kavität Kühlwasser	Störung	keine Störung
25	Interlock Kavität Kühlluft	Störung	keine Störung
26	Interlock Kavität Temperatur	Störung	keine Störung
27	Interlock Kavität Überschlag Gap	Störung	keine Störung
28	Interlock Kavität Kurzschluß Gap	Störung	keine Störung
29	Interlock Kavität Vakuum	Störung	keine Störung
30	Interlock Kavität Türen/Notaus	Störung	keine Störung
31	frei	—	immer High

4. Status-Belegung bei Cooler-Hochspannungsnetzgeräten (Status-Definition 4):

Über die Funktionscodes „ifb\_rdstat ( $C0_{hex}$ )“, „ifb\_rdstat\_1 ( $C1_{hex}$ )“ und „ifb\_rdstat\_2 ( $C2_{hex}$ )“ erhält man folgenden Status:

Bit	Name	Bedeutung	
		High (1)	Low (0)
8	Netz Ein	nicht Ein	Ein
9	Unterspannung	Störung	keine Störung
10	externer Interlock	Störung	keine Störung
11	frei	—	immer High
⋮	⋮	⋮	⋮
12	frei	—	immer High
13	Polarität	negativ	positiv
14	frei	—	immer High
⋮	⋮	⋮	⋮
23	frei	—	immer High
24	Remote/Local	Handbetrieb	Rechnersteuerung
25	frei	—	immer High
⋮	⋮	⋮	⋮
31	frei	—	immer High

### 3.9 Konfigurationsabfrage

Ein logisches Gerät ist ansprechbar und damit im Kontrollsystem vorhanden (*online*), wenn von allen zu einer logischen Geräteeinheit gehörenden Interfacekarten mit dem Funktionscode  $C0_{hex}$  (ifb\_rdstat) ein Status gelesen werden kann.

## 4 Die Bedienung des Gerätes

### 4.1 Aufgaben im Normalbetrieb

Im Normalbetrieb ist allen gerampten Geräten das Fahren einer Rampe, die durch eine Tabelle von max. 1800 Sollwerten gegeben ist, gemeinsam. Die Rampe ist in 16 Abschnitte zerlegt, die an 16 verschiedene Events konnektiert sind und der Reihe nach abgefahren werden, wobei einzelne Abschnitte auch leer sein können.

#### 4.1.1 Knockout-Extraktion

Zur Versorgung der Komponenten der Knockout-Extraktion kommt ein Funktionsgenerator und eine zusätzliche Interfacekarte zum Einsatz. Der FG sorgt für die Amplitudenvorgabe während der Extraktion, die 2-te IFK versorgt die Register der Zusatzelektronik mit den notwendigen Daten. In den verschiedenen Betriebsmoden sind unterschiedliche Register mit Daten zu versorgen:

**Knockout-Extraktion:**

Register	Bedeutung	Wert

**Q-Wert-Messung:**

Register	Bedeutung	Wert

**Breitband BTF:**

Register	Bedeutung	Wert

Für mehr Details, siehe P.Moritz [Gerätemodell zur Transversalen Knock-Out-Extraktion](#)

#### 4.1.2 Amplitudensprung (Bunch-Rotation)

Der Amplitudensprung ist eine sprunghafte Veränderung des Amplitudensollwertes bei einem bestimmten Event. Der „angesprungene“ Wert wird für eine einstellbare Zeit gehalten und anschließend der Ausgangswert wieder eingenommen. Diese Funktion kann individuell für jedes gerampte Gerät enabled oder disabled werden, bisher ist eine Verwendung nur bei der HF-Amplitudensteuerung zur Bunch-Rotation vorgesehen.

#### 4.1.3 Einschalten

Vor dem Schicken des EIN-Befehls, muß der Sollwert auf 0 gestellt und ein RESET-Befehl (Dauer mindestens 100 ms) geschickt werden.

Da beispielsweise bei AEG-Netzgeräten das Einschalten bis zu 1 Minute dauern kann, muß der Rechner nach Absetzen des EIN-Befehls in regelmäßigen Abständen (alle 500ms) kontrollieren, ob der Einschaltvorgang erfolgreich beendet wurde. Ist dies innerhalb einer bestimmten Zeit (für jedes Gerät mit Hilfe einer Konstante in der VME-DBS einstellbar) nicht der Fall, so wird ein Timeout-Fehler gemeldet.

#### 4.1.4 Ausschalten

Äquivalent zum Einschalten.

#### 4.1.5 DC-Betrieb

Im DC-Betrieb kann für ein geramptes Gerät nur ein einzelner Sollwert gesetzt werden. Dieser Sollwert wird von der Gerätesoftware vom aktuellen Istwert ausgehend in kleinen Schritten *angefahren*, wobei alle 20 ms der Wert, der an das Gerät geschickt wird, erhöht wird, bis der gewünschte Sollwert erreicht ist. Der Betrag der Sollwerterhöhung ist für jedes Geräte über einen Eintrag in der VME-DBS separat einstellbar.

Der DC-Sollwert des Gerätes wird auch als *Initlevel* für den Rampenbetrieb übernommen, damit beim Zurückschalten vom DC- auf den Rampenbetrieb das Gerät vom aktuellen Sollwert aus rampen kann. Ebenso sollte man vor dem Umschalten von Rampenbetrieb auf DC-Betrieb den Wert als *Initlevel* setzen, den das Gerät im DC-Betrieb haben soll.

Schaltet man ein geramptes Gerät in den DC-Betrieb, so ändert sich der Betriebsmodus der zugehörigen SE und alle Geräte, die an dieser SE angeschlossen sind können nur noch in diesem Modus betrieben werden.

## 4.2 Genauigkeitsanforderungen

Gerampte Netzgeräte benötigen in der Regel einen Sollwert, dessen Änderungsfolge so dicht sein muß, daß sie mit direktem Rechner-I/O nicht mehr zu realisieren ist. Deshalb werden bei diesen Geräten für die Sollwertvorgabe Funktionsgeneratoren eingesetzt.

Die unterschiedlichen Genauigkeitsanforderungen aller gerampten Geräte können durch den 24-Bit digitalen Sollwert-Ausgang des Funktionsgenerators erfüllt werden.

### 4.3 Zeitkritische Anforderungen

Aus der Arbeitsweise der Funktionsgeneratoren, ergeben sich auch einige zeitkritische Anforderungen an die Gerätesoftware:

#### **DRQ-Interrupt-Service:**

Ein DRQ-Interrupt, mit dem die angeschlossenen Funktionsgeneratoren den nächsten Steigungssollwert angefordert haben, muß vom Rechner aus „geserviced“ sein, bevor der aktuelle Steigungssollwert abgearbeitet ist, sonst bleiben die Funktionsgeneratoren mit TIMEOUT stehen. D.h. es muß sehr sorgfältig überlegt und abgestimmt werden, wieviele Geräte mit Funktionsgeneratoren an einen Rechner angeschlossen werden und mit welchem minimalen Stützpunkt-Abstand sie noch zuverlässig gefahren werden können.

#### **Synchronisierung mehrerer Geräte:**

Sind an einer SE mehrere Funktionsgeneratoren angeschlossen, so müssen diese untereinander synchronisiert werden, damit alle FGs einen vorbereiteten Rampenabschnitt gleichzeitig starten. Sind die FGs aber auf mehrere SEs verteilt, so ist eine Synchronisierung untereinander nicht mehr erreichbar. In diesen Fällen ist eine Synchronisierung nur über die Pulszentrale möglich (Synchronisier-Event).

### 4.4 Einordnung in das Timing

Die Generierung einer Rampe oder eines Rampenabschnitts wird durch Event 56 (EVT\_SYNCH) gestartet. Damit klar ist, welcher Abschnitt gemeint ist, muß zuvor der Rampenabschnitt mit einem eigenen Event vorbereitet werden.

Bei der Programmierung der Pulszentrale muß unbedingt darauf geachtet werden, daß für die Abarbeitung eines Rampenabschnitts ausreichend Zeit zur Verfügung gestellt wird. Die benötigte Zeit errechnet sich aus der Anzahl der Stützpunkte des Rampenabschnitts (+1) und dem eingestellten Stützpunkt-Abstand.

Die Eventkonnexionen für SIS und ESR sind in den beiden folgenden Tabellen zusammengefaßt.

### 4.5 Festlegung von Startwerten

#### 4.5.1 Kaltstarts

Bei einem Kaltstart werden folgende Aktionen durchgeführt:

- Es wird ein Geräteset durchgeführt (bei AEG-Netzgeräten mit SPS muß nach dem RESET-Befehl mindestens 1 s gewartet werden).
- Bei AEG-Netzgeräten wird der Statusmaster ermittelt
- Der vollständige STATUS wird ermittelt.
- Die IDs und EPLD-Versionen der IFBs und FGs werden gelesen und überprüft.
- Alle variantenunabhängigen Soll-Werte werden auf 0 gesetzt
- Alle variantenabhängigen Sollwerte werden entsprechend ihrer Varianten-Definition gesetzt.



Rampe	Aktion	Event
1	Injektionsrampe vorbereiten	Evt_Start_Cycle (32)
2	Sollbahnstörung Reinjektion aufwärts	Evt_Inj_Bump (71)
3	Sollbahnstörung Reinjektion abwärts	Evt_Re_Inj_End (73)
4	Beschleunigungs(Abbrems-)rampe	Evt_Inject (35)
5	Sollbahnstörung Extraktion aufwärts	Evt_Extr_Bump (57)
6	langsame Extraktion	Evt_Extr_Start_Slow (46)
7	stochastische Extraktion (Vorbereitung)	Evt_HF_BM_Start (81)
8	stochastische Extraktion (Durchführung)	Evt_HF_BM_Freq1 (85)
9	Sollbahnstörung Extraktion abwärts	Evt_Extr_End (51)
10	Rampe für Hauptmagnete abwärts	Evt_Flatten_End (52)
-	Starten einer vorbereiteten Rampe	Evt_Synch (56)
-	Terminieren und Überprüfung des Zyklus	Evt_End_Cycle (55)
-	Start HF-Amplitudensprung-Funktion (nur ESR-HF)	Evt_Bunch_Rotate (149)

Tabelle 5: Standard-Eventkonnektierungen für gerampte Geräte im SIS

Rampe	Aktion	Event
1	Rampenabschnitt 1 vorbereiten	Evt_Ein_1 (131)
2	Rampenabschnitt 2	Evt_Ein_2 (132)
3	Rampenabschnitt 3	Evt_Man_1 (133)
4	Rampenabschnitt 4	Evt_Man_2 (134)
5	Rampenabschnitt 5	Evt_LExt (142)
6	Rampenabschnitt 6	Evt_PStack (143)
7	Rampenabschnitt 7	Evt_Stack (144)
8	Rampenabschnitt 8	Evt_Reset (151)
9	Rampenabschnitt 9	Evt_Aus1 (152)
10	Rampenabschnitt 10	Evt_Aus2 (153)
11	Rampenabschnitt 11	Evt_Ramp_11 (154)
12	Rampenabschnitt 12	Evt_Ramp_12 (155)
13	Rampenabschnitt 13	Evt_Ramp_13 (156)
14	Rampenabschnitt 14	Evt_Ramp_14 (157)
15	Rampenabschnitt 15	Evt_Ramp_15 (158)
16	Rampenabschnitt 16	Evt_Ramp_16 (159)
-	Starten einer vorbereiteten Rampe	Evt_Synch (56)
-	Terminieren und Überprüfung des Zyklus	Evt_End_Cycle (55)
-	Start der HF-Amplitudensprung-Funktion (nur ESR-HF)	Evt_Bunch_Rotate (149)

Tabelle 6: Standard-Eventkonnektierungen für gerampte Geräte im ESR

- An den Geräten wird der INITLEVEL mit einer Rampe angefahren.
- Die Slave Ist-Werte werden mit 0 initialisiert und sowohl ein Eventstamp als auch ein Time-Stamp von 0 eingetragen
- Der interne Fehlerpuffer wird zurückgesetzt.
- Das Gerät wird für alle virtuellen Beschleuniger inaktiv geschaltet.
- Die Interlockbehandlung wird aktiviert.
- Data-Ready und Data-Request Interrupts werden an den Geräten und an der SE enabled.
- Die Datenstruktur im lokalen RAM (zur Verwaltung des Master/Slave-Betriebs) wird initialisiert.
- Handelt es sich um einen „power-up-restart“, so werden auch die Diagnose-Daten und Fehler-Statistiken initialisiert.
- Bei einem Kaltstart der SE werden die Standard-Eventkonnektierungen gesetzt (siehe Tabelle 4.4 auf Seite 22).

#### 4.5.2 Warmstarts

Bei einem Warmstart werden folgende Aktionen durchgeführt:

- Es wird ein Gerätereset durchgeführt.
- der vollständige STATUS wird ermittelt.
- Die IDs und EPLD-Versionen der IFBs und FGs werden gelesen und überprüft.
- An den Geräten wird der INITLEVEL mit einer Rampe angefahren.
- Die Istwerte werden initialisiert.
- Der Master-Funktionsgenerator wird ermittelt.
- Der interne Fehlerpuffer wird zurückgesetzt.
- Die Interlockbehandlung wird aktiviert.
- Data-Ready und Data-Request Interrupts werden an den Geräten und an der SE enabled.

## 4.6 Handbetrieb

Für die meisten Netzgeräte ist auch ein Handbetrieb vorgesehen, der aber nur durch Umlegen eines Schalters von Hand eingestellt werden kann.

Ist ein Gerät auf Handbetrieb geschaltet (bei AEG-Geräten heißt dieser Zustand „Steuerung von Ort“), so muß dies im Status erkennbar sein (siehe hierzu auch Abschnitt 3.8 auf Seite 16).

## 4.7 Ableitung des Hardwarefehler-Bits aus dem Gerätestatus

Keine.

## 4.8 Verhalten bei Störungen

### 4.8.1 Geräteinterlock

Bei Auftreten eines Interlock werden folgende Aktionen ausgeführt:

- Sollwert 0 am Gerät setzen
- vollständigen STATUS ermitteln
- Gerätezustand `dev_interl` einnehmen (dieser kann nur durch einen RESET oder INIT wieder verlassen werden)

### 4.8.2 Event-Sequenzfehler

Kommen die Events für die Vorbereitung der einzelnen Rampenabschnitte nicht in der vorgeschriebenen Reihenfolge, so wird ein Sequenz-Fehler erkannt und gemeldet. Der aktuelle Zyklus wird abgebrochen und die laufende Funktion am Funktionsgenerator mit dem Endwert des Zyklus terminiert.

Die Rampenabschnitte müssen in aufsteigender Reihenfolge gefahren werden, wobei Abschnitte deren Stützpunktanzahl gleich 0 ist auch ausgelassen werden dürfen.

Ein Synchronisier-Event ohne vorherige Rampenvorbereitung führt nicht zu einem Sequenzfehler.

### 4.8.3 Event-Overrun

Bei den Events zur Vorbereitung der Rampenabschnitte sind Overruns erlaubt, jedoch nicht beim Synchronisier-Event (wie der Name schon vermuten läßt). Dieses muß auf jeden Fall mit ausreichendem zeitlichem Abstand (20 ms) nach der Vorbereitung durch die Pulszentrale versendet werden. Andernfalls wird der laufende Zyklus wie bei einem Event-Sequenz-Fehler abgebrochen.

Aufgetretene Event-Overruns beim Synch-Event werden in einer Fehlerstatistik mitgezählt und zwar nur für den gerade vorbereiteten Rampenabschnitt.

### 4.8.4 Ausfall der Kommunikation EC – Gerät

Ein Defekt an der Kommunikation zwischen EC und Funktionsgenerator hat standardmäßig zur Konsequenz, daß das betroffene Gerät innerhalb der turnusmäßigen Konfigurationsabfrage durch den ECM als offline erkannt und nicht mehr bedient wird.

## 4.9 Bedienungsfehler vom Operating

Alle vom Operating gesendeten Sollwerte müssen auf Zulässigkeit geprüft werden.

## 5 Die Repräsentation des Gerätes

Dieses Kapitel definiert das Gerätemodell, also wie das Gerät nach höheren Ebenen hin abgebildet wird. Es beschreibt die Schnittstelle zwischen Benutzerebene (Operatingprogrammen) und Geräteebene (Gerätehard- und -software).

Ein Gerät erscheint zur Benutzerebene im Umfang des in Abschnitt 3.7 definierten logischen Gerätes.

## 5.1 Kennzeichnung des Gerätemodells

Das Gerätemodell hat die Bezeichnungen **FG01 ... FG11**.

Die Gerätemodellnummern reichen von  $81_{dez}$  bis  $91_{dez}$ .

Gerätemodellname	Gerätemodellnummer
FG01	81
FG02	82
FG03	83
FG04	84
FG05	85
FG06	86
FG07	87
FG08	88
FG09	89
FG10	90
FG11	91

## 5.2 Die Master-Properties

Master-Properties							
Property	Klasse	Parameter		Daten		Größe	
		Anz.	Typ	Anz.	Typ	Einh.	Exp.
POWER	R/W	0	–	1	BitSet16	1	0
STATUS	R	0	–	1	BitSet32	1	0
INIT	N	0	–	0	–	–	–
RESET	N	0	–	0	–	–	–
VERSION	RA	0	–	48	BitSet8	1	0
INFOSTAT	RA	0	–	25	BitSet32	1	0
CONSTANT	RA	0	–	40	RealF	1	0
DCVALUES	R/W	0	–	1	RealF	1	0
DCVALUEI	RA	0	–	2	RealF	1	0
INITLEV	R/W	0	–	1	RealF	A	0
DIAGNOSE	RA	1	BitSet16	791	BitSet32	1	0
SIS18	R/W	0	–	1	BitSet16	1	0
INVERTER	R/W	0	–	1	Integer16	1	0
DCMODE	R/W	0	–	1	BitSet16	1	0
KOMODE	R/W	0	–	1	BitSet16	1	0

### 5.2.1 POWER

**Bedeutung:** Gibt an, ob der Leistungsteil des Gerätes ein- oder ausgeschaltet ist bzw. werden soll.

Speziell beim Gerät S07B01E wird mit dem Einschalten auch die vom Betriebsmodus abhängige KO- oder BTF-POWER eingeschaltet. Entsprechend gilt in diesem Sonderfall das Gerät erst dann als EIN, wenn die vom Betriebsmodus abhängige KO- oder BTF-POWER und Netz-Ein angezeigt wird.

**Parameter:** Keine.

**Daten:** Das Datum kann nur zwei Werte annehmen. Eins heißt, das Gerät ist eingeschaltet bzw. soll eingeschaltet werden. Null heißt, das Gerät ist ausgeschaltet bzw. soll ausgeschaltet werden.

### 5.2.2 STATUS

**Bedeutung:** Auslesen des 32bit Gerätestatus. Bei AEG-Netzgeräten erhält man eine WARNING, wenn während des Betriebs der STATUS nur unvollständig gelesen werden kann.

**Parameter:** Keine.

**Daten:** Das 32bit Statuswort. Die Bits entsprechen den Statusbits, wie sie abhängig von der Geräte-Variante in Abschnitt 3.8 auf Seite 16 und in der Tabelle 3.8 auf Seite 16 erklärt sind.

### 5.2.3 INIT

**Bedeutung:** Initialisierung des Gerätes (Kaltstart). Für die dabei durchzuführenden Aktionen siehe Abschnitt 4.5.1 auf Seite 22.

**Parameter:** Keine.

**Daten:** Keine.

### 5.2.4 RESET

**Bedeutung:** Reset des Gerätes (Warmstart). Für die dabei durchzuführenden Aktionen siehe Abschnitt 4.5.2 auf Seite 24.

**Parameter:** Keine.

**Daten:** Keine.

### 5.2.5 VERSION

**Bedeutung:** Lesen der Versionskennung der Gerätesoftware.

**Parameter:** Keine.

**Daten:** Versionskennung als ASCII-String, pro Datum ein ASCII-Zeichen.

Bytes	Inhalt
1...12	Version der USRs
13...24	Version der EQMs
25...36	Version des Standard-MIL-Treibers
37...48	Variante der EQMs

### 5.2.6 INFOSTAT

**Bedeutung:** Diese Property liefert einige wichtige Geräteinformationen in einem Zugriff. Die Informationen werden direkt aus dem Dualport-RAM gelesen, also ohne den expliziten Aufruf eines EQMs, und sind daher in der Abarbeitung nicht abhängig von Kommandoevents.

**Parameter:** Keine.

**Daten:** Die 25 Langworte enthalten im Einzelnen:

- 1: Gerätestatus (wie in der Property STATUS)
- 2: Gibt in den oberen 16 Bits an, welcher virtuelle Beschleuniger aktiv gesetzt ist (ein Bit pro Beschleuniger). Das niederwertigste Bit (Bit 16) gibt den Beschleuniger 15 an, das Bit 31 den Beschleuniger 0. Die unteren 16 Bit sind nicht verwendet. Dabei bedeutet Null, daß der Beschleuniger inaktiv ist und Eins, daß der Beschleuniger aktiv ist.
- 3: Master-Fehler. Hier ist derjenige Master-Gerätefehlercode mit dem schwersten Fehlergrad eingetragen. Bei mehreren Fehlern mit dem gleichen Fehlergrad wird der erste eingetragen, der gefunden wurde.
- 4: Slave Fehler für virtuellen Beschleuniger 0. Entsprechend dem Master-Fehler wird hier der nach dem Fehlergrad schwerste Slave-Gerätefehlercode für den Beschleuniger 0 eingetragen.

- 5: Entsprechend Punkt 4, aber für virtuellen Beschleuniger 1.
- ⋮
- 19: Entsprechend Punkt 4, aber für virtuellen Beschleuniger 15.
- 20: EC-Mode. In den oberen 16 Bit des Langwortes steht der von der Gerätesoftware eingestellte Default-EC-Mode, in den unteren 16 Bit der aktuelle EC-Mode. Folgende Modi sind definiert:
  - 0: *not set*
  - 1: *Preset\_Command* Der ECM hat das Umschalten in den Command-Mode vorbereitet, aber noch nicht beendet.
  - 2: *Command* Der ECM läuft im Command-Mode.
  - 3: *Preset\_Event* Der ECM hat das Umschalten in den Event-Mode vorbereitet, aber noch nicht beendet.
  - 4: *Event* Der ECM läuft im Event-Mode.
- 21: EC-Performance-Mode. In den oberen 16 Bit des Langwortes steht der von der Gerätesoftware eingestellte Default-Performance-Mode, in den unteren 16 Bit der aktuelle Performance-Mode. Folgende Modi sind definiert:
  - 0: *not set*
  - 1: *Display* Der ECM läuft im Display-Mode.
  - 2: *Preset\_Turbo* Der ECM hat das Umschalten in den Turbo-Mode vorbereitet, aber noch nicht beendet.
  - 3: *Turbo* Der ECM läuft im Turbo-Mode.
- 22: HW\_Warning\_Maske. Die 32 Bits geben an, aus welchen Bits im Gerätestatus das HW-Warning-Bit im Status abgeleitet wird.
- 23 Pulszentralen-Identifikation:
  - 0: TIF
  - 1: SIS-PZ
  - 2: ESR-PZ
  - 3..6: undefiniert
  - 7: Software-PZ
  - 8: UNILAC, Master-PZ
  - 9: UNILAC-PZ 1
  - 10: UNILAC-PZ 2
  - 11: UNILAC-PZ 3
  - 12: UNILAC-PZ 4
  - 13: UNILAC-PZ 5
  - 14: UNILAC-PZ 6
  - 15: UNILAC-PZ 7
- 24: Reserviert für Erweiterungen.
- 25: Reserviert für Erweiterungen.

### 5.2.7 CONSTANT

**Bedeutung:** Lesen der Gerätekonstanten.

**Parameter:** Keine.

**Daten:** 40 Realwerte. Die ersten 20 Werte sind Gerätekonstanten des Strom-Funktionsgenerators, die Konstanten 21 bis 40 gehören zum Spannungs-Funktionsgenerator und sind deshalb nur bei AEG-Geräten auswertbar.

- 1: version-number (Nummern der Gerätemodell-Variante, siehe auch Abschnitt 11 auf Seite 51)
- 2: max\_value (maximaler Stromwert)
- 3: min\_value (minimaler Stromwert)
- 4: max\_value effective (max\_value -1 LSB)
- 5: min\_value effective (min\_value +1 LSB)
- 6: MinLen (minimal erlaubter Stützpunkt Abstand)
- 7: Maxcount (maximale Anzahl von Stützpunkten)
- 8: MaxIndex (maximaler Index in der Stützpunkt Tabelle)
- 9: Max\_Ref\_Nr (Anzahl der verschiedenen Sollwerte (1 oder 2))
- 10: Max\_Act\_Nr (Anzahl der verschiedenen Istwerte (1 oder 2))
- 11: Max\_Diff (maximaler Hub pro 20 ms im DC-Betrieb)
- 12...20: Reserve

### 5.2.8 DIAGNOSE

**Bedeutung:** Diese Property liefert alle Fehlerstatistiken und Diagnosedaten eines Gerätes.

**Parameter:** 1 BitSet16

1: Alle Diagnose-Daten werden nach dem Lesen gelöscht und alle Zähler auf 0 gesetzt.

**alle anderen Werte:** Diagnose-Daten werden nicht gelöscht.

**Daten:** max. 791 BitSet32 Werte

- 1: perfect\_ramps  
Anzahl der fehlerfrei ausgeführten Rampen aller virtuellen Beschleuniger zusammen (Master-Zähler)
- 2: not\_perfect\_ramps  
Anzahl der als fehlerhaft erkannten Rampen aller virt. Beschleuniger, die folgenden slave-Zähler erläutern, welche Fehler erkannt wurden.
- 3: incomplete\_ramps  
Anzahl der nicht vollständig ausgeführten Rampenabschnitte aller virt. Beschleuniger
- 4: synch\_overruns  
Anzahl der insgesamt erkannten Synchronisier-Overruns in allen Beschleunigern (siehe auch Abschnitt 4.8.3 auf Seite 25)



- 5:** DRD\_Interrupts  
Anzahl der empfangenen DRD-Interrupts aller virt. Beschleuniger (siehe auch Abschnitt 3.6 auf Seite 15)
- 6:** DRD\_Interrupt  
Anzahl der DRD-Interrupts während einer laufenden Rampe im Beschleuniger 0.
- 7:** incompl\_ramp1  
Anzahl der nicht vollständig ausgeführten Rampenabschnitte 1 im virt. Beschleuniger 0.
- ⋮
- 22:** incompl\_ramp16  
Anzahl der nicht vollständig ausgeführten Rampenabschnitte 16 im virt. Beschleuniger 0.
- 23:** synch\_over\_ramp1  
Anzahl der Synchronisier-Overruns für den Start von Rampenabschnitt 1 im virt. Beschleuniger 0.
- ⋮
- 38:** synch\_over\_ramp16  
Anzahl der Synchronisier-Overruns für den Start von Rampenabschnitt 16 im virt. Beschleuniger 0.
- 39:** last\_error\_index ramp 1  
Stützpunktnummer des letzten Fehlers im Rampenabschnitt 1 und virt. Beschleuniger 0.
- ⋮
- 55:** last\_error\_index ramp16  
Stützpunktnummer des letzten Fehlers im Rampenabschnitt 16 und virt. Beschleuniger 0.
- 56 - 105:** Entsprechend 6..55, aber für virtuellen Beschleuniger 1.
- ⋮
- 740 - 789:** Entsprechend 6..55, aber für virtuellen Beschleuniger 15.
  
- 790:** Datum der Initialisierung der Diagnosedaten
- 791:** Uhrzeit der Initialisierung der Diagnosedaten

### 5.2.9 DCVALUES

**Bedeutung:** DC-Sollwert. Diese Property kann nur benutzt werden, wenn das Gerät in den DC-Mode (Property DCMODE, betrifft alle Geräte an einer SE, da die SE dann im Command-Mode läuft!) geschaltet ist.

Zunächst wird der aktuelle Istwert auf dem das Gerät gerade steht ermittelt und dann auf den gewünschten Sollwert in kleinen „Sprüngen“ gefahren. Die Höhe der Sprünge ist variantenabhängig über die Konstante Max\_Diff einstellbar (siehe hierzu auch Abschnitt 11 auf Seite 51).

**Parameter:** Keine

**Daten:** 1 RealF DC-Sollwert.

### 5.2.10 DCVALUEI

**Bedeutung:** DC-Istwerte. Diese Property kann nur benutzt werden, wenn das Gerät in den DC-Mode (Property DCMODE, betrifft alle Geräte an einer SE, da die SE dann im Command-Mode läuft!) geschaltet ist.

Normalerweise (also bei Geräten mit nur einem Istwert) wird der erste Wert als Strom-Istwert geliefert und der zweite Wert ist 0, bei Hochspannungsnetzgeräten aber wird als erster Wert der Spannungs-Istwert und als zweiter Wert der Strom-Istwert geliefert.

**Parameter:** Keine

**Daten:** 2 RealF-Werte

1. Istwert 1 (Strom-Istwert, bei Hochspannungsnetzgeräten Spannung)
2. Istwert 2 (Strom-Istwert bei Hochspannungsnetzgeräten, sonst 0)

### 5.2.11 SIS18

**Bedeutung:** Nur beim SIS-Dipol-Netzgerät ist diese Property mit einer Aktion verknüpft, nämlich dem Umschalten von SIS-12- auf SIS-18-Betrieb und umgekehrt. Die SPS erlaubt ein Umschalten nur, wenn das Gerät ausgeschaltet und betriebsbereit ist.

Durch eine Umschaltung ändern sich die Geräte-Parameter wie folgt:

**SIS-12-Betrieb:** Die 24 Dipol-Magnete sind in Reihe geschaltet  
max. Strom 2300 A  
max. Steigung 20 kA/s

**SIS-18-Betrieb:** Die Dipol-Magnete sind in sechs 2er-Gruppen parallel geschaltet  
max. Strom 3500 A  
max. Steigung ??? kA/s

**Parameter:** Keine

**Daten:** 1 BitSet16-Wert

- 0:** SIS-12-Betrieb  
**1:** SIS-18-Betrieb

### 5.2.12 INVERTER

**Bedeutung:** Polwender (Inverter) schalten. Manche Netzgeräte (meist Dipol-Korrektur-Elemente) sind unipolar, lassen sich durch Umpolung aber trotzdem in beide Ablenkrichtungen umschalten. Zum Umschalten muß das Gerät aber ausgeschaltet sein.

**Parameter:** Keine

**Daten:** 1 Integer16-Wert

- 1:** Polwender auf negativ Stellung  
**0:** kein Polwender vorhanden (nur beim Lesen)  
**1:** Polwender auf positiv Stellung

### 5.2.13 INITLEV

**Bedeutung:** Manche Netzgeräte (bisher nur AEG) werden im Betrieb zwischen den einzelnen Zyklen nicht auf Sollwert 0 zurückgefahren, sondern bleiben auf einem definierbaren Wert stehen. Alle Geräte, die an einem laufenden Zyklus nicht aktiv teilnehmen (weil sie beispielsweise inaktiv geschaltet sind), werden vom Rechner auf diesen Wert gestellt. Ebenso wird dieser Wert bei einem RESET automatisch durch eine selbstgenerierte Rampe angefahren.

**Parameter:** Keine

**Daten:** Init-Strom-Level in Ampere.

### 5.2.14 DCMODE

**Bedeutung:** DC-Mode ein oder ausschalten. Im DC-Mode verhält sich das Gerät wie ein DC-Magnetnetzgerät, rampt also nicht. Achtung: Zur Realisierung dieses DC-Modes wird die SE in den Command-Mode umgeschaltet! Diese Einstellung gilt somit für alle an dieser SE angeschlossenen Geräte!

**Parameter:** Keine

**Daten:** **0:** DC-Betrieb ist AUS (d.h. Rampenbetrieb oder Eventmode)  
**1:** DC-Betrieb ist EIN

### 5.2.15 KOMODE

**Bedeutung:** Gibt an, ob der Betriebsmodus *Knockout-Extraktion* ein- oder ausgeschaltet ist bzw. werden soll. Mit dem Einschalten des Modus *Knockout-Extraktion* werden die vordefinierten Registersettings für *Knockout-Extraktion* geladen.

Eine Umschaltung des Betriebsmodus ist nur im Zustand **POWER OFF** erlaubt.

Diese Property steht nur in der Gerätemodellvariante FG08 zur Verfügung.

**Parameter:** Keine

**Daten:** Das Datum kann nur zwei Werte annehmen. Eins heißt, Knockout-Extraktion ist eingeschaltet bzw. soll eingeschaltet werden. Null heißt, Knockout-Extraktion ist ausgeschaltet bzw. soll ausgeschaltet werden.

### 5.3 Die Slave-Properties

Slave Properties							
Property	Klasse	Parameter		Daten		Größe	
		Anz.	Typ	Anz.	Typ	Einh.	Exp.
ACTIV	R/W	0	–	1	BitSet16	1	0
EQMERROR	RA	0	–	152	BitSet32	1	0
COPYSET	W	0	–	1	BitSet16	1	0
BROTAMPL	R/W	0	–	1	RealF	1	0
RAMPINFO	RA	0	–	226	RealF	1	0
RAMPVALS	RA/WA	0	BitSet32	2000	RealF	1	0
RAMPVALI	RA	0	BitSet32	2000	RealF	1	0
DDSEXP	RA/WA	1	BitSet16	40	BitSet16	1	0
KOPARA	RA/WA	0	–	4	RealF	1	0

#### 5.3.1 ACTIV

**Bedeutung:** Gibt an, ob das Gerät für den zugehörigen virtuellen Beschleuniger an der Puls-zu-Puls-Modulation teilnehmen soll bzw. teilnimmt.

**Parameter:** Keine.

**Daten:** Das Datum kann nur zwei Werte annehmen. Null heißt, das Gerät nimmt für den zugeordneten Beschleuniger *nicht* an der PPM teil bzw. soll *nicht* an der PPM teilnehmen. Eins heißt, das Gerät nimmt für den zugeordneten Beschleuniger an der PPM teil bzw. soll an der PPM teilnehmen.

#### 5.3.2 EQMERROR

**Bedeutung:** Fehlermeldungen der auf der SE installierten Gerätesoftware. Es werden die aktuellen Fehlermeldungen sowohl für die Masterfehler als auch für die Slavefehler der Geräteebene geliefert. Dazu wird auch der Inhalt des Fehlerpuffers zurückgegeben, in dem die letzten aufgetretenen Fehler abgespeichert wurden.

**Parameter:** Keine.

**Daten:** Die Anzahl der Fehlermeldungen sei bezeichnet durch:

- $m$  Zahl der Master-Fehlermeldungen
- $s$  Zahl der Slave-Fehlermeldungen
- $b$  Größe des Fehlerpuffers

Weiterhin soll gelten:

$$l = m + s$$

$$t = m + s + b$$

Die Daten im Einzelnen:

1 : In den unteren beiden Bytes sind die Anzahl der Master-Fehlermeldungen  $m$  und die Anzahl der Slave-Fehlermeldungen  $s$  angegeben:

0	0	$s$	$m$
---	---	-----	-----

2 : erste Master-Fehlermeldung

⋮

$m + 1$  : letzte Master-Fehlermeldung

$m + 2$  : erste Slave-Fehlermeldung

⋮

$l + 1$  : letzte Slave-Fehlermeldung

$l + 2$  : Länge  $b$  des Fehlerpuffers

$l + 3$  : Zahl der Einträge im Fehlerpuffer

$l + 4$  : Index des ersten freien Platzes im Fehlerpuffer  
(der Fehlerpuffer ist ein Ringpuffer)

$l + 5$  : Erster Speicherplatz im Fehlerpuffer

⋮

$t + 4$  : Letzter Speicherplatz im Fehlerpuffer

### 5.3.3 COPYSET

**Bedeutung:** Kopiert alle Geräteeinstellungen (Sollwerte) eines virtuellen ('fremden') Beschleunigers in den zugehörigen ('eigenen') Beschleuniger.

**Parameter:** Keine.

**Daten:** Nummer des virtuellen ('fremden') Beschleunigers, von dem die Einstellungen (Sollwerte) kopiert werden sollen.

### 5.3.4 BROTAMPL

**Bedeutung:** Sollwerte für eine sprunghafte Veränderung der Amplitude (bisher nur bei der HF-Amplitudensteuerung vorgesehen).

**Parameter:** Keine

**Daten:** Wert der Amplitude, auf den gesprungen wird.

### 5.3.5 RAMPINFO

**Bedeutung:** Informationen über die Aufteilung der Rampe in 16 Abschnitte mit Soll- und Istwerten. Dabei können je nach Gerät 1 bis 2 verschiedene Sollwerte (Strom, Spannung,...) und 1 bis 2 verschiedene Istwerte vorliegen.

**Parameter:** Keine

**Daten:** 96 RealF-Werte

**1:** Anzahl der verschiedenen Sollwerte des Gerätes (1...2)

**2:** Anzahl der verschiedenen Istwerte des Gerätes (1...2)

**3:** Anzahl der Stützpunkte für ersten Rampenabschnitt

⋮  
**18:** Anzahl der Stützpunkte für 16-ten Rampenabschnitt  
**19:** Stützpunktabstand für ersten Rampenabschnitt (in s)  
 ⋮  
**34:** Stützpunktabstand für 16-ten Rampenabschnitt (in s)  
**35:** Startwert des ersten Rampenabschnitts (Sollwert 1)  
 ⋮  
**50:** Startwert des 16-ten Rampenabschnitts (Sollwert 1)  
**51:** Endwert des ersten Rampenabschnitts (Sollwert 1)  
 ⋮  
**66:** Endwert des 16-ten Rampenabschnitts (Sollwert 1)  
**67:** Startwert des ersten Rampenabschnitts (Istwert 1)  
 ⋮  
**82:** Startwert des 16-ten Rampenabschnitts (Istwert 1)  
**83:** Endwert des ersten Rampenabschnitts (Istwert 1)  
 ⋮  
**98:** Endwert des 16-ten Rampenabschnitts (Istwert 1)  
**99:** Startwert des ersten Rampenabschnitts (Sollwert 2)  
 ⋮  
**114:** Startwert des 16-ten Rampenabschnitts (Sollwert 2)  
**115:** Endwert des ersten Rampenabschnitts (Sollwert 2)  
 ⋮  
**130:** Endwert des 16-ten Rampenabschnitts (Sollwert 2)  
**131:** Startwert des ersten Rampenabschnitts (Istwert 2)  
 ⋮  
**146:** Startwert des 16-ten Rampenabschnitts (Istwert 2)  
**147:** Endwert des ersten Rampenabschnitts (Istwert 2)  
 ⋮  
**162:** Endwert des 16-ten Rampenabschnitts (Istwert 2)  
**163...226:** Reserve

### 5.3.6 RAMPVALS

**Bedeutung:** Tabelle der Sollwerte. Die Datenstruktur ist so flexibel angelegt, daß alle Anforderungen der verschiedenen gerampten Geräte (mehrere Sollwerttabellen, 1 bis 16 Rampenabschnitte,...) abgedeckt werden können.

**Parameter:** Keine

**Daten:**

max. 2000 RealF-Werte

Es gelten folgende Bezeichnungen:

$m$	Anzahl der verschiedenen Datensätze (Strom, Spannung, ...)
$q_1 \dots q_{16}$	Nummern der Rampenabschnitte 1 ... 16
$n$	Anzahl der Rampenabschnitte in einem Datensatz
$n_1 \dots n_{16}$	Anzahl der Daten in einem Rampenabschnitt (Stützpunktzahl, -abstand und Inkrementierfrequenz)
$l$	Größe eines einzelnen Datensatzes
$p$	Größe des gesamten Datenpakets

Weiterhin soll gelten:

$$l = 1 + n * 2 + \sum_{i=1}^n n_i$$

$$p = 1 + m * l$$

1 :	Anzahl $m$ der verschiedenen Datensätze
erster Datensatz:	
2 :	Anzahl $n$ der Rampenabschnitte im ersten Datensatz
3 :	Nummer $q_1$ des Rampenabschnitts
4 :	Anzahl $n_{q_1}$ der Daten für Rampenabschnitt $q_1$
.	Stützpunktabstand für Rampenabschnitt $q_1$ in s
.	Inkrementierfrequenz für Rampenabschnitt $q_1$ in Hz
.	erster Sollwert (Stützpunkt) für Rampenabschnitt $q_1$
	⋮
$5 + n_{q_1} - 1 :$	letzter Sollwert für Rampenabschnitt $q_1$
$5 + n_{q_1} :$	Nummer $q_2$ des Rampenabschnitts
$6 + n_{q_1} :$	Anzahl $n_2$ der Daten für Rampenabschnitt $q_2$
.	Stützpunktabstand für Rampenabschnitt $q_2$ in s
.	Inkrementierfrequenz für Rampenabschnitt $q_2$ in Hz
.	erster Sollwert für Rampenabschnitt $q_2$
	⋮
$3 + 2 * n + \sum_{i=q_1}^{q_n-1} n_i :$	Nummer $q_n$ des Rampenabschnitts
$4 + 2 * n + \sum_{i=q_1}^{q_n-1} n_i :$	Anzahl $n_n$ der Daten für Rampenabschnitt $q_n$
.	Stützpunktabstand für Rampenabschnitt $q_n$ in s
.	Inkrementierfrequenz für Rampenabschnitt $q_n$ in Hz
.	erster Sollwert für Rampenabschnitt $q_n$
	⋮
$3 + 2 * n + \sum_{i=q_1}^{q_n} n_i - 1 :$	letzter Sollwert für Rampenabschnitt $q_n$
zweiter Datensatz:	
$2 + l :$	Anzahl $n$ der Rampenabschnitte im zweiten Datensatz
$3 + l :$	Nummer $q_1$ des Rampenabschnitts
$4 + l :$	Anzahl $n_{q_1}$ der Daten für Rampenabschnitt $q_1$
⋮	⋮
$1 + m * l$	letzter Sollwert für Rampenabschnitt n im $m$ -ten Datensatz

### 5.3.7 RAMPVALI

**Bedeutung:** Tabelle der Istwerte. Die Datenstruktur ist so flexibel angelegt, daß alle Anforderungen der verschiedenen gerampten Geräte (mehrere Istwerttabellen, 1 bis 16 Rampenabschnitte,...) abgedeckt werden können.

**Parameter:** Keine

**Daten:** max. 2000 RealF-Werte  
Siehe Property RAMPVALS auf Seite 36.

### 5.3.8 DDSEXP

**Bedeutung:** Experteneinstellung der DDS-Parameter.

**Parameter:** 1 BitSet16-Wert, der angibt, welche Bedeutung die Daten haben.

**0:** KO\_MODE: das angegebene Datum bedeutet den Betriebsmodus des Gerätes.

**1:** KO\_REGISTER: als Daten werden die 40 Register des Gerätes gelesen bzw. geschrieben.

**2:** KO\_EPLD: als Daten werden die 9 EPLD-Register des Gerätes gelesen bzw. geschrieben.

**Daten:** bis zu 40 BitSet16-Werte

**KO\_MODE** Der Betriebsmodus wird umgeschaltet (aber nur wenn das Gerät ausgeschaltet ist!).

**1:** MODE\_KO\_EXTRACT: Die vordefinierten Registersettings für die Knockout-Extraktion werden geladen.

**2:** MODE\_DDS\_EXPERT: alle Register sind frei zugänglich und **frei** einstellbar. (nur für Experten!)

**3:** MODE\_DDS\_TEST: Die vordefinierten Registersettings für die Laborteilumgebung werden geladen. (nur für Experten!)

**KO\_REGISTER:** Im Modus MODE\_DDS\_EXPERT sind alle Register frei zugänglich.

**1:** PHASE\_ADJUST\_REG\_1\_H

**2:** PHASE\_ADJUST\_REG\_1\_L

**3:** PHASE\_ADJUST\_REG\_2\_H

**4:** PHASE\_ADJUST\_REG\_2\_L

**5:** FREQU\_TUNE\_WORD\_1\_40

**6:** FREQU\_TUNE\_WORD\_1\_32

**7:** FREQU\_TUNE\_WORD\_1\_24

**8:** FREQU\_TUNE\_WORD\_1\_16

**9:** FREQU\_TUNE\_WORD\_1\_8

**10:** FREQU\_TUNE\_WORD\_1\_0

**11:** FREQU\_TUNE\_WORD\_2\_40

**12:** FREQU\_TUNE\_WORD\_2\_32

**13:** FREQU\_TUNE\_WORD\_2\_24

**14:** FREQU\_TUNE\_WORD\_2\_16

**15:** FREQU\_TUNE\_WORD\_2\_8

**16:** FREQU\_TUNE\_WORD\_2\_0



**17:** DELT\_FREQU\_WORD\_40  
**18:** DELT\_FREQU\_WORD\_32  
**19:** DELT\_FREQU\_WORD\_24  
**20:** DELT\_FREQU\_WORD\_16  
**21:** DELT\_FREQU\_WORD\_8  
**22:** DELT\_FREQU\_WORD\_0  
**23:** UPD\_CLOCK\_WORD\_24  
**24:** UPD\_CLOCK\_WORD\_16  
**25:** UPD\_CLOCK\_WORD\_8  
**26:** UPD\_CLOCK\_WORD\_0  
**27:** RAMPRATE\_CLOCK\_16  
**28:** RAMPRATE\_CLOCK\_8  
**29:** RAMPRATE\_CLOCK\_0  
**30:** CTRL\_REG\_1  
**31:** CTRL\_REG\_2  
**32:** CTRL\_REG\_3  
**33:** CTRL\_REG\_4  
**34:** OUT\_SHAPE\_KEY\_8  
**35:** OUT\_SHAPE\_KEY\_0  
**36:** DONT\_CARE\_23  
**37:** DONT\_CARE\_24  
**38:** OUT\_SHAPE\_KEY\_RATE  
**39:** CTRL\_DAC\_8  
**40:** CTRL\_DAC\_0

**KO\_EPLD:** Im Modus MODE\_DDS\_EXPERT sind alle EPLD-Register frei zugänglich.

**1:** CLOCK\_SELECT: Auswahl des internen 10 MHz Quarzoszillators oder des HF-Master-Signals für die DDS-Clock (0 = INT, 1 = EXT)  
**2:** HARMONIC: 1/H-Teiler (Eingabe: H-1)  
**3:** PRN\_DIVIDE\_H: Taktteiler für den PRN-(Rausch-) Generator (Highbyte)  
**4:** PRN\_DIVIDE\_L: (Lowbyte)  
**5:** PRN\_SEQUENCE\_H  
**6:** PRN\_SEQUENCE\_L  
**7:** VCA\_SWITCH  
**8:** OUT\_SWITCH  
**9:** INTL\_RESET

### 5.3.9 KOPARA

**Bedeutung:** Parameterversorgung der DDS zur Knockout-Extraktion.

Aus dem fraktionellen Anteil des Q-Wertes  $Q_{frac}$  errechnet sich in Abhängigkeit von der Datenbreite  $M$  der DDS-Multiplikator  $N_{DDS}$  aus

$$N_{DDS} = Q_{frac} * 2^M$$

Das Ergebnis  $N_{DDS}$  wird (bei  $M = 32$ ) in die DDS-Register 4 ... 7 übertragen. Die Register 8 und 9 sind dann 0.

Die Harmonischen Zahl  $H$  wird (abzgl. einer 1) in das EPLD-Register 2 (HARMONIC) übernommen. Aus der Umlauffrequenz  $f_{Umlauf}$  und  $Q_{spread}$  errechnet sich der Takteiler für den PRN-(Rausch-) Generator zu

$$N_{PRN} = f_{Umlauf} * Q_{spread}$$

Das Ergebnis  $N_{PRN}$  wird in die EPLD-Register 3 und 4 übertragen.

Für die übrigen DDS- und EPLD-Register werden fest voreingestellte Werte, die für die Knockout-Extraktion als praktikabel ermittelt wurden, verwendet.

Beim Lesen der Daten, werden diese automatisch als 0 geliefert, wenn der `KO_MODE` nicht `MODE_KO_EXTRACT` ist.

Diese Property steht nur in der Gerätemodellvariante FG08 zur Verfügung.

**Parameter:** Keine

**Daten:** 4 Real-Werte

1.  $Q_{frac}$ : Fraktioneller Anteil des Q-Wertes (0 ... 0.5).
2.  $Q_{spread}$ : Gewünschte Q-Wert-Änderungsbreite (0 ... 1).
3.  $f_{Umlauf}$ : Umlauffrequenz (1 kHz ... 2 MHz).
4.  $H$ : Harmonischen Zahl (1 ... 20).

## Teil II

# Der Entwurf der Software

## 6 Softwareentwurf

Der verfügbare Speicherplatz (256 kB) im DPRAM einer SE reicht bei gerampten Geräten nicht aus, um Soll- und Istwerte als Wechsellpuffer in der ansonsten üblichen Weise zu organisieren. Zusätzlich schwanken die Anforderungen zwischen den einzelnen Gerätegruppen von *vielen Geräten mit geringen Genauigkeitsanforderungen* bis hin zu *ein einzelnes Gerät mit möglichst hoher Auflösung in der Rampe*, wobei die Geräte bis zu zwei Sollwerte oder bis zu zwei Istwerte haben können und am Therapiebetrieb *gar nicht, energieabhängig* oder *energie- und intensitätsabhängig* teilnehmen. Entsprechend sind die Anforderungen der einzelnen Gerätegruppen an das DPRAM-Layout extrem unterschiedlich:

Gerätegruppen	Geräte pro SE	FGs pro Gerät	Anzahl Istwerte	Anzahl Stützpunkte	min. Stützpunkt-abstand	Therapie
SIS_AEG	1	2	1	900	1	E
S02KQ1E	1	1	1	1800	1	E
SIS_1_6	6	1	1	400	4	E
ESR_AEG	4	2	1	700	4	–
ESR_1_6	6	1	1	800	4	–
ESR_1_12	12	1	1	220	8	–
SIS_HF	2	1	1	900	2	E
ESR_HF	2	1	1	900	2	–
ECool_HV_1_8	8	1	2	400	8	–
ECool_HV_1	1	1	2	900	1	–
Spillreg	1	1	1	14	1	EI
SCool_HV_1_12	12	1	2	210	8	EFI=0
SCool_HV_1	1	1	2	900	1	EFI=0
SIS_1_12	12	1	1	220	8	E

Zur Lösung dieser Problematik werden die im folgenden beschriebenen Verfahren angewendet.

### 6.1 Variationen eines Gerätemodells

*Variationen eines Gerätemodells* sind die konsequente Verallgemeinerung von *Gerätemodell-Varianten*, wie sie in vielen anderen Gerätemodellen bereits Anwendung finden.

**Gerätemodell-Varianten:** Zur Compilierzeit werden durch Verwendung *variantenspezifischer* Include-files (in denen z. B. die Event-EQM-Konnektierung festgelegt wird) *Gerätemodell-Varianten* erzeugt. Damit können aus einem Gerätemodell verschiedene Anwendungs-Varianten für die verschiedenen Timingsysteme generiert werden. Dieses Verfahren geht nur auf der SE-Ebene (also für EQMs), alle *Gerätemodell-Varianten* haben ein identisches DPRAM-Layout, verwenden den gleichen Gerätemodellnamen, die gleiche Gerätemodellnummer und können mit den gleichen USRs betrieben werden.

**Variationen eines Gerätemodells:** Im Gegensatz zu *Gerätemodell-Varianten* muß bei *Variationen eines Gerätemodells* das DPRAM-Layout **nicht** identisch sein. Lediglich die Strukturen sind für alle Variationen gleich, die Strukturgrößen (z. B. Array-Grenzen) können für jede Variatione anders sein. Entsprechend benötigt jede Variation auch eigene USRs, die im

Gerätemodellnamen und in der Gerätemodellnummer unterschiedlich sein müssen (s. Abs. 5.1 auf Seite 26). Damit kann das Gerätemodell selbst bis hin zu den Properties *variiert* werden. Zur praktischen Umsetzung des Verfahrens s. Abs. 11 auf Seite 51.

## 7 Lokale Datenbasis

### 7.1 Tabelle der Konstanten

Für jedes Gerät gibt es eine Beschreibung aus 6 oder 8 Elementen in der Konstantentabelle der lokalen Datenbasis. Die Elemente haben in der Reihenfolge folgende Bedeutung:

**1:** *max\_diff*: Maximale Steigung im DC-Mode.

**2:** *devsubtype*: Gerätetyp

Wert	Bedeutung
1	unipolar
2	bipolar
3	unipolar mit Polwender
4	unipolar mit Amplitudensprung
5	unipolar mit Amplitudensprung und SW3-Shift

**3:** *widerstand*: Magnetwiderstand in Ohm (wird nur bei AEG-Geräten gebraucht, damit im DC-Betrieb zu einem vorgegebenen Strom-Sollwert der richtige Spannungs-Sollwert errechnet werden kann)

**4:** *check\_count*: wie oft muß im Abstand von 500ms überprüft werden, ob ein Schaltvorgang (POWER,INVERTER,...) beendet ist.

**5:** *max\_curr*: Maximaler Strom-Sollwert.

**6:** *min\_curr*: Minimaler Strom-Sollwert.

**7:** *max\_volt*: Maximaler Spannungs-Sollwert (nur bei Geräten mit 2 Sollwerten oder 2 Istwerten).

**8:** *min\_volt*: Minimaler Spannungs-Sollwert (nur bei Geräten mit 2 Sollwerten oder 2 Istwerten).

Siehe auch die Beschreibung der Property CONSTANT.

## 8 Dualport RAM

Siehe hierzu Abs. 6.1 auf Seite 41 und Abs. 11 auf Seite 51.

## 9 USRs - User Service Routinen

### 9.1 Obligatorische USRs

9.1.1 N\_Init

9.1.2 N\_Reset

9.1.3 R\_Status

9.1.4 R\_Power

9.1.5 W\_Power

9.1.6 R\_Active

9.1.7 W\_Active

9.1.8 W\_CopySet

9.1.9 R\_EQMErr

9.1.10 R\_Version

9.1.11 R\_InfoStat

### 9.2 Gerätespezifische USRs

Zuzüglich der obligatorischen USRs werden für die Steuerung der gerampten Geräte folgende gerätespezifischen USRs benötigt:

#### 9.2.1 R\_Constant

Lesen der Gerätekonstanten.

#### 9.2.2 R\_InitLev

Lesen des Initlevel-Wertes.

#### 9.2.3 W\_InitLev

Setzen des Initlevel-Wertes.

#### 9.2.4 R\_SIS18

Lesen des SIS-12/18 Betriebsmodus (nur SIS-Dipol).

#### 9.2.5 W\_SIS18

Setzen des SIS-12/18 Betriebsmodus (nur SIS-Dipol).

#### 9.2.6 W\_Inverter

Test, ob Inverter vorhanden. Test, ob Power OFF ist. Inverter\_EQM anstoßen. Überprüfung der Master- und Slave-Errors und eventuell Fehlermeldung.

#### 9.2.7 R\_Inverter

Test, ob Inverter vorhanden. Inverterstellung lesen. Überprüfung der Master- und Slave-Errors und eventuell Fehlermeldung.

### **9.2.8 W\_DCValueS**

Test, ob Sollwert innerhalb des definierten Bereichs liegt mit eventueller Fehlermeldung. Umrechnung des Sollwertes (Real) in Bitmuster für DAC. Überprüfung der Master- und Slave-Errors mit eventueller Fehlermeldung.

### **9.2.9 R\_DCValueS**

Umrechnung Bitmuster für DAC in Current (Real) Überprüfung der Master- und Slave-Errors und eventuell Fehlermeldung.

### **9.2.10 R\_DCValueI**

Berechnung von Current (Real) aus Bitmuster des ADC unter Berücksichtigung einer Eichkonstanten. Überprüfung der Master- und Slave-Errors und eventuell Fehlermeldung.

### **9.2.11 R\_Diagnose**

Lesen der Diagnosedaten eines Gerätes.

### **9.2.12 W\_DCMode**

Gerät in DC-Betrieb schalten. Dabei wird die SE, an der das Gerät angeschlossen ist, in den Command-Mode geschaltet. D.h. alle anderen Geräte an der gleichen SE gehen ebenfalls in den DC-Betrieb.

### **9.2.13 R\_DCMode**

Lesen, ob Gerät im DC-Betrieb oder Rampenbetrieb arbeitet.

### **9.2.14 W\_BrotAmpl**

Sollwerte für den Amplitudensprung setzen (falls für dieses Gerät erlaubt).

### **9.2.15 R\_BrotAmpl**

Sollwerte für den Amplitudensprung lesen (falls für dieses Gerät erlaubt).

### **9.2.16 R\_RampInfo**

Informationen über den Rampenverlauf lesen.

### **9.2.17 W\_RampValS**

Rampensollwerte setzen.

### **9.2.18 R\_RampValS**

Rampensollwerte lesen.

### **9.2.19 R\_RampValI**

Rampenistwerte lesen.

### 9.3 Globale Routinen

Hier werden alle Routinen aufgeführt, die im Modul USRs global definiert sind und von verschiedenen USRs benutzt werden.

## 10 EQMs - Equipment Module

### 10.1 Interne Zustände

Für die Gerätesoftware sind folgende interne Zustände definiert:

<code>not_set</code>	Initzustand. Dieser Zustand sollte nie auftreten.
<code>interlock</code>	Ein Interlock wurde gemeldet. In einem periodisch ablaufenden Auftrag wird überprüft, ob die Interlock-Ursache noch vorliegt. Falls nein, Übergang nach <code>ready</code> .
<code>local</code>	Das Gerät wird mit Handsteuerung betrieben.
<code>power_off</code>	Das Gerät ist ausgeschaltet.
<code>power_seq</code>	Das Gerät schaltet gerade ein oder aus.
<code>error</code>	Während der Abarbeitung eines EQMs wurde ein Fehler erkannt.
<code>ready</code>	Das Gerät ist bereit für Aktionen. Ausgangszustand am Beginn eines virtuellen Beschleunigers.
<code>SISMode_Seq</code>	Der SIS-12/18-Betriebsmode wird gerade umgeschaltet.
<code>invertng</code>	Der Polwender wird gerade umgeschaltet.
<code>DRD_wait</code>	Ein DRD-Interrupt wurde empfangen und der laufende Zyklus abgebrochen.
<code>amplstep</code>	Die Amplitudensprung-Funktion wird ausgeführt, der Endwert ist eingenommen und der Delaytimer aufgezo-gen. Nach Ablauf des Timers wird wieder der Startwert gesetzt und der Ausgangszustand wieder eingenommen.
<code>ramp_prep</code>	Ein Rampenabschnitt wurde vorbereitet aber noch nicht gestartet.
<code>ramp_run</code>	Der vorbereiteter Rampenabschnitt wurde gestartet.

#### 10.1.1 Standard-Zustandsübergänge

Innerhalb eines virtuellen Beschleunigers wird zum Vorbereiten einer Rampe der Zustand `ready` erwartet, über den Zustand `ramp_prep` wird zu `ramp_run` und nach Abschluß der Rampe zu `ready` weitergeschaltet. Besteht die Rampe aus mehreren einzelnen Abschnitten (max. sind 16 möglich), so wird die Sequenz `ramp_prep` -> `ramp_run` mehrmals durchlaufen, wobei bei jedem Übergang von `ramp_run` nach `ramp_prep` überprüft wird, ob die eben abgeschlossenen Rampe auch vollständig ausgeführt werden konnte.

## 10.2 Eventkonnektierte EQMs

Da die meisten Event-Konnektierungen variantenabhängig sind, sei hier auch auf Abschnitt 11 auf Seite 51 hingewiesen.

### 10.2.1 Prep\_Ramp\_EQM

**Event:** siehe Abschnitt 4.4 auf Seite 22

**Aktion:** Vorbereitung eines Rampenabschnitts:

- Anhand des Eventcodes ermitteln, welcher Rampenabschnitt vorbereitet werden soll
- Check, ob vorheriger Rampenabschnitt korrekt war und ob keine *Sollwert-3-Timeouts* vorliegen.
- Check, ob alle bisher gefahrenen Rampenabschnitte vollständig ausgeführt wurden
- Check, ob DRD-Interrupt noch ansteht, wenn eines der Geräte noch im Zustand *dev\_DRD\_wait* ist.
- Rampenstartwerte setzen.
- Sollwert\_4 und Sollwert\_5 schicken.
- Für alle Slave-Geräte Sollwert\_3 schicken.

Falls bei diesem EQM ein Fehler festgestellt wird, so wird ein *EC\_ExtDevSpecAlarm* mit folgender Zusatzinformation verschickt:

1. Nummer des Rampenabschnitts, bei dem der Fehler festgestellt wurde
2. Index in der Sollwertabelle für diesen Rampenabschnitt
3. Stützpunktabstand (in ms) für diesen Rampenabschnitt

### 10.2.2 End\_EQM

**Event:** *Evt\_End\_Cycle* (55<sub>dez</sub>)

**Aktion:** Aufräumarbeiten am Ende eines Zyklus.

- Check, ob alle bisherigen Rampenabschnitte vollständig abgearbeitet worden sind.
- Setzen des Zyklusendwertes für die Geräte, bei denen ein Fehler festgestellt wurde.

Falls bei diesem EQM ein Fehler festgestellt wird, so wird ein *EC\_ExtDevSpecAlarm* mit folgender Zusatzinformation verschickt:

1. Nummer des Rampenabschnitts, bei dem der Fehler festgestellt wurde
2. Index in der Sollwertabelle für diesen Rampenabschnitt
3. Stützpunktabstand (in ms) für diesen Rampenabschnitt



### 10.2.3 Synch\_EQM

**Event:** Evt\_Synch (56<sub>dez</sub>)

**Aktion:** Starten eines vorbereiteten Rampenabschnitts durch Senden des Sollwert\_3 an das Master-Gerät.  
Falls bei diesem EQM ein Fehler festgestellt wird, so wird ein *EC\_ExtDevSpecAlarm* mit folgender Zusatzinformation verschickt:

1. Nummer des Rampenabschnitts, bei dem der Fehler festgestellt wurde
2. Index in der Sollwertabelle für diesen Rampenabschnitt
3. Stützpunktabstand (in ms) für diesen Rampenabschnitt

### 10.2.4 AmplStep\_EQM

**Event:** Evt\_Bunch\_Rotate (149<sub>dez</sub>)

**Aktion:** Überprüfen, ob für die angeschlossenen Geräte ein Amplitudensprung zugelassen ist (bisher ist dies nur bei der ESR-HF-Amplitudensteuerung der Fall).

Falls Ja: Ausführung des Amplitudensprungs zur Bunch-Rotation. Setzen des Endwerts (mit Sollwert-1 und 2) und Starten des Timers, nach Ablauf des Timers wird der Startwert gesetzt (Sollwert-1 und 2)

Falls Nein: Keine Aktion

## 10.3 Periodisch konnektierte EQMs

### 10.3.1 CheckPower\_EQM

**Zeit:** 500ms

**Anzahl:** mehrmalige Ausführung.

**Aktion:** Nach einem EIN- oder AUS-Schaltvorgang wird überprüft, ob der gewünschte Schaltzustand erreicht ist. Ist dies nicht der Fall, reproduziert sich dieser periodische Auftrag höchstens „check\_count“ mal (check\_count ist eine Geräte-abhängige Konstante s. Abs. 7.1 auf Seite 42)

### 10.3.2 CheckSIS\_18\_EQM

**Zeit:** 500ms

**Anzahl:** mehrmalige Ausführung.

**Aktion:** Nach einem SIS12/18-Schaltvorgang wird überprüft, ob der gewünschte Schaltzustand erreicht ist. Ist dies nicht der Fall, reproduziert sich dieser periodische Auftrag höchstens „check\_count“ mal (check\_count ist eine Geräte-abhängige Konstante s. Abs. 7.1 auf Seite 42)

### 10.3.3 Check\_local\_EQM

**Zeit:** 10s

**Anzahl:** mehrmalige Ausführung.

**Aktion:** Es wird überprüft, ob der „Remote/Hand“-Schalter auf „Remote“ steht. Ist dies der Fall, so stoppt sich dieser periodische Auftrag selbst und startet anschließend das Reset-EQM.  
Dieser periodische Auftrag wird automatisch in der Read\_And\_Update\_Status-Prozedur eingerichtet, wenn festgestellt wird, daß der Schalter auf „Hand“ steht.

### 10.3.4 CheckInverter\_EQM

**Zeit:** 500ms

**Anzahl:** mehrmalige Ausführung.

**Aktion:** Nach einem Schaltvorgang des Inverters wird überprüft, ob der gewünschte Schaltzustand erreicht ist. Ist dies nicht der Fall, reproduziert sich dieser periodische Auftrag höchstens „check\_count“ mal (check\_count ist eine Geräte-abhängige Konstante s. Abs. 7.1 auf Seite 42)

### 10.3.5 Update\_Config\_EQM

**Zeit:** 60s

**Anzahl:** Unendlich.

**Aktion:** Aktualisieren der Geräteverfügbarkeit: Es wird versucht, von möglichen Geräteadressen den Status zu lesen. Erfolgt eine Reaktion, wird das Gerät als ‘online’ geführt.

## 10.4 An externe Interrupts konnektierte EQMs

### 10.4.1 Interlock\_EQM

**Interrupt:** Summen-Interlock.

**Aktion:** Internen Zustand auf ‘Interlock’ setzen und gerätespezifische Aktionen ausführen (siehe Abschnitt 3.4 auf Seite 15).

### 10.4.2 DRD\_EQM

**Interrupt:** Data Ready Interrupt.

**Aktion:** Gerätespezifische Aktion ausführen (siehe Abschnitt 3.5 auf Seite 15).

### 10.4.3 DRQ\_EQM

**Interrupt:** Data Request Interrupt.

**Aktion:** Gerätespezifische Aktion ausführen (siehe Abschnitt 3.6 auf Seite 15).

## 10.5 Kommandogetriggerte EQMs

### 10.5.1 Dev\_Init\_EQM

**Aktion:** siehe Abschnitt 4.5.1 auf Seite 22.

### 10.5.2 Dev\_Reset\_EQM

**Aktion:** siehe Abschnitt 4.5.2 auf Seite 24.

### 10.5.3 Status\_EQM

**Aktion:** Ermittelt den aktuellen Gerätestatus.

### 10.5.4 Active\_EQM

**Aktion:** Aktiviert oder deaktiviert das Gerät für einen virtuellen Beschleuniger.

### 10.5.5 Power\_EQM

**Aktion:** Schaltet das Gerät EIN oder AUS.

### 10.5.6 SIS\_18\_EQM

**Aktion:** Nur bei SIS-AEG-Geräten: Überprüft den Gerätestatus (Gerät muß AUS sein), schickt den SIS12/18-Umschaltbefehl mit Hilfe der Prozedur „switch\_SIS.18“ an die SPS und setzt das „CheckSIS\_18\_EQM“ als periodischen Auftrag auf.

### 10.5.7 Inverter\_EQM

**Aktion:** Überprüft den Gerätestatus (Gerät muß AUS sein), schaltet den Polwender des Geräts um.

### 10.5.8 DCValueS\_EQM

**Aktion:** Setzt den Strom- und ggfs. den Spannungs-Sollwert im DC-Betrieb, falls nötig in mehreren Schritten. Auch der INITLEVel bei einem RESET wird mit diesem EQM angefahren.

### 10.5.9 DCValueI\_EQM

**Aktion:** Ermittelt die aktuellen Istwerte im DC-Betrieb.

### 10.5.10 Get\_Diagnose\_EQM

**Aktion:** Kopiert die Diagnosedaten eines Geräts aus der Diagnosedatenstruktur im lokalen RAM in den Dev\_Common\_Buffer im DPRAM.

### 10.5.11 Read\_Current\_EQM

**Aktion:** Kopiert die Istwerte eines Geräts aus der Datenstruktur im lokalen RAM in den dafür vorgesehenen Kopierbereich im DPRAM.

### 10.5.12 Set\_Ramp\_EQM

**Aktion:** Kopiert die Sollwerte eines Gerätes aus dem Dev\_Common\_Buffer (slave\_rfc\_buf) in die Gerätedatenstruktur (s\_data) im DPRAM.

## 10.6 EQMs für die Diagnose vor Ort

### 10.6.1 Display\_DPR\_EQM

**Parameter:** Das EQM benötigt 2 Parameter.

1. virtueller Beschleuniger (in Hex angeben)
2. logische Gerätenummer (in Hex angeben)

**Daten:** Keine.

**Aktion:** Zeigt am Bildschirm vor Ort die wichtigsten Daten aus dem DPRAM für das gewählte Gerät und den gewählten virtuellen Beschleuniger an.

### 10.6.2 Display\_DevErr\_EQM

**Parameter:** Das EQM benötigt 2 Parameter.

1. virtueller Beschleuniger (in Hex angeben)
2. logische Gerätenummer (in Hex angeben)

**Daten:** Keine.

**Aktion:** Zeigt am Bildschirm vor Ort die Error-Codes aus der aus der Datenstruktur im Dualport-RAM für das gewählte Gerät und den gewählten virt. Beschleuniger an.

### 10.6.3 Display\_Diagnose\_EQM

**Parameter:** Das EQM benötigt 2 Parameter.

1. virtueller Beschleuniger (in Hex angeben)
2. logische Gerätenummer (in Hex angeben)

**Daten:** Keine.

**Aktion:** Zeigt am Bildschirm vor Ort die Diagnose-Daten für das gewählte Gerät und den gewählten virt. Beschleuniger an.

## 10.7 Sonstige EQMs

### 10.7.1 Startup\_EQM

**Aktion:** Installiert die Event-EQM-Konnektierung für alle virt. Beschleuniger (siehe hierzu auch Abschnitt 4.4 auf Seite 22) und schaltet die SE in den Event-Mode.

## 10.8 Globale Routinen

Hier werden alle Routinen aufgeführt, die im Modul EQMs global definiert sind und von verschiedenen EQMs benutzt werden.

### 10.8.1 Read\_and\_Update\_Status

Liest den aktuellen Gerätestatus.

### 10.8.2 Switch\_SIS\_18

Schaltet den SIS-12/18 Betriebsmodus um (geht nur beim SIS-Dipol).

### 10.8.3 Set\_InternalState

Aktualisiert den internen Gerätezustand in Abhängigkeit vom Gerätestatus.

### 10.8.4 Terminate\_Cycle

Terminiert die aktuell laufende Rampe in Abhängigkeit vom *Aktivzustand* des Gerätes und dem internen Gerätezustand.

### 10.8.5 Check\_IFB\_Intr

Überprüft, ob ein Gerät einen Interrupt anstehen hat.

### 10.8.6 power\_on

Führt die Einschaltprozedur für ein Gerät durch.

### 10.8.7 power\_off

Führt die Ausschaltprozedur für ein Gerät durch.

### 10.8.8 Initialise\_Diagnose

Initialisiert die Diagnosedaten für ein Gerät.

## 11 Varianten

Für alle *Variationen* des Gerätemodells FG werden folgende Source-files benötigt:

**FG\$VARIANT\$DEF.PIN:** Definition der Gerätemodellnummern für alle *Variationen* des Gerätemodells FG (wie in Abs. 5.1 auf Seite 26 aufgelistet).

**FG\$EQMS\$IMP.PIN:** Das ist das eigentliche Pascal-Source-file mit der Implementierung der EQMs.

**FG\$DEV\$DEF.PIN:** Die DPRAM- und Struktur-Definitionen in der üblichen Form, aber ohne die *variations-spezifischen* Dimensionierungen.

**FG\$USRS\$IMP.PIN:** Das ist das eigentliche Pascal-Source-file mit der Implementierung der USRs.

**FG\$ADDUSRS\$IMP.PIN:** Pascal-Source-file mit den „addusr“-Aufrufen der Properties, die für alle *Variationen* des Gerätemodells gemeinsam gelten.

Für jede *Variation* des Gerätemodells FG werden folgende Include-files benötigt:

**FGxx\$EQMS.PAS:** Programm-Rahmen in dem nach den *variations-spezifischen* Includierungen der eigentliche Programm-Code FG\$EQMS\$IMP.PIN inkludiert wird.

**FGxx\$USRS.PAS:** Programm-Rahmen in dem nach den *variations-spezifischen* Includierungen der eigentliche Programm-Code FG\$USRS\$IMP.PIN inkludiert wird.

**FGxx\$DPR\$DEF.PIN:** Definition der Konstanten, die zur Unterscheidung der Gerätemodell-Variationen notwendig sind:

- Gerätemodellname
- Konstanten zur Dimensionierung der DPRAM-Strukturen (MaxLogDev,...)
- Konstanten zur Festlegung der Eigenschaften der zu bedienenden Gerätegruppen

**FGxx\$....PIN:** Definition der *varianten-spezifischen* Festlegungen (z. B. welches Timing-System wird verwendet, Therapieabhängigkeit, ...)

Folgende Variationen stehen mit den angegebenen Varianten zur Verfügung:

Gerätemodellname	Varianten	Beschreibung
FG01	SIS_AEG	1 AEG-Netzgerät pro SE (SIS)
FG02	SIS_1.6	1..6 Magnetnetzgeräte SIS
FG03	SIS_1.12	1..12 Magnetnetzgeräte SIS
	ESR_1.12	1..12 Magnetnetzgeräte ESR
FG04	SIS_HF	SIS-HF-Geräte
	SIS_TFS	Transversales Feedbacksystem (SIS)
	SIS_QFIELD	Quadrupolfeldregelung SIS
	ESR_HF	ESR-HF-Geräte
	ESR_TFS	Transversales Feedbacksystem (ESR)
FG05	ESR_AEG	1..4 AEG-Netzgeräte pro SE (ESR)
FG06	SCool_1.HV	1 Hochspannungsnetzgerät für SIS-Kühler
	ECool_1.HV	1 Hochspannungsnetzgerät für ESR-Kühler
FG07	ECool_1.8	1..8 Hochspannungsnetzgeräte ESR-Kühler
FG08	S02KQ1E	schneller Quadrupol SIS
	KO_EXTR	Knockout-Extraktion (SIS)
FG09	SpillReg	Spillregelung SIS
FG10	ESR_1.6	1..6 Magnetnetzgeräte ESR
FG11	SCool_1.12	1..12 Hochspannungsnetzgeräte SIS-Kühler

## 12 Besonderheiten, die von der Standard-Geräte-Behandlung abweichen

### Mehrere Funktionsgeneratoren pro Gerät:

Bei AEG-Netzgeräten werden pro Gerät zwei Funktionsgeneratoren gebraucht. Der erste (mit der kleineren physikalischen Geräteadresse) für die Erzeugung der Stromrampe, der zweite für die Spannungsvorsteuerung.

Damit die Systemsoftware (ECM) aber von beiden Geräten nur das erste findet und als „online“ betrachtet, muß die Konstante MaxPhysDev auf 128 gesetzt werden und die Adresse des zweiten FGs auf den Wert:

$$\text{Adresse des Strom-FG} + \text{MaxPhysDev}$$

Um die Allgemeingültigkeit der Geräte-Software für alle anderen Varianten nicht zu beeinträchtigen, findet folgender Trick Anwendung:

In den Varianten-Include-Files ist eine Konstante „max\_ref\_nr“ definiert, die bei AEG-Netzgeräten den Wert 2 hat, bei allen anderen Geräten hat sie den Wert 1. Soll nun beispielsweise in einem EQM ein Sollwert.3 an einen Funktionsgenerator geschickt werden, so steht im PASCAL-Quell-Code folgendes:

```
FOR n := min_ref_nr TO max_ref_nr DO BEGIN
  W_MIL_Turb(IFB_Adr + (n-1) * MaxPhysDev, ...);
END;
```

Dies bewirkt, daß für alle Geräte, bei denen „max\_ref\_nr“ den Wert 1 hat, diese Schleife nur einmal ausgeführt wird.





# Index

## —Symbole —

Änderungsprotokoll ..... 2

## —A—

Abriß ..... 2  
Active\_EQM ..... 51  
Amplitudensprung ..... 23  
AmplStep\_EQM ..... 49  
An externe Interrupts konnektierte EQMs 50  
Aufgabe des Gerätes ..... 7  
Ausschalten ..... 23

## —B—

Bedienung des Gerätes ..... 22  
Bedienungsfehler ..... 27  
Besonderheiten ..... 54  
Broadcast-Mode ..... 13  
Bunch-Rotation ..... 23

## —C—

Check\_local\_EQM ..... 50  
CheckInverter\_EQM ..... 50  
CheckPower\_EQM ..... 49  
CheckSIS\_18\_EQM ..... 49

## —D—

Datenbasis ..... 44  
DC-Betrieb ..... 23  
DCValueI\_EQM ..... 51  
DCValueS\_EQM ..... 51  
Dev\_Init\_EQM ..... 50  
Dev\_Reset\_EQM ..... 51  
Display\_DevErr\_EQM ..... 52  
Display\_Diagnose\_EQM ..... 52  
Display\_DPR\_EQM ..... 52  
DRD Interrupt ..... 17  
DRD\_EQM ..... 50  
DRQ ..... 24  
DRQ Interrupt ..... 17  
DRQ\_EQM ..... 50  
Dualport RAM ..... 44

## —E—

Einschalten ..... 23

End\_EQM ..... 48  
EQMs ..... 47

- An externe Interrupts konnektierte 50
  - DRD\_EQM ..... 50
  - DRQ\_EQM ..... 50
  - Interlock\_EQM ..... 50
- Eventkonnektierte ..... 48
  - AmplStep\_EQM ..... 49
  - End\_EQM ..... 48
  - Prep\_Ramp\_EQM ..... 48
  - Synch\_EQM ..... 49
- für die Diagnose vor Ort ..... 52
  - Display\_DevErr\_EQM ..... 52
  - Display\_Diagnose\_EQM ..... 52
  - Display\_DPR\_EQM ..... 52
- Globale Routinen ..... 52
  - Check\_IFB\_Intr ..... 53
  - Initialise\_Diagnose ..... 53
  - power\_off ..... 53
  - power\_on ..... 53
  - Read\_and\_Update\_Status ..... 52
  - Set\_InternalState ..... 53
  - Switch\_SIS\_18 ..... 52
  - Terminate\_Cycle ..... 53
- Kommandogetriggerte ..... 50
  - Active\_EQM ..... 51
  - DCValueI\_EQM ..... 51
  - DCValueS\_EQM ..... 51
  - Dev\_Init\_EQM ..... 50
  - Dev\_Reset\_EQM ..... 51
  - Get\_Diagnose\_EQM ..... 51
  - Inverter\_EQM ..... 51
  - Power\_EQM ..... 51
  - Read\_Current\_EQM ..... 51
  - Set\_Ramp\_EQM ..... 51
  - SIS\_18\_EQM ..... 51
  - Status\_EQM ..... 51
- Periodisch konnektierte ..... 49
  - Check\_local\_EQM ..... 50
  - CheckInverter\_EQM ..... 50
  - CheckPower\_EQM ..... 49
  - CheckSIS\_18\_EQM ..... 49
  - Update\_Config\_EQM ..... 50
- Sonstige ..... 52
  - Startup\_EQM ..... 52

Event-Overrun ..... 27  
Event-Sequenzfehler ..... 27  
Eventkonnektierte EQMs ..... 48  
Eventkonnektierungen ..... 24

—F—

Funktionscodes ..... 15

- ifb\_ADC\_convert ..... 16
- ifb\_ctrl\_reg ..... 17
- ifb\_dis\_bcst ..... 16
- ifb\_ena\_bcst ..... 16
- ifb\_ifb\_id ..... 17
- ifb\_list\_1 ..... 16
- ifb\_list\_2 ..... 16
- ifb\_pol\_min ..... 16
- ifb\_pol\_plus ..... 16
- ifb\_power\_off ..... 16
- ifb\_power\_on ..... 16
- ifb\_reset ..... 15
- ifb\_SIS\_12 ..... 16
- ifb\_SIS\_18 ..... 16

Funktionsgenerator ..... 8, 54

- Broadcast-Mode ..... 13
- Eigenschaften ..... 8
- Interpolationsmode ..... 11
- Master/Slave-Betrieb ..... 12
- Register ..... 8
- SW3-Normal-Mode ..... 11
- SW3-Shift-Mode ..... 11
- SW3-Timeout ..... 9

—G—

Genauigkeitsanforderungen ..... 23

Gerät

- Aufgabe ..... 7
- Bedienung ..... 22
- Hardware ..... 7
- logisches ..... 18
- Repräsentation ..... 27
- Schnittstelle ..... 8

Gerätemodell ..... 7

- Kennzeichnung ..... 28
- Master-Properties ..... 29
- Nummer ..... 28
- Slave-Properties ..... 36
- Variationen ..... 43

Gerätemodell-Varianten ..... 43

Gerätevarianten ..... 7

Get\_Diagnose\_EQM ..... 51

Globale Routinen ..... 47, 52

—H—

Handbetrieb ..... 26

Hardware des Gerätes ..... 7

Hardwarefehler-Bit ..... 26

Hardwarestatus ..... 18

—I—

ifb\_ADC\_convert ..... 16

ifb\_ctrl\_reg ..... 17

ifb\_dis\_bcst ..... 16

ifb\_ena\_bcst ..... 16

ifb\_ifb\_id ..... 17

ifb\_list\_1 ..... 16

ifb\_list\_2 ..... 16

ifb\_pol\_plus, ifb\_pol\_min ..... 16

ifb\_power\_on, ifb\_power\_off ..... 16

ifb\_reset ..... 15

ifb\_SIS\_12, ifb\_SIS\_18 ..... 16

Init ..... 24

Interfacekarte ..... 15

Interlock ..... 17, 27

Interlock\_EQM ..... 50

Interne Zustände ..... 47

Interrupt

- DRD Interrupt ..... 17
- DRQ Interrupt ..... 17
- Interlock ..... 17

Inverter\_EQM ..... 51

—K—

Kaltstarts ..... 24

Knockout-Extraktion ..... 22

Kommandogetriggerte EQMs ..... 50

Konfigurationsabfrage ..... 22

—L—

logisches Gerät ..... 18

Lokale Datenbasis ..... 44

- Tabelle der Konstanten ..... 44

—M—

Master-Properties ..... 29

Master/Slave-Betrieb ..... 12

—N—

N\_Init ..... 45

N\_Reset ..... 45

Normalbetrieb ..... 22

—O—

Overrun .....	27
---------------	----

—P—

Periodisch konnektierte EQMs .....	49
Power_EQM .....	51
Prep_Ramp_EQM .....	48

Properties

• ACTIV .....	36
• BROAMPL .....	37
• CONSTANT .....	32
• COPYSET .....	37
• DCMODE .....	35
• DCVALUEI .....	34
• DCVALUES .....	33
• DDSEXP .....	40
• DIAGNOSE .....	32
• EQMERROR .....	36
• INFOSTAT .....	30
• INIT .....	30
• INITLEV .....	35
• INVERTER .....	34
• KOMODE .....	35
• KOPARA .....	41
• Master- .....	29
• POWER .....	29
• RAMPINFO .....	37
• RAMPVALI .....	40
• RAMPVALS .....	38
• RESET .....	30
• SIS18 .....	34
• Slave- .....	36
• STATUS .....	29
• VERSION .....	30

—R—

R_Active .....	45
R_BrotAmpl .....	46
R_Constant .....	45
R_DCMode .....	46
R_DCValueI .....	46
R_DCValueS .....	45, 46
R_Diagnose .....	46
R_EQMErr .....	45
R_InfoStat .....	45
R_InitLev .....	45
R_Inverter .....	45
R_Power .....	45
R_RampInfo .....	46

R_RampValI .....	46
R_RampValS .....	46
R_SIS18 .....	45
R_Status .....	45
R_Version .....	45
Read_Current_EQM .....	51
Repräsentation des Gerätes .....	27
Reset .....	26

—S—

Schnittstelle zum Gerät .....	8
Sequenzfehler .....	27
Set_Ramp_EQM .....	51
SIS_18_EQM .....	51
Slave-Properties .....	36
Softwareentwurf .....	43
Softwarestatus .....	18
Sonstige EQMs .....	52
SPS .....	13
Störungen .....	27
• Event-Overrun .....	27
• Event-Sequenzfehler .....	27
• Interlock .....	27
• Kommunikation EC – Gerät .....	27
Startup_EQM .....	52
Startwerte .....	24
Status-Definition 1 .....	18
Status-Definition 2 .....	19
Status-Definition 3 .....	20
Status-Definition 4 .....	21
Status_EQM .....	51
Statusbits .....	18
Statusmaster .....	13
SW3-Timeout .....	9
Synch_EQM .....	49
Synchronisierung .....	24

—T—

Timing .....	24
--------------	----

—U—

Update_Config_EQM .....	50
USRs .....	45
• gerätespezifische .....	45
– R_BrotAmpl .....	46
– R_Constant .....	45
– R_DCMode .....	46
– R_DCValueI .....	46

- R\_DCValueS ..... 45, 46
- R\_Diagnose ..... 46
- R\_InitLev ..... 45
- R\_Inverter ..... 45
- R\_RampInfo ..... 46
- R\_RampValI ..... 46
- R\_RampValS ..... 46
- R\_SIS18 ..... 45
- W\_BrotAmpl ..... 46
- W\_DCMode ..... 46
- W\_DCValueS ..... 46
- W\_InitLev ..... 45
- W\_Inverter ..... 45
- W\_RampValS ..... 46
- W\_SIS18 ..... 45
- Globale Routinen ..... 47
- obligatorische ..... 45
  - N\_Init ..... 45
  - N\_Reset ..... 45
  - R\_Active ..... 45
  - R\_EQMErr ..... 45
  - R\_InfoStat ..... 45
  - R\_Power ..... 45
  - R\_Status ..... 45
  - R\_Version ..... 45
  - W\_Active ..... 45
  - W\_CopySet ..... 45
  - W\_Power ..... 45

—Z—

- Zeitkritische Anforderungen ..... 24
- Zustände
  - Interne ..... 47
    - Standard-Übergänge ..... 47

—V—

- Varianten ..... 53
  - Betriebs- ..... 24
  - Geräte- ..... 7
  - Software- ..... 53
- Variationen eines Gerätemodells ..... 43

—W—

- W\_Active ..... 45
- W\_BrotAmpl ..... 46
- W\_CopySet ..... 45
- W\_DCMode ..... 46
- W\_DCValueS ..... 46
- W\_InitLev ..... 45
- W\_Inverter ..... 45
- W\_Power ..... 45
- W\_RampValS ..... 46
- W\_SIS18 ..... 45
- Warmstarts ..... 26